

Monitoraggio del rumore, flusso veicolare e particolato PM10 a Mezzano – SS 16



Anno 2021

Febbraio 2022



Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia
Area Prevenzione Ambientale (APA) -Est)
Servizio Sistemi Ambientali
Sede di Ravenna, Via Alberoni 17 | 48121 Ravenna

Relazione redatta da:

Patrizia Luciali
Samuele Marinello
Elena Fusillo

Hanno collaborato:

- al campionamento e alla gestione delle postazioni, gli operatori del SSA – Sede di Ravenna:

Giacomo Agrillo
Deborah Valbonetti
Maria Antonia Cavuoto
Roberto Tinarelli
Andrea Caccoli
Stefano Serra

- alle determinazioni gravimetriche, gli operatori del Laboratorio Integrato:

Michela Comandini
Marilena Montalti
Davide Verna

Indice

| | Pag. |
|---|-----------|
| 1 - Introduzione e obiettivo dello studio | 1 |
| 2- Contesto territoriale di riferimento | 2 |
| 3- Quadro normativo | 5 |
| 3.1 – Inquinamento acustico | 5 |
| 3.2 – Inquinamento atmosferico | 7 |
| 4 – Approccio metodologico | 9 |
| 4.1 - Modalità di esecuzione del monitoraggio del rumore | 10 |
| 4.2 - Modalità di esecuzione del monitoraggio del traffico veicolare | 10 |
| 4.3 - Modalità di esecuzione del monitoraggio del particolato PM10 | 11 |
| 5 – Risultati | 13 |
| 5.1 - Rumore | 13 |
| 5.2 – Traffico veicolare | 19 |
| 5.3 – Particolato PM10 | 29 |
| 6 – Analisi della correlazione tra rumore e traffico veicolare | 37 |
| 7 – Conclusioni | 39 |

1- Introduzione e obiettivo dello studio

La presente relazione descrive i risultati delle campagne di monitoraggio di rumore, flussi di traffico e particolato PM10 condotte nel corso dell'anno 2021 a Mezzano (Ravenna), in prossimità della SS16 – Via Reale, strada statale che attraversa l'intero abitato.

L'obiettivo dei monitoraggi è valutare - attraverso la misura di questi tre indicatori: rumore, flussi di traffico e PM10 - l'impatto prodotto dal traffico veicolare della statale nel tratto che attraversa il centro abitato di Mezzano. Per questo motivo la postazione di misura è stata individuata lungo la SS16, in Via Reale 344, in corrispondenza dell'abitato di Mezzano direttamente esposto al sedime stradale. Per ciascun indicatore sono state condotte campagne di monitoraggio della durata di diverse giornate distribuite nell'arco dell'anno, così da consentire una valutazione dell'andamento dei parametri rilevati in relazione ai periodi del giorno, della settimana e delle stagioni. In particolare, per il PM10 è stato raccolto un numero di campioni sufficiente al calcolo degli standard di qualità (più di 54 giorni di campionamento) per le misure indicative e al confronto con i limiti di legge. Analogamente per il rumore: in questo caso il periodo minimo di misura per valutare il rumore prodotto dal traffico veicolare è la settimana, così da cogliere la variabilità fra giorni lavorativi e giorni festivi e prefestivi.

Per ogni tipologia di monitoraggio è stata utilizzata specifica strumentazione in dotazione ad Arpae:

→ per il monitoraggio del **rumore** sono stati utilizzati:

- fonometro integratore marca “01dB” - modello “01dB SOLO” - matricola n. 65159 completo di preamplificatore microfonic e microfono a condensatore da ½” MCE-212 matricola n. 134849, conforme alla norma EN 60804/1994 *classe 1*. Fonometro e microfono sono stati tarati c/o Centro di Taratura LAT N. 163, Certificato di taratura LAT 163 22871-A del 05/06/2020;
- calibratore di livello sonoro marca “Larson Devis” - modello “CAL 200” – matricola n. 3729, conforme alla norma CEI 29-4, tarato c/o Centro di Taratura LAT N. 163, Certificato di taratura LAT 163 22879-A del 05/06/2020;
- cavo di prolunga di collegamento del fonometro al preamplificatore;
- box a tenuta stagna dotato di pacco batterie in gel per l'alimentazione autonoma della strumentazione di misura.

La catena di misura - composta da microfono, preamplificatore, cavo di prolunga e fonometro - è stata calibrata prima e dopo l'effettuazione di ogni periodo di rilevazione, cioè ad ogni avvio e successivo arresto della misura del livello sonoro, utilizzando il calibratore CAL 200 e verificando e che la deviazione tra le due misure di calibrazione risultasse inferiore a 0,5 dB. Durante i rilievi il microfono è stato dotato di cuffia antivento sormontata da sistema di dissuasione alla posa degli uccelli. L'incertezza strumentale associata alle misure è conforme alla tolleranza fissata per la strumentazione in classe 1, Norma UNI EN 60651/1994 – CEI EN 60651:2002-01;

→ per il rilevamento del **traffico** veicolare è stato impiegato un contatraffico radar marca “S.T.S. S.r.l.” - modello “EASYDATA” – matricola 0511.01120KMSP;

→ per il campionamento del **particolato PM10** è stato usato lo strumento Skypost e le concentrazioni sono state successivamente quantificate in laboratorio. Complessivamente, i campioni di particolato raccolti sono 73, ciascuno rappresentativo della concentrazione media giornaliera di PM10. La distribuzione temporale e la durata del monitoraggio risulta conforme a quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010 e consente così di calcolare la media annuale e di confrontarla con il corrispondente limite normativo (40 µg/m³).

2- Contesto territoriale di riferimento

Lo studio è stato condotto all'interno del territorio di Mezzano, frazione del comune di Ravenna. L'area urbana insiste su un territorio di circa 1 kmq e ospita una popolazione residente di circa 2.200 abitanti.

Dal punto di vista del rumore, la frazione di Mezzano è stata classificata nel Piano di Classificazione Acustica del Comune di Ravenna, dove sono state individuate anche le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto (Figura 1).

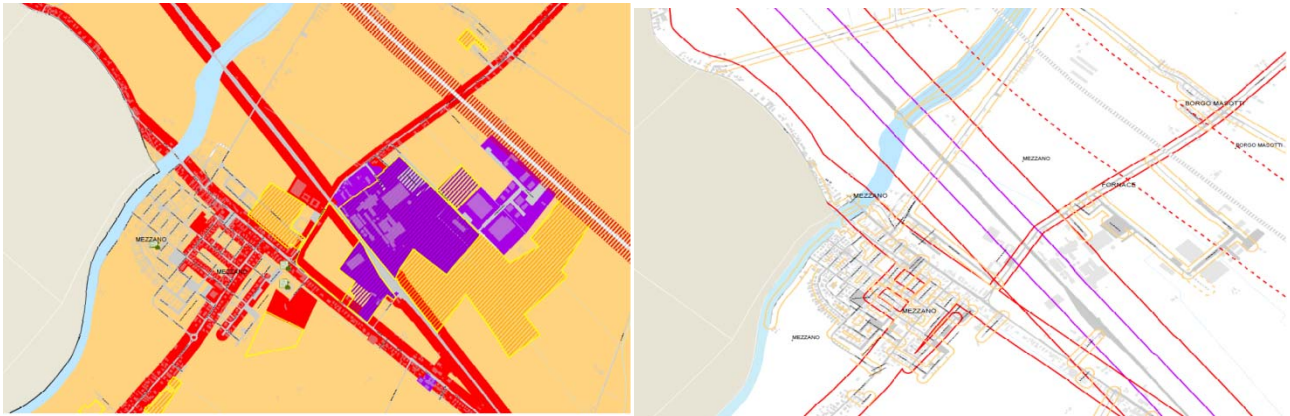


Figura 1 – Vista di Mezzano nel Piano di Classificazione Acustica (sinistra) e nelle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto (destra) del Comune di Ravenna – Stralcio Foglio 7 e 8

Il Piano di Classificazione Acustica comunale ha individuato nel centro abitato due classi acustiche, in funzione della destinazione d'uso del territorio: la classe III (in arancione) "Aree di tipo misto" e la classe IV (in rosso) "Aree di intensa attività umana" in corrispondenza della viabilità principale. L'area artigianale/industriale, a Est/Nord-Est dell'abitato, è in classe V (in viola) "Aree prevalentemente industriali".

Sono state inoltre riportate in cartografia specifica le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto:

- la stazione ferroviaria e relativi binari (limiti della classe V i primi 100 m e della classe IV i successivi 150 m);
- la viabilità principale, intesa come strade urbane di scorrimento Db (via Reale e via Sant'erno Ammonite - limiti della classe IV nella fascia ampia 100 m);
- strada urbana di quartiere E (via Zuccherificio con limiti della classe IV nella fascia ampia 30 m);
- strade locali F intese come viabilità secondaria (limiti della classe III nella fascia ampia 30 m).

Per i valori limite assoluti di immissione da rispettare nelle diverse classi acustiche individuate sul territorio, il riferimento è il D.P.C.M. del 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", all'art. 3-Tabella 1.

Nell'area oggetto di studio la principale sorgente di inquinamento acustico è costituita dal traffico stradale sulla via Reale, mentre le attività del polo artigianale/industriale e il traffico ferroviario influiscono marginalmente.

Come anticipato, la via Reale - nel tratto che attraversa il centro abitato di Mezzano, dal km 139 al km 142 - è classificata secondo il codice della strada di *tipo D* – urbana di scorrimento e come sottotipo ai fini acustici (DPR 142/2004) Db (strade urbane di scorrimento senza carreggiate separate) con fascia di pertinenza acustica pari a 100 m. I limiti di immissione del rumore stradale all'interno delle fasce di pertinenza sono: **65 dBA di giorno e 55 dBA di notte**.

La via Reale funge da collegamento fra l'entroterra nord della provincia di Ravenna, la provincia di Ferrara e la costa Adriatica e questo porta ad avere un traffico intenso (tra 10 mila e 20 mila transiti di veicoli al giorno, considerando entrambe le direzioni) sia di mezzi leggeri sia di mezzi pesanti, durante tutte le ore diurne ed anche parte delle ore notturne, con picchi caratteristici alla mattina e alla sera nelle ore di inizio e fine orario lavorativo. Il traffico risulta poi maggiore durante i giorni lavorativi, rispetto ai giorni pre-festivi e festivi; inoltre, data la funzione di collegamento tra entroterra e zona costiera, si ha un aumento di transiti nel periodo estivo rispetto al periodo invernale.

Dal punto di vista dell'**inquinamento atmosferico**, sull'area studio sono presenti poche sorgenti di tipo industriale con emissioni in atmosfera. Queste attività - lavorazione di materiali metallici, di foraggi e cereali - sono concentrate soprattutto nella zona industriale a nord-est rispetto all'abitato di Mezzano. Nelle aree di campagna sono presenti alcuni allevamenti, la maggior parte ad uso domestico. Il traffico veicolare, circolante sulla SS16-Via Reale e (marginalmente) sulle altre strade interne del centro abitato rappresenta, quindi, il principale fattore di pressione locale sulla qualità dell'aria di Mezzano. L'entità di tale pressione – in termini di concentrazioni di PM 10 - è stata monitorata da Arpae nel corso dell'annualità 2021 ed i risultati sono descritti all'interno del presente report.

E' opportuno sottolineare che la qualità dell'aria nel territorio provinciale di Ravenna è monitorata in continuo attraverso la rete di monitoraggio composta da 5 stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA: Caorle, Zalamella, Ballirana; Delta Cervia, Bertozzi) e 2 della rete locale (Rocca Brancaleone e Porto San Vitale). Tali postazioni, distribuite sul territorio secondo i criteri di rappresentatività e di economicità del sistema di monitoraggio, garantiscono un controllo continuo dello stato di qualità dell'aria su tutto il territorio provinciale. I dati acquisiti, dopo essere stati giornalmente validati, sono pubblicati sul sito di Arpae al link: <https://apps.arpae.it/qualita-aria/bollettino-qa-provinciale/ra>.

Con l'obiettivo di valutare lo stato di qualità dell'aria anche in porzioni di territorio non direttamente monitorate con stazioni fisse, la normativa di riferimento (in Italia rappresentata dal D.Lgs 155/2010) prevede di ricorrere a misure indicative¹, oltre che a tecniche modellistiche.

Per valutare la qualità dell'aria in prossimità della SS16 sono già state effettuate, qualche anno fa (2015), misure indicative posizionando il laboratorio mobile presso l'abitato di Glorie; la relazione con i risultati del monitoraggio è reperibile al link <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/report-aria/dati-laboratori-mobili>. Le due campagne di misura - condotte in estate ed in inverno in corrispondenza della strada statale, a circa 900 m in linea d'aria a monte rispetto alla postazione in cui è stato collocato lo strumento per la misura di PM 10 nel 2021 - hanno permesso di quantificare, oltre alle concentrazioni di particolato PM10 e PM2.5, anche SO₂, NO₂, CO, O₃ e BTX. Nell'occasione le concentrazioni degli inquinanti risultarono ben correlate con la stazione di traffico della rete di rilevamento della qualità dell'aria (Zalamella) e fecero prevedere, nella postazione lungo la SS16, il rispetto dei limiti di legge per gli inquinanti monitorati, ad esclusione del limite del PM10 di breve

¹ DL 155/2010 – art. 2 – Definizioni u) misurazioni indicative: misurazioni dei livelli degli inquinanti, basate su obiettivi di qualità meno severi di quelli previsti per le misurazioni in siti fissi, effettuate in stazioni ubicate presso siti fissi di campionamento o mediante stazioni di misurazione mobili, o, per il mercurio, metodi di misura manuali come le tecniche di campionamento diffusivo.

periodo, ovvero nel 2015 si stimò venisse superata per più di 35 giorni la concentrazione media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (con un numero di superamenti stimato maggiore di 60).

Il monitoraggio del PM10 descritto in questa relazione, eseguito con strumentazione rilocabile (Sky-post), rientra fra le misure effettuate “mediante stazioni di misurazione mobili” e la rappresentatività temporale del monitoraggio (numero totale di campioni maggiore di 54, effettuati sia in periodo invernale sia in periodo estivo) consente di stimare la media annuale e il numero di superamenti per il confronto con i limiti previsti dalla normativa di riferimento.

3- Quadro normativo

3.1 – Inquinamento acustico

La normativa di riferimento in materia di **inquinamento acustico** è descritta nei seguenti documenti:

- La “*Legge quadro sull’inquinamento acustico*” n. 447 del 26 ottobre 1995 stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell’ambiente esterno e dell’ambiente abitativo dall’inquinamento acustico. All’art. 3 “Competenze dello Stato” sono individuate le competenze dello stato in materia, tra le quali rientrano la definizione dei valori limite di immissione e la determinazione delle tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico. All’art. 11 “Regolamenti di esecuzione” è stabilito che per la disciplina del rumore derivate da alcune tipologie di sorgenti sonore, in particolare le infrastrutture di trasporto, dovranno essere emanati appositi decreti del Presidente della Repubblica;
- Il D.P.C.M. del 14 novembre 1997 “*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*” stabilisce all’art. 3 i valori limite assoluti di immissione (Tabella C), secondo la suddivisione del territorio comunale in classi di destinazione d’uso (art.1 – Tabella A). Classificazione del territorio comunale e limiti di immissione previsti dal decreto sono riportati nelle tabelle 1 e 2:

| Classi di destinazione d’uso del territorio | |
|--|---|
| Classe I aree particolarmente protette | rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc |
| Classe II aree prevalentemente residenziali | rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali |
| Classe III aree di tipo misto | rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici |
| Classe IV aree di intensa attività umana | rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie |
| Classe V aree prevalentemente industriali | aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni |
| Classe VI aree esclusivamente industriali | rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi |

Tabella 1 - Classificazione del territorio comunale (art. 1 -Tabella A DPCM 14/11/97)

| Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A) | | tempi di riferimento | |
|---|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | | diurno (06:00 - 22:00) | notturno (22:00 - 06:00) |
| Classe I | aree particolarmente protette | 50 | 40 |
| Classe II | aree prevalentemente residenziali | 55 | 45 |
| Classe III | aree di tipo misto | 60 | 50 |
| Classe IV | aree di intensa attività umana | 65 | 55 |
| Classe V | aree prevalentemente industriali | 70 | 60 |
| Classe VI | aree esclusivamente industriali | 70 | 70 |

Tabella 2 - Valori limite assoluti di immissione per le diverse classi di destinazione d’uso del territorio (art. 3 -Tabella C DPCM 14/11/97)

- Il D.M. dell’Ambiente del 16 marzo 1998 “*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico*” stabilisce le caratteristiche della strumentazione da utilizzare e le metodiche di misura. Indica, ai punti 6 e 7 dell’Allegato B, le procedure da osservare per i rilievi in esterno e le condizioni meteorologiche che devono essere presenti per poter eseguire le misure²; all’ Allegato C, punto 2, la metodologia di misura del rumore stradale:

2. Metodologia di misura del rumore stradale.

Essendo il traffico stradale un fenomeno avente carattere di casualità o pseudo casualità, il monitoraggio del rumore da esso prodotto deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad una settimana. In tale periodo deve essere rilevato il livello continuo equivalente ponderato A per ogni ora su tutto l'arco delle ventiquattro ore: dai singoli dati di livello continuo orario equivalente ponderato A ottenuti si calcola:

- a) per ogni giorno della settimana i livelli equivalenti diurni e notturni;
- b) i valori medi settimanali diurni e notturni.

Il microfono deve essere posto ad una distanza di 1 m dalle facciate di edifici esposti ai livelli di rumore più elevati e la quota da terra del punto di misura deve essere pari a 4 m. In assenza di edifici il microfono deve essere posto in corrispondenza della posizione occupata dai recettori sensibili.

I valori di cui al punto b) devono essere confrontati con i livelli massimi di immissione stabiliti con il regolamento di esecuzione previsto dall’art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

- Il D.P.R. del 30 marzo 2004, n. 142 “*Disposizioni per il contenimento e prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare*” fissa i limiti di immissione per le infrastrutture stradali esistenti e di nuova realizzazione, applicabili all’interno delle fasce di pertinenza acustica, e suddivisi in base alla tipologia di strada. In particolare, all’Allegato 1, è stabilito che le strade esistenti di tipo D (secondo codice della strada) abbiano una fascia di pertinenza acustica pari a 100 metri, mentre le strade urbane do quartiere o locali di 30 metri (Tabella 3).

| Tipo di strada (secondo Codice della Strada) ³ | Sottotipi a fini acustici (secondo norme Cnr 1980 e direttive Put) | Ampiezza fascia di pertinenza acustica ⁽¹⁾ (m) | Scuole, ospedali, case di cura e di riposo | | Altri recettori | |
|---|--|---|--|----------------|-----------------|----------------|
| | | | Diurno dB(A) | Notturmo dB(A) | Diurno dB(A) | Notturmo dB(A) |
| D urbana di scorrimento | Db (strade urbane di scorrimento senza separazione carreggiate) | 100 | 50 | 40 | 65 | 55 |
| E urbana di quartiere | | 30 | In funzione della zonizzazione acustica comunale | | | |
| F locale | | 30 | | | | |

(1) fascia di pertinenza acustica: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale per ciascun lato dell’infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale il DPR 142/2004)stabilisce i limiti di immissione del rumore.

Tabella 3 – Limiti di immissione del rumore stradale per tipi di strade di interesse [Allegato 1 -- DPR 142/04]

La strada sorgente dell’inquinamento acustico lamentato - “SS 16 Adriatica” - nel tratto passante per il centro abitato di Mezzano, dal km 139 al km 142 è classificata – secondo il codice della strada –

² D.M. Ambiente 16/3/98 – Allegato B – punto 7. Le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve e che la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. (...)

³ Tipo di strada secondo Codice della Strada – Art. 2. Definizione e classificazione delle strade:

D - Strade urbane di scorrimento: strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia, ed una eventuale corsia riservata ai mezzi pubblici, banchina pavimentata a destra e marciapiedi, con le eventuali intersezioni a raso semaforizzate; per la sosta sono previste apposite aree o fasce laterali estranee alla carreggiata, entrambe con immissioni ed uscite concentrate;

E - Strade urbane di quartiere: strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi; per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata;

F - Strade locali: strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini di cui al comma 1 non facente parte degli altri tipi di strade.

di tipo Db – strada urbana di scorrimento senza separazione delle carreggiate, con fascia di pertinenza acustica pari a 100 m. I limiti di immissione del rumore stradale nella fascia di pertinenza (100 m) sono: 65 dBA di giorno e 55 dBA di notte per la fascia Db.

La Classificazione Acustica del Comune di Ravenna - approvata con delibera di C. C. n° 54 P.G. 78142/15 del 28/05/2015 e modificata con delibera di C.C. n° 148 P.G. 186408/19 del 01/10/2019 – colloca il sito di indagine all'interno della fascia di pertinenza della SS16 (dove, quindi, la strada può produrre livelli di rumorosità pari ai limiti indicati in Tabella 3) e in classe IV con limiti assoluti pari a 65 dBA di giorno e 55 dBA di notte (Figura 2 – estratto Fasce di Pertinenza delle Infrastrutture di trasporto ed estratto Piano di Classificazione Acustica del Comune di Ravenna).

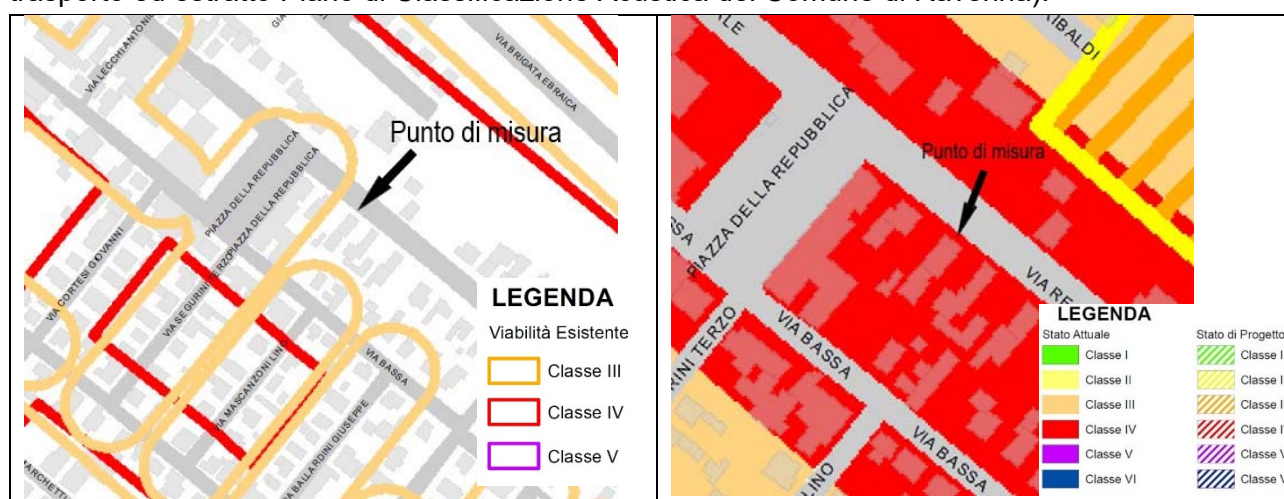


Figura 2 – Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Ravenna – Fasce di Pertinenza delle Infrastrutture di trasporto Stralcio Foglio 8 - MEZZANO e Piano di Classificazione Acustica – Stralcio Foglio 8 - MEZZANO

3.2 – Inquinamento atmosferico

La normativa di riferimento in materia di **qualità dell'aria** viene descritta dal D.Lgs del 13 agosto 2010, n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Il decreto definisce un quadro normativo unitario in materia di qualità dell'aria ambiente, identificando metodi e criteri comuni di valutazione e di gestione e quantificando valori di riferimento per le concentrazioni dei diversi inquinanti atmosferici. In particolare, al fine di salvaguardare la salute umana e l'ambiente, il decreto stabilisce limiti di concentrazione a lungo e a breve termine a cui attenersi per i diversi inquinanti considerati, oltre ad obiettivi, soglie di informazione e di allarme.

Considerando il particolato PM10, oggetto del monitoraggio condotto a Mezzano, i valori limite e di riferimento indicati dal D.Lgs. 155/2010 sono riportati in Tabella 4.

| Inquinante | Periodo di mediazione | Valore limite D.Lgs 155/2010 | |
|------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| PM10 | Media giornaliera (max 35 volte anno) | 50 | µg/m ³ |
| | Media anno civile | 40 | µg/m ³ |

Tabella 4 – Valori limite (VL) per il PM10 - D.Lgs 155/2010

I limiti, come risulta dalle tabelle, vengono calcolati in riferimento ai valori delle concentrazioni degli inquinanti rilevati nel corso di un anno civile (dal 1° gennaio al 31 dicembre): per campagne di breve

durata (seppur rappresentative dell'evoluzione stagionale) non è possibile, quindi, esprimersi formalmente sul superamento o meno di limiti. Tuttavia, il confronto statistico tra quanto rilevato nella campagna e quanto misurato con continuità da anni nelle diverse stazioni fisse della RRQA, consente di effettuare stime e valutazioni di superamento o meno.

Durante il mese di settembre 2021 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS – WHO World Health Organization) ha pubblicato un aggiornamento delle linee guida sulla qualità dell'aria (*WHO Global air quality guidelines*⁴), riportano valori guida, cioè concentrazioni in aria di inquinanti associate a tempi di esposizione, al di sotto delle quali non sono attesi effetti avversi per la salute, secondo le evidenze scientifiche disponibili. In generale, nell'edizione 2021 della OMS i valori guida degli inquinanti considerati sono stati ridotti rispetto alla precedente edizione del 2005; in particolare la media annuale del PM 10 è stata diminuita del 25%. I nuovi valori per il PM 10 sono riportati in Tabella 5.

| Inquinante | Periodo di mediazione | Valore guida OMS 2021 (AQG level ⁵) | |
|------------|---|---|-------------------|
| PM10 | Media giornaliera (da non superare mai) | 45 | µg/m ³ |
| | Annuo | 15 | µg/m ³ |

Tabella 5 – Valori guida per il PM10 – OMS/WHO (linee guida edizione 2021)

⁴Sito WHO – documento: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>

⁵ AQG level - Air quality guideline level → Livello di riferimento per la qualità dell'aria. Valore numerico espresso come concentrazione di un inquinante nell'aria e legato ad un tempo medio. Si presume che gli effetti negativi sulla salute non si verifichino o siano minimi al di sotto di questo livello di concentrazione. Ai fini del presente documento, un livello di riferimento per la qualità dell'aria a lungo termine è definito come il livello di esposizione più basso a un inquinante atmosferico al di sopra del quale il gruppo di sviluppo delle linee guida è sicuro che vi sia un aumento degli effetti nocivi per la salute; il livello guida della qualità dell'aria a breve termine è definito come un percentile elevato della distribuzione dei valori giornalieri, ad esempio il 99° percentile equivalente a tre o quattro giorni all'anno che supera questo valore.

4- Approccio metodologico

Le campagne di monitoraggio di rumore, flussi di traffico e particolato PM10 sono state condotte nella postazione di via Reale 344, all'interno dell'abitato urbano del Comune di Mezzano (RA) e limitrofa alla SS16 - Via Reale, nel semestre estivo e in quello invernale.

Gli strumenti utilizzati per il campionamento e la misura dei parametri oggetto dello studio sono stati posizionati nell'area cortilizia di una abitazione privata, direttamente esposta al traffico veicolare circolante sulla SS16.

La mappa in Figura 3 identifica il sito di indagine, mentre la Figura 4 evidenzia il punto dove sono stati allocati gli strumenti campionamento:

- a) fonometro per il monitoraggio del rumore;
- b) radar per il rilevamento del traffico veicolare;
- c) campionatore di particolato (Skypost) per il campionamento del PM10.

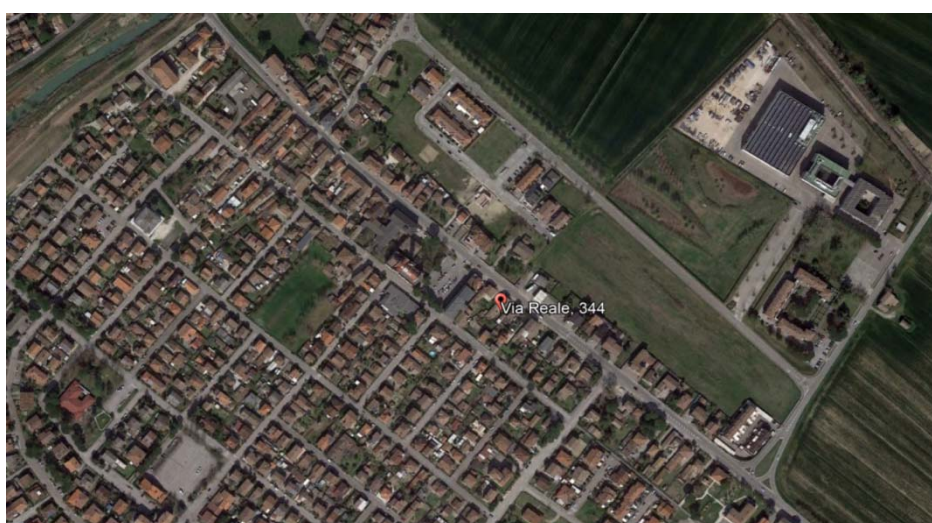


Figura 3 – Ubicazione della postazione di misura



a) fonometro



b) radar



c) campionatore PM10

Figura 4 – Posizionamento degli strumenti impiegati per le attività di campionamento e misura del rumore, del traffico veicolare e del particolato PM10

Le campagne di misura del rumore e del particolato sono state condotte in periodi diversi per evitare interferenze tra gli strumenti impiegati. Infatti, il campionatore di particolato (Skypost) utilizza, per aspirare l'aria ambiente, una pompa a portata costante che produce rumore; si è quindi evitato di eseguire contestualmente misure di inquinamento acustico per non alterare i valori rilevati dal fonometro. Non sussistono, invece, interferenze con il misuratore del traffico veicolare (radar).

4.1 – Modalità di esecuzione del monitoraggio del rumore

Sono stati effettuati due cicli di misura: dal 16/02/2021 al 25/02/2021 e dal 21/07/2021 al 01/08/2021 in ambiente esterno in prossimità del civico n° 344 di via Reale - Mezzano.

Il microfono è stato posizionato sul lato nord-est dell'abitazione, a circa 3 m dall'infrastruttura stradale, ad una distanza di 1 metro dalla facciata dell'edificio ed a 4 metri di altezza dal suolo, conformemente a quanto previsto dalla normativa per la verifica dei valori limite di immissione del rumore stradale (Figura 4a).

Il fonometro è stato impostato per acquisire il livello continuo equivalente ponderato A (LAeq) ogni ora su tutto l'arco delle 24 ore. In fase di post-elaborazione dei dati sono stati calcolati, per ogni giorno della settimana, i livelli equivalenti relativi al tempo di riferimento diurno (compreso tra le 6:00 e le 22:00) e al tempo di riferimento notturno (22:00 – 6:00).

Per indicazioni sulla situazione meteorologica (velocità del vento e precipitazioni atmosferiche) sono stati utilizzati i dati della stazione meteo "Granarolo Faentino", distante circa 16 km dal punto di misura in direzione Sud Ovest. Sulla base dei dati meteorologici sono stati invalidati tutti i livelli equivalenti orari in cui, nell'ora di campionamento, era stata registrata una velocità del vento massima superiore a 5 m/s o si era verificato un evento di pioggia maggiore o uguale a 0,1 mm.

Considerando i dati validi sono stati calcolati i livelli equivalenti diurni e notturni, giornalieri e settimanali, relativi ai periodi in cui era disponibile almeno il 75% di dati validi.

4.2 - Modalità di esecuzione del monitoraggio del traffico veicolare

Contestualmente alle misure del rumore prodotto dal traffico veicolare sono stati rilevati i flussi di traffico. Il secondo monitoraggio consta di soli 5 giorni (a fronte di 14 giorni di misurazioni di rumore) a causa di un malfunzionamento della strumentazione (radar).

Il radar è stato posizionato sul lato Nord – Est dell'abitazione, a circa 2 metri dall'infrastruttura stradale, ad una distanza di 2 metri dalla facciata dell'edificio e circa 1,5 metri dallo strumento per le misure del rumore e a 2 metri di altezza dal suolo.

Lo strumento è stato impostato per acquisire: data, ora, velocità e lunghezza dei veicoli transitanti su Via Reale, all'altezza del civico n°344, sia in direzione Ravenna sia in direzione Alfonsine.

In fase di elaborazione dei dati sono stati calcolati, con cadenza oraria, i seguenti parametri:

- numero di veicoli transitati;
- numero di veicoli transitati suddiviso per ciascuna classe di velocità (passo di 10 Km/h da 0 a >90 Km/h);
- velocità media, la velocità tipica del primo e del terzo percentile;
- numero di veicoli transitati suddiviso in classi di lunghezza;

e, dai dati orari, i valori dei parametri riferiti all'intero periodo di misura, sia invernale che estivo.

I veicoli sono stati suddivisi in funzione della loro lunghezza in quattro classi:

1. Motocicletta: lunghezza veicolo fino a 2 metri;
2. Autovettura: lunghezza veicolo da 2 metri fino a 5 metri;
3. Furgone: lunghezza veicolo da 5 metri fino a 7 metri;
4. Camion/autobus: lunghezza veicolo maggiore di 7 metri.

L'elaborazione dei dati viene restituita come:

→ Flusso veicolare nel "Giorno Tipico⁶ Feriale" (GTF) e

→ Flusso veicolare nel "Giorno Tipico Festivo e Pre-Festivo" (GTFest)

nel periodo invernale e in quello estivo, così da dare riscontro dell'andamento nel "giorno tipo" durante la parte di settimana lavorativa e non-lavorativa nelle due stagioni.

4.3 - Modalità di esecuzione del monitoraggio del particolato PM10

Dal punto di vista temporale, le campagne di monitoraggio del particolato PM10 sono state progettate per fornire una rappresentazione completa e uniforme delle concentrazioni per l'intero anno 2021, cogliendo l'andamento della variabilità stagionale.

Complessivamente sono stati raccolti **73 campioni (38 nel semestre invernale e 35 in quello estivo)** sui quali, previa doppia pesata e misurazione del flusso di aria campionato, è stato possibile determinare la concentrazione giornaliera di PM10.

La Tabella 6 riassume le campagne condotte, indicando il periodo di monitoraggio e il numero di campioni validi raccolti ed analizzati.

| Stagione | Mese 2021 | Date di campionamento (inizio - fine) | | Numero di campioni validi raccolti |
|--------------------------------|-----------|---------------------------------------|--------------|------------------------------------|
| Inverno | Gennaio | 26 gennaio | 29 gennaio | 4 |
| | Febbraio | 02 febbraio | 14 febbraio* | 12 |
| | Marzo | / | / | |
| Estate | Aprile | 01 aprile | 07 aprile | 7 |
| | Maggio | 21 maggio | 27 maggio | 7 |
| | Giugno | / | / | |
| | Luglio | 08 luglio | 14 luglio | 7 |
| | Agosto | 03 agosto | 09 agosto | 7 |
| | Settembre | 03 settembre | 09 settembre | 7 |
| Inverno | Ottobre | 05 ottobre | 11 ottobre | 7 |
| | Novembre | 03 novembre | 10 novembre | 8 |
| | Dicembre | 10 dicembre | 16 dicembre | 7 |
| Totale campioni di PM10 | | | | 73 |

* non risulta disponibile il dato per la giornata del 3 febbraio 2021

Tabella 6 – Sintesi delle campagne di misura

I campionamenti di PM10 sono stati effettuati utilizzando lo strumento Skypost (riportato in Figura 4c), conforme alla norma Europea CEN 12341 richiesta dal D.Lgs. 155/2010.

I filtri, sui quali si raccoglie il particolato, vengono pesati in laboratorio prima e dopo il campionamento, previo condizionamento (determinazione gravimetrica). Noto il volume di aria campionato

⁶ Il "giorno tipico" di una grandezza (es. flusso veicolare, concentrazione, ecc...) è definito come la giornata "teorica" in cui, ad ogni ora, viene associata la media della grandezza rilevata a quell'ora in tutto il periodo di misura (ovvero nei giorni feriali, festivi o pre-festivi,...).

dallo Skypost (cioè il volume d'aria che ha attraversato il filtro), la concentrazione di particolato in aria è data dal rapporto peso/volume campionato.

L'elaborazione dei dati fornisce:

1. le concentrazioni medie giornaliere di PM10 rilevate presso il sito di misura;
2. il confronto delle concentrazioni di PM10 rilevate a Mezzano con quelle misurate dalla strumentazione installata nelle stazioni di misura della RRQA;
3. la ricostruzione del campo di concentrazione nella postazione di Mezzano a partire dai dati rilevati dalle stazioni della rete di controllo della qualità dell'aria. Per effettuare tale ricostruzione sono necessarie alcune condizioni:
 - a) una corretta progettazione del monitoraggio discontinuo in modo da avere contezza della variabilità stagionale dell'inquinante;
 - b) un numero di campioni validi sufficienti e prelevati secondo le modalità previste dal D.Lgs. 155/2010 per misure discontinue;
 - c) che ci sia una buona correlazione (espresso dall'indice di correlazione, R) fra le misure condotte con lo Skypost e quelle di una postazione della rete RRQA;
 - d) applicare un procedimento statistico che consenta di ricostruire il campo di concentrazione su base annuale del particolato in corrispondenza della postazione dello Skypost, a partire dai dati rilevati in continuo dalla stazione RRQA meglio correlata.

5 – Risultati

5.1 - Rumore



Di seguito si riportano i dati delle misure effettuate sia nel semestre invernale (dal 16 al 26 febbraio 2021) sia in quello estivo (21 luglio al 2 agosto 2021), oltre ad elaborazioni statistiche di sintesi. Le tabelle 7 e 8 riportano, per ogni ora, i valori di livello continuo equivalente ponderato A; sono stati invalidati i dati con condizioni meteo non conformi.

| PERIODO INVERNALE | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ore | Mar | Mer | Gio | Ven | Sab | Dom | Lun | Mar | Mer | Gio |
| | 16-feb | 17-feb | 18-feb | 19-feb | 20-feb | 21-feb | 22-feb | 23-feb | 24-feb | 25-feb |
| 7 | 72,6 | 72,0 | 71,6 | 72,0 | 67,9 | 62,4 | 72,4 | 71,5 | inv. | 72,2 |
| 8 | 73,9 | 73,6 | 73,7 | 73,5 | 69,8 | 65,0 | 73,5 | 73,4 | 74,7 | 73,5 |
| 9 | 73,2 | 73,0 | 72,9 | 72,8 | 70,3 | 66,1 | 72,8 | 73,0 | 72,3 | 72,4 |
| 10 | 72,5 | 72,3 | 72,0 | 72,2 | 70,8 | 67,4 | 72,3 | 72,2 | inv. | 71,4 |
| 11 | 72,4 | 72,6 | 71,9 | 71,6 | 71,2 | 68,2 | 71,8 | 72,2 | inv. | 71,5 |
| 12 | 71,8 | 72,0 | 71,8 | 72,3 | 71,0 | 67,6 | 72,3 | 73,3 | 71,8 | 71,8 |
| 13 | 71,8 | 71,9 | 72,1 | 71,7 | 70,7 | 68,0 | 71,9 | 71,8 | 71,4 | 71,2 |
| 14 | inv. | 72,5 | 72,0 | 73,3 | 72,8 | 67,4 | 71,9 | 72,3 | 72,1 | 71,3 |
| 15 | 74,0 | 72,9 | 72,8 | 71,9 | 70,1 | 67,4 | 72,3 | 72,1 | 70,8 | 73,1 |
| 16 | 72,8 | 72,3 | 71,9 | 71,8 | 70,6 | 67,0 | 72,5 | 71,8 | 71,5 | 72,1 |
| 17 | 72,4 | 72,3 | 72,2 | 71,7 | 70,2 | 67,6 | 71,6 | 71,9 | 72,0 | 71,1 |
| 18 | 72,2 | 72,3 | 72,2 | 71,5 | 70,3 | 67,8 | 72,0 | 72,2 | 71,8 | 71,7 |
| 19 | 71,2 | 71,6 | 72,4 | 71,5 | 70,2 | 68,3 | 71,0 | 72,0 | 70,8 | 71,2 |
| 20 | 72,6 | 70,3 | 70,3 | 70,2 | 69,2 | 65,9 | 70,5 | 69,3 | 69,7 | 70,1 |
| 21 | 67,9 | 68,2 | 68,4 | 68,0 | 67,0 | 66,7 | 67,9 | 66,6 | 67,1 | 67,6 |
| 22 | 67,1 | 67,3 | 67,1 | 66,9 | 67,9 | 69,4 | 67,3 | 65,4 | 66,6 | 66,5 |
| 23 | 65,3 | 63,6 | 64,1 | 63,2 | 63,2 | 66,4 | 64,6 | 62,4 | 63,9 | 64,7 |
| 24 | 60,6 | 62,2 | 60,5 | 60,0 | 57,9 | 61,7 | 61,4 | 62,2 | 63,0 | 59,6 |
| 1 | 62,3 | 59,9 | 60,7 | 60,5 | 53,8 | inv. | 64,0 | 61,5 | 60,1 | 62,1 |
| 2 | 60,3 | 63,7 | 59,6 | 55,5 | 53,5 | 59,5 | 62,7 | 61,8 | 61,9 | 61,5 |
| 3 | 63,0 | 58,7 | 60,4 | 55,7 | inv. | 60,3 | 63,8 | 63,8 | 58,9 | 64,8 |
| 4 | 63,4 | 61,5 | 63,0 | 60,8 | 50,5 | 64,0 | 62,6 | 61,7 | 63,6 | 62,0 |
| 5 | 65,2 | 67,7 | 66,4 | 62,4 | 55,2 | 65,8 | 64,9 | 65,7 | 65,4 | 66,9 |
| 6 | 70,1 | 70,1 | 69,9 | 66,4 | 59,8 | 69,8 | 68,2 | 69,7 | 69,4 | 69,5 |

Nota: inv. = dato invalidato per condizioni meteo non conformi

Tabella 7 – Periodo invernale: livello equivalente orario ponderato A

| Ore | PERIODO ESTIVO | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Mer | Gio | Ven | Sab | Dom | Lun | Mar | Mer | Gio | Ven | Sab | Dom |
| | 21-lug | 22-lug | 23-lug | 24-lug | 25-lug | 26-lug | 27-lug | 28-lug | 29-lug | 30-lug | 31-lug | 01-ago |
| 7 | 70,5 | 70,0 | 70,3 | 68,5 | 66,1 | 69,5 | 70,0 | 70,0 | 70,3 | 70,4 | 67,9 | 65,1 |
| 8 | 72,9 | 72,6 | 71,8 | 72,6 | 67,8 | 72,8 | 72,6 | 72,7 | 72,6 | 72,8 | 70,4 | 67,3 |
| 9 | 73,4 | 73,1 | 72,5 | 71,2 | 67,8 | 73,3 | 73,3 | 73,5 | 73,1 | 72,9 | 70,6 | 68,4 |
| 10 | 72,6 | 73,3 | 71,6 | 71,7 | 69,9 | 75,2 | 71,3 | 72,5 | 72,8 | 72,9 | 72,0 | 69,7 |
| 11 | 73,4 | 72,8 | 69,7 | 71,6 | 69,5 | 72,5 | 70,8 | 72,7 | 72,3 | 72,5 | 71,5 | 73,0 |
| 12 | 73,1 | 72,8 | 72,2 | 72,0 | 70,4 | 72,6 | 71,6 | 72,7 | 72,8 | 72,9 | 71,7 | 70,8 |
| 13 | 73,3 | 73,6 | 73,2 | 72,1 | 70,3 | 72,6 | 72,3 | 72,3 | 72,2 | 72,5 | 72,0 | inv. |
| 14 | 73,3 | inv. | 73,7 | 72,2 | 70,4 | 72,6 | 72,9 | 72,1 | 73,1 | 73,0 | 72,5 | inv. |
| 15 | 72,9 | 72,8 | 73,2 | 71,8 | 70,2 | 72,2 | 72,3 | 72,0 | 73,2 | 74,6 | 71,4 | inv. |
| 16 | 72,8 | inv. | 72,4 | 71,7 | 71,1 | 72,4 | 72,6 | 72,5 | 72,5 | 73,4 | inv. | inv. |
| 17 | 73,1 | inv. | 73,1 | 71,1 | 70,9 | 72,7 | 72,4 | 72,1 | 72,5 | 73,2 | inv. | inv. |
| 18 | 72,6 | 73,0 | 72,2 | 71,4 | 71,0 | 72,7 | 72,4 | 72,5 | 72,0 | 72,7 | inv. | inv. |
| 19 | 72,8 | 73,9 | 72,1 | 71,2 | 71,0 | 72,5 | 74,3 | 71,9 | 72,8 | 72,5 | 71,7 | inv. |
| 20 | 72,1 | 74,8 | 72,2 | 71,2 | 71,2 | 72,0 | 73,4 | 72,0 | 76,3 | 72,2 | 71,6 | inv. |
| 21 | 72,2 | 71,6 | 72,0 | 70,8 | 70,7 | 72,1 | 71,3 | 71,3 | 73,6 | 71,4 | 70,8 | 70,8 |
| 22 | 70,6 | 70,5 | 71,6 | 69,3 | 71,0 | 70,1 | 69,9 | 70,8 | 70,8 | 71,5 | 70,8 | 69,2 |
| 23 | 69,2 | 68,3 | 69,6 | 68,2 | 70,1 | 68,5 | 68,2 | 68,6 | 69,0 | 69,3 | 68,6 | 69,2 |
| 24 | 68,0 | 67,7 | 68,4 | 68,7 | 68,6 | 67,4 | 67,8 | 68,1 | 68,4 | 68,2 | 68,3 | 68,9 |
| 1 | 67,8 | 67,5 | 67,6 | 67,9 | 68,8 | 65,8 | 67,0 | 67,6 | 68,4 | 68,5 | 68,4 | 68,0 |
| 2 | 67,8 | 67,2 | 68,4 | 69,2 | 65,8 | 68,6 | 66,8 | 67,1 | 66,7 | 67,2 | 68,3 | 66,2 |
| 3 | 64,9 | 64,4 | 66,9 | 65,8 | 62,8 | 63,5 | 63,2 | 63,1 | 64,7 | 66,3 | 66,4 | 64,8 |
| 4 | 62,7 | 63,8 | 65,5 | 63,9 | 60,9 | 62,7 | 62,0 | 63,0 | 64,1 | 65,8 | 64,9 | 61,8 |
| 5 | 64,2 | 64,0 | 64,4 | 62,6 | 63,8 | 62,7 | 64,6 | 61,6 | 63,9 | 63,4 | 64,1 | 64,5 |
| 6 | 65,4 | 67,3 | 65,3 | 62,3 | 66,8 | 65,5 | 65,6 | 65,4 | 65,6 | 66,4 | 62,5 | 66,2 |

Tabella 8 – Periodo estivo: livello equivalente orario ponderato A

Gli stessi livelli sono riportati in forma grafica nelle figure 5 e 6 dove si osservano:

in periodo invernale → andamenti dei giorni feriali sovrapponibili mentre si discostano i giorni prefestivi e festivi (in particolare il sabato 20 febbraio nella parte dei rilievi notturni tra il sabato e la domenica, ed la domenica 21 febbraio nella parte diurna).

in periodo estivo → andamenti sempre sovrapponibili, anche nei giorni prefestivi e festivi.

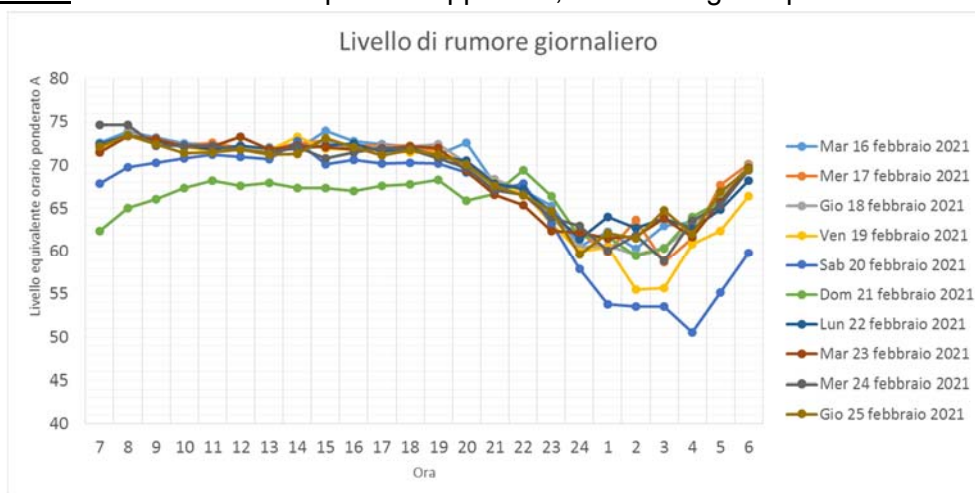


Figura 5 – Periodo invernale: andamento del rumore giornaliero nella postazione di misura

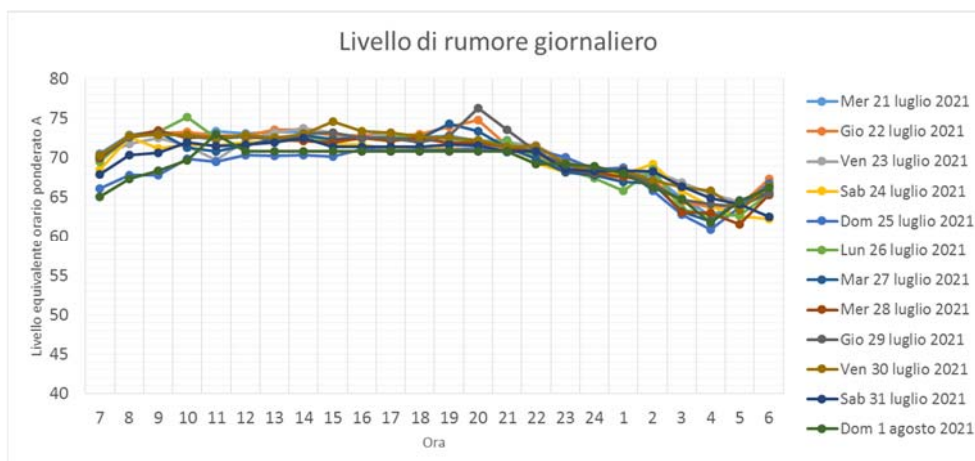


Figura 6 – Periodo estivo: andamento del rumore giornaliero nella postazione di misura

Dai valori di livello continuo equivalente ponderato A orario sono stati poi calcolati:

- i livelli equivalenti diurni e notturni (Tabella 9 e Figura 7 inverno, Tabella 10 e Figura 8 estate) di ogni giorno per il quale è disponibile – nel periodo di riferimento – almeno il 75% dei dati orari;
- il giorno tipico invernale ed estivo (Figura 9);
- i valori medi settimanali diurni e notturni, confrontati con i valori limite di immissione previsti dal DPR 142/2004 (Tabella 11).

| Data | | LAeq diurno (ore 6 - 22) dB(A) | LAeq notturno (ore 22 - 6) dB(A) |
|------|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| MAR | 16 febbraio | 72,2 | 65,0 |
| MER | 17 febbraio | 71,9 | 65,0 |
| GIO | 18 febbraio | 71,8 | 64,6 |
| VEN | 19 febbraio | 71,7 | 61,8 |
| SAB | 20 febbraio | 70,2 | 57,6 |
| DOM | 21 febbraio | 67,3 | 65,0 |
| LUN | 22 febbraio | 71,7 | 64,5 |
| MAR | 23 febbraio | 71,7 | 64,6 |
| MER | 24 febbraio | 71,6 | 64,4 |
| GIO | 25 febbraio | 71,5 | 65,0 |

Tabella 9 – Periodo invernale: livello equivalente ponderato A diurno e notturno

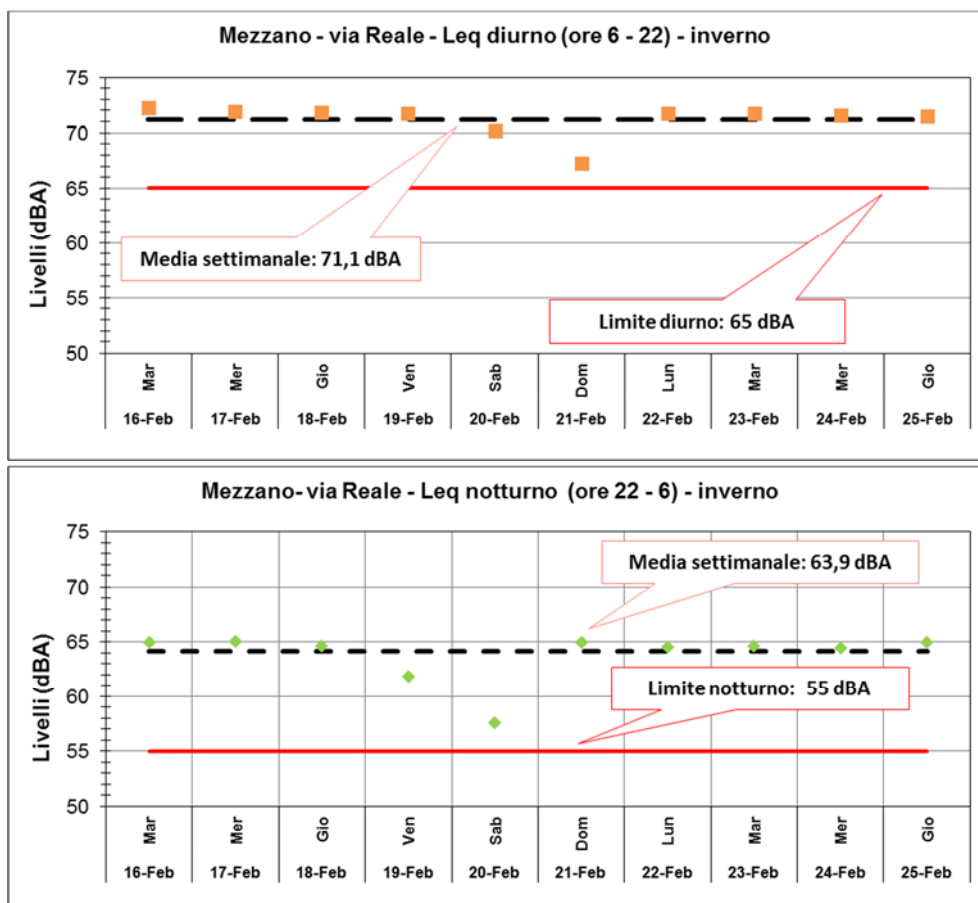


Figura 7 - Livello continuo equivalente diurno e notturno in periodo invernale e confronto con il corrispondente limite normativo

| Data | LAeq diurno (ore 6 - 22) dB(A) | LAeq notturno (ore 22 - 6) dB(A) | |
|------|--------------------------------|----------------------------------|------|
| MER | 21 luglio | 72,7 | 66,7 |
| GIO | 22 luglio | 72,8 | 66,6 |
| VEN | 23 luglio | 72,2 | 67,3 |
| SAB | 24 luglio | 71,4 | 66,8 |
| DOM | 25 luglio | 70,2 | 66,9 |
| LUN | 26 luglio | 72,5 | 66,2 |
| MAR | 27 luglio | 72,2 | 65,7 |
| MER | 28 luglio | 72,2 | 66,2 |
| GIO | 29 luglio | 72,9 | 66,8 |
| VEN | 30 luglio | 72,7 | 67,2 |
| SAB | 31 luglio | 71,3 | 66,9 |
| DOM | 01 agosto | 69,8 | 66,8 |

Tabella 10 – Periodo estivo: livello equivalente ponderato A diurno e notturno

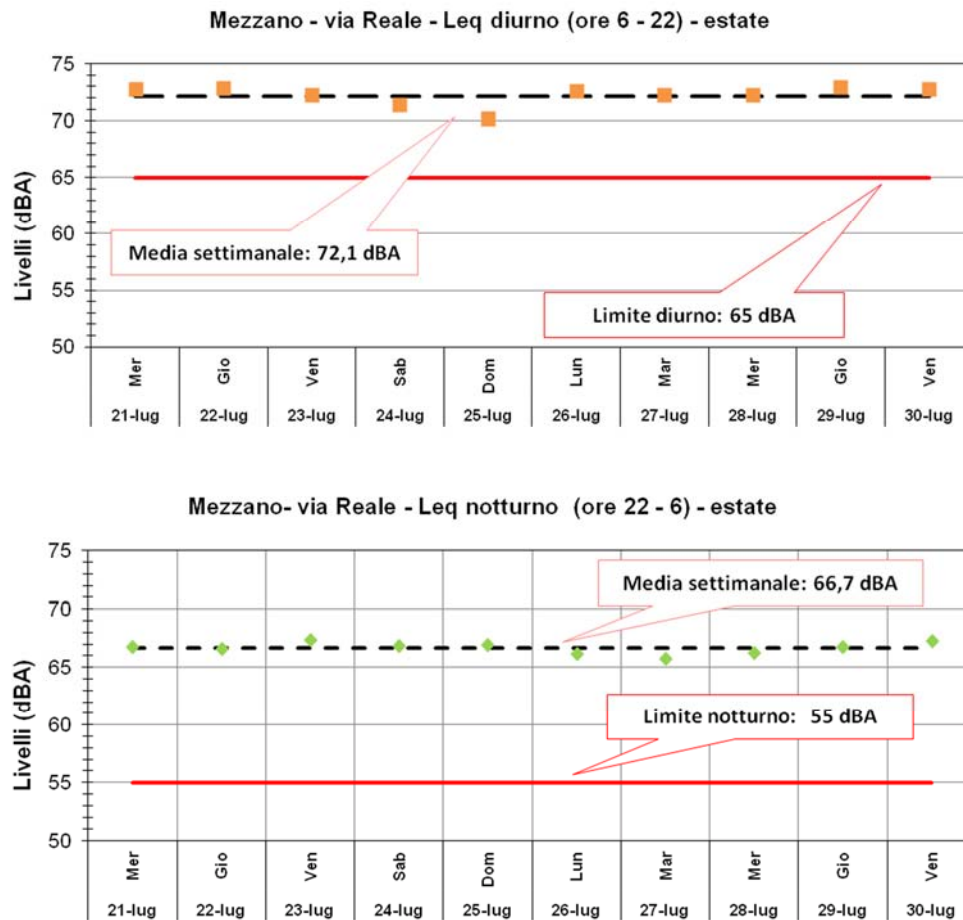


Figura 8– Periodo estivo: livello continuo equivalente diurno e notturno in periodo estivo e confronto con il corrispondente limite normativo

Il giorno tipico è calcolato effettuando, per ogni ora, la media (energetica) dei livelli equivalenti misurati in quella stessa ora in tutto il periodo di misura (Figura 9): fornisce l'informazione del livello di rumore presente – mediamente – nelle diverse ore della giornata.

Nella postazione monitorata il livello equivalente in periodo diurno invernale oscilla intorno a 71 dBA fino alle 19.00, poi diminuisce di circa 2,0 dBA ogni ora fino alle 24.00 (raggiungendo 61 dBA); dopo le 24.00 (già periodo notturno) rimane costante attorno al valore di 61 dBA per poi aumentare abbastanza rapidamente a partire dalle ore 4.00 fino a raggiungere i 70 dBA alle 6.00.

Analogamente, nella postazione il livello equivalente in periodo diurno estivo oscilla intorno a 72,5 dBA fino alle 21.00, poi diminuisce gradualmente di circa 1,6 dBA ogni ora fino al minimo notturno di circa 63 dBA alle 4.00 del periodo notturno. Da tale ora notturna, il livello equivalente aumenta gradualmente e più rapidamente fino a raggiungere i 70 dBA alle 6.00.

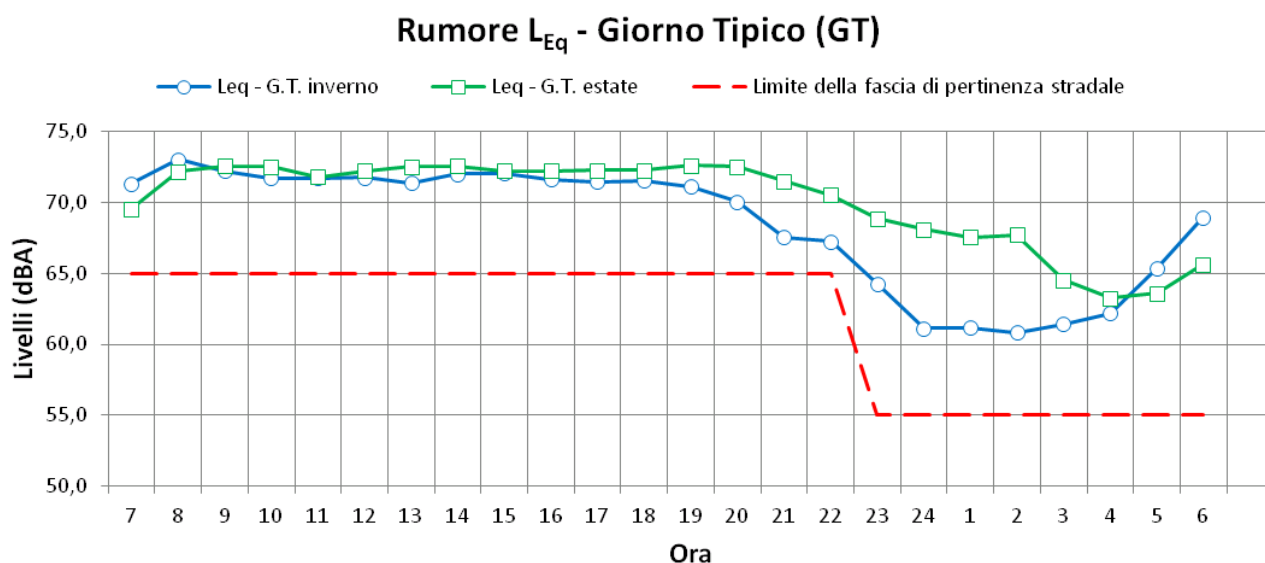


Figura 9 – Giorno tipico invernale ed estivo del rumore nella postazione di misura Limite della fascia di pertinenza stradale

Infine, sono stati calcolati – per il confronto con i limiti di legge (Tabella 2, Allegato 1 del DPR 142/2004) - i valori medi settimanali diurni e notturni. La Tabella 11, oltre a riportare alcuni parametri statistici, consente di confrontare i livelli di rumore diurno e notturno prodotti dalla SS16 nella postazione di misura con i limiti di immissione previsti dal DPR 142/2004:

| Parametri | PERIODO INVERNALE | | PERIODO ESTIVO | |
|--|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| | LAeq diurno dBA | LAeq notturno dBA | LAeq diurno dBA | LAeq notturno dBA |
| Min orario | 67,3 | 57,6 | 69,8 | 65,7 |
| Max orario | 72,2 | 65,0 | 72,9 | 67,3 |
| Media giorni feriali | 71,8 | 64,5 | 72,5 | 66,6 |
| Media giorni festivi e prefestivi | 69,0 | 62,7 | 70,7 | 66,9 |
| Media intero periodo | 71,3 | 64,2 | 72,0 | 66,7 |
| Valore medio settimanale (DM 16/3/1998) | 71,0 | 64,0 | 72,0 | 66,5 |
| Limite media settimanale (DPR 142/2004 – Fascia A tipo di strada B) | 65 | 55 | 65 | 55 |

Tabella 11 – Tabella riassuntiva delle elaborazioni delle misure effettuate in periodo invernale ed estivo - Confronto con i limiti di legge per le fasce di pertinenza della infrastruttura stradale

5.2 – Traffico veicolare



Di seguito si riportano le elaborazioni delle misure effettuate sia in periodo invernale (dal 15 al 26 febbraio 2021) sia in quello estivo (dal 20 al 24 luglio 2021), oltre ad alcune elaborazioni di sintesi. Con la strumentazione in dotazione sono stati registrati, con cadenza oraria, la velocità e la lunghezza dei veicoli transitanti di fronte alla postazione di misura, in entrambe le direzioni di marcia (dir. Sud = direzione Ravenna e dir. Nord = direzione Alfonsine). Come già segnalato, in periodo estivo i dati sono relativi a poche giornate a causa di un malfunzionamento della strumentazione radar; nonostante il numero esiguo di misure disponibili sono state eseguite alcune elaborazioni che però non possono rappresentare la situazione – in termini di flusso di traffico - del periodo estivo. Le tabelle 12 e 13 riportano, per ogni ora, il numero di veicoli transitanti davanti alla postazione di misura in direzione SUD (direzione Ravenna), in direzione NORD (direzione Alfonsine) e in entrambe le direzioni di marcia. E' stato inoltre calcolato il Giorno Tipico Feriale (GT Feriale) e il Giorno Tipico Festivo e Pre-Festivo (GT preFest- Fest) (Tabella 14) e riportato in grafico (Figura 10 e Figura 11). La Figura 12 confronta il GT Feriale invernale e quello estivo.

| PERIODO INVERNALE | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--|
| | | Lun | | | Mar | | | Mer | | | Gio | | | Ven | | |
| | | 15-feb | | | 16-feb | | | 17-feb | | | 18-feb | | | 19-feb | | |
| ORARIO | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | |
| 7 | | | | 68 | 90 | 158 | 60 | 101 | 161 | 64 | 108 | 172 | 71 | 101 | 172 | |
| 8 | | | | 171 | 218 | 389 | 175 | 217 | 392 | 172 | 203 | 375 | 184 | 218 | 402 | |
| 9 | | | | 372 | 611 | 983 | 396 | 622 | 1018 | 385 | 616 | 1001 | 374 | 589 | 963 | |
| 10 | | | | 582 | 838 | 1420 | 568 | 855 | 1423 | 563 | 824 | 1387 | 542 | 821 | 1363 | |
| 11 | | | | 451 | 597 | 1048 | 482 | 606 | 1088 | 447 | 533 | 980 | 471 | 615 | 1086 | |
| 12 | | | | 254 | 237 | 491 | 450 | 542 | 992 | 473 | 534 | 1007 | 487 | 526 | 1013 | |
| 13 | | | | n.d. | n.d. | n.d. | 482 | 471 | 953 | 445 | 539 | 984 | 477 | 564 | 1041 | |
| 14 | 485 | 451 | 936 | n.d. | n.d. | n.d. | 409 | 440 | 849 | 467 | 451 | 918 | 485 | 515 | 1000 | |
| 15 | 515 | 468 | 983 | n.d. | n.d. | n.d. | 500 | 482 | 982 | 487 | 497 | 984 | 517 | 547 | 1064 | |
| 16 | 475 | 480 | 955 | n.d. | n.d. | n.d. | 528 | 451 | 979 | 534 | 515 | 1049 | 514 | 484 | 998 | |
| 17 | 507 | 501 | 1008 | 522 | 510 | 1032 | 534 | 524 | 1058 | 546 | 557 | 1103 | 582 | 555 | 1137 | |
| 18 | 595 | 569 | 1164 | 521 | 591 | 1112 | 552 | 574 | 1126 | 620 | 540 | 1160 | 622 | 609 | 1231 | |
| 19 | 689 | 647 | 1336 | 777 | 643 | 1420 | 697 | 599 | 1296 | 714 | 654 | 1368 | 761 | 713 | 1474 | |
| 20 | 745 | 572 | 1317 | 756 | 597 | 1353 | 736 | 547 | 1283 | 776 | 576 | 1352 | 795 | 601 | 1396 | |
| 21 | 606 | 380 | 986 | 615 | 396 | 1011 | 623 | 373 | 996 | 612 | 398 | 1010 | 651 | 447 | 1098 | |
| 22 | 322 | 169 | 491 | 284 | 187 | 471 | 313 | 150 | 463 | 309 | 198 | 507 | 358 | 211 | 569 | |
| 23 | 147 | 92 | 239 | 146 | 122 | 268 | 195 | 128 | 323 | 163 | 99 | 262 | 210 | 159 | 369 | |
| 24 | 86 | 59 | 145 | 106 | 58 | 164 | 120 | 72 | 192 | 128 | 88 | 216 | 162 | 77 | 239 | |
| 1 | 26 | 16 | 42 | 26 | 18 | 44 | 27 | 20 | 47 | 28 | 15 | 43 | 30 | 28 | 58 | |
| 2 | 10 | 12 | 22 | 17 | 10 | 27 | 6 | 6 | 12 | 16 | 17 | 33 | 11 | 9 | 20 | |
| 3 | 11 | 13 | 24 | 10 | 6 | 16 | 10 | 8 | 18 | 8 | 8 | 16 | 5 | 5 | 10 | |
| 4 | 5 | 6 | 11 | 10 | 8 | 18 | 9 | 7 | 16 | 8 | 9 | 17 | 4 | 6 | 10 | |
| 5 | 11 | 14 | 25 | 1 | 13 | 14 | 13 | 7 | 20 | 5 | 5 | 10 | 4 | 8 | 12 | |
| 6 | 24 | 28 | 52 | 20 | 32 | 52 | 21 | 34 | 55 | 19 | 27 | 46 | 10 | 15 | 25 | |
| Totale | 5259 | 4477 | 9736 | 5709 | 5782 | 11491 | 7906 | 7836 | 15742 | 7989 | 8011 | 16000 | 8327 | 8423 | 16750 | |

| PERIODO INVERNALE | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| ORARIO | Sab | | | Dom | | | Lun | | | Mar | | | Mer | | |
| | 20-feb | | | 21-feb | | | 22-feb | | | 23-feb | | | 24-feb | | |
| | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT |
| 7 | 51 | 66 | 117 | 14 | 19 | 33 | 69 | 92 | 161 | 59 | 89 | 148 | 55 | 85 | 140 |
| 8 | 94 | 134 | 228 | 35 | 38 | 73 | 181 | 214 | 395 | 170 | 215 | 385 | 184 | 213 | 397 |
| 9 | 168 | 307 | 475 | 46 | 56 | 102 | 396 | 592 | 988 | 334 | 598 | 932 | 358 | 597 | 955 |
| 10 | 276 | 440 | 716 | 79 | 96 | 175 | 519 | 851 | 1370 | 579 | 827 | 1406 | 543 | 851 | 1394 |
| 11 | 376 | 558 | 934 | 154 | 166 | 320 | 443 | 516 | 959 | 449 | 563 | 1012 | 465 | 513 | 978 |
| 12 | 502 | 674 | 1176 | 209 | 216 | 425 | 446 | 436 | 882 | 468 | 493 | 961 | 384 | 428 | 812 |
| 13 | 560 | 733 | 1293 | 233 | 207 | 440 | 399 | 380 | 779 | 486 | 381 | 867 | 459 | 430 | 889 |
| 14 | 620 | 702 | 1322 | 265 | 197 | 462 | 461 | 412 | 873 | 403 | 433 | 836 | 440 | 398 | 838 |
| 15 | 507 | 564 | 1071 | 171 | 156 | 327 | 513 | 458 | 971 | 480 | 447 | 927 | 511 | 440 | 951 |
| 16 | 522 | 531 | 1053 | 178 | 169 | 347 | 420 | 466 | 886 | 420 | 426 | 846 | 461 | 418 | 879 |
| 17 | 555 | 650 | 1205 | 188 | 195 | 383 | 450 | 424 | 874 | 462 | 435 | 897 | 470 | 449 | 919 |
| 18 | 625 | 605 | 1230 | 188 | 155 | 343 | 543 | 467 | 1010 | 518 | 496 | 1014 | 476 | 502 | 978 |
| 19 | 752 | 472 | 1224 | 244 | 162 | 406 | 627 | 537 | 1164 | 690 | 584 | 1274 | 630 | 569 | 1199 |
| 20 | 776 | 511 | 1287 | 240 | 222 | 462 | 724 | 523 | 1247 | 758 | 542 | 1300 | 716 | 513 | 1229 |
| 21 | 154 | 68 | 222 | 208 | 144 | 352 | 525 | 345 | 870 | 539 | 368 | 907 | 564 | 348 | 912 |
| 22 | n.d. | n.d. | n.d. | 154 | 104 | 258 | 278 | 135 | 413 | 275 | 170 | 445 | 273 | 177 | 450 |
| 23 | n.d. | n.d. | n.d. | 119 | 103 | 222 | 130 | 96 | 226 | 149 | 93 | 242 | 125 | 102 | 227 |
| 24 | n.d. | n.d. | n.d. | 99 | 62 | 161 | 87 | 61 | 148 | 94 | 49 | 143 | 116 | 67 | 183 |
| 1 | 2 | 1 | 3 | 23 | 7 | 30 | 30 | 16 | 46 | 28 | 12 | 40 | 28 | 24 | 52 |
| 2 | 14 | 2 | 16 | 11 | 10 | 21 | 22 | 13 | 35 | 24 | 11 | 35 | 12 | 9 | 21 |
| 3 | 11 | 6 | 17 | 7 | 4 | 11 | 5 | 9 | 14 | 10 | 6 | 16 | 17 | 11 | 28 |
| 4 | 1 | 1 | 2 | 6 | 6 | 12 | 11 | 14 | 25 | 6 | 8 | 14 | 10 | 5 | 15 |
| 5 | 3 | 2 | 5 | 8 | 9 | 17 | 4 | 12 | 16 | 5 | 14 | 19 | 4 | 12 | 16 |
| 6 | 5 | 3 | 8 | 23 | 31 | 54 | 16 | 32 | 48 | 26 | 23 | 49 | 23 | 22 | 45 |
| Totale | 6574 | 7030 | 13604 | 2902 | 2534 | 5436 | 7299 | 7101 | 14400 | 7432 | 7283 | 14715 | 7324 | 7183 | 14507 |

| PERIODO INVERNALE | | | | | | |
|-------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|------------|------|
| Gio | | | | Ven | | |
| 25-feb | | | | 26-feb | | |
| ORARIO | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT |
| 7 | 58 | 81 | 139 | 64 | 86 | 150 |
| 8 | 159 | 232 | 391 | 178 | 220 | 398 |
| 9 | 367 | 588 | 955 | 380 | 587 | 967 |
| 10 | 521 | 832 | 1353 | 519 | 811 | 1330 |
| 11 | 444 | 562 | 1006 | 470 | 532 | 1002 |
| 12 | 465 | 459 | 924 | n.d. | 268 | 268 |
| 13 | 452 | 410 | 862 | | | |
| 14 | 443 | 414 | 857 | | | |
| 15 | 497 | 458 | 955 | | | |
| 16 | 448 | 407 | 855 | | | |
| 17 | 470 | 493 | 963 | | | |
| 18 | 504 | 414 | 918 | | | |
| 19 | 602 | 560 | 1162 | | | |
| 20 | 743 | 568 | 1311 | | | |
| 21 | 540 | 377 | 917 | | | |
| 22 | 318 | 179 | 497 | | | |
| 23 | 145 | 102 | 247 | | | |
| 24 | 7 | 6 | 13 | | | |
| 1 | n.d. | n.d. | n.d. | | | |
| 2 | n.d. | n.d. | n.d. | | | |
| 3 | n.d. | n.d. | n.d. | | | |
| 4 | 7 | 1 | 8 | | | |
| 5 | 11 | 12 | 23 | | | |
| 6 | 19 | 29 | 48 | | | |
| Totale | 7220 | 7184 | 14404 | | | |

Tabella 12 - Numero veicoli transitati (cadenza oraria e giornaliera) nelle due direzioni e totale – periodo invernale.

| PERIODO ESTIVO | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|------------|-----|
| ORARIO | Mar | | | Mer | | | Gio | | | Ven | | | Sab | | |
| | 20-lug | | | 21-lug | | | 22-lug | | | 23-lug | | | 24-lug | | |
| | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT |
| 7 | | | | 141 | 186 | 327 | 154 | 204 | 358 | 143 | 169 | 312 | | | |
| 8 | | | | 319 | 412 | 731 | 285 | 392 | 677 | 317 | 285 | 602 | | | |
| 9 | | | | 474 | 722 | 1196 | 460 | 716 | 1176 | 470 | 478 | 948 | | | |
| 10 | | | | 472 | 834 | 1306 | 472 | 889 | 1361 | 450 | 529 | 979 | | | |
| 11 | | | | 320 | 594 | 914 | 476 | 638 | 1114 | 198 | 325 | 523 | | | |
| 12 | | | | 45 | 116 | 161 | 524 | 583 | 1107 | 354 | 572 | 926 | | | |
| 13 | | | | 51 | 134 | 185 | 463 | 552 | 1015 | 392 | 586 | 978 | | | |
| 14 | | | | 134 | 354 | 488 | 462 | 539 | 1001 | 400 | 509 | 909 | | | |
| 15 | | | | 345 | 476 | 821 | 488 | 483 | 971 | 369 | 500 | 869 | | | |
| 16 | | | | 482 | 495 | 977 | 478 | 535 | 1013 | 344 | 512 | 856 | | | |
| 17 | | | | 491 | 523 | 1014 | 481 | 522 | 1003 | 410 | 611 | 1021 | | | |
| 18 | 408 | 603 | 1011 | 568 | 582 | 1150 | 591 | 613 | 1204 | 484 | 680 | 1164 | | | |
| 19 | 307 | 632 | 939 | 689 | 694 | 1383 | 694 | 687 | 1381 | 525 | 811 | 1336 | | | |
| 20 | 500 | 643 | 1143 | 691 | 598 | 1289 | 659 | 678 | 1337 | 530 | 849 | 1379 | | | |
| 21 | 603 | 549 | 1152 | 628 | 542 | 1170 | 580 | 603 | 1183 | 489 | 805 | 1294 | | | |
| 22 | 427 | 366 | 793 | 423 | 359 | 782 | 383 | 377 | 760 | 424 | 646 | 1070 | | | |
| 23 | 238 | 222 | 460 | 283 | 245 | 528 | 280 | 235 | 515 | 283 | 381 | 664 | | | |
| 24 | 268 | 157 | 425 | 250 | 174 | 424 | 237 | 177 | 414 | 240 | 276 | 516 | | | |
| 1 | 214 | 114 | 328 | 17 | 19 | 36 | 223 | 113 | 336 | 272 | 182 | 454 | | | |
| 2 | 185 | 57 | 242 | 0 | 0 | 0 | 249 | 65 | 314 | 268 | 150 | 418 | | | |
| 3 | 79 | 24 | 103 | 0 | 0 | 0 | 96 | 43 | 139 | 167 | 102 | 269 | | | |
| 4 | 33 | 17 | 50 | 0 | 0 | 0 | 50 | 15 | 65 | 78 | 46 | 124 | | | |
| 5 | 28 | 19 | 47 | 11 | 9 | 20 | 29 | 25 | 54 | 43 | 39 | 82 | | | |
| 6 | 47 | 59 | 106 | 38 | 57 | 95 | 40 | 74 | 114 | | | | | | |
| Totale | 3478 | 3648 | 7126 | 6885 | 8143 | 15028 | 8843 | 9723 | 18566 | 7507 | 9874 | 17381 | | | |

Tabella 13 - Numero veicoli transitati (cadenza oraria e giornaliera) nelle due direzioni e totale – periodo estivo

| PERIODO INVERNALE | | | | | | | PERIODO ESTIVO | | | |
|-------------------|-----------------------|--------------|---------------|-----------------------------------|--------------|--------------|----------------|-----------------------|--------------|---------------|
| ORARIO | GIORNO TIPICO FERIALE | | | GIORNO TIPICO PRE-FESTIVO-FESTIVO | | | ORARIO | GIORNO TIPICO FERIALE | | |
| | Dir NORD | Dir SUD | TOT | Dir NORD | Dir SUD | TOT | | Dir NORD | Dir SUD | TOT |
| 7 | 62 | 94 | 156 | 33 | 43 | 75 | 7 | 146 | 186 | 332 |
| 8 | 175 | 216 | 391 | 65 | 86 | 151 | 8 | 307 | 363 | 670 |
| 9 | 373 | 600 | 973 | 107 | 182 | 289 | 9 | 468 | 639 | 1107 |
| 10 | 548 | 837 | 1385 | 178 | 268 | 446 | 10 | 465 | 751 | 1215 |
| 11 | 457 | 558 | 1016 | 265 | 362 | 627 | 11 | 331 | 519 | 850 |
| 12 | 453 | 488 | 942 | 356 | 445 | 801 | 12 | 308 | 424 | 731 |
| 13 | 457 | 454 | 911 | 397 | 470 | 867 | 13 | 302 | 424 | 726 |
| 14 | 444 | 438 | 882 | 443 | 450 | 892 | 14 | 332 | 467 | 799 |
| 15 | 501 | 476 | 976 | 339 | 360 | 699 | 15 | 401 | 486 | 887 |
| 16 | 475 | 452 | 927 | 350 | 350 | 700 | 16 | 435 | 514 | 949 |
| 17 | 502 | 491 | 993 | 372 | 423 | 794 | 17 | 461 | 552 | 1013 |
| 18 | 548 | 515 | 1062 | 407 | 380 | 787 | 18 | 548 | 625 | 1173 |
| 19 | 674 | 602 | 1277 | 498 | 317 | 815 | 19 | 636 | 731 | 1367 |
| 20 | 750 | 553 | 1303 | 508 | 367 | 875 | 20 | 627 | 708 | 1335 |
| 21 | 579 | 379 | 959 | 181 | 106 | 287 | 21 | 566 | 650 | 1216 |
| 22 | 303 | 174 | 478 | 77 | 52 | 129 | 22 | 410 | 461 | 871 |
| 23 | 160 | 111 | 271 | 60 | 52 | 111 | 23 | 282 | 287 | 569 |
| 24 | 102 | 60 | 162 | 50 | 31 | 81 | 24 | 242 | 209 | 451 |
| 1 | 27 | 16 | 43 | 16 | 15 | 31 | 1 | 151 | 82 | 233 |
| 2 | 15 | 11 | 26 | 13 | 6 | 18 | 2 | 145 | 41 | 185 |
| 3 | 10 | 7 | 17 | 8 | 6 | 14 | 3 | 58 | 22 | 81 |
| 4 | 9 | 8 | 17 | 3 | 4 | 6 | 4 | 28 | 11 | 38 |
| 5 | 6 | 10 | 16 | 4 | 5 | 9 | 5 | 23 | 18 | 40 |
| 6 | 21 | 29 | 50 | 8 | 9 | 17 | 6 | 42 | 63 | 105 |
| Totale | 7.651 | 7.580 | 15.231 | 4.731 | 4.784 | 9.515 | Totale | 7.711 | 9.232 | 16.944 |

Tabella 14 - Giorno Tipico Feriale (GT Feriale) e il Giorno Tipico Festivo e Pre-Festivo (GT preFest- Fest) del periodo invernale e del periodo estivo (per il periodo estivo non ci sono dati per calcolare il GT preFest-Fest)

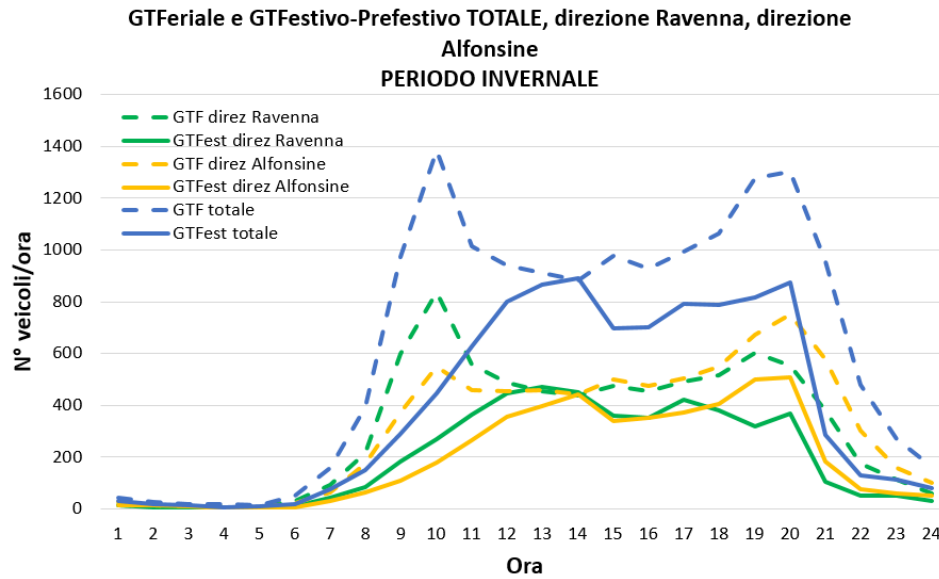


Figura 10 – GT Feriale e GT preFest- Fest periodo invernale in direzione Sud, Nord e totale

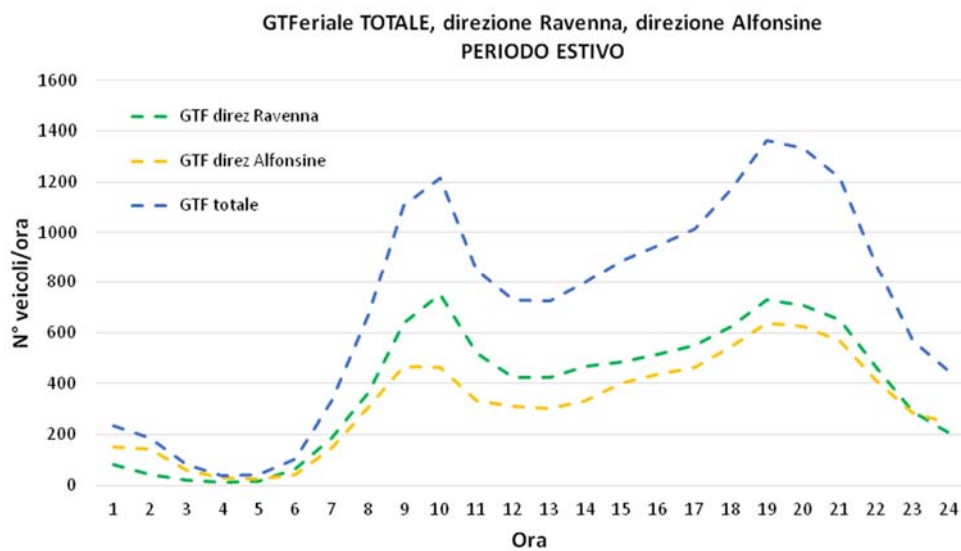


Figura 11 – GT Feriale periodo estivo in direzione Sud, Nord e totale

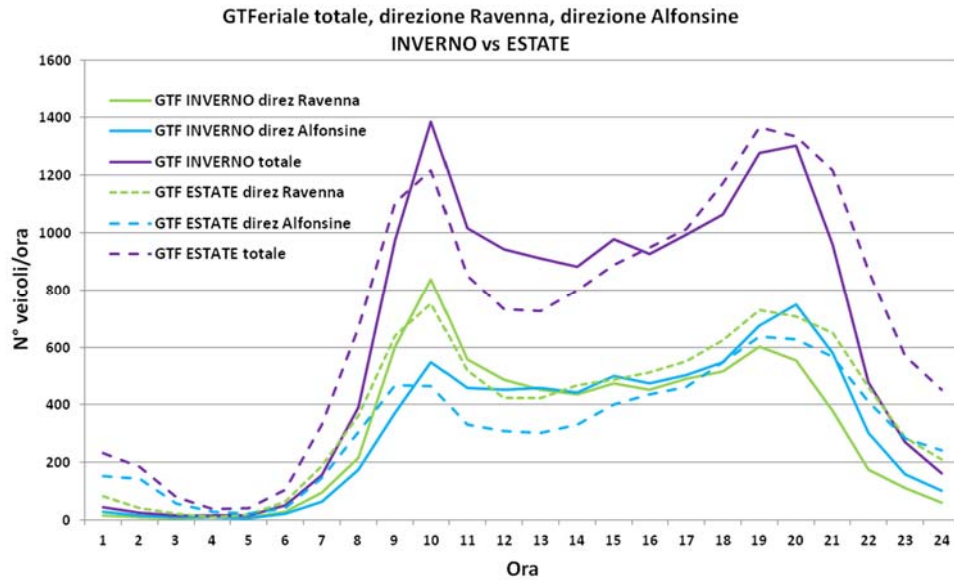
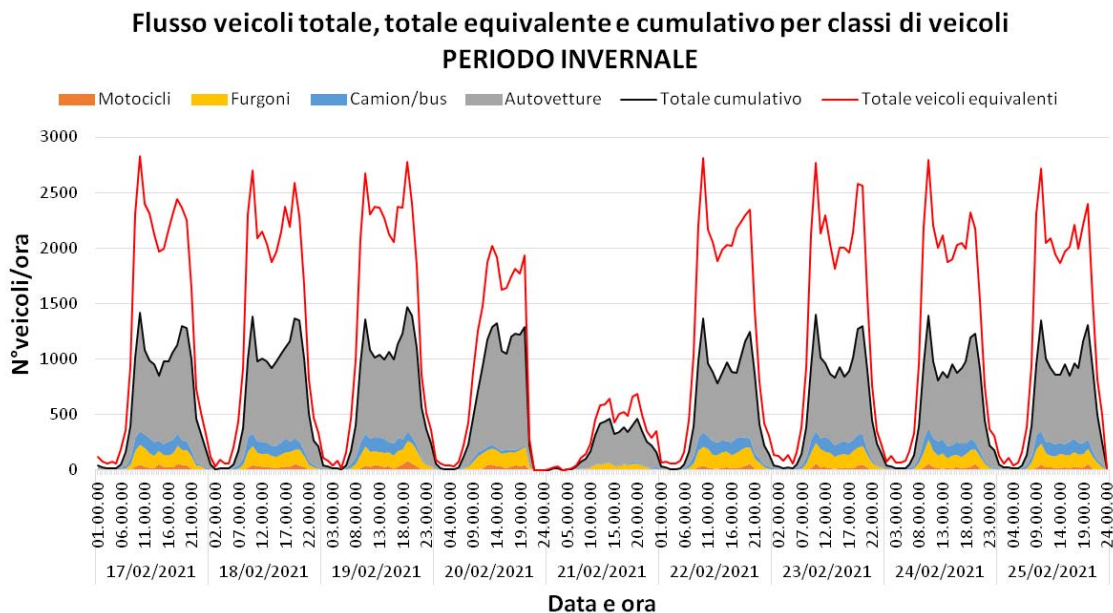


Figura 12 – GT Feriale invernale e estivo in direzione Sud, Nord e totale

La composizione del flusso veicolare è stata suddivisa in 4 classi, in funzione della lunghezza: motocicli, furgoni, camion/bus e autovetture. I dati relativi ad entrambe le corsie (flusso totale), suddivisi per classi di veicoli e per stagione, sono riportati in Figura 13. Il totale veicoli equivalenti è stato calcolato applicando l'espressione di Cannelli, Gluck e Santoboni⁷:

$$Tot_{veicoli_equivalenti} = 5 * Motocicli + Autovetture + 3 * Furgoni + 8 * Camion$$



⁷ Cannelli G.B., Gluck K., Santoboni S. A mathematical model for evaluation and prediction of mean energy level of traffic noise in Italian towns. *Acustica*, 53, 31, 1983

**Flusso veicoli totale, totale equivalente e cumulativo per classi di veicoli
PERIODO ESTIVO**

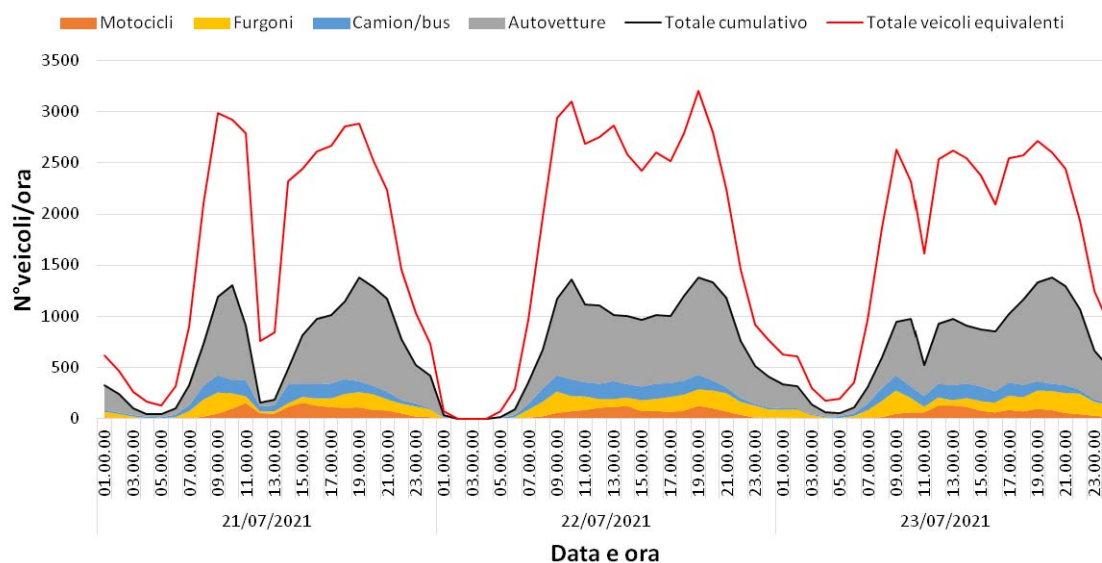


Figura 13 – Flusso veicolare con corsie aggregate: cumulativo per classi di veicoli e veicoli totali equivalenti – dati inverno e dati estate (nei grafici sono stati inseriti solo le giornate con set di dati completi)

Suddividendo la velocità dei mezzi in tre classi:

% veicoli con $V < 50$ km/h

% veicoli con $50 < V < 80$ km/h

% veicoli con $V > 80$ km/h

si ottengono i dati riportati nel grafico a barre di Figura 14.

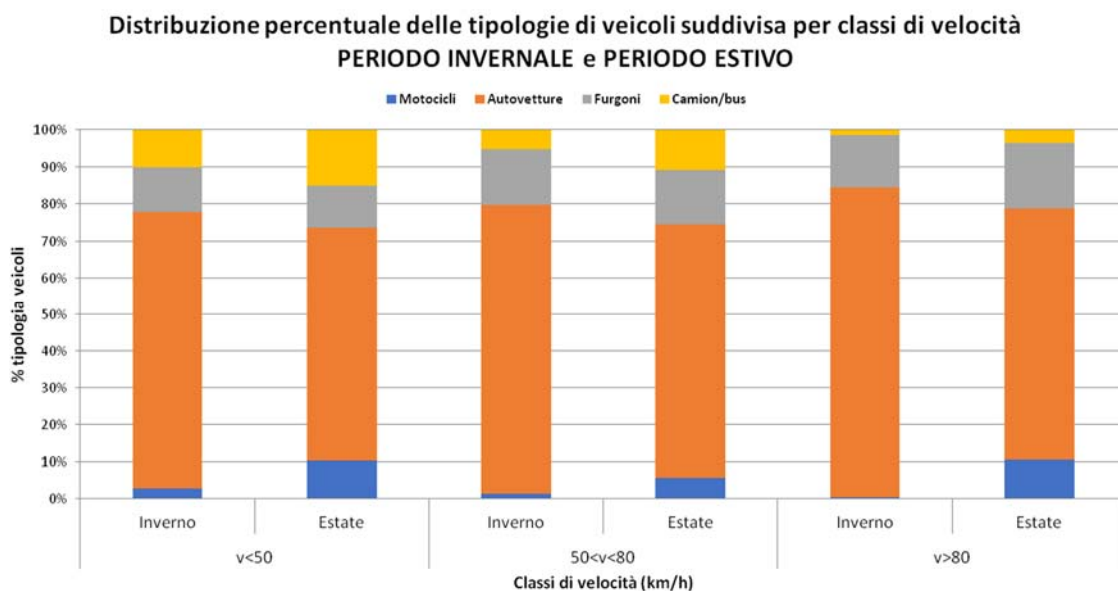


Figura 14 – Distribuzione % dei veicoli (ovvero le 4 classi) transitanti nelle tre classi di velocità – dati inverno e dati estate

In sintesi:

| | | PERIODO INVERNALE | | | PERIODO ESTIVO | | |
|------------------|-----------|-------------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| | | Dir. NORD | Dir SUD | TOTALE | Dir NORD | Dir. SUD | TOTALE |
| Durata misura | ore | 216 | 216 | 216 | 72 | 72 | 72 |
| Totale Veicoli | N° | 63.020 | 62.630 | 125.650 | 23.134 | 27.697 | 50.831 |
| Flusso medio | veicoli/h | 292 | 290 | 581 | 321 | 385 | 706 |
| Flusso massimo | veicoli/h | 795 | 855 | 1474 | 694 | 889 | 1383 |
| | | 19/02 ore 20 | 17/02 ore 10 | 19/02 ore 19 | 22/07 ore 19 | 22/07 ore 10 | 21/07 ore 19 |
| V < 50 km/h | %veicoli | 84,3 | 85,2 | 84,7 | 37,4 | 30,7 | 33,8 |
| 50 < V < 80 km/h | %veicoli | 15,6 | 14,7 | 15,1 | 60,3 | 67,4 | 64,2 |
| V > 80 km/h | %veicoli | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 2,3 | 1,9 | 2,0 |
| 50° perc V | km/h | 42 | 43 | 43 | 54 | 55 | 55 |
| 85° perc V | km/h | 51 | 50 | 51 | 65 | 65 | 65 |

Durante il periodo invernale, valutando i dati relativi ai giorni tipici, si osserva che:

- i flussi veicolari del Giorno Tipico Feriale presentano valori di picco durante la mattina (9.00-11.00) e durante il tardo pomeriggio-prima serata (19.00-21.00);
- durante i giorni feriali il flusso veicolare prevalente al mattino è in direzione Sud (Ravenna), con un numero di mezzi circolanti quasi doppio rispetto ai flussi presenti in direzione Nord (Alfonsine). Nelle ore pomeridiane e serali, invece, il flusso prevalente è in direzione Nord (Alfonsine) per il rientro;
- nel Giorno Tipico Festivo, i flussi maggiori sono concentrati nel periodo 12.00-14.00 (con un flusso maggiore in direzione Sud) e con un successivo picco tra le ore 19.00-21.00 (in direzione Nord).

Durante il periodo estivo risulta disponibile solo il Giorno Tipico Feriale. L'andamento medio dei flussi risulta analogo a quanto osservato durante il periodo invernale: si hanno due picchi evidenti durante la prima mattinata e durante il tardo pomeriggio-prima serata. In questo caso, i flussi in direzione Sud sono sempre superiori rispetto a quelli diretti verso Nord (sia al mattino che alla sera).

Il confronto tra Giorno Tipico Feriale invernale ed estivo (Figura 12) permette di osservare un ulteriore aspetto: in inverno il picco del mattino è superiore rispetto a quello estivo e il picco serale estivo è costituito da un numero di mezzi superiori rispetto al picco serale invernale.

La composizione del parco circolante, sia in inverno che in estate, si caratterizza per una prevalenza di autovetture. Queste, assieme ai motocicli, sono rappresentative dei mezzi leggeri e costituiscono circa il 75-77% dei flussi circolanti durante le giornate feriali e dell'85-87% durante i giorni festivi e pre-festivi. La percentuale residua è caratterizzata da furgoni e camion/bus che compongono il traffico pesante (23-25% nelle giornate feriali e 13-15% nei giorni festivi e pre-festivi).

5.3 – Particolato PM10



Per valutare la concentrazione di particolato PM10 in corrispondenza della postazione di via Reale nel 2021 sono stati raccolti 73 campioni di particolato (media giornaliera) distribuiti nell'anno. In Tabella 16 sono riportati i valori medi giornalieri delle concentrazioni di PM10 rilevati.

Media giornaliera particolato PM10 [µg/m³]

| PERIODO INVERNALE | | | PERIODO ESTIVO | | | PERIODO INVERNALE | | |
|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-----|----|-------------------|-----|----|
| 26-gen | Mar | 26 | 01-apr | Gio | 34 | 05-ott | Dom | 14 |
| 27-gen | Mer | 30 | 02-apr | Ven | 22 | 06-ott | Lun | 15 |
| 28-gen | Gio | 43 | 03-apr | Sab | 37 | 07-ott | Mar | 18 |
| 29-gen | Ven | 73 | 04-apr | Dom | 16 | 08-ott | Mer | 13 |
| 02-feb | Mar | 50 | 05-apr | Lun | 18 | 09-ott | Gio | 23 |
| 04-feb | Gio | 61 | 06-apr | Mar | 15 | 10-ott | Ven | 19 |
| 05-feb | Ven | 63 | 07-apr | Mer | 22 | 11-ott | Sab | 24 |
| 06-feb | Sab | 48 | 21-mag | Ven | 13 | 03-nov | Mer | 27 |
| 07-feb | Dom | 47 | 22-mag | Sab | 16 | 04-nov | Gio | 20 |
| 08-feb | Lun | 15 | 23-mag | Dom | 18 | 05-nov | Ven | 31 |
| 09-feb | Mar | 27 | 24-mag | Lun | 24 | 06-nov | Sab | 24 |
| 10-feb | Mer | 20 | 25-mag | Mar | 16 | 07-nov | Dom | 31 |
| 11-feb | Gio | 31 | 26-mag | Mer | 19 | 08-nov | Lun | 28 |
| 12-feb | Ven | 24 | 27-mag | Gio | 21 | 09-nov | Mar | 21 |
| 13-feb | Sab | 12 | 08-lug | Sab | 32 | 10-nov | Mer | 34 |
| 14-feb | Dom | 21 | 09-lug | Dom | 18 | 10-dic | Ven | 17 |
| | | | 10-lug | Lun | 22 | 11-dic | Sab | 37 |
| | | | 11-lug | Mar | 24 | 12-dic | Dom | 51 |
| | | | 12-lug | Mer | 27 | 13-dic | Lun | 67 |
| | | | 13-lug | Gio | 30 | 14-dic | Mar | 65 |
| | | | 14-lug | Ven | 18 | 15-dic | Mer | 83 |
| | | | 03-ago | Mar | 16 | 16-dic | Gio | 60 |
| | | | 04-ago | Mer | 20 | | | |
| | | | 05-ago | Gio | 15 | | | |
| | | | 06-ago | Ven | 22 | | | |
| | | | 07-ago | Sab | 20 | | | |
| | | | 08-ago | Dom | 25 | | | |
| | | | 09-ago | Lun | 24 | | | |
| | | | 03-set | Ven | 19 | | | |
| | | | 04-set | Sab | 26 | | | |
| | | | 05-set | Dom | 10 | | | |
| | | | 06-set | Lun | 22 | | | |
| | | | 07-set | Mar | 37 | | | |
| | | | 08-set | Mer | 41 | | | |
| | | | 09-set | Gio | 34 | | | |
| Minimo | 10 µg/m³ | <i>Dom 10 sett</i> | | | | | | |
| Massimo | 83 µg/m³ | <i>Mer 15 dic</i> | | | | | | |
| Media | 29 µg/m³ | | | | | | | |
| 90,4° perc. | 52 µg/m³ | | | | | | | |

Tabella 16– Concentrazioni medie giornaliere di PM10 – Postazione di Mezzano - Anno 2021

Le concentrazioni medie giornaliere misurate nel corso del 2021 sono comprese fra $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (domenica 10 settembre) e $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mercoledì 15 dicembre), con un valore medio dell'intero periodo di $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il 90,4° percentile dei dati misurati – che corrisponde al valore superato per 35 volte su 365 dati – è $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le concentrazioni rilevate in occasione di ciascuna giornata di misura sono rappresentate nella Figura 15 dove, per evidenziare l'andamento dei valori medi giornalieri di particolato, sono riportati tutti i valori in serie, separando le diverse campagne mensili con una linea tratteggiata.

L'andamento appare piuttosto regolare durante tutte le campagne di misura, con la caratteristica stagionalità: le concentrazioni maggiori di PM 10 sono rilevate durante il periodo invernale, mentre in estate le concentrazioni sono inferiori. Questa stagionalità, tipica della maggior parte degli inquinanti atmosferici monitorati (ad esclusione dell'ozono), è dovuta al fatto che durante i mesi invernali i valori di concentrazione sono influenzati e determinati da una maggiore presenza di sorgenti immissive (in particolare traffico e riscaldamento domestico) e da condizioni atmosferiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Particolato PM10 - Andamenti delle concentrazioni medie giornaliere nelle campagne 2021

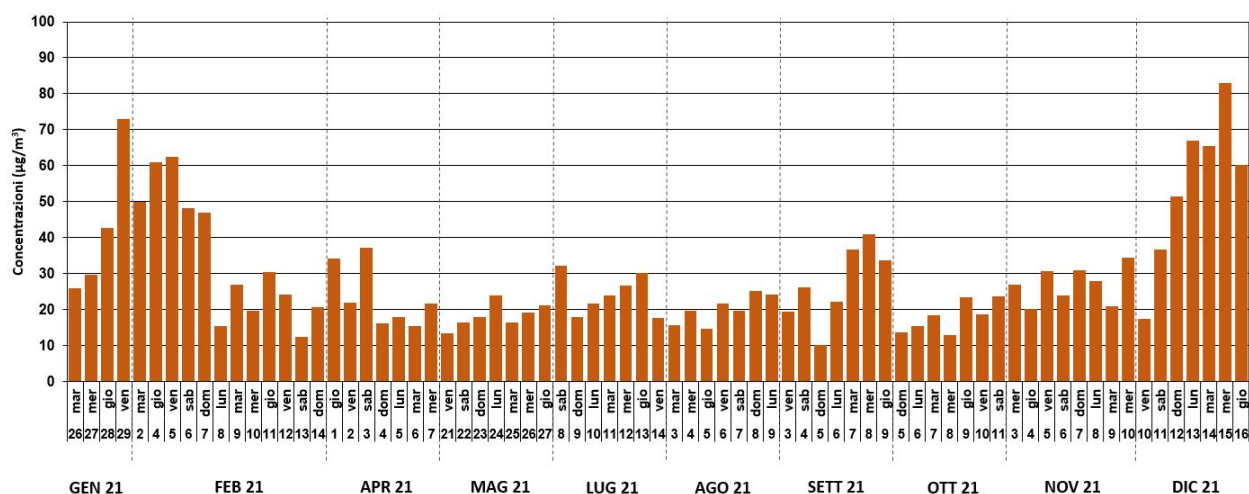


Figura 15 – Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di particolato PM10

In Tabella 17 sono riportate, per ciascuna mensilità, alcune elaborazioni. In particolare:

- numero di dati disponibili (concentrazioni medie giornaliere) per ogni campagna di misura;
- la media, il minimo e il massimo delle concentrazioni medie giornaliere rilevate;
- il 90,4° percentile delle concentrazioni misurate;
- Il numero di giorni in cui – durante il monitoraggio – è stato superato il limite normativo per le concentrazioni di particolato PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore medio giornaliero);
- la percentuale di giorni in cui è stata superata la concentrazione di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il numero di giorni e le modalità di campionamento sono conformi al D.Lgs. 155/2010 per misure discontinue, pertanto è consentito un confronto diretto della media con il limite di legge (la media annuale non deve essere superiore a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$); gli altri parametri riportati in tabella (90,4° percentile e numero di superamenti percentuale) danno invece solo un'indicazione del superamento o meno del limite di breve periodo ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 giorni/anno), ma non quantificano il numero di superamenti riferito all'anno.

| Mese | N° dati | Media [µg/m ³] | Min giornaliero [µg/m ³] | Max giornaliero [µg/m ³] | 90.4° [µg/m ³] | N° di sup di 50 µg/m ³ nei dati rilevati | N° di sup % nei dati rilevati |
|--------------------------|-----------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------|
| Gennaio 2021 | 4 | 43 | 26 | 73 | 64 | 1 | 25% |
| Febbraio 2021 | 13 | 35 | 12 | 62 | 60 | 2 | 15% |
| Aprile 2021 | 7 | 23 | 15 | 37 | 35 | 0 | 0% |
| Maggio 2021 | 7 | 18 | 13 | 24 | 22 | 0 | 0% |
| Luglio 2021 | 7 | 24 | 18 | 32 | 31 | 0 | 0% |
| Agosto 2021 | 7 | 20 | 15 | 25 | 25 | 0 | 0% |
| Settembre 2021 | 7 | 27 | 10 | 41 | 38 | 0 | 0% |
| Ottobre 2021 | 7 | 18 | 13 | 24 | 24 | 0 | 0% |
| Novembre 2021 | 8 | 27 | 20 | 34 | 32 | 0 | 0% |
| Dicembre 2021 | 7 | 54 | 17 | 83 | 74 | 5 | 71% |
| Anno 2021 | 73 | 29 | 10 | 83 | 52 | 8 | 11% |
| Periodo invernale | 38 | 34 | 12 | 83 | 34 | 8 | 21% |
| Periodo estivo | 35 | 23 | 10 | 41 | 65 | 0 | 0% |

Tabella 17 – Valori medi, minimi, massimi e 90.4° delle concentrazioni di PM10 e numero di superamenti del limite normativo durante il periodo di misura

in [statistica](#) il **diagramma a scatola e baffi** (o **diagramma degli estremi e dei quartili**⁴¹ o **box and whiskers plot** o **box-plot**) è una [rappresentazione grafica](#) utilizzata per descrivere la [distribuzione](#) di un [campione](#) tramite semplici [indici di dispersione](#) e di [posizione](#).

Utilizzando il diagramma a box-plot⁸ sono riportati in forma grafica alcuni dei valori statistici rappresentativi dei risultati delle campagne di monitoraggio condotte (Figura 16).

Nel caso specifico i box plot sono stati impiegati per rappresentare i seguenti parametri:

- il valore minimo rilevato durante ciascuna campagna, rappresentato dalla barra a sinistra del box arancione;
- il primo quartile dei valori delle misure effettuate, rappresentato dal bordo sinistro del box arancione;
- il valore medio dei valori delle misure effettuate, rappresentato dalla linea posizionata all'interno del box arancione;
- il terzo quartile dei valori delle misure effettuate, rappresentato dal bordo destro del box arancione;
- il valore massimo rilevato durante ciascuna campagna, rappresentato dalla barra a destra del box arancione.

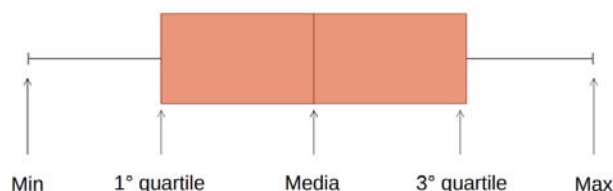


Figura 16 – Parametri statistici rappresentati dal box plot

⁸ In statistica il diagramma box-plot (*diagramma a scatola e baffi* o *diagramma degli estremi e dei quartili* o *box and whiskers plot*) è una rappresentazione grafica utilizzata per descrivere la distribuzione di un campione tramite indici di dispersione e di posizione

Tale rappresentazione grafica mediante l'impiego dei box-plot, applicata alle concentrazioni rilevate nel corso delle campagne condotte nel 2021, viene riportata nella Figura 17, mentre in Figura 18 viene riportata la rappresentazione per le stagioni e per l'intera annualità. Confrontando i risultati ottenuti dalle singole campagne è possibile osservare i seguenti aspetti caratterizzanti:

- per i **valori minimi** rilevati, a settembre è stato rilevato il valore più basso ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre a gennaio 2021 è stato rilevato il valore più elevato ($26 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- nei **valori medi**, la campagna di dicembre ha rilevato concentrazioni medie più elevate rispetto a tutte le altre misurazioni, con $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nei mesi di maggio e ottobre le concentrazioni medie sono risultate le più basse ($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- Per i **valori massimi**, dicembre è la mensilità con il valore più elevato ($83 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre in maggio e ottobre viene rilevato il valore più basso ($24 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Durante la stagione invernale (periodo gennaio-marzo 2021 e ottobre-dicembre 2021) il valore medio delle concentrazioni di PM 10 è pari a $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore massimo di $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella giornata di mercoledì 15 dicembre 2021. Durante il periodo estivo (aprile-settembre 2021) la concentrazione media è $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la concentrazione massima, pari a $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è stata misurata in data 8 settembre 2021. I valori minimi stagionali sono simili: in inverno la concentrazione minima misurata è $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed in estate $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

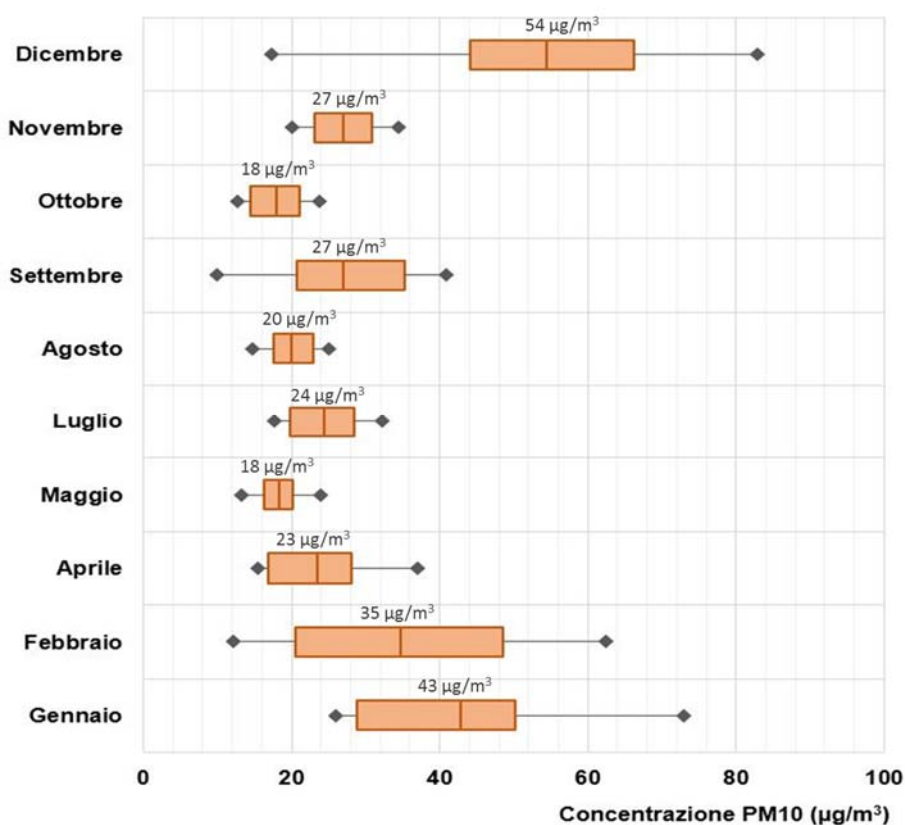


Figura 17 – Box plot delle statistiche mensili

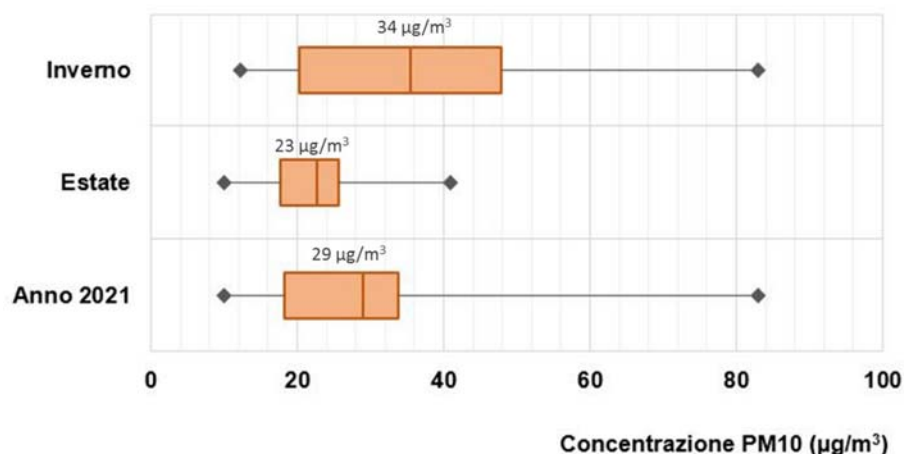


Figura 18 – Box plot delle statistiche stagionali e annuali

In Tabella 18 le elaborazioni dei dati misurati sono confrontate con i limiti normativi e con i valori guida dell’OMS.

| Valori Limite e Obiettivi DLgs 155/10 | | Nell’anno | Nel periodo di misura |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--|
| PM10 | Media giornaliera (max 35 volte anno) | 50 µg/m ³ | Non superato (8 superamenti) |
| | Media anno civile | 40 µg/ m ³ | Non superato (28,8 µg/m ³) |

| Valori Guida OMS 2021 | | Nell’anno | Nel periodo di misura |
|-----------------------|---|-----------------------|----------------------------------|
| PM10 | Media giornaliera (da non superare mai) | 45 µg/m ³ | Superato (11 superamenti) |
| | Annuo | 15 µg/ m ³ | Superato (30 µg/m ³) |

Tabella 18 – Confronto dell’elaborazione dei dati rilevati nella postazione di Mezzano nell’intero periodo di misura con i limiti normativi e con i valori guida dell’OMS (confronto qualitativo)

I valori limite della normativa (così come i valori guida dell’OMS) si riferiscono a statistiche calcolate su dati rilevati nell’arco di un intero anno e, pertanto, il confronto diretto tra i valori calcolati per Mezzano nel periodo di misura ed i limiti è qualitativo e/o di tendenza.

Le concentrazioni di PM10 misurate a Mezzano (73 giorni nell’arco dell’anno, pari ad una copertura delle misurazioni del 20%) sono in numero superiore all’obiettivo stabilito dal D.Lgs 155/2010 in termini di “periodo minimo di copertura delle misurazioni” per tale inquinante (almeno il 14% delle giornate dell’anno) e la distribuzione temporale nel corso dell’anno delle campagne di misura permette di soddisfare anche l’altro requisito richiesto dalla normativa di distribuzione delle misure (almeno 8 settimane distribuite nell’arco dell’anno).

Al fine di poter effettuare un confronto più “robusto” fra le statistiche delle concentrazioni di PM10 rilevate presso la postazione di Mezzano e i valori riportati nella normativa, è necessario “ricostruire” a Mezzano il campo di concentrazioni dell’inquinante su base annuale. Tale “ricostruzione” è fatta applicando un procedimento statistico che considera:

- le misure in continuo dell’inquinante effettuate nelle stazioni della RRQA e riferite agli stessi periodi della campagna di misura con la strumentazione rilocabile (Skypost);

- l'individuazione della stazione fissa con l'andamento delle concentrazioni più simile a quello della postazione dello Skypost (indice di correlazione di Pearson⁹ più prossimo a +1, nella matrice di correlazione);
- l'utilizzo di un opportuno modello di regressione per stimare i dati di concentrazione di un intero anno in corrispondenza della postazione dello Skypost, partendo dall'osservazione in doppio effettuata per un periodo limitato di tempo (ovvero, ricostruzione del campo di concentrazioni su base annuale dell'inquinante in corrispondenza della postazione rilocabile).

A valle di tale ricostruzione si calcolano i parametri statistici previsti dalla normativa per l'inquinante nella postazione (Mezzano) come se la misura si fosse protratta per una intera annualità. Poiché si tratta di stime, ad esempio la media annuale (m_a per PM10) o il numero di giorni (N) di superato di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM10 sono espressi come appartenenti ad un intervallo. L'intera scala è suddivisa in 5 classi (Figura 19): buono (verde) – accettabile (giallo) – mediocre (arancio) – scadente (rosso) – pessimo (viola).

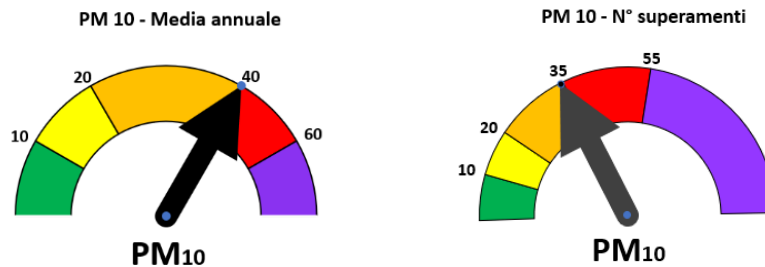


Figura 19 – Classi di giudizio delle concentrazioni di inquinanti stimate (in riferimento al limite normativo DLgs 155/2010)

In Figura 20 sono riportate le concentrazioni di PM10 misurate presso il sito di Mezzano (istogramma) ed i valori rilevati dalle stazioni della rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria presenti sul territorio di Ravenna (linee): il valore assunto dall'indice di correlazione di Pearson esprime in forma sintetica e quantitativa l'accordo tra gli andamenti graficati in figura.

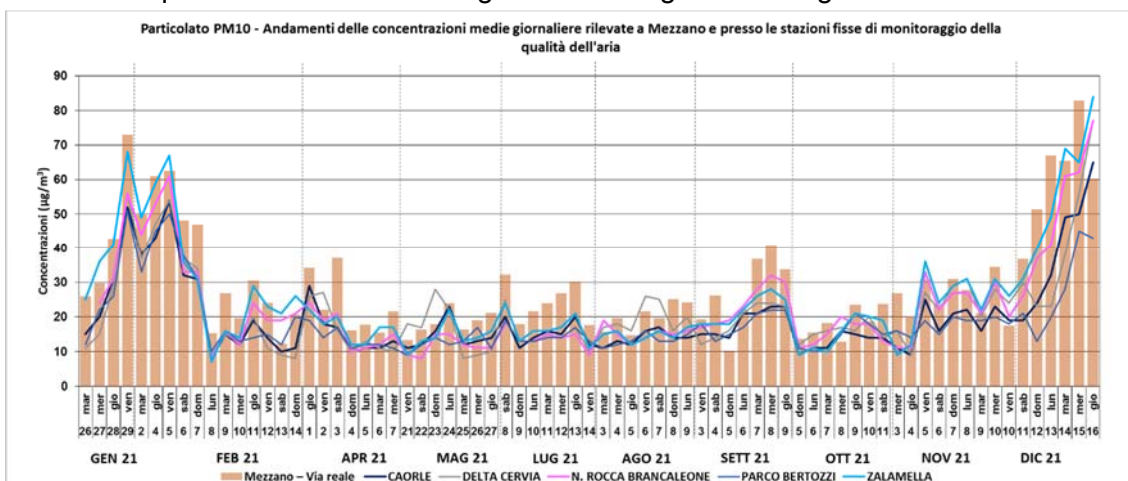


Figura 20 – Concentrazioni medie giornaliere rilevate a Mezzano confrontate con le stazioni della rete della qualità dell'aria presenti sul territorio di Ravenna

⁹ l'indice di correlazione di Pearson (o coefficiente di correlazione lineare) tra due variabili statistiche è un indice che esprime un'eventuale relazione di linearità tra esse. Ha un valore compreso tra +1 e -1, dove +1 corrisponde alla perfetta correlazione lineare positiva, corrisponde a un'assenza di correlazione lineare e -1 corrisponde alla perfetta correlazione lineare negativa.

In particolare, il PM10 misurato nella postazione di Mezzano assume un valore di correlazione elevato (0.93) se confrontato con la misura dello stesso inquinante effettuata presso la stazione Zalamella, classificata come stazione di Traffico Urbano – TU (Figura 21). La stazione di Zalamella è stata quindi utilizzata per applicare il modello di regressione utile a “ricostruire” il campo di concentrazioni su base annuale del PM10 a Mezzano.

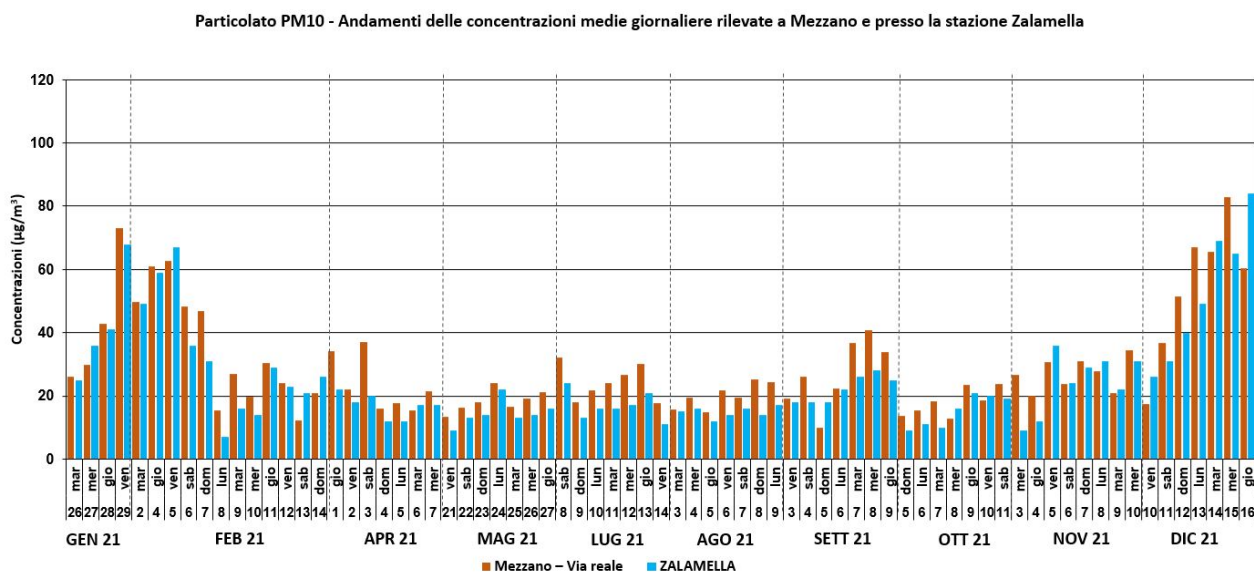


Figura 21 – Concentrazioni medie giornaliere rilevate a Mezzano e nella stazione Zalamella (stazione della rete maggiormente correlata)

In Tabella 19 vengono sintetizzate alcune statistiche descrittive delle concentrazioni di PM10 misurate presso le due postazioni: la concentrazione media del PM10 misurata a Mezzano ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è superiore a quella di Zalamella ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$), così come il numero di giorni con concentrazioni superiori a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nei 73 giorni di misura (8 a Mezzano e 6 a Zalamella).

Anche le stime di lungo periodo (2021) fanno prevedere nella postazione di Mezzano valori più alti il rispetto a quelli misurati a Zalamella: mentre il limite “media giornaliera” è rispettato in entrambe le postazioni, il dato relativo al numero di superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è prossimo al limite a Zalamella (33 superamenti nel 2021) e uguale al limite a Mezzano (35 superamenti stimati) (cruscotti in Figura 22).

Con riferimento ai valori della OMS, a Mezzano (come del resto a Zalamella) le concentrazioni di PM 10 sia misurate sia simulate (relative all’intero anno 2021) sono abbondantemente superiori ai valori guida edizione 2021.

| Postazione | Tipo di stazione | Media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | | N° di superamenti | |
|-------------------|------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| | | Periodo campagne misura | Anno 2021 | Periodo campagne misura | Anno 2021 |
| Mezzano - Skypost | TU | 29 | stima: 30 | 8 | stima: 35 |
| Zalamella | TU | 25 | 27 | 6 | 33 |

Tabella 19 – Concentrazioni medie e numero di superamenti per il sito di Mezzano e per la stazione Zalamella

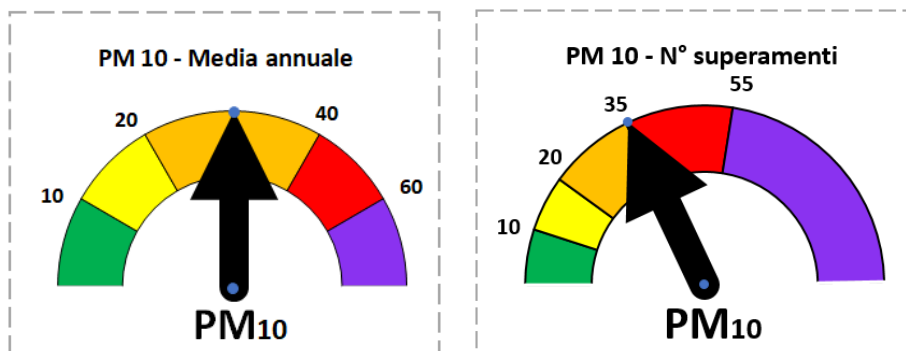


Figura 22 – Stima della concentrazione media di un anno (2021) del PM10 e del numero di superamenti della concentrazione media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella postazione di Mezzano

6 – Analisi della correlazione tra rumore e traffico veicolare

In considerazione alla diretta relazione esistente tra il rumore e il fattore di pressione “traffico veicolare”, è stata condotta l’analisi della correlazione esistente tra queste due variabili. Pertanto, sono stati messi a confronto l’energia sonora¹⁰ ed il totale dei veicoli espresso come veicoli equivalenti. L’energia sonora è stata calcolata applicando la relazione:

$$E_{sonora} = 10^{\left(\frac{L_{eq}}{10}\right)}$$

mentre i veicoli equivalenti sono stati calcolati applicando la relazione Cannelli, Gluck e Santoboni già descritta.

L’analisi della correlazione permette di esprimere statisticamente il legame esistente tra due variabili che, se ben correlate, “cambiano assieme” sebbene questo non implichi una relazione di causa ed effetto. Nel caso di una relazione di tipo lineare i valori assunti da entrambe le variabili cambiano assieme ad una velocità costante.

In questo studio, per quantificare la correlazione tra energia sonora ed il totale veicoli equivalenti si è utilizzato il parametro di correlazione R^2 , indicatore che può assumere valori compresi tra 0 e +1, dove i valori prossimi a 1 sono indice di buona correlazione tra variabili.

Nella Figura 23 e nella Figura 25 sono riportati i grafici di dispersione rappresentativi delle grandezze rilevate (veicoli equivalenti, energia sonora), rispettivamente, durante il periodo invernale e durante quello estivo.

Durante il periodo invernale, senza distinzione tra giorni feriali, pre-festivi e festivi, il livello di correlazione esistente tra le variabili indagate risulta significativa ($R^2 = 0,72$). Durante il periodo estivo la correlazione risulta ancora maggiore ($R^2 = 0,80$), anche se con un numero di campioni inferiore.

In Figura 24 viene riportata la distinzione, per il periodo invernale, tra giorni feriali e giorni festivi e pre-festivi. In entrambi i casi i valori dell’indice sono molto soddisfacenti (R^2 rispettivamente pari a 0,70 e 0,75). In particolare, la correlazione tra il rumore e il traffico veicolare risulta maggiore nei giorni festivi e pre-festivi rispetto ai giorni feriali, anche se calcolata su un set di dati inferiori.

Nel caso in esame, il buon accordo osservato tra le variabili e la relazione lineare fra le stesse (per cui all’aumento di veicoli (equivalenti) circolanti corrisponde proporzionalmente un incremento di energia sonora misurata) porta a confermare che il traffico veicolare è la principale fonte di inquinamento acustico nel punto di misura.

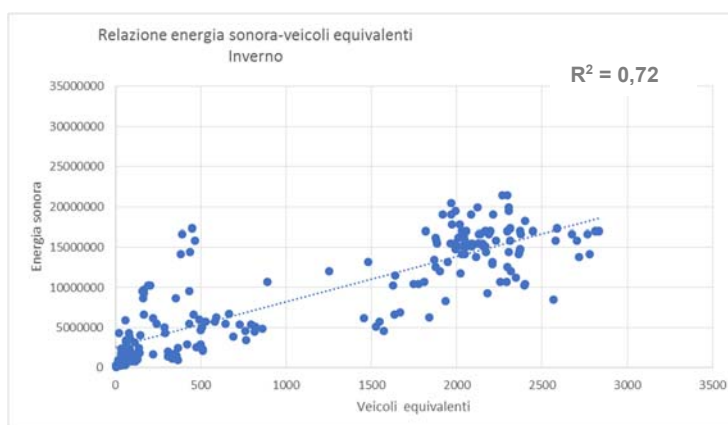


Figura 23 – Grafico di dispersione tra le due grandezze misurate durante il periodo invernale

¹⁰ Rappresenta l’energia prodotta dalle vibrazioni sonore mentre viaggiano attraverso l’aria, l’acqua o qualsiasi altro spazio

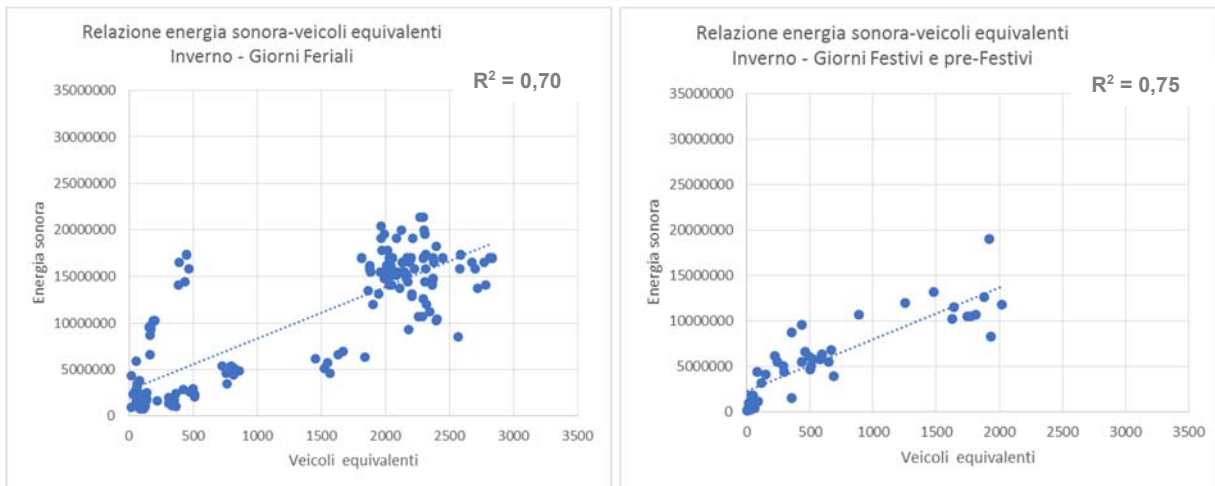


Figura 24 – Grafico di dispersione tra le due grandezze misurate durante il periodo estivo

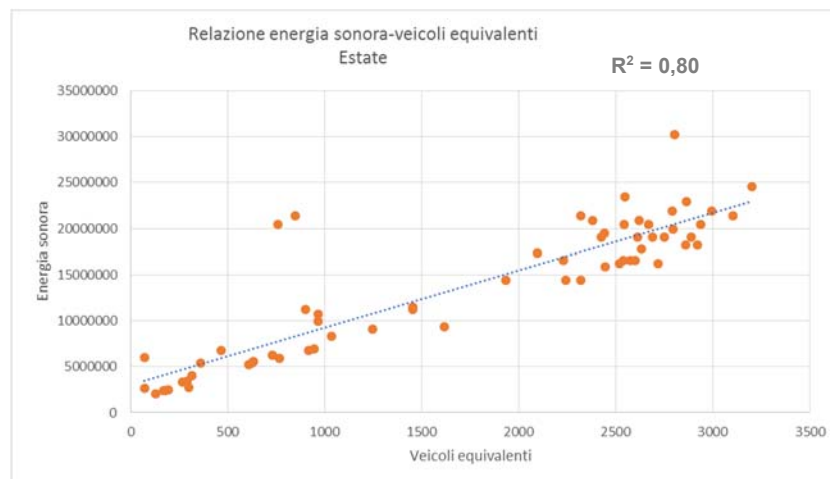


Figura 25 – Grafico di dispersione tra le due grandezze misurate durante il periodo estivo

Infine è stato stimato, per il periodo invernale e quello estivo, quale dovrebbe essere la percentuale di traffico circolare sulla statale rispetto all'attuale (espresso come veicoli equivalenti) per rispettare i limiti di legge stabiliti per l'inquinamento acustico, ovvero 65 dBA nel periodo diurno e 55 dBA in quello notturno (Tabella 20):

| | PERIODO INVERNALE | | PERIODO ESTIVO | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| | Periodo diurno 6.00 – 22.00 | Periodo notturno 22.00 - 6.00 | Periodo diurno 6.00 – 22.00 | Periodo notturno 22.00 - 6.00 |
| Traffico veicolare equivalente | ~ 25% del traffico attuale | ~ 12,5% del traffico attuale | ~ 20% del traffico attuale | ~ 6,25% del traffico attuale |

Tabella 20 – Stime della percentuale di traffico equivalente che dovrebbe circolare sulla statale, rispetto a quello attuale, per rispettare i limiti di legge

7 – Conclusioni

Nella presente relazione si sono descritti ed analizzati i dati di rumore, traffico veicolare e PM10 raccolti presso una postazione sita all'interno dell'abitato del Comune di Mezzano (RA) in prossimità della SS16-Via Reale.

In corrispondenza del sito selezionato, sono state progettate campagne di misura di diverse giornate distribuite uniformemente durante la stagione invernale e quella estiva dell'anno 2021.

I risultati descritti hanno evidenziato i seguenti aspetti:

Rumore

Come richiamato, ai sensi del DPR 142/2004 per l'infrastruttura esistente di tipo D (urbana di scorrimento) e sottotipo a fini acustici Db l'ampiezza delle fasce di pertinenza acustica è 100 metri; in tale fascia devono essere rispettati i limiti di immissione del rumore definiti nella Tabella 2, Allegato 1 del DPR 142/2004, rilevati e calcolati secondo quanto previsto dall'Allegato C del DM 16/03/1998. La postazione di misura si trova all'interno della fascia dei 100 metri dalla struttura stradale i cui limiti di immissione sono:

- 65 dBA durante il tempo di riferimento diurno
- 55 dBA durante il tempo di riferimento notturno

Dalle misure effettuate, e dalle successive elaborazioni, risulta che nel punto di indagine il valore medio settimanale del livello equivalente diurno, sia invernale (71,1 dBA) che estivo (72,1 dBA), e il livello equivalente notturno, sia invernale (63,9 dBA) che estivo (66,7 dBA) **risultano abbondantemente superiori** ai limiti previsti dal DPR 142/2004:

| | PERIODO INVERNALE | | PERIODO ESTIVO | |
|--|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | Periodo diurno 6.00 – 22.00 | Periodo notturno 22.00 - 6.00 | Periodo diurno 6.00 – 22.00 | Periodo notturno 22.00 - 6.00 |
| entità del superamento del corrispondente limite (dBA) | + 6,1 | +8,9 | +7,1 | +11,7 |

Poiché la relazione tra numero di veicoli in transito ed il corrispondente livello di rumore è di tipo logaritmico, ad un dimezzamento del flusso veicolare corrisponde una riduzione di rumore pari a 3 dBA; allora, stime effettuate per il caso specifico - che mettono in relazione i flussi di veicoli equivalenti e il corrispondente rumore - portano a valutare che sarebbe necessaria una drastica diminuzione del traffico (veicoli equivalenti) per poter rientrare nei limiti: più del 75 % in periodo diurno e più del 90% in periodo notturno.

Traffico veicolare

La "S.S. 16 Adriatica", Via Reale nel tratto di attraversamento del centro abitato di Mezzano, è l'asse principale della rete viaria della frazione. È una strada di vitale importanza per il traffico su ruote in direzione Ferrara-Ravenna e più in generale dall'entroterra del Nord della provincia di Ravenna, in direzione della costa adriatica. L'ingente traffico è dovuto al traffico pendolare verso i centri abitati maggiori, a quello legato al turismo estivo e al trasporto di merci; a conferma il calcolo del flusso giornaliero medio che:

- nel periodo invernale, in un Giorno Tipico Feriale (GTF), è circa di 15mila transiti/giorno;
- nel periodo invernale, in un Giorno Tipico Festivo e Pre-Festivo (GTFest) , è circa 10mila transiti/giorno;
- nel periodo estivo, in un Giorno Tipico Feriale, è circa 17mila transiti/giorno.

Nei giorni feriali il 23÷25% dei transiti sono di mezzi pesanti (furgoni, camion e bus), percentuale che scende al 15% nei giorni festivi e prefestivi; nel fine settimana il numero medio di veicoli totali transitati giornalmente diminuisce del 33÷40% rispetto ai giorni feriali, avvalorando la tesi della componente significativa del traffico pendolare.

Anche l'andamento del traffico nel corso del GT presenta differenze caratteristiche fra Giorno Tipico Feriale e Giorno Tipico Festivo: nei giorni feriali, il flusso dei mezzi pesanti si distribuisce quasi uniformemente sull'arco delle ore lavorative diurne, mentre quello dei mezzi leggeri è caratterizzato da picchi molto accentuati nelle ore di punta (inizio e fine giornata lavorativa tipica).

in un Giorno Tipico Feriale (GTF)

Poiché il rumore da traffico stradale dipende, oltre che dalla rumorosità intrinseca di ciascun veicolo, anche dalla composizione del flusso veicolare e dalle caratteristiche geometrico-ambientali della strada su cui questo transita, si evidenzia come la composizione del flusso veicolare, con una componente significativa di mezzi pesanti, e la sua entità, con valori decisamente consistenti, poco si adattano alla tipologia di strada nel tratto oggetto di studio e non consentano il rispetto dei limiti di rumore previsti dalla normativa di settore.

Particolato atmosferico

Il particolato atmosferico è stato misurato in occasione di 73 giornate. La concentrazione media giornaliera per l'intero periodo analizzato risulta pari a 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una ampia variabilità; come prevedibile il valore minimo (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato misurato in periodo estivo (settembre 2021) mentre quello massimo (83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) in periodo invernale (dicembre 2021). Le misure confermano, quindi, l'andamento tipico stagionale del PM 10, con valori superiori durante il periodo invernale (gennaio-marzo 2021 e ottobre-dicembre 2021) rispetto a quelli dell'estate (aprile-settembre 2021).

I valori di concentrazione del PM10 rilevati a Mezzano (con l'impiego del campionatore Skypost) risultano ben correlati con le misure della stazione di traffico urbano della RRQA (Zalamella).

Le misure condotte a Mezzano hanno però evidenziato valori di concentrazione maggiori rispetto a quanto misurato nella stazione Zalamella (29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Mezzano rispetto ai 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di Zalamella durante il periodo delle campagne). Analogamente, anche il numero di superamenti del limite di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato con maggiore frequenza: 8 superamenti a Mezzano, mentre a Zalamella il limite è stato superato 6 volte. A Zalamella, nel 2021, i limiti di legge per il particolato PM10 sono stati rispettati. A Mezzano le stime di lungo periodo (ottenute applicando l'approccio statistico descritto) fanno prevedere valori di concentrazione **generalmente superiori rispetto a quanto rilevato dalla stazione Zalamella, il rispetto del limite della media annuale e il raggiungimento del limite per la media giornaliera.**

Tali risultati confermano quanto rilevato anche nel corso del 2015 presso una postazione di traffico, sempre lungo la SS 16, a Glorie: le stime relative al 2015 fecero prevedere il superamento del limite di breve periodo (media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte in un anno) ed il rispetto della media annuale (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

In generale si può affermare che, lungo la SSA 16, in corrispondenza di centri abitati con abitazioni a ridosso della strada, **l'inquinamento atmosferico dovuto al PM10 risulta critico.**

Inoltre sono superati abbondantemente, anche nella postazione di Mezzano, i valori guida per il PM10 della OMS edizione 2021

Correlazione tra i parametri rilevati

A seguito dell'acquisizione sia dei dati di traffico veicolare sia dei livelli equivalenti di rumore si è potuto procedere ad uno studio sulla relazione tra le due grandezze al caso specifico, valutando le correlazioni traffico-rumore.

I dati rilevati nel corso delle campagne condotte in entrambe le stagioni risultano ben correlati tra loro, in particolare durante il periodo estivo e durante i giorni invernali festivi e pre-festivi.

Questo ha consentito di stimare la riduzione del traffico veicolare sulla statale che potrebbe consentire il rispetto dei limiti di legge per l'inquinamento acustico: **il numero di veicoli equivalenti circolati dovrebbe risultare di molto inferiore rispetto alla condizione attuale.**