

# Linee Guida per la predisposizione e la verifica dell'efficacia dei piani di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto lineari

Delibera del Consiglio Federale  
Seduta del 20 ottobre 2012 - DOC. N. 23/12



# **Linee Guida per la predisposizione e la verifica dell'efficacia dei piani di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto lineari**

---

**Delibera del Consiglio Federale  
Seduta del 20 ottobre 2012 - DOC. N. 23/12**

---

## **Informazioni legali**

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), le Agenzie Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (APPA) e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

**ISPRA** - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma  
[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

ISPRA, Rapporti 98/2013  
ISBN 978-88-448-0631-6

Riproduzione autorizzata citando la fonte

## **Elaborazione grafica**

ISPRA

*Grafica di copertina:* Franco Iozzoli

*Foto di copertina:* Delio Atzori

## **Coordinamento editoriale:**

Daria Mazzella

**ISPRA** – Settore Editoria

Novembre 2013

---

---

## ***AUTORI***

Salvatore Curcuruto	(ISPRA)
Delio Atzori	(ISPRA)
Giuseppe Marsico	(ISPRA)
Christian Tibone	(ARPA Valle d'Aosta)
Jacopo Fogola	(ARPA Piemonte)
Elga Filippi	(ARPA Liguria)
Cinzia Barbieri	(ARPA Liguria)
Paola Maggi	(ARPA Lombardia)
Daniele Sepulcri	(ARPA Veneto)
Renzo Mufato	(ARPA Veneto)
Angelo Scarpa	(ARPA Veneto)
Attilio Troncon	(ARPA Veneto)
Luca Piani	(ARPA Friuli Venezia Giulia)
Arturo Merlino	(ARPA Friuli Venezia Giulia)
Valerio Cipriani	(ARPA Friuli Venezia Giulia)
Barbara Notari	(ARPA Emilia Romagna)
Diego Palazzuoli	(ARPAT Toscana)
Tina Fabozzi	(ARPA Lazio)
Antonio Gioiosa	(ARPA Molise)
Antonio Sansone	(ARPA Sicilia)



## Sommario

---

Linee Guida per la predisposizione  
e la verifica dell'efficacia  
dei piani di risanamento acustico  
delle infrastrutture di trasporto lineari

### ***Appendice 1***

*Interconfronto strumentale tra le Agenzie*

### ***Appendice 2***

*Contestualizzazione del Progetto STAIRRS*

### ***Appendice 3***

*Analisi conoscitiva*

### ***Appendice 3a***

*La griglia compilata*

# **Linee Guida per la predisposizione e la verifica dell'efficacia dei piani di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto lineari**

---

**Delibera del Consiglio Federale  
Seduta del 20 ottobre 2012 - DOC. N. 23/12**

*Linee Guida per la predisposizione  
e la verifica dell'efficacia  
dei piani di risanamento acustico  
delle infrastrutture di trasporto lineari*

## **INDICE**

1. Premesse.....	3
2. Piani di contenimento e abbattimento del rumore e piani d'azione .....	4
3. Valori limite da conseguire .....	7
3.1. Collocazione punti di verifica .....	10
4. Individuazione dei ricettori .....	11
5. Individuazione delle aree con superamento dei limiti.....	12
5.1. Riflessioni degli edifici .....	14
5.2. Facciata più esposta degli edifici.....	14
6. Analisi criticità e definizione priorità di intervento.....	15
6.1. Definizione delle aree da risanare .....	15
6.2. Definizione delle priorità d'intervento.....	16
6.3. Stima della popolazione esposta.....	17
6.4. Concorsualità di più sorgenti .....	18
7. Definizione degli interventi di risanamento .....	20
7.1. Interventi non a carico del gestore .....	22
8. Verifica dell'attuazione del piano di risanamento .....	22
9. Verifica acustica degli interventi di mitigazione .....	23
10. Bibliografia.....	25

## 1. Premesse

Il presente documento costituisce la relazione conclusiva dell'attività A4 della convenzione ISPRA – ARPA/APPA in materia di rumore ambientale, stipulata nel corso del 2010.

Il lavoro svolto si inserisce nel più generale ambito di attività A della convenzione, dal titolo “*Verifica dell'efficacia degli interventi di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto – Studi su casi campione*”, il cui obiettivo è la messa a punto di una metodologia per la verifica dell'efficacia degli interventi di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto che tenga conto anche delle specifiche tecniche in materia predisposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

Le presenti linee guida sono state elaborate anche sulla base dei risultati delle attività A1, A2 e A3.

Nell'attività A1, in particolare, è stata condotta una ricognizione ed una indagine tecnica sui Piani di Contenimento ed Abbattimento del Rumore (PCAR) delle infrastrutture di trasporto lineari, predisposti dai gestori in ottemperanza a quanto previsto dal D.M.A. 29/11/001.

L'attività A2, realizzata partendo dai risultati del progetto internazionale STAIRRS (*Strategies and Tools to Assess and Implement noise Reducing measures for Railway Systems*), ha fornito una rassegna delle migliori tecniche disponibili per la riduzione del rumore ferroviario complementari o alternative alle barriere, corredata da un'analisi sui relativi costi e benefici in termini di livello del rumore.

L'ambito A3, infine, è consistito nella realizzazione di un interconfronto strumentale sulle misure di inquinamento acustico per le infrastrutture di trasporto stradale e ferroviario, sia in ambiente urbano che extraurbano.

A partire dal quadro normativo vigente e dai risultati e dall'esperienza maturata nello svolgimento delle suddette attività, il documento fornisce principalmente una serie di indicazioni operative per la predisposizione dei PCAR delle infrastrutture di trasporto lineari, previsti ai sensi della Legge n.447/95 2e del D.M.A. del 29/11/00.

Il tema dei piani d'azione di cui alla Direttiva Europea 2002/49/CE 3e al D. Lgs. n.194/05 non è trattato nelle questioni più specifiche, bensì è limitato ad alcuni aspetti riferiti prevalentemente alle possibili interdipendenze con i PCAR.

Il lavoro è stato realizzato dalla collaborazione di ARPA Piemonte, ARPA Liguria, ARPA Toscana e ARPA Sicilia, con il coordinamento di ISPRA.



## 2. Piani di contenimento e abbattimento del rumore e piani d'azione

La Legge n.447/95, all'art.10 c.5, stabilisce che le società e gli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, ivi comprese le autostrade, nel caso di superamento dei valori limite, hanno l'obbligo di predisporre e presentare al comune un PCAR . A tal fine i gestori sono obbligati a impegnare in via ordinaria, una quota fissa non inferiore al 7 per cento (così come modificato dalla Legge n.448/98)5 dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse per l'adozione di interventi di contenimento e abbattimento del rumore.

I piani, elaborati secondo le direttive indicate dal MATTM, devono indicare tempi di adeguamento, modalità e costi.

La predisposizione dei piani costituisce una deroga dall'applicazione delle sanzioni amministrative previste dallo stesso articolo 10 in caso di superamento dei valori limite.

In attuazione a quanto previsto dalla Legge n.447/95, il D.M.A. del 29/11/00 stabilisce che le società e gli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture devono individuare le porzioni di territorio in cui il rumore prodotto determina il superamento dei limiti di legge. In tali aree gli stessi gestori devono, in una fase successiva, predisporre ed attuare un PCAR.

Le scadenze temporali per la realizzazione di tali adempimenti sono contenute nella seguente tabella.

Soggetto	Individuazione aree superamento	Predisposizione piani	Realizzazione piano
Gestori infrastrutture stradali	16 dicembre 2005 <i>(determinata a partire dall'entrata in vigore del D.P.R. n.142/04)</i>	16 giugno 2007 <i>(determinata a partire dall'entrata in vigore del D.P.R. n.142/04)</i>	Entro 15 anni dalla data di approvazione
Gestori infrastrutture ferroviarie	4 agosto 2002	4 febbraio 2004	Entro 15 anni dalla data di approvazione

*Tabella 1 – Scadenze temporali per l'individuazione delle aree con superamento dei limiti e per la predisposizione dei PCAR*

La regione può, d'intesa con le autonomie locali, in considerazione della complessità degli interventi da realizzare, dell'entità del superamento dei limiti e dell'eventuale esigenza di delocalizzazione di insediamenti ed edifici, fissare termini diversi.

I PCAR devono contenere:

- a) l'individuazione degli interventi e le relative modalità di realizzazione;
- b) l'indicazione delle eventuali altre infrastrutture dei trasporti concorrenti all'immissione nelle aree in cui si abbia il superamento dei limiti;
- c) l'indicazione dei tempi di esecuzione e dei costi previsti per ciascun intervento;
- d) il grado di priorità di esecuzione di ciascun intervento;
- e) le motivazioni per eventuali interventi sui ricettori.

Ad integrazione di quanto previsto dalla normativa nazionale, la Direttiva Europea 2002/49/CE e il Decreto Legislativo n.194/05 di recepimento prevedono che gli stati membri mettano a punto i cosiddetti piani d'azione, ossia piani destinati a gestire i problemi di rumore e i relativi effetti.

I piani d'azione devono essere predisposti per gli agglomerati urbani e per le infrastrutture di trasporto principali in due fasi temporali successive, a seconda della dimensione dell'agglomerato e del numero di transiti previsti dall'infrastruttura, secondo lo schema riportato nella tabella seguente.

<b>Soggetto</b>	<b>Scadenze predisposizione piano d'azione</b>
Agglomerati urbani > 250.000 abitanti	18 luglio 2008
Infrastrutture stradali > 6 mln veicoli/anno	
Infrastrutture ferroviarie > 60.000 convogli/anno	
Aeroporti > 50.000 movimenti l'anno	
Altri agglomerati urbani e infrastrutture	18 luglio 2013

*Tabella 2 – Tempi previsti per la predisposizione dei piani d'azione secondo la Direttiva 2002/49/CE e il D. Lgs. 194/05*

Le principali indicazioni procedurali sono sintetizzate nei seguenti punti:

- le misure previste nei piani sono a discrezione delle autorità competenti, ma riguardano in particolare le priorità che possono essere individuate sulla base del superamento dei valori limite pertinenti o di altri criteri scelti dagli stati membri e sono applicate in particolare alle zone più importanti in base alla mappatura acustica strategica;

- i piani sono riesaminati e rielaborati in funzione delle necessità ogniqualvolta sviluppi sostanziali si ripercuotano sulla situazione acustica esistente e, comunque, al-meno ogni cinque anni dalla prima adozione;
- deve essere prevista la consultazione e la partecipazione del pubblico sia in fase di preparazione che di riesame dei suddetti piani.

In merito alle modalità di stesura dei piani d'azione, la norma definisce già in maniera dettagliata i contenuti minimi, rimandando alla Commissione Europea la possibilità di elaborare linee guida che forniscano ulteriori specifiche.

In particolare, i piani devono comprendere almeno i seguenti elementi:

- una descrizione dell'agglomerato, degli assi stradali, delle linee ferroviarie e degli aeroporti principali e delle altre sorgenti di rumore da prendere in considerazione;
- l'autorità competente;
- il contesto giuridico;
- qualsiasi valore limite in vigore;
- una sintesi dei risultati della mappatura acustica;
- una valutazione del numero stimato di persone esposte al rumore, l'individuazione dei problemi e delle situazioni da migliorare;
- un resoconto delle consultazioni pubbliche organizzate;
- le misure antirumore già in atto e i progetti in preparazione;
- gli interventi pianificati dalle autorità competenti per i successivi cinque anni, comprese le misure volte alla conservazione delle aree silenziose;
- la strategia di lungo termine;
- le informazioni di carattere finanziario, se disponibili: fondi stanziati, analisi costi-efficacia e costi-benefici.

I PCAR previsti dalla Legge n.447/95 e i piani d'azione voluti dal D. Lgs. n.194/05 sono strumenti che in parte si sovrappongono e che pertanto dovrebbero essere opportunamente coordinati. Allo stato attuale si è ancora in attesa dell'emanazione delle disposizioni normative che consentano l'armonizzazione della legislazione nazionale con quella europea, così come previsto dall'art.10 del D. Lgs. n.194/05.

### **Attenzione!**

Secondo la visione più accreditata e condivisa, il PCAR dovrebbe divenire un atto coordinato con il piano di azione, di cui ne rappresenterebbe l'esplicitazione operativa per stralci con tempi coerenti con quelli fissati dalla normativa europea. Il PCAR, inoltre, dovrebbe essere aggiornato e integrato con i descrittori e con le ulteriori informazioni richieste dalla Direttiva Europea, come la quantificazione della popolazione risanata dal rumore, l'analisi costi-benefici degli interventi progettati, ecc. Le modifiche dettate dalla revisione periodica del piano di azione potranno essere pertanto recepite aggiornando il PCAR.

### **3. Valori limite da conseguire**

Il D.P.C.M. del 14/11/97 prevede che in corrispondenza delle infrastrutture di trasporto vengano definite apposite fasce di pertinenza acustica, "sovrapposte" ai Piani di Classificazione Acustica.

All'interno delle fasce di pertinenza sono assegnati specifici limiti di rumorosità per le relative infrastrutture. All'esterno delle fasce, le infrastrutture stesse concorrono al superamento dei valori limite assoluti di immissione previsti dal Piano di Classificazione Acustica.

L'ampiezza delle fasce di pertinenza e i valori limite specifici per ferrovie e strade sono stati definiti rispettivamente dal D.P.R. n.459/98 e dal D.P.R. n.142/04

I valori limite per le infrastrutture esistenti devono essere conseguiti mediante l'attività pluriennale di risanamento, di cui all'art. 10 c.5 della Legge n.447/95 e al D.M.A. del 29/11/00.

In via prioritaria, tale attività deve essere attuata all'interno dell'intera fascia di pertinenza per scuole, ospedali, case di cura e di riposo e all'interno della fascia A (fascia più vicina alla sorgente) per tutti gli altri ricettori; all'esterno della fascia A, le rimanenti attività di risanamento saranno armonizzate con i piani di risanamento acustico comunali, di cui all'art.7 della Legge n.447/95, in attuazione degli stessi.



Tipo di ferrovia	Ampiezza fascia di pertinenza [m]	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
		Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]
Infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto inferiore a 200 km/h	100 (fascia A)	50	40	70	60
	150 (fascia B)	50	40	65	55
Infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h	250	50	40	65	55

*Tabella 2 – Fasce di pertinenza e valori limite per le infrastrutture ferroviarie (D.P.R. 459/98)*

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza [m]	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (strada a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di quartiere)	100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	definiti dai comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n.447 del 1995			
F – locale		30				

\* per le scuole vale il solo limite diurno

*Tabella 3 – Fasce di pertinenza e valori limite per le infrastrutture stradali esistenti (D.P.R. 142/04)*

### **Attenzione!**

In relazione alle infrastrutture stradali, si segnala una problematica relativa alle strade classificabili come strade E ed F, i cui valori limite di rumore devono essere assegnati dai Comuni.

Ad esempio, una infrastruttura di trasporto stradale con una chiara funzione extraurbana e limiti stabiliti da decreto (tipo B o C) che attraversa uno o più centri abitati potrebbe assumere limiti di rumore differenti, sia tra le aree urbane e quelle extraurbane, sia tra tratti "urbani" appartenenti a differenti Comuni, pur avendo l'infrastruttura le stesse caratteristiche e la stessa funzione.

Nel caso in cui i valori limite non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, vengono definiti valori limite da misurarsi, all'interno degli edifici, al centro della stanza, a finestre chiuse e ad 1,5 m di altezza, pari a:

- 35 dB(A) di Leq notturno per ospedali, case di cura e di riposo;
- 40 dB(A) di Leq notturno per tutti gli altri ricettori<sup>1</sup>;
- 45 dB(A) di Leq diurno per le scuole.

Nel caso di infrastrutture ferroviarie tali interventi sui ricettori devono essere attuati sulla base di una valutazione di una commissione istituita con decreto del Ministro dell'ambiente e di concerto con i Ministri dei trasporti e della navigazione e della sanità, che dovrà esprimersi di intesa con le regioni e le province autonome interessate (ad oggi mai istituita).

Nel caso di infrastrutture stradali tali interventi sui ricettori sono attuati sulla base di linee guida predisposte dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con i Ministeri della salute e delle infrastrutture e dei trasporti (non ancora emanate).

---

<sup>1</sup> Nel D.P.R. 142/04, relativo al rumore stradale, viene specificato "ricettori a carattere abitativo"

### **Attenzione!**

La verifica dei livelli di rumore all'interno dei ricettori non prevede una correzione per i tempi di riverbero, al fine di standardizzare le condizioni di misura rispetto alle caratteristiche interne degli ambienti e degli arredi.

L'esperienza nella valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici residenziali consente di affermare che il rispetto dei requisiti di isolamento acustico di facciata di cui al D.P.C.M. 05/12/97 9( $D_{2m,nT}$ ) comporta il rispetto dei limiti interni previsti dal D.P.R. 142/04 e dal D.P.R. n.459/98.

### **3.1. Collocazione punti di verifica**

La metodologia per la scelta della collocazione dei punti di verifica dei livelli sonori prodotti dalle infrastrutture di trasporto lineari, in corrispondenza di edifici, non è univocamente definita dalla normativa. In particolare si trovano le seguenti indicazioni:

- D.M.A. del 16/03/98: il microfono deve essere posto a una distanza di 1 m dalle facciate di edifici esposti ai livelli sonori più elevati e ad una quota da terra pari a 4 m, aggiungendo, per il rumore stradale, che in assenza di edifici il microfono deve essere posto in corrispondenza della posizione occupata dai ricettori sensibili;
- D.M.A. del 29/11/00: il livello sonoro deve essere valutato nel punto di maggiore criticità della facciata più esposta, senza indicare un'altezza specifica;
- D.P.R. n.459/98: il rispetto dei valori limite è verificato con misure in facciata degli edifici ad 1 m dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, ovvero in corrispondenza di altri ricettori;
- D.P.R. n.142/04: il rispetto dei valori limite è verificato con misure in facciata degli edifici ad 1 m dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori;
- D. Lgs. n.194/05: i punti prescelti per il calcolo del rumore devono essere posti ad un'altezza dal suolo di  $4,0 \pm 0,2$  m (3,8-4,2 m) e sulla facciata più esposta; a tale scopo la facciata più esposta è il muro esterno rivolto verso la sorgente specifica e più vicino ad essa; a fini diversi da quelli suddetti possono essere operate scelte diverse. I dati delle misurazioni effettuate di fronte a una facciata o a un altro elemento riflettente devono essere corretti per escludere il contributo del riflesso di tale facciata o elemento. In linea generale ciò comporta una correzione di - 3 dB per le misurazioni.

Tali disposizioni non chiariscono quindi l'ubicazione dei punti di misura e/o valutazione del rumore.

### **Attenzione!**

L'approccio più ragionevole è quello di effettuare la valutazione dei livelli sonori nel punto più esposto (a qualsiasi altezza) della facciata più esposta, seguendo quanto indicato dal D.M.A. del 29/11/00.

Per la verifica dei livelli sonori negli ambienti interni si dovrebbero evitare i locali destinati ad una ridotta permanenza delle persone (ripostigli, bagni, corridoi, ecc...).

## **4. Individuazione dei ricettori**

Il D.P.R. n.459/98, il D.P.R. n.142/04 e il D.M.A. del 29/11/00 forniscono sostanzialmente la medesima definizione di ricettori, riportata di seguito:

*“qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici e aree esterne destinate ad attività ricreative e allo svolgimento della vita sociale e della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai vigenti piani regolatori generali e loro varianti generali, vigenti:*

- D.P.R. n.459/98, D.P.R. n.142/04: *al momento di presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione delle infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b), ovvero vigenti alla data di entrata in vigore del presente decreto per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera a)<sup>2</sup>.*
- D.M.A. del 29/11/00: *al momento di entrata in vigore del presente decreto.”*

Il concetto di ricettore espresso dalla normativa risulta quindi essere estremamente ampio e coinvolge, in sostanza, qualsiasi tipo di edificio, così come le aree territoriali edificabili.

La definizione fornita pone essenzialmente due questioni.

---

<sup>2</sup> Infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b): infrastrutture nuove; infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera a): infrastrutture esistenti. Nel caso del D.P.R. n.142/04 il riferimento è, peraltro, palesemente sbagliato.



In primo luogo, risulta possibile la realizzazione di misure di verifica non solo in corrispondenza di edifici (non residenziali), ma anche nelle pertinenze degli stessi e nei parchi, entrando in parziale contrasto con le prescrizioni per la collocazione del punto di misura (cfr. D.P.R. n.459/98).

Inoltre, viene indicato che al momento della redazione dei PCAR debbano essere considerate anche le aree territoriali edificabili. Anche questo aspetto è in parziale contrasto con l'indicazione della normativa relativa alla definizione delle priorità di intervento, in cui le aree senza abitanti di fatto non vengono valutate (cfr. paragrafo 6.26.2) e di conseguenza non dovrebbero essere oggetto di interventi di risanamento.

#### **Attenzione!**

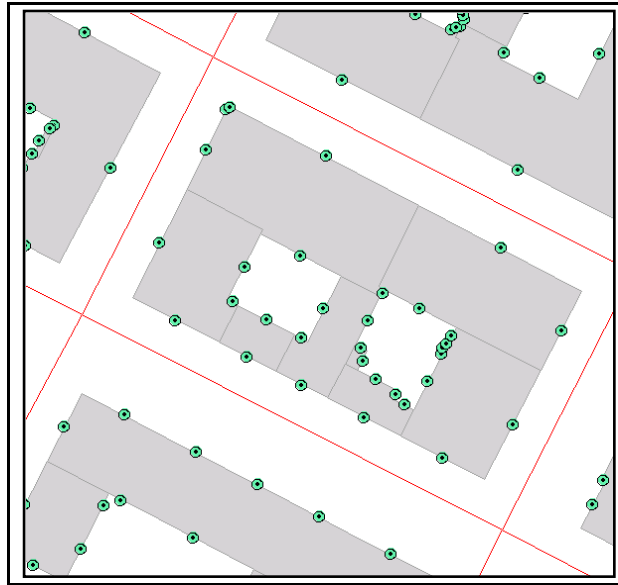
I piani di risanamento acustico (PCAR e/o piani d'azione) dovrebbero valutare in via prioritaria il contenimento dei livelli di rumore in corrispondenza dei ricettori sensibili (ospedali, scuole, case di cura e riposo, ecc...), dei ricettori residenziali, delle aree naturalistiche vincolate e dei parchi pubblici.

## **5. Individuazione delle aree con superamento dei limiti**

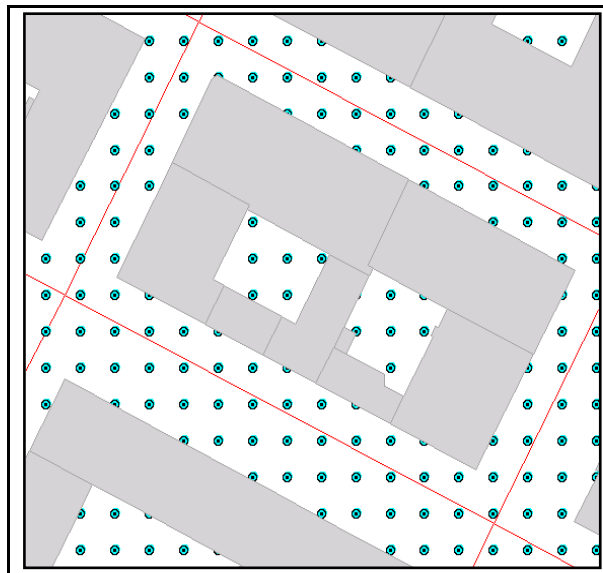
Ai sensi del D.M.A. del 29/11/00, il gestore di un'infrastruttura di trasporto deve individuare le aree dove sia stimato o rilevato il superamento dei limiti previsti e trasmettere i dati al comune e alla regione competente o all'autorità da essa indicata.

A tal fine risulta necessario realizzare una valutazione dell'impatto acustico dell'infrastruttura, tipicamente effettuata attraverso una modellizzazione acustica su vasta scala.

Tale modellizzazione consente generalmente di stimare l'esposizione al rumore di ogni singolo edificio interessato dall'inquinamento acustico: i livelli sonori vengono valutati collocando dei punti ricettore in facciata dell'edificio oppure vengono assegnati all'edificio a partire da mappe acustiche calcolate su griglie di punti ricettore equispaziate.



*Figura 1 – Esempio di ricettori per edificio*



*Figura 2 – Esempio di ricettori in griglia*

Senza entrare nel merito delle problematiche connesse con tale attività, per l'analisi delle quali si rimanda ad altri documenti specifici<sup>11</sup>, si focalizza l'attenzione su alcune questioni di interesse.

### **5.1. Riflessioni degli edifici**

La Legge n.447/95 e i suoi decreti attuativi prescrivono la valutazione del contributo della riflessione dell'edificio su cui viene posto il punto recettore.

Più precisamente, indicando nelle modalità di esecuzione di misura una distanza di 1 m dalle facciate, viene standardizzato quello che può essere il contributo del rumore riflesso della stessa.

Differentemente, con l'emanazione del D.Lgs. n.194/05 si esclude tale contributo dalla valutazione. In particolare si specifica che i dati delle misurazioni effettuate di fronte ad una facciata o a un altro elemento riflettente devono essere corretti per escludere il contributo del riflesso di tale facciata o elemento, apportando una correzione quantificata in 3 dB dai dati misurati.

Tale discrepanza assume un significato importante al momento della valutazione del numero di ricettori esposti a livelli superiori ai limiti di legge, per la quale, comunque, è opportuno rispettare quanto indicato dalla normativa susseguente la Legge n.447/95.

#### **Attenzione!**

Il gestore deve decidere quale approccio utilizzare a seconda delle finalità dell'elaborato, PCAR o piano d'azione, effettuando eventualmente le dovute correzioni di 3 dB per valutare o sottrarre il contributo della riflessione della facciata.

## **5.2. Facciata più esposta degli edifici**

In relazione a quanto indicato nel paragrafo per 3.13.1, individuare correttamente la facciata più esposta e/o il punto di maggiore criticità sarebbe opportuno che il gestore realizzasse la stima dei livelli sonori su tutte le facciate e per tutta l'altezza degli edifici.

#### **Attenzione!**

La modellizzazione del rumore potrebbe avvenire ponendo in maniera automatica diversi punti recettori lungo il perimetro dell'edificio a diverse altezze (riconducibili ad altezze standard dei piani abitativi) in modo da determinare quanto più dettagliatamente possibile la variabilità dei livelli.

L'individuazione della facciata e del punto più esposto dovrebbe quindi avvenire a posteriori.

## **6. Analisi criticità e definizione priorità di intervento**

Nell'Allegato 1 del D.M.A. del 29/11/00 viene indicata la procedura per la definizione delle aree da risanare e per il calcolo dell'indice di priorità degli interventi di mitigazione.

### **6.1. Definizione delle aree da risanare**

La normativa prevede la definizione dell'area A oggetto di risanamento.

L'area A deve essere suddivisa in un insieme di aree  $A_i$ , tali che l'unione delle  $A_i$  coincida con A.

La prima condizione richiesta è che ad ogni area  $A_i$  deve corrispondere un unico limite di immissione del rumore. In merito a tale vincolo sono previste tre possibilità:

- aree collocate all'interno di fasce di pertinenza o aree di rispetto di una singola infrastruttura, in cui vale il limite stabilito dal decreto ad essa relativo;
- aree collocate in una zona di sovrapposizione di due o più fasce di pertinenza o aree di rispetto, in cui vale il limite maggiore;
- aree collocate all'esterno della fascia di pertinenza o delle aree di rispetto, in cui vale il limite stabilito dalla zonizzazione.

La seconda condizione per la definizione dell'area  $A_i$  è che la variabilità del livello sonoro degli edifici situati all'interno di essa (al singolo edificio viene assegnato il livello sonoro valutato nel punto di maggiore criticità della facciata più esposta) deve essere non superiore a 3 dB(A).

Sempre ai sensi del D.M.A. del 29/11/00, sussiste comunque la possibilità che le regioni o le autorità da esse indicate possano stabilire, d'intesa con i comuni interessati, un criterio differente per l'individuazione delle aree critiche. A tal proposito si osserva che la seconda condizione di cui sopra rappresenta un vincolo difficilmente rispettabile e che non consente una definizione ottimale delle aree ai fini del risanamento.

Alternative a tale metodo si possono ritrovare in letteratura e nella normativa tecnica di settore<sup>12</sup>.

### **6.2. Definizione delle priorità d'intervento**

Il D.M.A. 29/11/00 stabilisce che l'ordine di priorità degli interventi di risanamento sia stabilito dal valore numerico dell'indice di priorità P dell'area A suddivisa in aree  $A_i$ , calcolato attraverso la seguente formula:



$$P = \sum R_i(L_i - L_i^*),$$

dove:

- $L_i$  è il valore centrale dell'intervallo di variabilità di livello sonoro all'interno dell'area  $A_i$ ;
- $L_i^*$  è il valore limite di riferimento per l'area  $A_i$  (si rimanda al decreto per una descrizione di dettaglio);
- $R_i$  è: per gli ospedali le case di cura e di riposo la totalità dei posti letto moltiplicata per 4, per le scuole la totalità degli alunni moltiplicati per 3, per gli altri ricettori il prodotto della superficie dell'area  $A_i$  per l'indice demografico statistico più aggiornato.

### **Attenzione!**

L'indice di priorità  $P$  così definito "pesa" in modo eguale il numero di persone esposte al rumore rispetto all'entità del superamento dei limiti. Ciò implica che aree fortemente compromesse da un punto di vista acustico, caratterizzate da livelli molto elevati ma con un numero di persone limitato, difficilmente possono acquisire un grado di priorità elevato.

Un altro aspetto da sottolineare è che il parametro  $P$  è strettamente correlato con le dimensioni dell'area critica a cui si riferisce. In altre parole, l'accorpamento di interventi elementari indipendenti in interventi di area più vasta o, viceversa, il frazionamento di interventi di area vasta in interventi elementari indipendenti modifica il rango attribuito dal punteggio di priorità.

In analogia alla definizione delle aree critiche è possibile definire priorità di intervento differenti purché approvati dalla regione o dalla conferenza unificata per le infrastrutture di interesse nazionale o di più regioni. Più in generale si può affermare che la definizione delle priorità di intervento non può essere fondata unicamente su un punteggio basato su criteri di tipo ingegneristico. L'esperienza nell'attuazione dei piani di risanamento acustico delle infrastrutture stradali ha mostrato che la complessità e la varietà delle azioni in gioco richiede riflessioni di carattere politico-economico-sociale, finora non considerate, che esulano da una analisi strettamente acustica. Di conseguenza, una graduatoria delle priorità di intervento dovrebbe essere elaborata, oltre che attraverso criteri acustici, anche mediante valutazioni basate su fattori di urgenza, efficienza e opportunità.

### 6.3. Stima della popolazione esposta

Ai sensi del D.M.A. 29/11/00, la stima della popolazione esposta per i ricettori non sensibili deve avvenire moltiplicando la superficie dell'area da risanare  $A_i$  per l'indice demografico statistico più aggiornato.

Tale definizione risulta piuttosto generica, e strettamente legata alla definizione dell'area da risanare  $A_i$ .

Nella pratica, l'obiettivo è quello di ottenere una stima del numero di abitanti per ogni edificio.

L'esperienza dimostra che tale informazione non è generalmente disponibile presso i servizi informativi territoriali dei comuni e deve quindi essere ricavata attraverso elaborazioni più o meno complesse.

#### **Attenzione!**

La popolazione esposta al rumore risulta essere un parametro particolarmente problematico, ma di cruciale importanza nella definizione delle priorità di intervento.

Studi specifici su questo aspetto hanno evidenziato che la variabilità della stima del numero di abitanti per edificio a seconda del metodo utilizzato porta a risultati notevolmente differenti (ad esempio, paragonando tre metodi di calcolo sulla città di Torino, si è verificato che, per uno stesso edificio, l'errore della stima del numero di abitanti può essere superiore anche al 300%).

Il gestore pertanto dovrebbe porre molta attenzione nella valutazione di tale parametro, evitando metodi statistici in presenza di un limitato numero di aree critiche e di ricettori, valutando metodi alternativi, quali un censimento puntuale, coinvolgendo eventualmente le amministrazioni comunali.

### 6.4. Concorsualità di più sorgenti

Ai sensi del D.M.A. del 29/11/00, il rumore immesso in un'area in cui vi sia la concorsualità di più sorgenti, ovvero sia un'area in cui vi sia la sovrapposizione di più fasce di pertinenza, non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

L'attività di risanamento viene quindi ripartita tra le infrastrutture concorrenti secondo il seguente criterio, volto a definire un nuovo valore limite per ogni sorgente:

$$L_s = L_{z\ o} - \frac{1}{n} (L_{z\ o} - N),$$

dove:

- $L_s$  è il valore limite della specifica sorgente concorsuale;
- $L_{z\ o}$  è il maggiore fra i valori limite di immissione previsti dalle singole infrastrutture;
- $N$  è il numero di infrastrutture concorsuali.

Definendo come  $L_i$  il livello di immissione prodotto dalla sorgente i-esima, è fornita la seguente formula per il calcolo della percentuale di attività di risanamento da ascrivere alla sorgente j-esima:

$$P_j = \frac{10^{\left(\frac{L_j - L_s}{10}\right)}}{\sum_{i=1}^N 10^{\left(\frac{L_i - L_s}{10}\right)}} \cdot 100$$

In alternativa al criterio sopra indicato l'attività di risanamento può anche essere ripartita attraverso un accordo fra le infrastrutture coinvolte, le regioni e le province autonome, i comuni e le province territorialmente competenti.

L'approccio previsto dalla normativa consente al gestore, laddove non vi sia superamento del limite complessivo, di non verificare la presenza di altre sorgenti.

In questo modo, a fronte di un rispetto complessivo dei valori, non si valuta il contributo delle singole sorgenti e non si tiene conto della possibilità che le stesse modifichino la loro potenza emissiva negli anni.

### **Attenzione!**

1. L'individuazione delle sorgenti concorsuali deve essere effettuata con un criterio di tipo geometrico a prescindere dal superamento dei limiti, individuando i ricettori ubicati nella sovrapposizione di due o più fasce di pertinenza. A tal fine sarebbe utile una rappresentazione cartografica con l'individuazione delle aree di concorsualità, in cui si verifica la sovrapposizione di diverse fasce di pertinenza e si ha la presenza di ricettori.
2. Tra i ricettori individuati al punto 1 possono essere esclusi quelli in cui il contributo di una sorgente è trascurabile rispetto alle altre (inferiore a 10 dB in meno).
3. Nel caso di sovrapposizione di due fasce di pertinenza con valori limite differenti, il valore di  $L_s$  per l'infrastruttura soggetta ai limiti specifici più bassi viene incrementato.
4. Un piano di risanamento efficace e lungimirante dovrebbe essere finalizzato al rispetto limite della specifica infrastruttura ( $L_s$ ) anche quando si verifica il rispetto del limite complessivo ( $L_{zona}$ ).

## **7. Definizione degli interventi di risanamento**

Dopo l'individuazione delle aree critiche e della priorità di intervento, l'elaborazione del piano richiede che per ciascuna tipologia di area si prospettino delle possibili soluzioni. Questa fase, necessaria da un punto di vista logico, dovrebbe essere svolta in maniera sufficientemente esplicita e documentata da consentire una valutazione della completezza delle soluzioni prese in esame nelle fasi successive di elaborazione del piano.

Il D.M.A. 29/11/00 stabilisce che gli interventi di risanamento acustico devono essere adottati in via prioritaria sulla sorgente di rumore, quindi sulla via di propagazione e solo in ultima istanza sul ricettore. Come già indicato in precedenza, questi ultimi dovrebbero essere attuati solamente nel caso non sia tecnicamente conseguibile il raggiungimento dei valori limite di rumorosità consentita con gli altri metodi, oppure qualora lo impongano valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale.

Considerato che le soluzioni tecnologiche ad oggi disponibili sono in grado di garantire una adeguata mitigazione acustica nella quasi totalità dei casi, la scelta di intervenire sul ricettore è nella pratica una conseguenza di una valutazione di semplice opportunità

economica. Poiché l'interesse economico si contrappone ai criteri di accettabilità ambientale e di tutela degli spazi esterni, nonché indirettamente alla tutela della salute, un piano di risanamento acustico deve motivare esplicitamente ed adeguatamente eventuali interventi diretti sui ricettori.

Nella definizione degli interventi è poi fondamentale una valutazione dei costi e dei benefici previsti. Entrambi costituiscono parametri importanti per la scelta tra soluzioni alternative di mitigazione e/o per l'assegnazione delle priorità di intervento su diverse aree critiche.

Ai fini di una valutazione dei costi, è necessario suddividere quanto previsto per realizzare l'opera di risanamento e quanto per mantenerla nel tempo. Occorre tenere conto anche dei costi che l'opera può determinare come ricadute o implicazioni sul territorio diverse dall'efficacia acustica. Mentre i primi sono essenzialmente economici, valutabili quindi come le spese che occorre sostenere complessivamente per la realizzazione dell'opera, i secondi includono anche contropartite non economiche, anche se, almeno parzialmente, valutabili in termini economici, quali ad esempio: l'alterazione del paesaggio, l'aumento dei tempi di percorrenza di una strada, l'ostacolo ad un tessuto di relazioni sociali, ecc.

I benefici devono essere valutati in prima istanza attraverso una stima della riduzione dei livelli sonori ai ricettori. Tuttavia l'apprezzamento che si può dare di tali riduzioni è fortemente influenzato da molti fattori che distinguono un ricettore dall'altro: in primo luogo il livello sonoro cui era esposto, per cui sono, generalmente, più apprezzati i miglioramenti conseguiti dove i livelli sono alti rispetto a quelli dove i livelli sonori sono già bassi. Sono considerati spesso rilevanti anche altri fattori quali i limiti applicabili, il numero di occupanti, la destinazione d'uso e il valore dei ricettori, il contesto urbanistico in cui sono inseriti.

Infine è ragionevole ritenere che vi possa essere una differente valutazione delle riduzioni di livello sonoro relative al periodo diurno rispetto a quelle ottenute nel periodo notturno: poiché spesso queste sono conseguite in proporzioni differenziate tra le diverse tipologie di intervento possibili, il rango di valore attribuito ai diversi interventi può risentire significativamente del diverso apprezzamento che si dà alla riduzione dei livelli sonori diurni rispetto a quella dei notturni.

In letteratura sono disponibili diverse rassegne sugli interventi di mitigazione del rumore prodotto da infrastrutture di trasporto lineare [12], [13], [1413]. Per un approfondimento specifico sulle soluzioni sperimentali, innovative e alternative alle barriere acustiche per la mitigazione del rumore stradale si può consultare [1414]; relativamente al rumore

ferroviario si rimanda al rapporto conclusivo dell'attività A.2 della convenzione ISPRA/ARPA, citata nel capitolo 1.

### **7.1. Interventi non a carico del gestore**

Nel D.P.R. n.459/98 si precisa che per le aree non ancora edificate interessate dall'attraversamento di infrastrutture in esercizio, gli interventi per il rispetto dei limiti sono a carico del titolare della concessione edilizia rilasciata all'interno delle fasce di pertinenza. Nel D.P.R. n.142/04 si specifica che nel caso di infrastrutture stradali esistenti, gli interventi per il rispetto dei limiti sono a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, se rilasciata dopo la data di entrata in vigore del decreto. Nel caso di infrastrutture di nuova realizzazione, ampliamenti, affiancamenti o varianti, gli interventi per il rispetto dei propri limiti sono a carico del titolare della concessione edilizia o del permesso di costruire, se rilasciata dopo la data di approvazione del progetto definitivo dell'infrastruttura per la parte eccedente l'intervento di mitigazione previsto a salvaguardia di eventuali aree territoriali edificabili, necessario ad assicurare il rispetto dei limiti di immissione ad una altezza di 4 metri dal piano campagna.

## **8. Verifica dell'attuazione del piano di risanamento**

Le società e gli enti gestori devono comunicare, entro il 31 marzo di ogni anno, e comunque entro tre mesi dall'entrata in vigore del D.M.A. del 29/11/00, al MATTM, alle regioni e ai comuni competenti, anche al fine del controllo dell'applicazione delle disposizioni in materia di accantonamento delle risorse finanziarie per il risanamento (cfr. paragrafo 2):

- l'entità dei fondi accantonati annualmente e complessivamente a partire dalla data di entrata in vigore della L. n.447/95;
- lo stato di avanzamento fisico e finanziario dei singoli interventi previsti, comprensivo anche degli interventi conclusi.

### **Attenzione!**

Un piano di risanamento acustico è caratterizzato da notevole complessità per elementi intrinseci quali la molteplicità dei fattori determinanti, l'orizzonte temporale di lungo periodo e la varietà delle relazioni con altri strumenti di pianificazione e gestione.

Al fine di monitorare l'effettivo sviluppo delle azioni previste, nonché il raggiungimento di obiettivi di miglioramento delle condizioni acustiche, il piano dovrebbe prevedere strumenti e procedure di monitoraggio della sua attuazione.

Il sistema di monitoraggio del piano dovrebbe prevedere pertanto:

- la precisazione, nell'ambito delle fasi di attuazione, di obiettivi specifici e quantificabili relativamente agli indicatori individuati;
- la verifica periodica del livello di raggiungimento degli obiettivi individuati e dell'efficacia acustica dei singoli interventi, sia dal punto di vista delle soluzioni tecniche che della percezione del rumore
- la definizione di eventuali azioni integrative o correttive;
- l'elaborazione e la diffusione dei risultati del monitoraggio del piano, attraverso le comunicazioni annuali alla regione/i competente e al MATTM ai sensi dell'art.6 D.M.A. del 29/11/00, rese accessibili al pubblico anche avvalendosi delle tecnologie di telecomunicazione informatica, tramite pubblicazione sui siti web istituzionale, ai sensi del D. Lgs. 24 febbraio 1997.

## **9. Verifica acustica degli interventi di mitigazione**

Ai sensi del D.M.A. del 29/11/00, entro sei mesi dalla data di ultimazione di ogni intervento previsto nel piano di risanamento, il gestore, ivi compresi i comuni, le province e le regioni, nelle aree oggetto dello stesso piano, provvede ad eseguire rilevamenti per accertare il conseguimento degli obiettivi del risanamento e trasmette i dati relativi al comune ed alla regione o all'autorità da essa indicata.

I criteri tecnici per le verifiche strumentali (catena di misura, localizzazione punti, metodiche di analisi dei dati, ecc.) sono ampiamente descritti dalla normativa (in particolare dal D.M.A. del 16/03/98) e sono stati oggetto di alcuni approfondimenti nelle Linee Guida redatte per l'attività B.2 della convenzione ISPRA/ARPA denominate "Linee Guida per il controllo dell'efficacia delle mitigazioni acustiche delle infrastrutture di

trasporto stradali” e “Linee Guida per il controllo dell’efficacia delle mitigazioni acustiche delle infrastrutture di trasporto ferroviario”.

**Attenzione!**

Particolare importanza nella verifica dell’efficacia degli interventi di mitigazione assume l’analisi dell’incertezza dei dati.

Di norma l’incertezza deve essere determinata in ossequio alla UNI CEI ENV 13005 15ed alla UNI/TR 1132616. Per le misure di rumore ambientale può essere considerata anche la ISO 1996-2/2007.

Un’utile valutazione può essere ricavata dalle analisi effettuate nell’ambito degli studi interlaboratorio di cui all’attività A3 della convenzione ISPRA/ARPA, in premessa citati.

Richiamando le valutazioni conclusive dello studio, al cui rapporto conclusivo si rimanda per eventuali approfondimenti, si può evidenziare che la riproducibilità complessiva del metodo di misura previsto dalla normativa (al netto delle variazioni nel tempo del fenomeno sonoro) si colloca in un intervallo compreso fra 0,6 e 0,9 dB.

L’incertezza finale di ogni misura, espressa in termini di incertezza estesa con un livello di fiducia del 95%, può variare pertanto tra 1,2 e 1,8 dB, a seconda del particolare caso in esame.

Di ciò è bene che il gestore tenga conto ai fini di una corretta analisi dei risultati delle rilevazioni e di una valutazione della conformità dei livelli sonori ai valori limite a seguito degli interventi di mitigazione adottati.



## 10. Bibliografia

1. D.M.A. 29/11/00 *“Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”*.
2. Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95.
3. Direttiva 2002/49/CE del 22/06/02 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
4. D.Lgs. n. 194 del 19/08/05 *“Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”*.
5. Legge n. 448 del 23 dicembre 98 *“Misure di finanza pubblica per la stabilizzazione e lo sviluppo”*.
6. D.P.C.M. del 14/11/97 *“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”*.
7. D.P.R. n.459 del 18/11/98 *“Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”*.
8. D.P.R. n.142 del 30/03/04 *“Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n.447”*.
9. D.P.C.M. del 05/12/97 *“Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”*
10. D.M.A. del 18/03/98 *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”*.
11. Linee guida ISPRA/ARPA/APPA *“Modellistica dell'inquinamento acustico in ambito agenziale”* (in corso di pubblicazione).
12. Norma UNI/TR 11327 *“Criteri per la predisposizione dei piani d'azione destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti”*.
13. SMILE *“Guide for road traffic noise abatement”*, 2004.
14. *“Attenuazione del rumore stradale – Interventi di mitigazione sonora alla sorgente”*, Quaderni AIPCR, ISBN 978-88-905397-9-4, Roma, 2010.
15. Norma UNI CEI ENV 13005 *“Guida all'espressione dell'incertezza di misura. Versione ufficiale in lingua italiana della norma europea sperimentale ENV 13005 (edizione maggio 1999)”*.
16. Norma UNI/TR 11326 *“Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali.”*.
17. Norma ISO 1996-2/2007 *“Description and measurement of environmental noise -- Part 2: Acquisition of data pertinent to land use”*.
18. Linee Guida redatte per l'attività B2 della convenzione ISPRA/ARPA: *“Linee Guida per il controllo dell'efficacia delle mitigazioni acustiche delle infrastrutture di trasporto stradali”* e *“Linee Guida per il controllo dell'efficacia delle mitigazioni acustiche delle infrastrutture di trasporto ferroviario”*.

# Linee Guida per la predisposizione e la verifica dell'efficacia dei piani di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto lineari

---

Delibera del Consiglio Federale  
Seduta del 20 ottobre 2012 - DOC. N. 23/12

## *Appendice 1*

*Interconfronto strumentale tra le Agenzie*

## INDICE

#	INDICE
1.	INTRODUZIONE
2.	ACRONIMI E ABBREVIAZIONI
3.	OBIETTIVI e DISEGNO SPERIMENTALE
4.	SITI DI PROVA
5.	METODO DI MISURA
6.	STRUMENTAZIONE DI MISURA ED AUSILIARIA, INFORMAZIONI DI SUPPORTO
7.	MODALITÀ DELLA PROVA
8.	PARTECIPAZIONE
9.	ELABORAZIONI E VALUTAZIONI
9.1.	Le fasi della misura
9.2.	Caratterizzazione del fenomeno sonoro
9.3.	Valutazioni di interpretazione della metodologia
9.4.	Valutazioni di riproducibilità
9.5.	Valutazioni comparative
10.	RISULTATI E DISCUSSIONE
10.1.	US2010 - Tavagnacco (UD)
10.2.	ES2010 – Via Resia, Venezia Mestre (VE)
10.3.	UF2010 – Via Nao, Venezia Mestre (VE)
10.4.	EF2010 – Via Milano, San Donà di Piave (VE)
11.	CONCLUSIONI
12.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI
	Allegato 1: Protocollo dello Studio Collaborativo
	Allegato 2: Scheda raccolta risultati
	Allegato 3: Caratterizzazioni
	Allegato 4: Strumentazione utilizzata per le misure di controllo
	Allegato 5: Strutture partecipanti
	Allegato 6: Risultati sperimentali

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento riporta i risultati degli Studi Interlaboratorio denominati **US2010, ES2010, UF2010 e EF2010** “*misure di rumore per la verifica dell'efficacia degli interventi di risanamento realizzati ai sensi del DM 29/11/2000*” che si sono svolti nel mese di settembre 2010, all'interno del piano di attività convenzioni ISPA/ARPA/APPA in materia di rumore ambientale (attività A.3)

Gli Studi Interlaboratorio sono stati organizzati dal Dipartimento Provinciale di Venezia dell'Agenzia Regionale per l'Ambiente del Veneto (ARPAV) in collaborazione con ARPA Friuli Venezia Giulia (ARPAFVG); sono stati proposti come studi relativi alla misura di rumore da infrastruttura stradale e da infrastruttura ferroviaria secondo le procedure normate in conformità a quanto previsto dal DMA 16/3/98 “*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*” - Allegato C: 1. “Metodologia di misura del rumore ferroviario” e 2. “Metodologia di misura del rumore stradale”.<sup>[1]</sup>

Gli Studi si sono rivolti agli operatori delle strutture operative del Sistema delle Agenzie Italiane che sono state convocati nei giorni fissati dagli Organizzatori presso i quattro siti di misura prestabiliti (con la propria attrezzatura utilizzata nella normale attività) per effettuare la propria misura secondo un medesimo protocollo (Allegato 1). Tali studi hanno avuto dunque principalmente la natura di Studi Collaborativi (SC) con più squadre campionanti e protocollo singolo per la valutazione delle caratteristiche del metodo di misura (o esperimento di precisione [5]). Ciononostante, e con le dovute premesse, vengono qui proposte anche alcune valutazioni comparative affinché il partecipante possa comunque valutare il proprio comportamento in rapporto al panorama nazionale. Si raccomanda comunque al lettore che non è lecito trarre dalle comparazioni qui descritte valutazioni assolute della competenza dei partecipanti.

Con lo scopo di preservare l'obbligo della riservatezza al quale è vincolato l'Organizzatore, è stato cancellato qualsiasi riferimento alle squadre partecipanti che sono state indicate esclusivamente con il loro codice identificativo riservato.

## 2. ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

#	ACRONIMI e ABBREVIAZIONI
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
ARPAV	Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto
ARPAFVG	Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Friuli Venezia Giulia
ST	Servizi Territoriali
UO	Unità Operativa
SQ <sub>i</sub>	i-esima squadra partecipante allo studio interlaboratorio
SI	Studio Interlaboratorio
SC	Studio Collaborativo
PT	Studio di competenza (Proficiency Test)
L <sub>Aeq</sub>	Livello continuo equivalente di pressione sonora (DM 16/3/98)
SEL	Single Event Level (= L <sub>AE</sub> – DM 16/3/98)
L <sub>Aeq,TR</sub>	Livello continuo equivalente di pressione sonora calcolato sul Tempo di Riferimento (DM 16/3/98)
L <sub>AF(t)</sub>	Livello istantaneo di pressione sonora ponderato A con costante di tempo Fast, determinato all'istante t.
L <sub>AFmax</sub>	Livello massimo istantaneo di pressione sonora ponderato A con costante di tempo Fast
Ctrl	Controllo (misura di controllo)
CV (%)	Coefficiente di Variazione (Percentuale) (o Scarto tipo relativo RSD%)
sd	Scarto Tipo (Standard Deviation)
TQ	Tal Quale
PCA	Piano di Contenimento e Abbattimento
RRR	Ricalcolato, Riscalato spazio e Riscalato tempo

### 3. OBIETTIVI e DISEGNO SPERIMENTALE

Gli studi qui presentati si prefiggevano i seguenti obiettivi:

- a) *Sottoporre a test e ad analisi critica i protocolli di misura da applicarsi per la verifica dell'efficacia degli interventi di risanamento;*
- b) *Ottenere una stima della riproducibilità del metodo di misura normato per il rumore stradale e ferroviario (DMA 16/3/98);*
- c) *Favorire il contatto, lo scambio di idee e il confronto fra personale tecnico delle diverse Agenzie regionali che svolge attività di misura.*

Lo studio denominato US2010 è stato pianificato secondo uno schema di partecipazione simultanea di tutte le squadre per più giornate consecutive; gli studi denominati ES2010 UF2010 e UF2010, invece, hanno previsto un disegno sequenziale a 3 blocchi distinti di sei squadre ciascuno che si sono presentate in tre giorni diversi (consecutivi) nei siti di prova per effettuare un monitoraggio su un solo tempo di riferimento (notturno o diurno).

Tutti gli studi, per la stima delle variabilità, sono stati pianificati con disegno statistico a singolo livello di replicazione della misura da parte delle diverse squadre.

Data la variabilità nel tempo e nello spazio del fenomeno sonoro da valutare, gli studi hanno richiesto la stima, da parte dell'Organizzatore, di entrambe queste variazioni attraverso misure dette *di controllo* (o *caratterizzazione*) identificate con la sigla Ctrl.

Una prima serie di misure di controllo, denominata *caratterizzazione temporale della sorgente*, è stata effettuata in un unico punto di ciascun sito (punto di controllo) durante tutto il periodo nel quale si sono avvicendate le squadre partecipanti (dal 13 al 17 settembre 2010 salvo brevi intervalli per interventi manutentivi). Queste serie di misure contemporanee, per i tre studi con schema a blocchi, hanno consentito, mediante elaborazione delle differenze (*riscaldamento temporale*), il confronto dei risultati dei partecipanti anche sulla base di eventi sonori distinti.

Successivamente alle misurazioni dei partecipanti, per ciascun sito di prova, è stata realizzata la *caratterizzazione spaziale del campo sonoro*, mediante misurazioni in ciascuno dei punti di misura scelti dalle squadre partecipanti abbinate a misure nel punto di controllo eseguite in sincronia.

Tale fase ha previsto più sessioni di misura con la medesima strumentazione utilizzata per la caratterizzazione temporale.

Una volta stimata la variazione spaziale del segnale sonoro sulla scala dimensionale del sito di misura, è stato possibile riportare le misure delle squadre al medesimo punto di misurazione ovvero come se nella sorgente fosse presente la sola variazione temporale del segnale (*riscaldamento spaziale*).

Ciò ha consentito anche alcune considerazioni sulle operazioni di selezione del punto di misura (*identificazione del punto di massima esposizione*) da parte delle squadre partecipanti.

Preliminarmente alle misurazioni della caratterizzazione e successivamente alle misure dei partecipanti, è stata effettuata l'intercalibrazione degli strumenti utilizzati per le prove di caratterizzazione spaziale e temporale (1° e 2° intercalibrazione per la stima del bias strumentale; [12]). Ciò ha consentito di depurare dal bias interstrumentale i risultati delle misure di caratterizzazione spaziale, mettendo in evidenza la sola componente effettivamente dovuta alla variazione del fenomeno fisico.

#### **4. SITI DI PROVA**

Le prove interlaboratorio si riferiscono a misure finalizzate alla verifica dell'efficacia degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore generato da infrastrutture di trasporto; pertanto i siti di prova andavano ricercati fra quelli, adiacenti rispettivamente ad infrastrutture stradali e ferroviarie, per i quali i rispettivi Gestori, avessero previsto, e già completato, un intervento di risanamento nell'ambito del Piano di Contenimento ed Abbattimento del rumore (PCA) di cui al DM 29/11/2000.

Per quanto possibile i siti dovevano riguardare, per ciascun tipo di infrastruttura, una situazione urbana ed una extraurbana.

Dal punto di vista pratico e logistico poi i siti, ed i ricettori presso cui svolgere le misure, dovevano essere scelti in modo tale da garantire la possibilità di accesso ripetuto per tempi prolungati, ad un notevole numero di persone e strumenti, sia per eseguire le prove di interconfronto che per le prove di caratterizzazione delle sorgenti; per quanto possibile, infine, si doveva cercare di evitare la presenza di eccessive interferenze dovute ad attività umane e/o a fenomeni naturali in vicinanza degli strumenti di misura durante le prove.

A questo proposito va detto che la presenza di qualche interferenza nell'area circostante è un fatto comune in questo tipo di misure e la loro identificazione (e conseguente esclusione dal computo) deve essere considerata parte integrante delle prove.

Un ultimo vincolo alla selezione dei quattro siti di prova riguardava la necessità che non fossero in zone troppo distanti fra loro, in modo da consentire alle squadre partecipanti di spostarsi rapidamente da un sito all'altro e poter così concentrare in pochi giorni tutte le prove.

I siti prescelti sono descritti nel seguito per ciascuno dei quattro SC.

#### 1) Studio **US2010** (Infrastruttura stradale – ambito urbano)

Il sito è situato in ambito urbano di tipo periferico, ad edificazione non intensa (figura 1); il ricettore individuato è costituito da un'area non edificata adibita ad attività sportive e parco giochi, situata a ridosso delle infrastrutture stradali. Sono presenti in questo sito due infrastrutture stradali che scorrono parallele, costituite rispettivamente dalle sei corsie dell'autostrada A23 Udine-Tarvisio, affiancate sui due lati dalle quattro corsie della tangenziale di Udine. Le infrastrutture scorrono in rilevato rispetto al piano del ricettore; l'intervento di risanamento, realizzato poco prima delle prove di interconfronto, consiste in una barriera fono isolante che copre l'intera lunghezza dell'area individuata come ricettore.



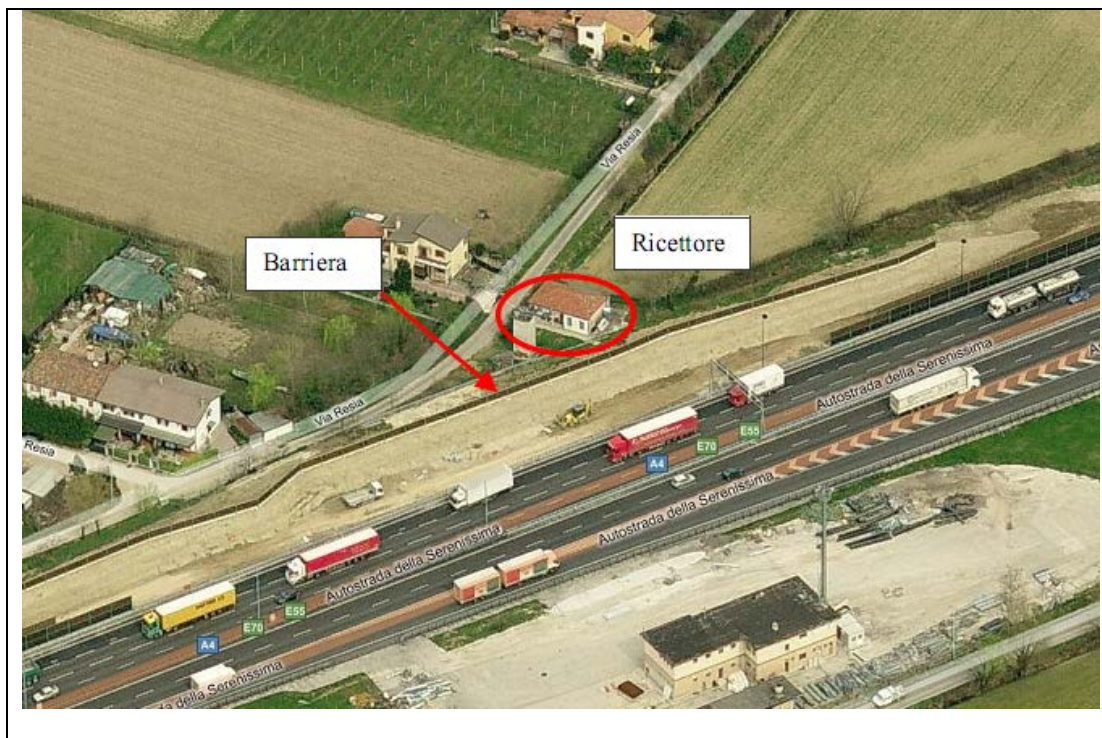
**Figura 1:** Immagine del sito di prova per lo studio US2010. Per motivi logistici è stato individuata come ricettore l'area delimitata in rosso (area verde utilizzata per attività sportive/ricreative).

#### 2) Studio **ES2010** (infrastruttura stradale – ambito extraurbano):

Il sito è dislocato in ambito tipicamente extraurbano, in una zona di campagna in prossimità di Mestre (VE), in corrispondenza dell'autostrada Venezia-Trieste (figura



2); in questo caso il ricettore è costituito da un edificio di piccole dimensioni assimilabile ad abitazione singola (attualmente disabitato), a distanza di circa 30 m. dall'infrastruttura; l'intervento di risanamento consiste nella realizzazione di terrapieni sormontati da una barriera. In questo caso l'interconfronto si è limitato alla misura di un singolo  $L_{Aeq,TR}$  notturno.



*Figura 2:* Immagine del sito di prova per lo studio ES2010 in prossimità dell'abitato di Mestre lungo l'autostrada Venezia-Trieste. Il corpo ricettore è cerchiato in rosso e la freccia indica l'intervento di risanamento (terrapieno sormontato da barriera).

### 3) Studio **UF2010** (infrastruttura ferroviaria – ambito urbano)

Il sito prescelto si trova all'interno dell'abitato di Mestre, lungo la linea ferroviaria Venezia-Trieste (figura 3) dal traffico piuttosto sostenuto (nel periodo di misura si sono registrati circa 70 transiti in periodo diurno e 6-7 transiti in periodo notturno). Il sito è caratterizzato da una situazione urbana di tipo residenziale con prevalenza di case singole con giardino, con giardini confinanti con il sedime ferroviario ed edifici abitativi che distano dallo stesso al più qualche decina di metri; l'intervento di risanamento realizzato consiste in una barriera di 4 metri di altezza. Il ricettore prescelto è costituito da una casa singola individuata tra quelle più vicine all'infrastruttura. In questo sito l'interconfronto ha riguardato la misura del  $L_{Aeq,TR}$  notturno.

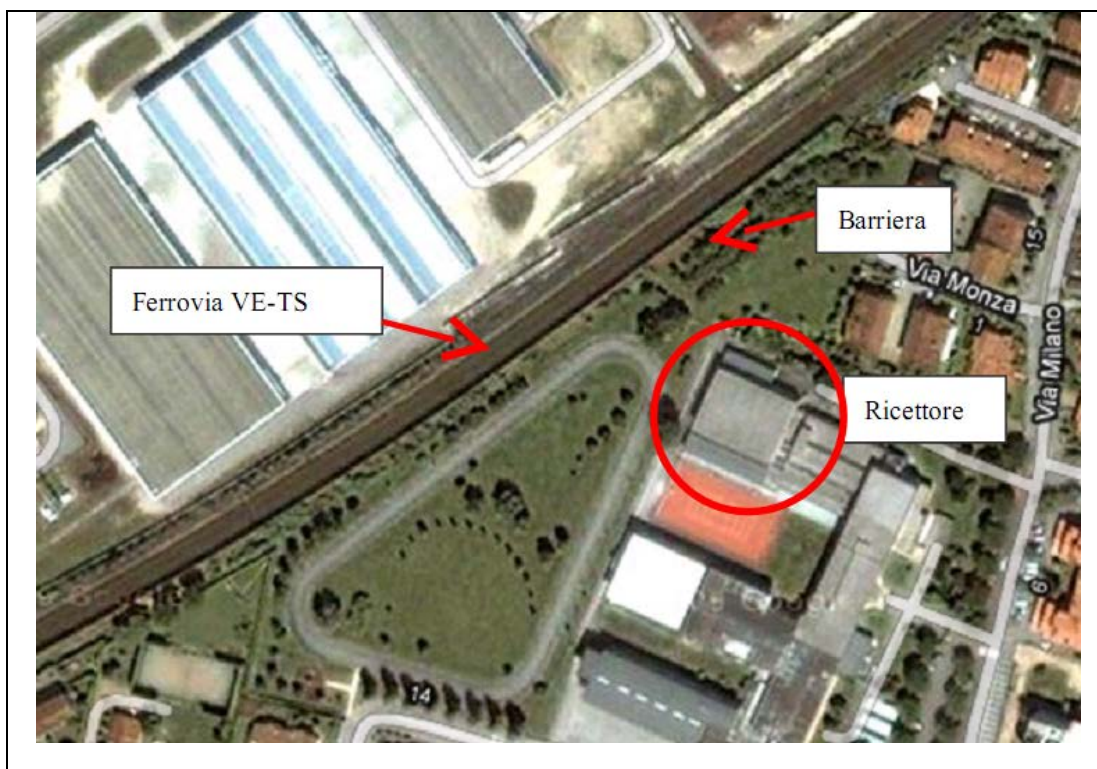


*Figura 3:* Immagine del sito di prova per lo studio UF2010 all'interno dell'abitato di Mestre. Il corpo ricettore è cerchiato in rosso e la freccia indica l'intervento di risanamento (barriera).

#### 4) Studio **EF2010** (infrastruttura ferroviaria – ambito extraurbano)

Il secondo sito ferroviario (per lo studio EF2010), pur nominalmente extraurbano, è in realtà caratterizzato da una configurazione di tipo urbano periferico, con minor presenza di edificato (figura 4); il ricettore individuato è costituito da un edificio scolastico di notevoli dimensioni; per motivi logistici e di non interferenza con le attività didattiche, ci si è limitati a considerare come ricettore l'edificio adibito a palestra, che si trova a circa 70 m dalla linea ferroviaria Venezia – Trieste, che in questo tratto scorre in rilevato. A poche centinaia di metri si trova la stazione ferroviaria di San Donà di Piave, e di conseguenza la maggior parte dei convogli transita a velocità non elevate e si trova in fase di rallentamento o di accelerazione. Anche in questo caso l'intervento di risanamento attuato consiste in una barriera di 4 metri di altezza. In questo sito, trattandosi di ricettore costituito da edificio scolastico, l'interconfronto ha riguardato la misura del  $L_{Aeq,TR}$  diurno.





**Figura 4:** Immagine del sito di prova per lo studio EF2010 nella periferia dell'abitato di San Donà di Piave (VE). Come ricettore è stato considerato l'edificio adibito a palestra (cerchiato in rosso). E' ben visibile la linea ferroviaria Venezia Trieste.

## 5. METODO DI MISURA

Gli studi qui descritti prevedevano l'effettuazione di misure acustiche mediante tecnica dell'integrazione continua, con monitoraggio non assistito; ovvero gli operatori dovevano effettuare la misura del *Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A* sul Tempo di Riferimento Diurno e/o Notturno ( $L_{Aeq,TR D}$  e  $L_{Aeq,TR N}$ ) generato rispettivamente dall'infrastruttura stradale o dall'infrastruttura ferroviaria oggetto dell'intervento di risanamento.

In particolare i principali parametri richiesti ai partecipanti sono stati rispettivamente:

1) US2010 (monitoraggio plurigiornaliero):

- Media dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  diurni, generati dall'infrastruttura stradale controllata, relativi ai tre tempi di riferimento diurni monitorati;

- Media dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  notturni, generati dall'infrastruttura stradale controllata, relativi ai quattro tempi di riferimento notturni monitorati.

(Le medie dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  dovevano essere calcolate sia come media aritmetica che come media energetica).

2) ES2010 (monitoraggio notturno):

- Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A su un tempo di riferimento notturno ( $L_{Aeq,TR N}$ ) generato dall'infrastruttura stradale.

3) UF2010 (monitoraggio notturno):

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A su un tempo di riferimento notturno ( $L_{Aeq,TR N}$ ) generato dall'infrastruttura ferroviaria.

4) EF2010 (monitoraggio diurno c/o sito sensibile -edificio scolastico):

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A su un tempo di riferimento diurno ( $L_{Aeq,TR D}$ ) generato dall'infrastruttura ferroviaria.

Per consentire anche alcune valutazioni su eventuali sviste di registrazione o analisi dei dati (*errori grossolani* o *blunders* [8] 3.4.7), è stato chiesto di fornire anche i seguenti dati:

Nel caso del monitoraggio stradale, i livelli  $L_{Aeq}$  orari e i livelli  $L_{Aeq,TR}$  dei singoli tempi di riferimento, generati dall'infrastruttura sottoposta a controllo.

Nel caso del monitoraggio ferroviario:

a) l'elenco degli eventi di transito ferroviario identificati e considerati nel calcolo del  $L_{Aeq,TR}$  con indicazione per ciascuno di essi di : orario (hh:mm:ss: di inizio evento), durata,  $L_{AE}$  ,  $L_{AFmax}$ ;

b) l'elenco degli eventi di transito ferroviario identificati ma non utilizzati per il calcolo del  $L_{Aeq,TR}$  con indicazione per ciascuno di essi di: orario (hh:mm:ss: di inizio evento), durata, motivazione dell'esclusione;

c) Nel caso fossero stati individuati eventi sonori connessi con l'attivazione di segnalazioni acustiche da parte dei convogli ferroviari in transito, è stato chiesto di fornire i livelli  $L_{Aeq,TR}$  e  $L_{AE}$  sia complessivi, che con esclusione del contributo delle segnalazioni acustiche (in realtà si è poi constatato che le segnalazioni acustiche sono estremamente sporadiche nei siti in questione e, ai fini delle successive elaborazioni, sono stati considerati esclusivamente i valori depurati dalle segnalazioni sonore).

Infine tutti i risultati dovevano essere forniti in dB(A), con arrotondamento alla prima cifra decimale (anziché a 0,5 dB come previsto dal DMA 16/3/98) e ogni partecipante doveva indicare l'incertezza attribuita ai parametri misurati, in termini di incertezza estesa con fattore di copertura 2.

La metodica seguita per la misurazione negli studi di rumore ferroviario, **UF2010** e **EF2010**, è normata da [1] Allegato C 1. *“Metodologia di misura del rumore ferroviario”*.

Le principali condizioni poste dalla metodica sono:

Per le attività in campo:

1. *“Le misure devono essere eseguite in condizioni di normale circolazione del traffico ferroviario e nelle condizioni meteorologiche di cui al punto 7 dell'allegato B” (vedi DMA 16/3/98)*.
2. *“Il microfono, dotato di cuffia antivento ed orientato verso la sorgente del rumore, deve essere posto ad una distanza di 1 m dalle facciate di edifici esposti ai livelli sonori più elevati e ad una quota da terra pari a 4 m”*.
3. *“Il misuratore di livello sonoro deve essere predisposto per l'acquisizione dei livelli di pressione sonora con costante di tempo “Fast” e consentire la determinazione dell'orario di inizio, del valore del livello di esposizione sonora  $L_{AE}$  e del profilo temporale  $L_{AF}(t)$  dei singoli transiti dei convogli”*.
4. *“Il tempo di misura  $TM$  deve essere non inferiore a 24 ore”*.

Per l'attività di elaborazione:

1. *“Sulla base dell'orario in cui si è verificato l'evento e dall'esame dei profili temporali devono essere individuati gli eventi sonori non attribuibili al transito dei treni oppure caratterizzati da fenomeni accidentali”*.
2. *“Per una corretta determinazione dei livelli di esposizione, occorre che i valori di  $L_{AFmax}$  siano almeno 10 dB(A) superiori al livello sonoro residuo”*.
3. *“I valori di  $L_{AE}$  corrispondenti a transiti di convogli ferroviari invalidati da eventi eccezionali devono essere sostituiti dal valore medio aritmetico di  $L_{AE}$  calcolato su tutti i restanti transiti.”*
4. *“Ai fini della validità del valore di  $L_{Aeq,TR}$  il numero di transiti di convogli ferroviari invalidati da altri fenomeni rumorosi, non deve superare il 10% del numero di transiti  $n$ .*
5. *“Qualora il rumore residuo non consenta la corretta determinazione dei valori di  $L_{AE}$  nel punto di misurazione, ovvero se il numero di transiti invalidati è superiore al 10% del numero totale  $n$ , si deve applicare una metodologia basata sulla misurazione in un punto di riferimento PR posto in prossimità*

*dell'infrastruttura ferroviaria e in condizioni di campo sonoro libero....”  
(Metodo indiretto).*

La metodica seguita per la misurazione negli studi di rumore stradale, **US2010** e **ES2010**, è normata da [1] Allegato C 2. “*Metodologia di misura del rumore stradale*”.

Le condizioni poste sono:

Per le attività in campo

1. *“Essendo il traffico stradale un fenomeno avente carattere di casualità o pseudocasualità, il monitoraggio del rumore da esso prodotto deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad una settimana.”*
2. *“In tale periodo deve essere rilevato il livello continuo equivalente ponderato “A” per ogni ora su tutto l'arco delle ventiquattro ore.”*
3. *“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.”*

Per l'attività di elaborazione:

*“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.”*

Ad integrazione di quanto specificato nella norma di riferimento, ed a chiarimento di quanto non esplicitamente ivi prescritto, si sono date le seguenti ulteriori indicazioni ai partecipanti:

- a. il microfono deve essere posizionato nel punto-ricettore, rispondente ai requisiti stabiliti dalla norma, nel quale il livello sonoro prodotto dall'infrastruttura sottoposta a controllo è massimo.*
- b. fermo restando che in via generale, in caso di ricettore edificato, l'altezza della capsula microfonica rispetto al suolo deve essere pari a 4 metri, nel caso di ricettore non edificato o di ricettore costituito da un edificio la cui altezza sia inferiore a 4 metri, l'altezza del microfono dal suolo deve essere pari a 1,5 m.*

*c. per lo studio interlaboratorio UF2010, deve essere utilizzate il metodo di valutazione diretto, anche nell'eventualità che la frazione di transiti invalidati ecceda il 10 %.*

Inoltre per motivi organizzativi, dovendo limitare le prove ad un numero di Tempi di Riferimento inferiore a quello previsto dalle norme, le prove sul campo hanno avuto durate inferiori a quelle prescritte dalle metodiche di riferimento.

## **6. STRUMENTAZIONE DI MISURA ED AUSILIARIA, INFORMAZIONI DI SUPPORTO**

La catena strumentale utilizzata dalle squadre è quella normalmente utilizzata nella loro attività di monitoraggio (vedi allegato 7) i cui requisiti sono quelli indicati nel DMA 16/3/98.

La catena strumentale doveva essere stata sottoposta a verifica della taratura, con esito positivo, presso un centro di taratura accreditato SIT o equivalente, da non più di due anni alla data delle prove.

Ogni squadra, come previsto dalla norma di riferimento, doveva verificare, prima e dopo ogni sessione di misura, il corretto funzionamento della catena strumentale. Ciò doveva essere fatto autonomamente da ciascuna squadra, mediante il proprio calibratore in dotazione, rispondente ai requisiti della classe I ed anch'esso sottoposto a verifica della taratura presso un centro accreditato SIT o equivalente, da non più di due anni alla data delle prove.

Nello studio era consentito l'utilizzo di ausili, quali registrazioni audio, video, effettuazione di periodi di misura assistita o altro, per l'identificazione dei diversi eventi sonori, ai fini della loro quantificazione per la determinazione del livello sonoro da attribuirsi alle specifiche sorgenti controllate; ciò a condizione che ciascuna squadra vi provvedesse autonomamente senza interferire con l'attività delle altre squadre e che nella fase di elaborazione dei dati si evitasse la condivisione delle informazioni così raccolte con altre squadre partecipanti. Alcune informazioni relative agli orari di particolari attività presenti nelle aree circostanti i siti di misura, nonché le informazioni meteorologiche e quelle relative agli orari di transito dei convogli ferroviari, così come fornite dalla società RFI, sono state messe a disposizione di tutti i partecipanti a cura degli organizzatori. I dati meteorologici per i diversi siti di misura (temperatura ed umidità relativa dell'aria, direzione e velocità del vento, precipitazioni, pressione barometrica), sono stati rilevati a cura dell'organizzatore e forniti a tutti i partecipanti.

La strumentazione utilizzata per le misure di controllo è composta da quattro distinte catene strumentali (vedi allegato 4). Tali strumenti sono dello stesso tipo di quelli impiegati dalle squadre e, dal punto di vista strettamente strumentale, non forniscono dati più precisi o più attendibili rispetto a quelli forniti dalle catene strumentali delle squadre partecipanti. Pertanto il dato fornito dallo strumento di controllo non può essere utilizzato come valore di riferimento per la valutazione assoluta della competenza delle squadre partecipanti.

Tuttavia, dal punto di vista della correttezza nella fase di elaborazione dei dati, il dato di controllo ha maggiore attendibilità in quanto è supportato da specifici controlli messi in atto dagli organizzatori sia per l'identificazione e la stima di eventuali bias fra gli strumenti di controllo (mediante intercalibrazione iniziale, vedi paragrafo 9.2) che per garantire l'identificazione certa degli eventi (ciò in particolare per il rumore ferroviario, in misura minore per il rumore stradale).

Ai fini dell'utilizzo dei dati di controllo per il riscaldamento temporale (per gli studi UF2010, EF2010 e ES2010) e per la caratterizzazione spaziale dei siti, le misure di controllo possono essere considerate come un valido riferimento, se si considera che:

- la parte preponderante dell'incertezza strumentale fonometrica è dovuta a bias strumentali sistematici, mentre la componente di ripetibilità è trascurabile.
- ai fini del riscaldamento temporale e spaziale si utilizzano differenze fra misure eseguite in tempi diversi dal medesimo strumento (del quale si verifica nel corso delle misure la stabilità mediante controllo di calibrazione) o differenze fra misure eseguite contemporaneamente da due o più strumenti diversi, dei quali è stato valutato a parte il rispettivo bias interstrumentale, che viene poi sottratto.

Pertanto l'incertezza attribuibile ai termini di riscaldamento ricavati dalle suddette misure è sensibilmente inferiore a quella di una singola misura fonometrica, e ciò permette di utilizzare tali termini per ottenere, a partire dai risultati forniti dai partecipanti, valori riscalati nel tempo e nello spazio consistenti.



## 7. MODALITÀ DELLE PROVE

Tutti gli SC hanno previsto che ogni squadra partecipante, prima di effettuare la propria misurazione, potesse accedere privatamente al sito di prova per la scelta del punto di installazione della propria strumentazione. Tale scelta doveva essere effettuata avendo come obiettivo l'individuazione del punto di massima esposizione fra quelli rispondenti ai criteri normativi. Per evitare influenze reciproche nell'individuazione del punto di misura, la posizione prescelta veniva comunicata all'organizzatore senza che ne venissero portati a conoscenza gli altri partecipanti, e solo una volta completata la scelta da parte di tutte le squadre si procedeva alle operazioni di posizionamento delle catene strumentali.

Ciascun partecipante doveva posizionare il microfono nella posizione prescelta dell'area messa a disposizione per la misura, secondo i propri usuali criteri ed effettuare la misura e l'elaborazione dei dati secondo le procedure usualmente impiegate (in conformità alla norma di riferimento ed alle specifiche indicazioni fornite dall'organizzatore).

Per quanto riguarda lo studio US2010, le misure si sono svolte contemporaneamente per tutte le squadre partecipanti dal lunedì 13/09/10 al venerdì 17/09/10, per un totale di 4 tempi di riferimento notturni e 3 tempi di riferimento diurni completi (una parte dell'ultima notte e l'ultimo giorno sono stati interessati da fenomeni atmosferici incompatibili con l'effettuazione di misure a norma del DM 16/3/98).

Come già accennato, data la limitatezza delle aree di prova, per gli studi a monitoraggio giornaliero (UF2010, EF2010, ES2010), è stato necessario suddividere i partecipanti in tre gruppi di sei squadre ciascuno, per consentire a tutti un sufficiente grado di precisione del posizionamento della strumentazione rispetto al punto scelto. I tre gruppi si sono dunque avvicendati a rotazione nei tre siti nei tre giorni consecutivi 14/09/10, 15/09/10 e 16/09/10. Tali prove hanno perciò riguardato la misura di del livello  $L_{Aeq,TR}$  generato dalla specifica infrastruttura sottoposta a controllo per un solo tempo di riferimento, notturno o diurno secondo i casi.

Nel caso dello studio EF2010 (ricettore di tipo scolastico), considerati i livelli relativamente bassi di rumore ferroviario e la conseguente possibilità di confondimento di eventi di transito con rumore di fondo, gli organizzatori hanno provveduto a rilevare gli effettivi transiti ferroviari mediante ulteriori misure fonometriche in continuo in due posizioni, a valle e a monte del sito di misura, con postazioni microfoniche situate a ridosso della linea ferroviaria; ciò al fine di garantire l'esatta individuazione dei transiti ferroviari e quindi l'attendibilità delle misure di controllo (i relativi dati non sono stati forniti ai partecipanti). Una delle suddette

postazioni di monitoraggio è stata predisposta in modo da poter essere utilizzata anche come punto di riferimento, nel caso si ravvisasse, da parte di qualcuno dei partecipanti, la necessità di effettuare la valutazione del  $L_{Aeq,TR}$  con metodo indiretto: in tal caso, i dati relativi ai livelli  $L_{AE}$  dei transiti ferroviari rilevati in questa posizione sarebbero stati forniti ai partecipanti che ne avessero fatto richiesta, dichiarando l'intenzione di impiegare il metodo indiretto; nessuno dei partecipanti tuttavia ha ritenuto di avvalersene.

A ciascuna squadra è stata fornita, dopo la conclusione delle prove, una scheda di raccolta dati, appositamente predisposta dall'Organizzatore, sulla quale registrare autonomamente gli estremi completi della misurazione effettuata (Allegato 2).

A distanza di circa un mese dalla consegna dei risultati a ciascun partecipante è stata fornita una scheda da restituire all'Organizzatore con le informazioni riguardanti le modalità di effettuazione della propria misurazione.

A conclusione dello studio, ad ogni partecipante, è stato assegnato un codice identificativo riservato con il quale valutare i propri risultati riportati nel presente Rapporto.

## **8. PARTECIPAZIONE**

Gli SC si sono rivolti ai laboratori delle Agenzie Regionali per l'ambiente e di ISPRA, che svolgono attività di misure acustiche ambientali con il vincolo di partecipazione alla totalità degli studi.

Tutte le 18 squadre che hanno aderito (vedi Allegato 5) hanno portato a termine la prova entro i termini stabiliti con le sole esclusioni della squadra SQ4 per lo studio UF2010 per danni imprevisti alla strumentazione e della squadra SQ11 che, per quanto riguarda lo studio US2010, ha potuto fornire solo una parte dei dati (riferiti solo alla prima giornata di misura) a causa di un malfunzionamento della catena strumentale.

Per quanto riguarda lo studio EF2010, la squadra SQ13 ha dovuto ripetere le prove in una diversa sessione, poiché in quella in cui era stata inizialmente inserita è fallita la registrazione dei dati nella memoria del fonometro; la squadra ha dovuto quindi svolgere la prova utilizzando una catena strumentale (sempre conforme ai requisiti previsti dalla norma di riferimento), messa a disposizione dagli organizzatori, essendo la propria impegnata contemporaneamente in una sessione di prova presso un altro sito.

## 9. ELABORAZIONE E VALUTAZIONI

In relazione agli scopi prefissati dai presenti studi, vengono qui proposte due categorie di valutazioni distinte: quelle che riguardano la metodologia, nei vari step della filiera analitica, e quelle che riguardano il risultato numerico fornito dagli studi e dalla squadra partecipante.

Per entrambe le categorie vengono qui proposte sia valutazioni generali della metodologia -analisi critica e stima riproducibilità- che comparative – interpretazione della metodologia e risultato fornito dal partecipante.

### 9.1. Le fasi della misura

La misura di rumore, come già accennato, è suddivisa in due fasi distinte: una prima fase di campo nella quale le squadre partecipanti registrano i dati elementari dei parametri acustici che caratterizzano il fenomeno sonoro osservato, ed una seconda fase di elaborazione numerica in laboratorio del “campione” acustico così prelevato.

Dunque una prima suddivisione della dispersione totale dei risultati può essere effettuata sulla base di queste due macrofasi.

La fase di campo vede a sua volta contributi alla variabilità dei risultati che provengono da due fasi peculiari: il posizionamento dello strumento (interpretazione della procedura e interpretazione del protocollo), e la strumentazione utilizzata (ripetibilità, bias strumentale, calibrazione, il tipo di capsula microfonica ed il suo orientamento, influenza dei parametri climatici).

La fase di laboratorio vede come fonti che contribuiscono alla dispersione dei risultati le operazioni connesse alla manipolazione del segnale “prelevato” nella fase di campo. Anche in questa fase si possono distinguere più operazioni elementari che apportano un loro contributo alla dispersione e che sono:

Per quanto riguarda il rumore ferroviario: identificazione dei transiti, modalità di estrazione del valore  $L_{AE}$  dei singoli transiti, identificazione dei transiti da utilizzare o da invalidare, trattamento dei transiti invalidati, elaborazione e utilizzo dell’algoritmo per il calcolo del  $L_{Aeq,TR}$ , digitazioni e compilazione documenti.

Per quanto riguarda invece il rumore stradale: identificazione e mascheramento di eventi interferenti, eliminazione di periodi con condizioni meteo non compatibili con le misure, trattamento dei periodi di misura scartati per presenza di sorgenti interferenti o condizioni meteo avverse, utilizzo degli algoritmi per il calcolo dei  $L_{Aeq}$  orari,  $L_{Aeq,TR}$  e medie di  $L_{Aeq,TR}$  su più giorni, digitazioni e compilazione documenti.

Dunque per il diverso schema di partecipazione, simultaneo per US2010 e simultaneo a blocchi per gli altri tre, e le diverse modalità di elaborazione del segnale “ferroviario” e “stradale” gli studi hanno richiesto modalità distinte di elaborazione dei risultati.

## **9.2. Caratterizzazione del fenomeno sonoro**

Le misure di controllo contemporaneo per la caratterizzazione temporale del fenomeno sonoro, sono state ottenute con le medesime procedure che dovevano essere seguite dalle squadre partecipanti nel corso degli studi (anche se, necessariamente, con l'utilizzo di posizioni microfoniche non strettamente conformi al dettato normativo). Nel caso del rumore ferroviario, si è avuto cura di garantire l'esatta identificazione dei transiti; ciò non ha richiesto particolari accorgimenti nel caso dello studio UF2010, mentre per lo studio EF2010 è stato ottenuto mediante misure aggiuntive in parallelo, a bordo ferrovia.

Per il calcolo del livello  $L_{Aeq,TR}$  della misura di controllo, nei due casi, l'organizzatore ha operato considerando come livello  $L_{AE}$  del singolo transito quello determinato come SEL calcolato sull'intero evento sonoro così come individuabile dal tracciato della time history; ciò in quanto questa modalità fornisce una valutazione più accurata del contenuto energetico dell'evento sonoro considerato, rispetto alla modalità comunemente impiegata, che prevede la stima del SEL mediante estrazione della sola porzione dell'evento sonoro che supera il livello massimo per meno 10 dB. A partire dai livelli  $L_{AE}$  così determinati, il calcolo del livello  $L_{Aeq,TR}$  delle misure di controllo è stato calcolato in base agli algoritmi forniti dalla norma di riferimento, utilizzando un foglio di calcolo interno validato.

Per gli studi US2010 ed ES2010, nella fase di elaborazione delle misure di controllo è stata effettuata una accurata analisi del tracciato e dello spettro sonoro, a fine di individuare tutti gli eventi sonori non correlati all'infrastruttura controllata, che sono stati esclusi dal calcolo dei livelli  $L_{Aeq}$  orari e  $L_{Aeq,TR}$ . In questo caso la misura di controllo ha comunque un livello di affidabilità minore rispetto a quanto avviene nel caso del rumore ferroviario; la selezione degli eventi da scartare è basata infatti su valutazioni soggettive del personale incaricato (pur spesso supportate da informazioni di varia provenienza) e non su dati oggettivi.

Per le misure di caratterizzazione spaziale si sono utilizzate due catene strumentali: per la prima catena strumentale la capsula microfonica è stata posta in posizione fissa, coincidente con la posizione microfonica della misura di controllo utilizzata per la caratterizzazione temporale; per la seconda catena strumentale la capsula

microfonica veniva posizionata in sequenza, nelle diverse posizioni utilizzate dalle squadre partecipanti per le prove.

Per i siti ES2010 e US2010 (rumore stradale) per ogni coppia di posizioni microfoniche veniva eseguita una misura assistita della durata di circa 15 minuti, con annotazione di tutti gli eventi non connessi con la rumorosità prodotta dalla specifica infrastruttura e successivo mascheramento degli stessi su entrambe le misure; si otteneva così per ciascuna coppia di posizioni controllo-squadra una coppia di valori di  $L_{Aeq}$  la cui differenza, una volta sottratto il bias interstrumentale, ipotizzato costante nel tempo, fornisce il termine di riscaldamento spaziale da applicare (come termine additivo) al risultato fornito dal partecipante per “riportarlo” alla posizione di controllo.

Per i siti EF2010 e UF2010 (rumore ferroviario), invece, per ogni coppia di posizioni microfoniche è stato eseguito un monitoraggio prolungato in modo da rilevare un numero sufficientemente elevato di transiti certi e non disturbati da fenomeni interferenti (almeno 20). Per ciascuno di questi transiti è stato determinato il valore  $L_{AE}$  rilevato nelle due posizioni; il termine di riscaldamento da applicare veniva identificato in questo caso con la media aritmetica delle differenze fra i livelli  $L_{AE}$  rilevati sul medesimo transito nelle due posizioni, una volta sottratto anche in questo caso il bias interstrumentale.

Nella pratica, per abbreviare i tempi, sono stati utilizzati tre strumenti: uno nella posizione di controllo e gli altri due, contemporaneamente, in due posizioni fra quelle scelte dalle squadre partecipanti. Inoltre, per gli studi ES2010, UF2010 ed EF2010, i termini di riscaldamento di alcune squadre non sono stati misurati direttamente, ma sono stati ricavati per interpolazione lineare da quelli più vicini misurati (si tratta comunque sempre di casi in cui le posizioni erano molto vicine, ovvero a distanza inferiore ad un metro l'una dall'altra).

Nel caso dello studio US2010, è stata accertata una variazione nel tempo dei termini di riscaldamento spaziale, in particolare fra le fasi diurne e notturne. Considerata la notevole distanza (diverse decine di metri) fra le posizioni scelte dai partecipanti, si è ritenuto verosimile che i termini di riscaldamento spaziale fossero variati nel tempo in dipendenza dai cicli nittimerali delle condizioni meteo climatiche ed in particolare con la variazione delle condizioni di stabilità atmosferica in prossimità del suolo.

Si è pertanto proceduto alla stima degli andamenti temporali dei termini di riscaldamento spaziale procedendo nel modo seguente: si è considerato un intervallo orario della fase di prova, nel quale i parametri meteorologici avessero le medesime caratteristiche che si erano verificate nel corso delle misure di caratterizzazione spaziale e nel quale non vi fossero eventi interferenti (questo intervallo è stato

identificato con l'intervallo dalle ore 11 alle ore 12 del secondo periodo diurno monitorato, il 15 settembre); applicando al dato fornito da ciascuna squadra, per questo intervallo orario, il termine di riscaldamento fisso derivante dalle misure di caratterizzazione (considerato valido per questa fascia oraria), si ricava un valore che differisce dal dato relativo alla medesima fascia oraria fornito dallo strumento di controllo di una quantità che possiamo interpretare come bias fra lo strumento di controllo e lo strumento della squadra (e che possiamo ipotizzare, in prima approssimazione, costante). Sottraendo questo bias alla misura fornita dalla squadra per l'ora di riferimento si ottiene così il valore che avrebbe misurato lo strumento di controllo se fosse stato posizionato nel punto scelto dalla squadra. Ipotizzando che per il rimanente periodo del monitoraggio né lo strumento di controllo né lo strumento della squadra abbiano risentito di eventi interferenti, ora per ora la differenza fra la misura di controllo e la misura della squadra, depurata del bias interstrumentale così determinato, deve fornire il termine di riscaldamento spaziale della squadra valevole per quella fascia oraria. L'ipotesi di assenza di eventi interferenti è stata valutata sia esaminando attentamente l'andamento (sia in livello che in frequenza) delle misure di controllo, sia verificando la coerenza degli andamenti dei livelli orari forniti dalle diverse squadre. Eliminando i tracciati che presentavano evidenti anomalie, si sono individuate un certo numero di squadre con andamenti molto coerenti che si concentravano in due gruppi, che risultavano ben distinti in base alla maggiore o minore distanza della posizione scelta rispetto all'infrastruttura; si sono quindi individuati due andamenti tipici nel tempo del termine di riscaldamento spaziale applicabili rispettivamente a posizioni "vicine" e "lontane", identificati numericamente con i valori medi di riscaldamento delle squadre selezionate dei due gruppi. Ciò è stato possibile solo per una parte del periodo di monitoraggio (la prima notte, parte del primo e del secondo giorno) in quanto negli altri periodi vi era presenza massiccia di fenomeni interferenti; ai fini del calcolo dei valori riscaldati, l'andamento ricavato è stato comunque estrapolato all'intero periodo di monitoraggio.

La variazione nel tempo dei termini di riscaldamento spaziale comporta l'impossibilità di un riscaldamento spaziale dei valori  $L_{Aeq,TR}$  giornalieri dichiarati dai partecipanti a favore del riscaldamento dei dati orari; si è quindi dovuto procedere al ricalcolo dei valori  $L_{Aeq,TR}$  da questi valori orari riscaldati.

Le prove di intercalibrazione delle catene strumentali impiegate per le misure di caratterizzazione spaziale e temporale si sono svolte in un sito diverso dai siti di prova degli SC, in vicinanza di una infrastruttura autostradale. E' stata eseguita una serie di misure di breve durata (circa 10 minuti), in parallelo con tutte le catene strumentali da testare, posizionando le capsule microfoniche alla medesima altezza

dal suolo e a breve distanza una dall'altra (poche decine di centimetri). Le misure sono state eseguite in modalità assistita, con annotazione e successiva eliminazione da tutte le misure degli eventi sonori non connessi all'infrastruttura fonte di rumore. Fra una misura e la successiva venivano scambiate le posizioni dei microfoni, in modo da poter depurare la componente della differenza fra i Livelli  $L_{Aeq}$  misurati dai due strumento dalla componente dovuta alla variazione nello spazio del campo sonoro.

L'applicazione dei bias strumentali così determinati ai risultati di caratterizzazione spaziale si basa sull'ipotesi di costanza nel tempo di tali bias, ipotesi avvalorata dalla stabilità riscontrata nelle verifiche di calibrazione eseguite sulle catene strumentali durante l'intero periodo delle prove di interconfronto. Una successiva ulteriore ipotesi che è stata necessaria riguarda la costanza del bias con il livello misurato.

Riassumendo è stato ipotizzato che l'eventuale bias strumentale degli strumenti di controllo sia composto del solo offset e che questo si sia mantenuto costante nel tempo.

Tutte le misure di intercalibrazione e di caratterizzazione sono state eseguite mediante microfoni del tipo ad incidenza casuale orientati in direzione verticale e muniti di cuffia antivento.

Tutte le elaborazioni sui dati fonometrici registrati nelle misure di controllo e di caratterizzazione spaziale, sono state eseguite mediante impiego del software commerciale Noise and Vibration Works, ad eccezione dei calcoli relativi a differenze o medie sui parametri acustici risultanti, per le quali si sono utilizzati fogli di calcolo.

I risultati delle intercalibrazioni, delle misure di controllo e delle caratterizzazioni sono riportati in appendice (Allegato 3).

### **9.3. Valutazioni sull'interpretazione della metodologia**

Con riferimento alla corretta interpretazione della metodologia di misura, considerato che sostanzialmente tutte le squadre hanno operato in conformità per quanto riguarda i requisiti della strumentazione, le calibrazioni e le modalità operative, le valutazioni si sono soffermate su tre punti:

1 - Verifica della corretta identificazione degli eventi da utilizzare o da eliminare dal calcolo del  $L_{Aeq,TR}$ : questa verifica è stata possibile in modo preciso per il rumore ferroviario, data l'accurata conoscenza dei transiti effettivi e di quelli identificati dai partecipanti; per il rumore stradale invece è stata fatta solo una valutazione comparativa in base alle percentuali di tempo di misura effettivamente utilizzate per il calcolo.

2 - Verifica della corretta applicazione degli algoritmi di calcolo per la determinazione dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  a partire dai dati elementari ( $L_{AE}$  ferroviari e  $L_{Aeq}$  orari stradali): la verifica è stata eseguita applicando il corretto algoritmo di calcolo rispettivamente per gli studi sul rumore ferroviario ai valori  $L_{AE}$  dei singoli transiti dichiarati dai partecipanti, per il rumore stradale ai livelli  $L_{Aeq}$  orari dichiarati dai partecipanti. Visto che i dati elementari sono stati forniti nella forma arrotondata ad una cifra decimale, il ricalcolo dai dati così arrotondati può comportare degli scarti dal valore di  $L_{Aeq,TR}$  dichiarato. Per questo motivo il dato dichiarato e il dato ricalcolato vengono considerati compatibili fra loro qualora la differenza non sia superiore ai 0,2 dB.

3 – Valutazioni della capacità di identificazione del punto di massimo. Il contributo alla dispersione dei risultati che proviene dalla scelta della posizione di misura, quando questa comporti differenze nei valori rilevati tali da ampliare in modo significativo l'intervallo di incertezza, deve essere considerato come un errore di misura; infatti la corretta posizione di misura è quella in cui il livello sonoro assume il valore massimo e dunque una scelta di posizionamento che comporti una elevata differenza del livello misurato rispetto al punto di massimo deve considerarsi errata. Per questo motivo si è ritenuto opportuno, in particolare per i due studi nei quali le possibilità di scelta della posizione erano più ampie e conseguentemente vi era maggiore possibilità di commettere errori di questo tipo (ossia US2010 e UF2010), di esprimere anche una valutazione delle prestazioni delle squadre rispetto a questo aspetto.

E' bene premettere che per la scelta del punto di misura le squadre avevano a loro disposizione un tempo piuttosto esiguo e per questo motivo eventuali valutazioni sulla capacità di individuazione devono essere considerate puramente indicative. Tuttavia si deve anche tener presente che nell'ordinaria operatività, difficilmente una misura può essere preceduta da uno studio accurato della distribuzione spaziale del campo sonoro quale quella effettuata in occasione degli studi interlaboratorio in oggetto; pertanto, pur con maggior tempo a disposizione, nella maggior parte dei casi pratici l'individuazione della posizione di massimo avviene comunque sulla base di considerazioni di tipo empirico e soggettivo quali quelle messe in opera dalle squadre nel corso delle prove interlaboratorio (osservazione diretta e "uditiva" del sito, considerazioni teoriche approssimative, misure di screening veloci e imprecise),

Per la valutazione della capacità di identificazione del punto di massimo è stato utilizzato un indice simile allo z-score (Tabella 1), nel quale al numeratore è stata utilizzata la differenza fra i livelli nel punto di massimo e nel punto di posizionamento scelto dalla squadra partecipante (determinati in fase di caratterizzazione spaziale), ed al denominatore una deviazione standard assegnata, il cui valore è stato scelto



assumendo come criterio di accettabilità dell'errore di posizionamento, la condizione che il suddetto errore non debba comportare un incremento significativo dell'incertezza di misura; tenuto conto che l'incertezza di misura, considerati tutti i fattori strumentali e non strumentali, è valutabile in 0,6-0,8 dB (come anche emerge dai risultati del presente studio), è stato scelto come valore della deviazione standard assegnata 0,5 dB, valore che garantisce che l'errore aggiuntivo dovuto all'errato posizionamento comporti un incremento all'incertezza complessiva di misura non superiore a qualche decimo di dB,

L'indice di valutazione così definito non può che assumere valori positivi esprimendo esso una differenza da un punto di massimo.

**Tabella 1:** Espressione dell'indice di score utilizzato per la valutazione del posizionamento selezionato dalla squadra partecipante *i*-esima per gli studi US2010 e UF2010.

$$z_{pos\_i} = \frac{D_{pos\_i}}{\hat{\sigma}_{pos}}$$

$D_{pos\_i}$  = differenza fra livelli nel punto di massima esposizione e nel punto scelto dalla squadra *i* esima così come determinati nella fase di caratterizzazione spaziale ( $L_{MAX} - L_i$ ).

$\hat{\sigma}_{pos}$  = scarto tipo assegnato di posizionamento, posto pari a 0,5 dB

Al di là della specifica scelta effettuata in merito al valore della deviazione standard assegnata, che è certamente affetta da un certo grado di arbitrarietà e può comunque essere soggetta a critiche o revisioni, si deve comunque considerare che una scelta di posizionamento che comporti un errore di misura, rispetto al massimo, di entità superiore ad una deviazione standard assegnata correttamente definita, dovrebbe essere considerata come un errore di applicazione della procedura di misura.

#### **9.4. Valutazioni della precisione di riproducibilità**

Al fine di stimare la riproducibilità del metodo di misura, si può ipotizzare che i principali contributi alla dispersione complessiva provengano dalle seguenti fonti:

- variazioni nel tempo del fenomeno da monitorare. Considerato l'esiguo numero di tempi di riferimento considerati nelle prove, gli interconfronti non si prestano ad una valutazione di questa componente.
- scelta della posizione microfonica. Il problema degli errori di misura dovuti al non corretto posizionamento della strumentazione rispetto al punto di massimo è stato già trattato. Si richiama qui l'attenzione sul fatto che, al di là di veri e propri "errori di posizionamento", una certa imprecisione nella individuazione del punto di massimo con conseguente contributo alla dispersione dei risultati, deve essere considerata

fisiologica al metodo di misura, e pertanto va considerata come fattore che fornisce un contributo alla riproducibilità complessiva del metodo di misura.

- manipolazione ed elaborazione dei dati. La seconda fase della misura acustica consiste in una elaborazione, che viene svolta a tavolino, nella quale dai dati registrati in continuo in fase di misura si estraggono i parametri acustici di interesse. L'estrazione dei suddetti parametri comporta, nel caso del rumore ferroviario, la necessità di identificare e valutare ciascun evento sonoro determinato da transito ferroviario, applicando poi l'algoritmo di calcolo definito dal DM 16 marzo 98; nel caso del rumore stradale, invece, si procede direttamente alla determinazione dei livelli  $L_{Aeq}$  orari e dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  dei singoli periodi di riferimento, ma deve comunque essere identificato e sottratto il contributo degli eventuali eventi sonori generati da sorgenti diverse dall'infrastruttura oggetto del controllo. Il procedimento di identificazione degli eventi da considerare o da sottrarre, e le modalità seguite per la manipolazione di questi dati (per es. le modalità di calcolo del livello  $L_{AE}$  dei singoli transiti ferroviari) possono introdurre una quota di variabilità nei risultati, anche al di là degli eventuali veri e propri errori di procedura che pure si possono verificare (errori grossolani).

- strumentazione di misura (calibratore e misuratore di livello sonoro [7]). Che contribuiranno con effetti sia sistematici (bias) che casuali dovuti a numerosi fattori (vedi [7] punto 5); fra queste si segnalano la linearità, le variazioni delle condizioni climatiche, il tipo di capsula microfonica impiegata e l'orientamento della stessa.

Con lo scopo di addivenire ad una stima dei diversi fattori di dispersione sopra identificati, si è proceduto nel modo seguente: i dati forniti dai partecipanti sono stati sottoposti ad un processo di verifica per individuare eventuali errori di applicazione delle procedure di calcolo previste dalle norme di riferimento. Per quanto riguarda i dati di rumore ferroviario, ciò ha comportato in primo luogo la verifica della corretta individuazione dei transiti ferroviari, in secondo luogo una fase di ricalcolo dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  a partire dai singoli dati di  $L_{AE}$  forniti dai partecipanti. Alcune evidenti incongruenze nell'identificazione degli eventi (non configurabili come episodiche, e come tali fisiologiche al metodo di misura) sono state segnalate ai partecipanti ed in parte sanate; si sono evidenziati poi, in qualche caso, veri e propri errori di applicazione dell'algoritmo di calcolo del  $L_{Aeq,TR}$ , che hanno comportato rilevanti errori nel risultato finale; conseguentemente alcuni dati sono stati esclusi dalle elaborazioni successive, ai fini della verifica della riproducibilità, portando così la numerosità del campione a livelli leggermente più bassi rispetto al numero di laboratori partecipanti. Anche nel caso delle misure di rumore stradale si sono riscontrate alcune

incongruenze fra i dati di  $L_{Aeq}$  orario e i corrispondenti valori di  $L_{Aeq,TR}$ , che hanno comportato la necessità, in uno dei due studi, di escludere una delle squadre dal calcolo.

Si è proceduto quindi al calcolo dello scarto tipo dei risultati seguendo i seguenti passaggi:

- calcolo dello scarto tipo dei risultati tal quali (TQ) forniti dai partecipanti (con esclusione di quelli affetti da errori grossolani di calcolo il cui accertamento lo rende cogente [3]), previo riscaldamento temporale nei casi degli interconfronti eseguiti a turni. Questo parametro fornisce una stima della riproducibilità del metodo, depurata dalle variazioni nel tempo del fenomeno sonoro valutato, comprensivo dei fattori di variabilità strumentale, di quelli legati alla manipolazione dei dati e di quelli legati alla scelta della posizione di misura. Per quanto riguarda lo studio US2010, svoltosi in più giornate, la valutazione è stata eseguita sia per i singoli tempi di riferimento diurni e notturni, sia per le medie (aritmetiche ed energetiche) dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  su tutte le giornate di misura, così come dichiarate dai partecipanti. Si deve precisare che per questo studio, l'ultima notte e l'ultimo giorno di misura sono stati affetti da condizioni meteo avverse, che sono state trattate in modo diverso dalle squadre nel calcolo del  $L_{Aeq,TR}$  medio.

- calcolo dello scarto tipo dei dati dopo riscaldamento spaziale, attuato in base alla caratterizzazione effettuata: questo parametro fornisce una stima della riproducibilità del metodo, depurata dalle variazioni dovute alla diversa scelta della posizione di misura. Il calcolo è stato eseguito sui valori ricalcolati a partire dai dati elementari forniti dai partecipanti, in modo da eliminare gli errori dovuti a errata applicazione degli algoritmi di calcolo. Nel caso dello studio US2010, il calcolo è stato eseguito sui valori ricalcolati a partire dai livelli  $L_{Aeq}$  orari riscalati, e sono state escluse dal ricalcolo l'ultima notte e l'ultima giornata di misura, affette da maltempo.

- calcolo dello scarto tipo dei dati (riscalati nel tempo e nello spazio) su un sottoinsieme degli eventi sonori oggetto delle misure, selezionato in modo da assicurare che gli stessi siano stati misurati interamente da tutti i partecipanti senza manipolazioni. Questo dato fornisce sostanzialmente una stima della componente strumentale della dispersione, depurato dalla variabilità dovuta alla diversa manipolazione dei dati (consistente prevalentemente, nel caso del rumore ferroviario, nelle differenze di identificazione dei transiti, e nel caso del rumore stradale nelle diverse scelte operate in termini di mascheramento di eventi sonori considerati atipici e non connessi con l'infrastruttura da verificare). Il riscaldamento nel tempo in questo caso è stato effettuato sulla base delle differenze riscontrate dallo strumento di

controllo nelle diverse giornate di misura, con riferimento al sottoinsieme di eventi considerato per la valutazione della dispersione. Il sottoinsieme di eventi sui quali verificare questa dispersione è stato così identificato:

- per lo studio US2010: un intervallo orario in periodo diurno, non affetto da eventi sonori interferenti e per il quale si potessero ritenere validi i termini di riscaldamento spaziale misurati in fase di caratterizzazione spaziale del sito (intervallo orario dalle ore 11 alle ore 12 del 15 settembre 2010)

- per lo studio ES2010: livello equivalente complessivo valutato sull'intervallo dalle ore 23 alle ore 6 di ciascuna delle tre notti di misura. (l'intervallo 22-23 dell'ultima notte ha risentito di un evento atmosferico non compatibile con le misure, trattato in modo diverso dalle diverse squadre)

- per lo studio UF2010: 5 transiti di convogli ferroviari che si sono ripetuti pressoché ai medesimi orari e con le medesime tipologie di materiale rotabile nelle tre giornate di misura. Due squadre non sono state incluse nel calcolo perché non avevano identificato tutti i transiti considerati. Una squadra inoltre è stata esclusa perché a posteriori si è riscontrato che la strumentazione presentava evidenti problemi e non ha fornito un dato attendibile.

- per lo studio EF2010: 20 transiti di convogli ferroviari che si sono ripetuti pressoché ai medesimi orari e con le medesime tipologie di materiale rotabile nelle tre giornate di misura. Due delle 18 squadre non sono state incluse nel calcolo in quanto non avevano identificato tutti i convogli considerati.

#### **9.5. Valutazioni comparative**

Gli studi qui analizzati hanno avuto principalmente natura di studi collaborativi in quanto il valore di riferimento dello strumento di controllo non può essere considerato sufficientemente autorevole da poter costituire un riferimento valido come valore assegnato. Ciononostante, con lo scopo di aiutare i partecipanti nell'interpretazione del loro comportamento, vengono proposte anche valutazioni numeriche comparative dei risultati utilizzate tipicamente nei test di competenza.

Le elaborazioni numeriche finalizzate a valutare le prestazioni delle squadre partecipanti, si dividono in due fasi: quelle che riguardano i dati parziali, ossia i valori di  $L_{Aeq}$  orario per il caso stradale e i livelli  $L_{AE}$  per quello ferroviario, e i dati medi finali di  $L_{Aeq,TR}$  diurni e/o notturni e, per lo studio US2010, quelli medi "settimanali". L'analisi sui dati parziali è stata eseguita solo per quanto riguarda gli studi US2010 ed EF2010 in quanto per gli altri due studi la numerosità dei dati elementari non era sufficientemente elevata.

Gli studi che si sono svolti in tre giorni consecutivi hanno richiesto il riscaldamento temporale per poter confrontare fra loro tutti i risultati dei partecipanti. Per questo scopo è stata fatta l'ipotesi (ragionevole e supportata dalle verifiche di calibrazione eseguite nel corso delle misure) che l'eventuale offset degli strumenti di controllo contemporaneo, rispetto agli strumenti dei partecipanti, si sia mantenuto costante nel tempo per tutti e tre i giorni dello studio.

Per la valutazione sui dati elementari si sono confrontati i valori rilevati per i singoli eventi dalle squadre (previo riscaldamento spaziale) con i corrispondenti valori rilevati dallo strumento di controllo, ed è stato prodotto per ogni squadra il relativo diagramma di dispersione, nonché il calcolo della linea di tendenza e dei parametri di correlazione (coefficiente di Pearson). Pur non potendo considerare le misure di controllo come riferimento assoluto in quanto affette da bias esattamente come gli strumenti delle squadre partecipanti, forniscono comunque una maggiore garanzia in merito alla esatta identificazione degli eventi ed alla omogeneità di valutazione degli stessi; in definitiva la visione di questi diagrammi consente una valutazione qualitativa della coerenza complessiva dei risultati elementari forniti dalle diverse squadre.

Per le valutazioni comparative sui risultati in termini di  $L_{Aeq,TR}$  e (per lo studio US2010) sulla loro media su più periodi diurni/notturni, l'indice utilizzato è lo z-score [3] (vedi Tabella 2). Per il calcolo di questo indice sono stati scelti oculatamente, caso per caso, i valori assegnati per il parametro e il loro scarto tipo.

**Tabella 2:** Espressione dell'indice di score utilizzato (z-scores) per l'iesima squadra partecipante. Si trascura qui il significato dei valori critici, che discriminano i casi soddisfacente-discutibile-insoddisfacente nella visione ortodossa dei PT, in quanto l'uso di tale score (come ampiamente raccomandato) non ha un legame appropriato con la competenza del partecipante.

$z_i = \frac{(x_i - X)}{\hat{\sigma}}$
$x_i$ = valore osservato dalla squadra i-esima
$X$ = valore assegnato di parametro
$\hat{\sigma}$ = scarto tipo assegnato

Le valutazioni in termini di z-score hanno guardato:

- Per lo studio US2010:

1 - i valori tal quali forniti dai partecipanti (TQ) relativi alla media aritmetica dei  $L_{Aeq,TR}$  di tutti i periodi diurni/notturni.

2 - i valori relativi alla media aritmetica dei  $L_{Aeq,TR}$  dei periodi diurni/notturni (con esclusione dell'ultima notte e dell'ultimo giorno, affetti

da maltempo), ricalcolati dai valori di  $L_{Aeq}$  orario forniti dai partecipanti, riscalati alla posizione di controllo mediante la procedura di riscaldamento spaziale precedentemente descritta.

- Per lo studio ES2010:

1 - i valori tal quali forniti dai partecipanti (TQ) relativi al  $L_{Aeq,TR}$  del periodo notturno, previa normalizzazione temporale.

2 – I valori  $L_{Aeq,TR}$  notturni ricalcolati dai valori di  $L_{Aeq}$  orario forniti dai partecipanti, normalizzati nel tempo e riscalati alla posizione di controllo

- Per lo studio UF2010:

1 - i valori tal quali forniti dai partecipanti (TQ) relativi al  $L_{Aeq,TR}$  del periodo notturno, previa normalizzazione temporale.

2 – I valori  $L_{Aeq,TR}$  notturni ricalcolati dai valori di  $L_{AE}$  dei singoli transiti forniti dai partecipanti, normalizzati nel tempo e riscalati alla posizione di controllo. Il calcolo è stato fatto sia considerando tutti i transiti, sia escludendo i transiti di treni merci. Ciò in quanto i transiti di merci, che costituiscono eventi con contenuto energetico molto più elevato rispetto agli altri transiti e tali pertanto da influenzare in maniera determinante il calcolo del  $L_{Aeq,TR}$ , non si sono verificati in tutte le notti di misura e ciò ha comportato che i diversi gruppi di squadre abbiano misurato eventi sonori sostanzialmente diversi: ciò considerato, si è ritenuto opportuno eseguire le valutazioni anche sui dati di  $L_{Aeq,TR}$  ricalcolati escludendo da tutte le notti i transiti di treni merci, riportando così tutte le squadre a condizioni omogenee.

- Per lo studio EF2010:

1 - i valori tal quali forniti dai partecipanti (TQ) relativi al  $L_{Aeq,TR}$  del periodo diurno, previa normalizzazione temporale.

2 – I valori  $L_{Aeq,TR}$  diurni ricalcolati dai valori di  $L_{AE}$  sui singoli transiti forniti dai partecipanti, normalizzati nel tempo e riscalati alla posizione di controllo,

3 – I valori di  $L_{Aeq,TR}$  ricalcolati dai valori di  $L_{AE}$  sui singoli transiti forniti dai partecipanti, normalizzati nel tempo e riscalati alla posizione di controllo, per un sottoinsieme di transiti rilevati da tutti i partecipanti. In questo caso

è stato omesso il calcolo dello z-score di due squadre, per le quali non è stato possibile correlare i transiti rilevati.

Per tutte le valutazioni sono stati considerati come valore assegnato e come deviazione standard assegnata rispettivamente la media e lo scarto tipo dei risultati delle squadre; dal calcolo della media e dello scarto tipo per i valori TQ, sono stati esclusi i dati che, alla verifica degli algoritmi di calcolo, erano risultati affetti da errori grossolani, nonché i dati delle squadre per le quali (nel caso di rumore ferroviario) l'identificazione dei transiti - e la conseguente quantificazione del livello sonoro complessivo - presentava evidenti e notevoli carenze; nel caso dello studio UF2010 inoltre è stato escluso dal calcolo il dato di una delle squadre (SQ7), il cui strumento presentava un evidente malfunzionamento confermato dalla squadra stessa. Per le valutazioni sui valori ricalcolati, invece, sono stati ricompresi nel calcolo della media e della deviazione standard anche i dati delle squadre che, pur avendo commesso errori di applicazione dell'algoritmo di calcolo, non presentavano evidenti carenze nell'identificazione e quantificazione dei singoli transiti ferroviari e/o dei valori orari per il traffico stradale, per cui i valori ricalcolati con gli algoritmi corretti sono stati ritenuti validi.

Prima di illustrare i risultati degli studi è doverosa una premessa sulla rappresentazione del livello sonoro su scala logaritmica. Il livello equivalente  $L_{Aeq,TR}$ , di fatto, risulta dominato dai livelli maggiori fra quelli identificati; sia che si tratti dei livelli dei transiti ferroviari ( $L_{AE}$ ) che del  $L_{Aeq}$  orario di traffico stradale. Da questo diverso peso dei contributi elementari ne consegue un diverso peso di eventuali errori commessi ai diversi livelli (errori intesi nel senso più ampio del termine). Ne risulta dunque una distorsione del dato complessivo non lineare con il numero, né con l'entità, di eventuali errori elementari.

## **10. RISULTATI E DISCUSSIONE**

### **Valutazioni procedurali di carattere generale**

Dal punto di vista delle modalità operative tenute dalle squadre partecipanti, si possono fare alcune considerazioni generali basate sulle informazioni raccolte per mezzo della scheda informativa inviata alle squadre dopo il completamento delle elaborazioni (è stata adottata questa tempistica allo scopo di evitare che la lettura delle domande inserite nella scheda potesse in qualche misura orientare o influenzare il comportamento dei partecipanti nella fase di elaborazione dei dati). Si deve precisare che due delle 18 squadre partecipanti non hanno inviato la scheda

compilata, pertanto le considerazioni qui riportate si riferiscono ad un campione consistente, ma incompleto, dei partecipanti.

Tutte le squadre hanno sostanzialmente rispettato, in via generale, le specifiche previste dalla normativa di riferimento; un aspetto che ha visto una grande varietà di diverse opzioni, non sempre completamente conformi al dettato normativo, è quello relativo alla tipologia di microfono impiegato (per campo libero o per incidenza casuale) e all'orientamento della capsula microfonica. Sia nel caso del rumore stradale che del rumore ferroviario le opzioni operate vanno dall'orientamento verticale a quello verso la sorgente, a soluzioni intermedie, con diverse combinazioni orientamento/tipo di microfono. Da questo punto di vista c'è da dire che, mentre la norma di riferimento per il rumore stradale non fornisce indicazioni precise, e rimanda pertanto alle indicazioni di tipo generale contenute nel DM 16 marzo 98, quella sul rumore ferroviario prescrive la misura con microfono orientato verso la sorgente di rumore. Dal punto di vista strettamente tecnico, nel caso di microfono per campo libero l'orientamento corretto è quello con microfono rivolto nella direzione di provenienza dell'onda sonora (verso la sorgente), quindi almeno in linea teorica utilizzare un microfono per campo libero orientato verticalmente non è corretto, anche se dal punto di vista pratico le differenze di misura riscontrabili possono non essere significative. Si deve qui considerare che in molti casi (compreso quello della strumentazione impiegata per le misure di controllo e caratterizzazione) l'orientamento verticale è vincolato dalle caratteristiche del sistema di protezione del microfono dagli agenti atmosferici, ed in questi casi però dovrebbe essere più correttamente utilizzato un microfono per incidenza casuale. In ogni caso, dal punto di vista della riproducibilità delle misure, la varietà di scelte operate, come si vedrà, non sembra incidere in maniera significativa sulla dispersione di origine strumentale.

Alcune considerazioni vanno fatte sulla calibrazione, un altro aspetto sul quale si è riscontrata una grande varietà di comportamenti. La quasi totalità delle squadre ha effettuato la calibrazione impostando come livello di calibrazione il livello nominale del calibratore e non il livello effettivo del segnale di calibrazione; di conseguenza le misure risulteranno affette da un bias che potrebbe essere facilmente evitato, benché la sua entità non ecceda, di norma, qualche decimo di dB. Alcune squadre non hanno corretto la sensibilità in modo da riportare il valore di lettura al livello di calibrazione, limitandosi a verificare che il livello di lettura non differisse troppo dal valore nominale; anche questa modalità comporta il verificarsi di un bias di alcuni decimi di dB, evitabile, nella misura. Infine si è riscontrata un'estrema varietà nei criteri di accettazione del risultato della calibrazione, aspetto che forse dovrebbe essere oggetto di maggiore riflessione. Un commento ulteriore riguarda la verifica



finale della calibrazione: in alcuni casi si sono riscontrate derive di entità non trascurabile (fino a 0,7 dB).

Per quanto riguarda le incertezze dichiarate dai partecipanti è qui necessaria una valutazione generale. Non è possibile entrare nei dettagli delle diverse modalità delle loro determinazioni, ma l'aspetto che merita comunque di essere messo in evidenza è la notevole varietà di valori diversi dichiarati (si va da 0,5 a 4,4 dB(A)), anche per la medesima determinazione (vedi allegato 6). Con ogni probabilità dietro a questa varietà di valori risiede anche una diversa interpretazione del misurando, che la formulazione della normativa di riferimento non aiuta a chiarire. Si rileva anche che alcuni partecipanti hanno deciso di non dichiarare affatto l'incertezza, nonostante ciò fosse stato esplicitamente richiesto dall'organizzatore.

Questi due fatti sembrano indicare la persistenza di un certo disagio nell'affrontare la determinazione di questo importantissimo elemento del risultato di misura. Infatti, sebbene il DMA 16 marzo 98 non faccia cenno all'incertezza di misura nella parte relativa alla presentazione dei risultati, le principali norme in campo metrologico richiamano con forza la necessità di dichiararla (*“Senza tale indicazione i risultati delle misurazioni non possono essere confrontati né tra di loro, né con i valori di riferimento assegnati da specifiche o norme. ....”* [8]). Dunque c'è da attendersi che anche nel settore del rumore ambientale si arrivi presto alla considerazione dell'incertezza nella valutazione della conformità del sito in esame con i limiti di legge. In quel momento la corretta determinazione dell'incertezza sarà indispensabile per attribuire correttamente eventuali superamenti.

Nei paragrafi successivi verranno espresse valutazioni, sia di carattere procedurale che numerico, specifiche per ciascuno studio.

Tutti i valori numerici delle misurazioni, sia per il controllo contemporaneo che per le caratterizzazioni della sorgente, sono riportati in Allegato 6.

### **10.1. US2010 - Tavagnacco (UD)**

#### **Valutazioni procedurali**

Nella fase di elaborazione si è registrata una grande varietà di comportamenti diversi dei partecipanti; in particolar modo per quanto riguarda la ripulitura del segnale dai contributi degli eventi anomali. Nel periodo di misura si è registrata la presenza di numerosi eventi sonori interferenti nelle vicinanze del sito di misura, in particolare a partire dal secondo giorno di misura. Si tratta di eventi causati da attività umane varie (suono di campane, sfalcio erba, attività sportive) e, per il periodo notturno, rumori ad alta frequenza generati probabilmente da insetti. Dall'esame delle percentuali del

tempo di misura utilizzato per la quantificazione del rumore stradale dichiarato dalle squadre (vedi Tabella 3) risulta evidente che le modalità di trattamento di questi eventi sono estremamente variabili da una squadra all'altra. E' da ritenersi che la mancata identificazione ed eliminazione almeno dei più evidenti fra questi eventi interferenti debba essere considerata errore di applicazione della procedura, almeno nei casi in cui tali omissioni generano una differenza nei risultati finali superiore all'incertezza di misura. Tuttavia, considerata la difficoltà di verificare in modo analitico (per ciascuna squadra) il contributo di questi errori e lo scarso peso che generalmente hanno sul risultato medio su più giorni, non se ne è tenuto conto nelle fasi successive. In effetti si nota un significativo incremento della dispersione dei dati nella terza notte di misura, quella maggiormente interessata da tali interferenze, che però risulta notevolmente mitigato se si considera la media su 3 notti.

**Tabella 3** : frazioni percentuali dei tempi di misura utilizzati dai partecipanti per lo studio US2010-UDINE nelle sette frazioni di tempo di misura in ordine cronologico. Le date "doppie" indicano un periodo notturno; le altre si riferiscono a periodi diurni. Le caselle vuote indicano che il partecipante non ha considerato valido il proprio risultato.

Codice	13/9-14/9	14/9	14/9-15/9	15/9	15/9-16/9	16/9	16/9-17/9
Ctrl	100	97	100	96	100	65	68
SQ1	99,9	94,7	100	85,9	96,5	97,9	92,8
SQ2	100	100	100	100	100	-	-
SQ3	100	99	100	98	100	84	79
SQ4	100	98,5	100	96,2	98,3	98,4	100
SQ5	100	100	100	100	100	100	100
SQ6	100	100	100	100	100	83,4	70,2
SQ7	96,7	94,7	74,9	93,1	34,1	94,3	36
SQ8	100	98,77	100	95,99	100	98,46	100
SQ9	100	98,18	100	96,18	100	-	-
SQ10	93,75	84,4	93,75	84,4	93,7	71,8	68,75
SQ11	99,8	97,6	-	-	-	-	-
SQ12	100	99	100	98	100	77	72
SQ13	99,9	95,5	99,9	94	98,1	81	79
SQ14	100	87,5	100	83,5	100	83,3	75
SQ15	100	100	100	100	100	100	30
SQ16	99,8	97,1	100	95,4	100	84,3	76,9
SQ17	100	88,7	100	73,2	89,9	85,3	81,1
SQ18	100	100	100	100	100	97,75	96,53

In tabella 4 vengono presentati i valori delle differenze fra il dato giornaliero dichiarato dai partecipanti e il dato ricalcolato sulla base dei valori orari dichiarati.

Dato l'arrotondamento dei dati giornalieri a 0,1 dB(A), gli unici valori che si possono considerare significativi ed indicativi di errori nelle procedure di calcolo sono quelli che superano gli 0,2 dB(A) e vengono indicati in grassetto.

**Tabella 4:** differenze (in dB(A)) fra i valori giornalieri dichiarati e quelli ricalcolati (sulla base dei dati orari dichiarati) per lo studio US2010-UDINE. In grassetto sono stati riportati quei valori che possono essere considerati *differenze significative* fra il valore ricalcolato e il valore dichiarato.

Codice squadra	13/9-14/9	14/9	14/9-15/9	15/9	15/9-16/9	16/9	16/9-17/9
SQ1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,1
SQ2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
SQ3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SQ4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
SQ5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SQ6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1
SQ7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SQ8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SQ9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
SQ10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SQ11	0,0	0,0	-	-	-	-	-
SQ12	0,1	0,1	<b>0,5</b>	0,1	<b>4,7</b>	0,1	<b>2,5</b>
SQ13	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	<b>0,5</b>	0,2
SQ14	0,0	<b>-0,4</b>	0,0	-0,1	0,0	<b>0,5</b>	-0,1
SQ15	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0
SQ16	0,1	0,2	0,0	<b>0,3</b>	0,0	0,1	0,0
SQ17	0,1	<b>0,4</b>	0,1	<b>1,0</b>	0,2	<b>0,5</b>	0,2
SQ18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

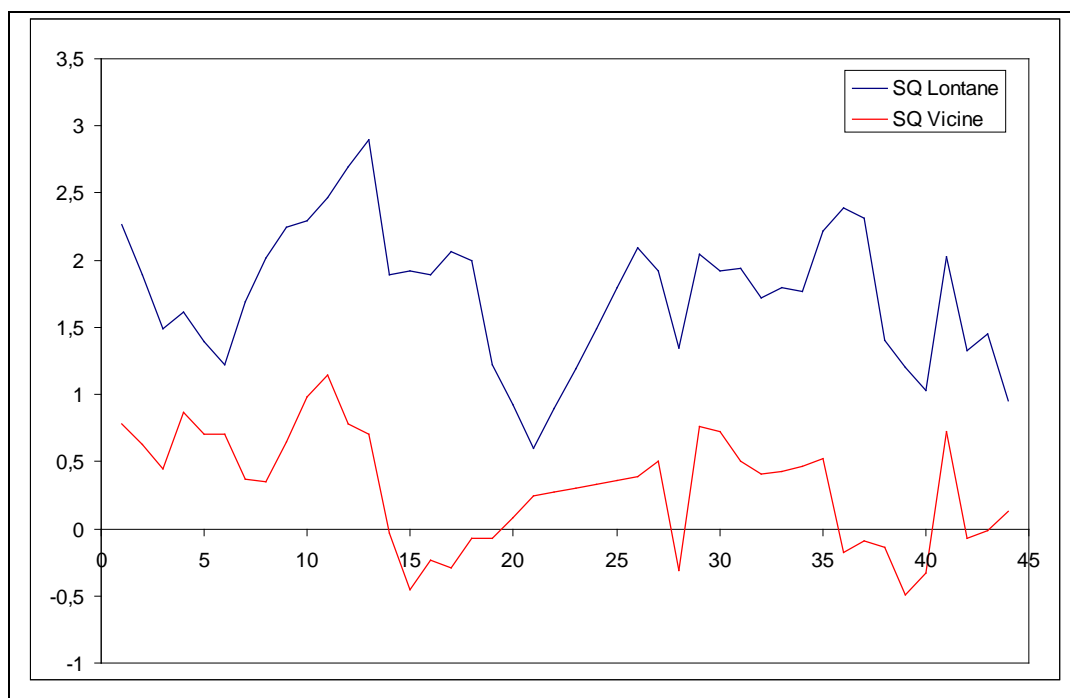
Si notano alcune differenze, ma solo per una squadra si riscontrano discrepanze di rilevante entità fra i valori dichiarati e quelli ricalcolati.

Viene tralasciato qui il ricalcolo del dato complessivo "settimanale" dai dati giornalieri ricalcolati perché poco significativo; infatti la combinazione degli arrotondamenti con

eventuali discrepanze dei dati giornalieri può causare divergenze dal dato dichiarato prive di un vero significato.

Va invece fatta una breve considerazione sui dati medi settimanali ricalcolati sulla base dei dati giornalieri dichiarati: una sola squadra (SQ16) non ha effettuato correttamente la media né per il periodo diurno né per il notturno.

Per quanto riguarda la valutazione relativa al posizionamento, si riportano nel grafico di figura 5 gli andamenti nel tempo dei termini additivi per il riscaldamento spaziale determinati con la procedura precedentemente descritta; nella successiva tabella 5 vengono riportati i valori in dB(A) di tali differenze rispetto al punto di massimo, per ciascuna delle posizioni utilizzate dalle squadre, così come misurati in fase di caratterizzazione, nonché i relativi valori mediati nel tempo rispettivamente per il periodo diurno e notturno.



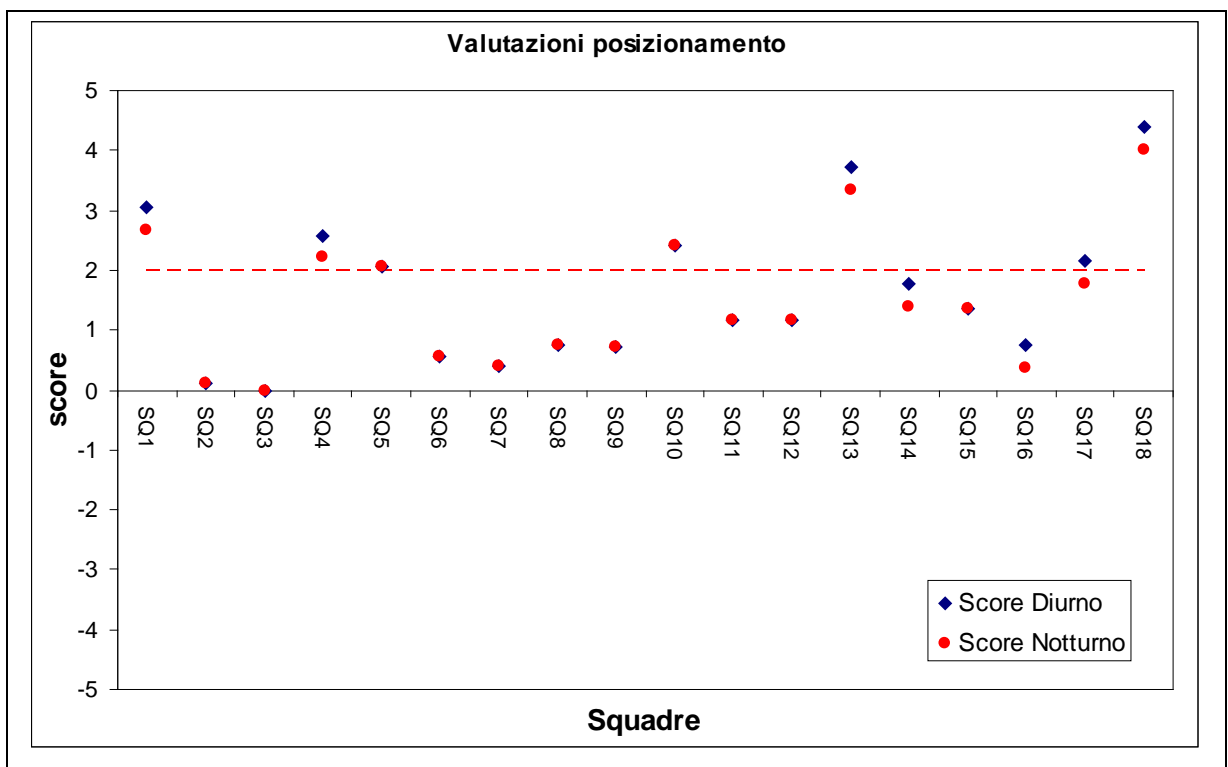
**Figura 5:** andamento temporale dei termini di riscaldamento spaziale stimato sulla base dei dati di caratterizzazione spaziale per i due gruppi di squadre partecipanti: vicine o lontane dal punto di massimo.

**Tabella 5:** valori in dB(A) delle differenze di livello sonoro fra le diverse posizioni selezionate dalle squadre partecipanti, rispetto al punto di massimo.

Codice Squadra	Differenza misurata	Differenza media Diurna	Differenza media Notturna
SQ1	2,6	1,5	1,3
SQ2	0,0	0,1	0,1
SQ3	0,0	0,0	0,0

SQ4	2,4	1,3	1,1
SQ5	0,9	1,0	1,0
SQ6	0,3	0,3	0,3
SQ7	0,2	0,2	0,2
SQ8	0,4	0,4	0,4
SQ9	0,4	0,4	0,4
SQ10	1,1	1,2	1,2
SQ11	0,5	-	-
SQ12	0,5	0,6	0,6
SQ13	2,9	1,9	1,7
SQ14	2,0	0,9	0,7
SQ15	0,6	0,7	0,7
SQ16	1,4	0,4	0,2
SQ17	2,2	1,1	0,9
SQ18	3,2	2,2	2,0

In Figura 6 sono invece riportati graficamente gli indici di valutazione del posizionamento calcolati rispettivamente per il periodo diurno e notturno.

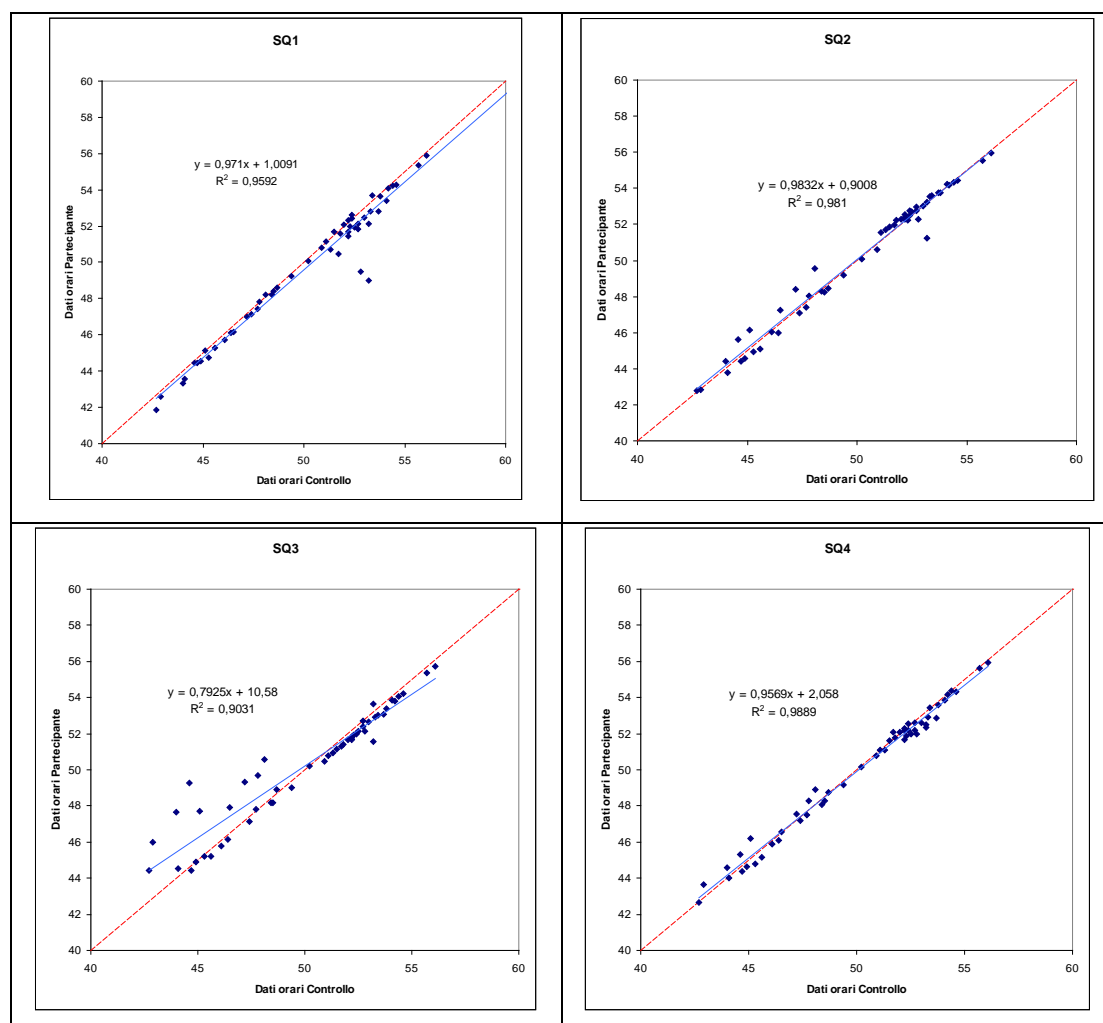


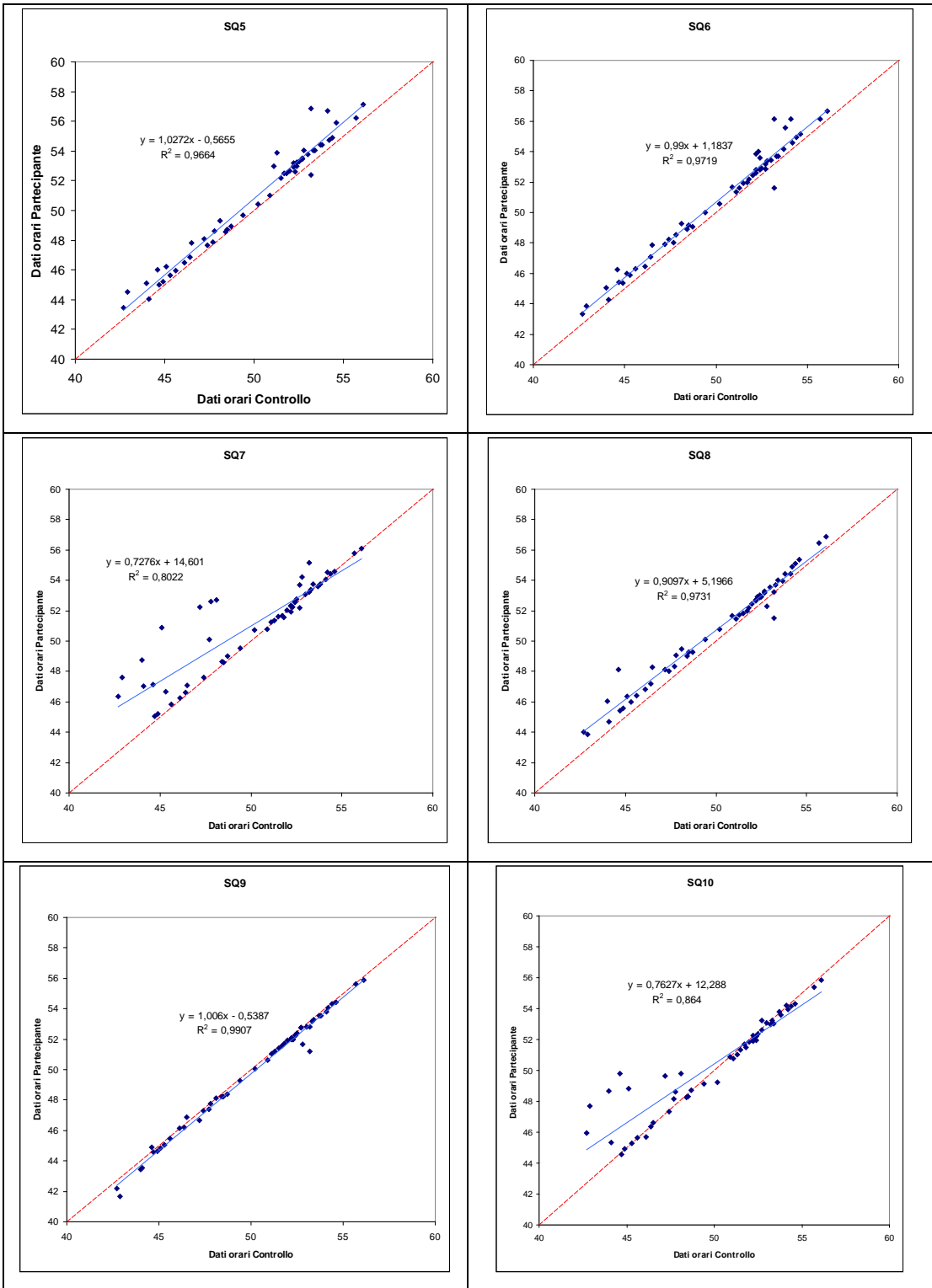
**Figura 6:** andamento dei punteggi delle squadre sulla scelta del posizionamento distinti per periodo diurno/notturno.

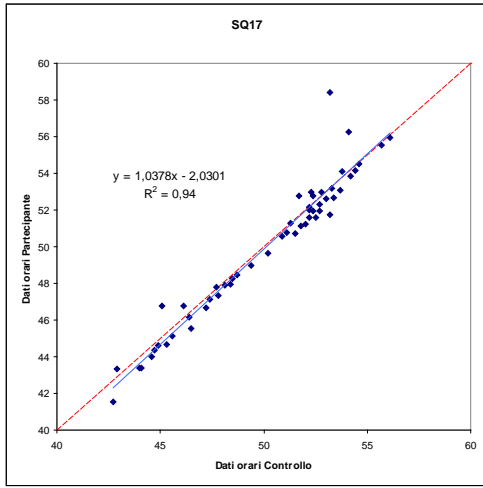
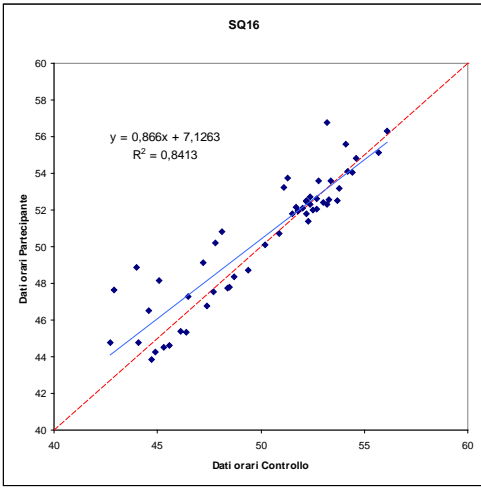
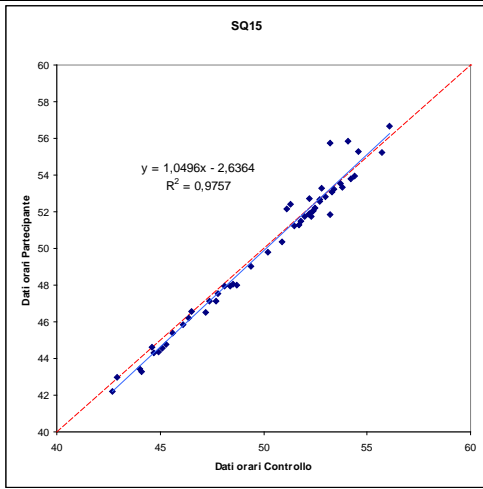
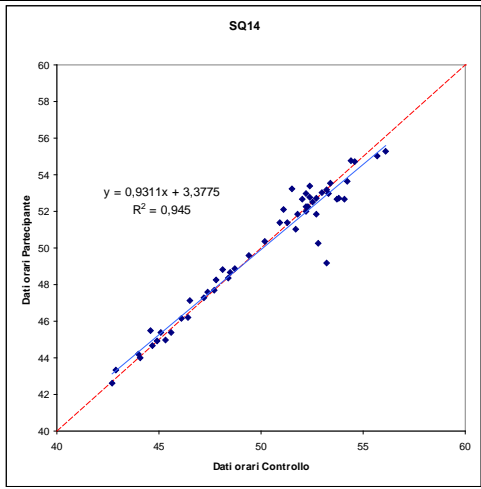
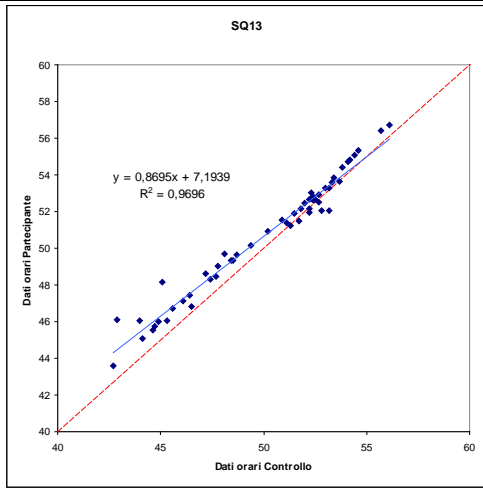
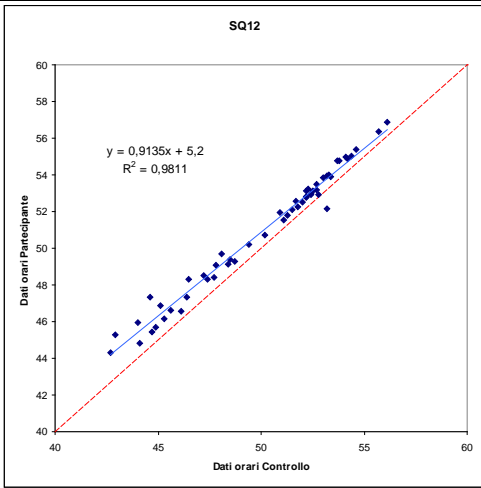
## Valutazioni comparative

### a – valutazione dati $L_{Aeq}$ orari

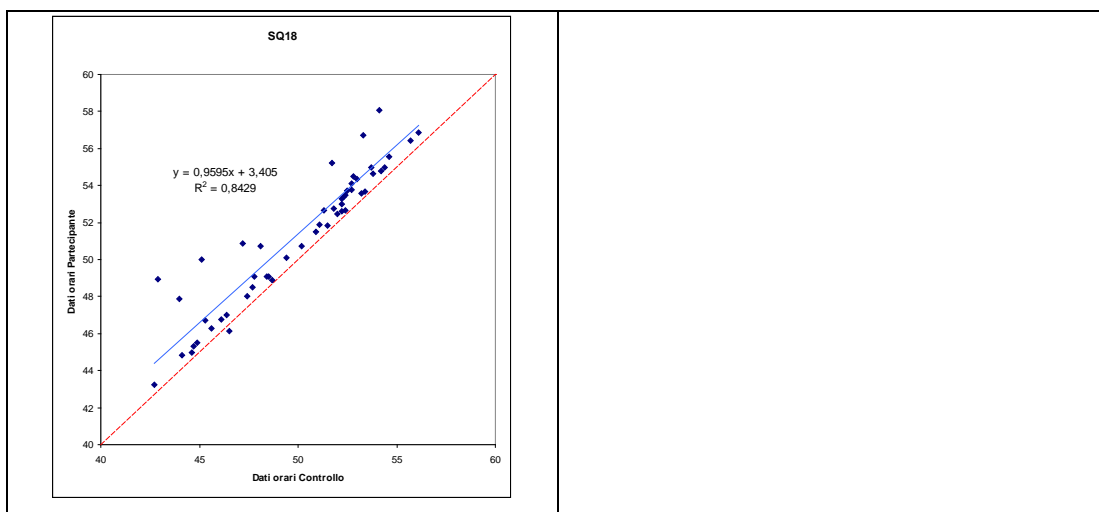
In figura 7 vengono riportati i diagrammi di dispersione (scatter plot) dei dati orari dei partecipanti riscaldati spazialmente alla posizione di controllo rispetto ai dati orari della misura controllo entrambi in dB(A). Sono stati esclusi i dati orari relativi all'ultima notte ed all'ultimo giorno (causa maltempo). Ciò non ha compromesso la numerosità che si è mantenuta in media sopra le 73 coppie di valori appaiati.











**Figura 7:** Diagrammi di dispersione dei dati orari dei partecipanti riscaldati spazio vs i dati orari della misura di controllo (diurni e notturni assieme). Entrambi i valori sono espressi in dB(A) e viene usata una scala ridotta (40÷60 dB(A)) per apprezzare meglio il grado di accordo. Si possono riconoscere alcuni punti dispersi che ricorrono su più diagrammi, ovvero per più squadre, in forma simile; ciò sembra indicare un deficit di qualche dato del Ctrl piuttosto che dei partecipanti.

Nelle figure precedenti si può ravvisare per alcune squadre (SQ3, SQ7, SQ10, SQ16 e SQ18) un “disallineamento” (punti dispersi) in corrispondenza di bassi valori del livello del rumore, e prevalentemente dei valori notturni. Ciò sembra indicare la fase notturna come periodo di aumento delle criticità strumentali ma rimangono dubbi che si tratti di mancata ripulitura del dato da eventi sonori anomali; ancora una volta gli effetti di tali anomalie sui valori complessivi vengono attenuati dai bassi valori del livello del rumore ai quali si manifestano.

Può essere utile riassumere qui (tabella 6) i valori di alcuni parametri tipici della regressione lineare sui dati orari dei partecipanti riscaldati spazio (vs Ctrl); infatti, dato che il range dei livelli orari è lo stesso per tutti i partecipanti, i valori sono fra loro comparabili.

**Tabella 6:** valori dei parametri tipici della regressione lineare (ai minimi quadrati) ordinati per valori crescenti del coefficiente di correlazione di Pearson.

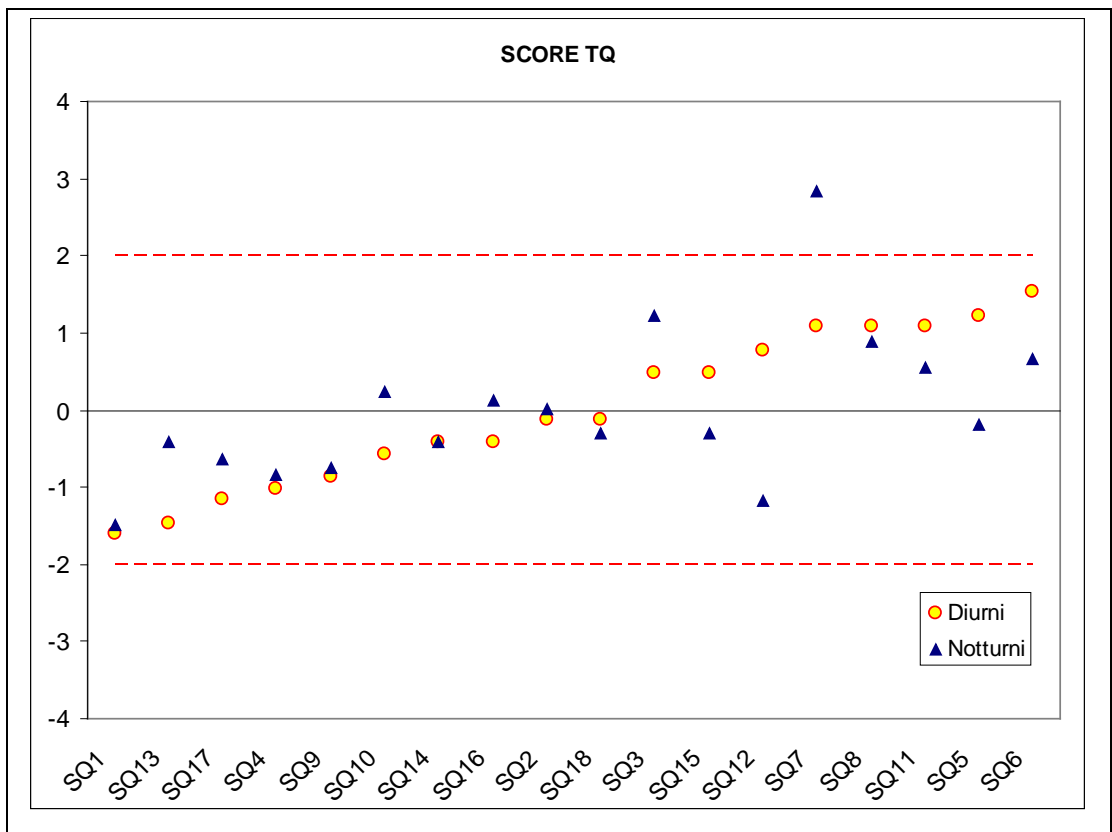
CODICE	Coeff. di Pearson	Coeff.Ang.	Intercetta
SQ9	0,995	1,006	-0,539
SQ4	0,994	0,957	2,058
SQ12	0,991	0,913	5,200
SQ2	0,990	0,983	0,901
SQ15	0,988	1,050	-2,636

<b>SQ8</b>	0,986	0,910	5,197
<b>SQ6</b>	0,986	0,990	1,184
<b>SQ13</b>	0,985	0,870	7,194
<b>SQ5</b>	0,983	1,027	-0,565
<b>SQ1</b>	0,979	0,971	1,009
<b>SQ14</b>	0,972	0,931	3,378
<b>SQ17</b>	0,970	1,038	-2,030
<b>SQ3</b>	0,950	0,793	10,580
<b>SQ10</b>	0,929	0,763	12,288
<b>SQ18</b>	0,918	0,959	3,405
<b>SQ16</b>	0,917	0,866	7,126
<b>SQ7</b>	0,896	0,728	14,601

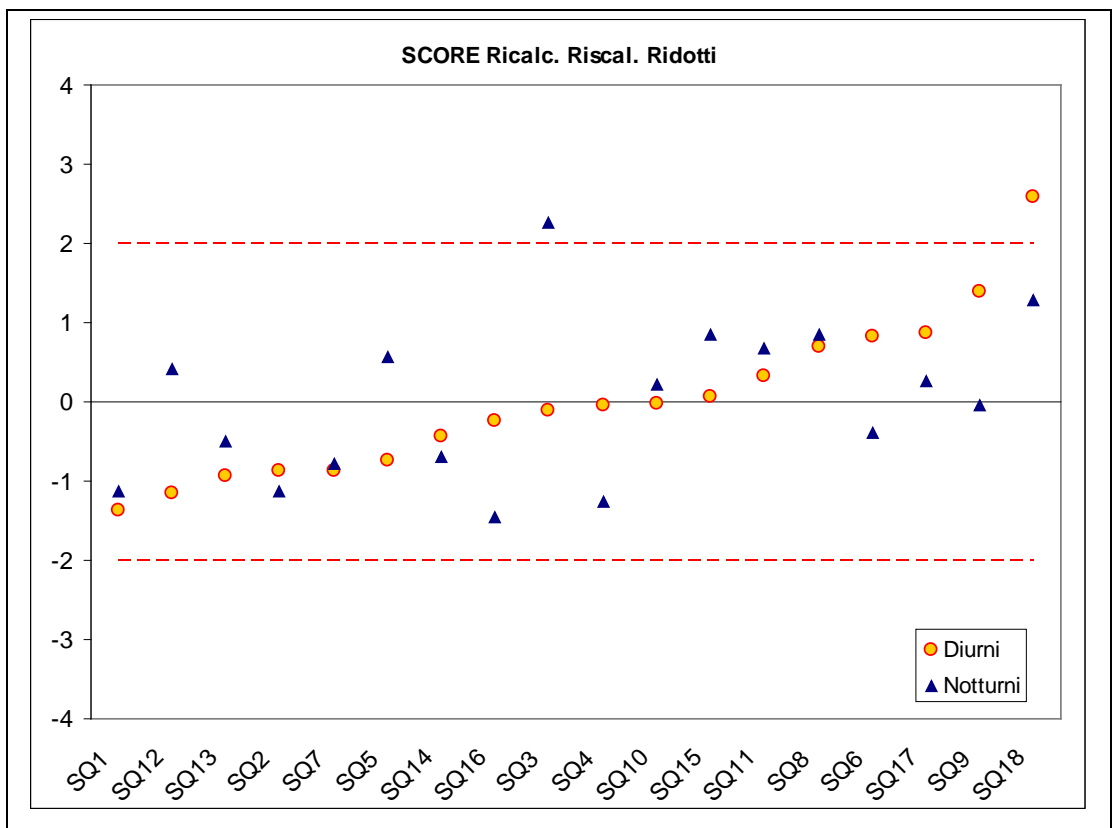
Come si può facilmente osservare le prime 10 squadre raggiungono una correlazione con le misure di controllo superiore al valore tradizionalmente considerato soddisfacente (0,975). Deviazioni del coefficiente angolare dall'unità seguono alla presenza di dati dispersi sulla cui natura non è possibile fare chiarezza, ma che sono probabilmente da mettersi in relazione con le diverse modalità di trattamento dei dati. Il range delle misure non è sufficientemente esteso (42÷56 dB(A)) perché la stima dell'intercetta si possa considerare rappresentativa di reali differenze di misura (ad esempio bias strumentale).

#### **b – Valutazione $L_{Aeq,TR}$**

Nelle figure 8 e 9 vengono rappresentati i risultati delle valutazioni in termini di z-score sui dati di  $L_{Aeq,TR}$  rispettivamente per i dati TQ e quelli ricalcolati; gli stessi risultati sono poi riportati anche in forma numerica nella Tabella 7.



**Figura 8:** Andamento dello z-scores delle squadre sui valori del  $L_{Aeq TR}$  "settimanali" dichiarati (ossia TQ) diurni e notturni. Come valore assegnato e come deviazione standard assegnata sono stati utilizzati rispettivamente la media e lo scarto tipo dei risultati TQ delle squadre senza alcuna esclusione.



**Figura 9.** Andamento dello z-scores delle squadre sui valori del  $L_{Aeq,TR}$  "settimanali" diurni e notturni, ricalcolati dai dati orari riscalati delle differenze spaziali dovute a diversa collocazione del punto di misura. Come valore assegnato e come deviazione standard assegnata sono stati utilizzati rispettivamente la media e lo scarto tipo dei risultati RRR delle squadre senza alcuna esclusione.

**Tabella 7:** valori degli scores assegnati alle squadre partecipanti rispettivamente per i dati tal quali come dichiarati e per i dati ricalcolati dai livelli  $L_{Aeq}$  orari dichiarati, riscalati alla posizione di controllo, escludendo la notte 16-17 settembre e il giorno 16 settembre affetti da maltempo. Si considerano le medie aritmetiche dei valori  $L_{Aeq,TR}$  delle singole giornate di misura.

Codice squadra	Tal Quali		Ricalcolati da $L_{Aeq}$ orari riscalati – periodo ridotto	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
SQ1	-1,61	-1,50	-1,36	-1,13
SQ2	-0,12	0,02	-0,43	-0,69
SQ3	0,48	1,21	-1,15	0,41
SQ4	-1,01	-0,85	-0,87	-0,79
SQ5	1,23	-0,20	1,39	-0,03
SQ6	1,53	0,67	0,86	0,27
SQ7	1,08	2,84	-0,10	2,26
SQ8	1,08	0,89	0,32	0,67
SQ9	-0,86	-0,74	-0,88	-1,12
SQ10	-0,57	0,23	-0,73	0,57
SQ11	1,08	0,56	0,83	-0,39
SQ12	0,78	-1,17	0,69	0,85
SQ13	-1,46	-0,42	0,08	0,86
SQ14	-0,42	-0,42	-0,93	-0,50
SQ15	0,48	-0,31	-0,24	-1,45
SQ16	-0,42	0,13	-0,02	0,21
SQ17	-1,16	-0,63	-0,05	-1,26
SQ18	-0,12	-0,31	2,59	1,28

### Valutazione delle dispersioni (riproducibilità)

In tabella 8 infine vengono riportati i risultati delle valutazioni sulle dispersioni nelle varie fasi che sono state identificate e separate.

Va detto che a causa del peggioramento delle condizioni meteo alcuni risultati sono stati esclusi dalle elaborazioni perché ritenuti non validi ai sensi della metodica.

**Tabella 8:** valori delle dispersioni (in dB(A)) nelle varie fasi di elaborazione dei risultati dello studio US2010 in termini di scarto tipo.

<u>Periodo diurno (considerati 2 giorni di misura)</u>	<u>Scarto tipo</u>		
Dati giornalieri TQ	0,70	0,74	
Dati giornalieri ricalcolati dai valori orari riscalati spazio	0,49	0,69	
Media aritmetica dei valori giornalieri TQ	0,66		
Media energetica dei valori giornalieri TQ	0,65		
Media aritmetica dei dati giornalieri ricalcolati dai valori orari riscalati spazio	0,58		
Media energetica dei dati giornalieri ricalcolati dai valori orari riscalati spazio	0,57		
<u>Riscaldamento spaziale</u>	<u>Media delle squadre</u>		
Termine medio di riscaldamento spaziale (media nel tempo delle differenze rispetto al punto di massimo di ciascuna squadra, con segno)	-0,79		
<u>Periodo notturno (considerate 3 notti di misura)</u>	<u>Scarto tipo</u>		
Dati giornalieri TQ	0,62	0,83	1,52
Dati giornalieri ricalcolati dai valori orari riscalati spazio	0,46	0,56	1,35
Media aritmetica dei valori giornalieri TQ	0,92		
Media energetica dei valori giornalieri TQ	0,95		
Media aritmetica dei dati giornalieri ricalcolati dai valori orari riscalati spazio	0,68		
Media energetica dei dati giornalieri ricalcolati dai valori orari riscalati spazio	0,66		
<u>Riscaldamento spaziale</u>	<u>Media delle squadre</u>		
Termine medio di riscaldamento spaziale (media nel tempo delle differenze rispetto al punto di massimo di ciascuna squadra, con segno)	-0,70		
<u>Stima della dispersione di origine strumentale</u>	<u>Scarto tipo</u>		
Valore orario senza interferenze e con condizioni meteo analoghe a quelle delle misure di caratterizzazione spaziale (15 settembre 2011 ore 11-12) riscalato spazialmente.	0,41		

Innanzitutto si può osservare che le dispersioni dei risultati sono molto variabili da una giornata all'altra; in particolare nella prima giornata di misura la dispersione dei risultati riscalati alla posizione di controllo (0,49) non risulta significativamente diversa dalla componente puramente strumentale (0,41), mentre si riscontra un contributo significativo dovuto al posizionamento; nei giorni successivi, caratterizzati da molte interferenze, la dispersione si amplifica notevolmente, e ciò è senza dubbio da mettersi in relazione con il diverso comportamento delle squadre nei confronti di tali fenomeni interferenti. Considerato che parte delle squadre partecipanti hanno dichiarato di non aver escluso alcun periodo di misura dal calcolo dei  $L_{Aeq,TR}$ , è da ritenersi che tale comportamento, che ha contribuito all'amplificazione della dispersione dei dati, debba essere considerato come un errore di applicazione del metodo di misura, che prevede la misura della sola componente acustica originata

dall'infrastruttura controllata, per quanto, entro determinati limiti, si possa ritenere fisiologica una componente di incertezza dovuta ad ambiguità/indeterminatezza nell'identificazione degli eventi da scartare. In ogni caso è da mettere in evidenza che, mentre gli errori di posizionamento comportano una sottostima sistematica del livello sonoro, gli errori di mancata eliminazione di eventi interferenti ne comportano invece una sovrastima, pertanto i due tipi di errore tenderanno ad elidersi reciprocamente; a ciò si aggiunga che i periodi di misura che hanno un peso relativo maggiore nella determinazione del  $L_{Aeq,TR}$  sono quelli in cui il livello sonoro è più elevato, che sono anche i periodi in cui più difficilmente emergono eventi sonori interferenti di difficile identificazione; tutto ciò contribuisce a contenere l'effetto di questi errori nella dispersione dei valori mediati sul lungo periodo, che si attesta in effetti a valori non troppo diversi da quelli riscontrabili in situazioni meno affette da queste problematiche (vedasi ad esempio lo studio ES2010)

## **10.2. ES2010 – Via Resia, Venezia Mestre (VE)**

Le prove di misura per questo studio si sono svolte i tre giorni distinti e consecutivi; per questo motivo tutte le considerazioni che seguono sono state realizzate su valori riportati al medesimo giorno (riscalati tempo).

### **Valutazioni procedurali**

Non si sono riscontrate particolarità degne di rilievo; il solo punto critico è rappresentato dal verificarsi di un episodio di maltempo con pioggia nella prima ora del terzo periodo notturno monitorato; il fenomeno è stato trattato dalle squadre con modalità diversificate, ma non sembra che ciò abbia influito in modo determinante sulla dispersione dei risultati. Ciononostante, laddove necessario, le elaborazioni sono state eseguite su fasce orarie per le quali in tutte e tre le giornate non si sono avuti fenomeni di maltempo (denominata intersezione).

In Tabella 9 vengono riportate le frazioni percentuali di tempo di misura utilizzato dalle diverse squadre partecipanti (per la squadra SQ5 la frazione viene dedotta). La varietà di tempi utilizzati va interpretata anche in base al fatto che lo studio si è svolto in tre giornate diverse e che le condizioni meteo sono leggermente cambiate.

***Tabella 9:** valori della frazione di tempo utilizzato (TU) per la determinazione del valore giornaliero (notturno) e delle differenze, in dB(A), fra il punto di Massimo e la posizione scelta dalla squadra partecipante. Nell'ultima colonna a destra vengono riportati i valori delle*

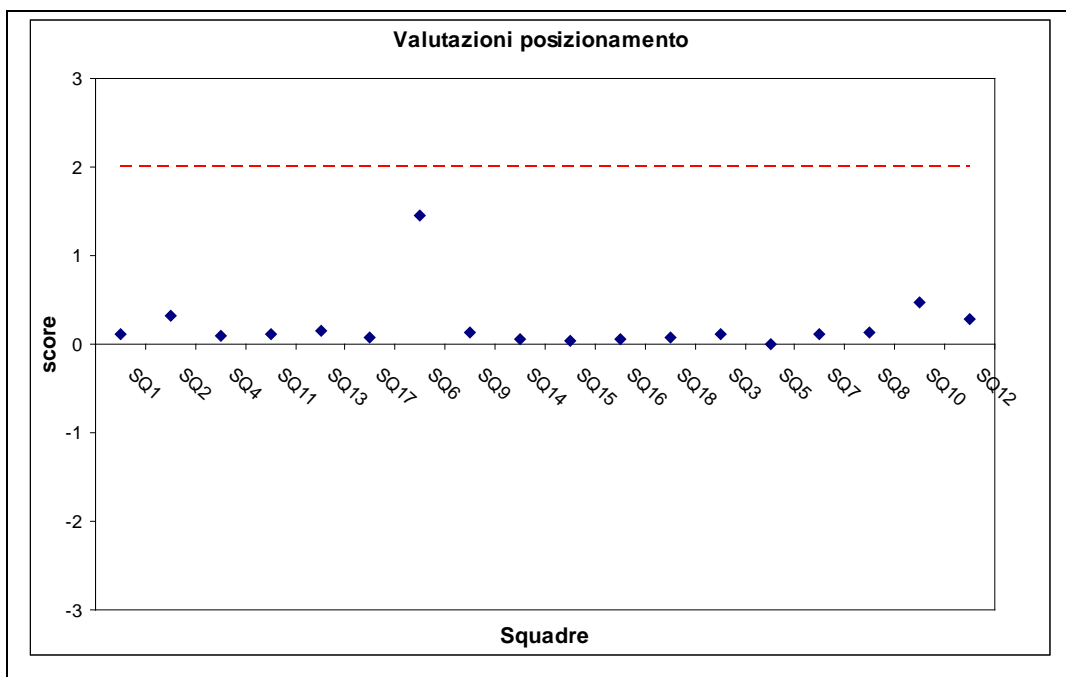
differenze fra il valore dichiarato e il valore ricalcolato sulla base dei dati orari dichiarati dal partecipante. Per il parametro tempo utilizzato, ciascun gruppo di squadre partecipanti è messo a confronto con la corrispondente misura di controllo.

Codice squadra	TU (%)	Posizionamento Diff. dal Max	Diff. da ricalcolo
<b>Ctrl 14-15 set</b>	<b>100</b>		
SQ6	100	0,7	0,0
SQ9	100	0,1	0,0
SQ14	100	0,0	0,0
SQ15	95	0,0	<b>0,5</b>
SQ16	100	0,0	0,0
SQ18	100	0,0	0,0
<b>Ctrl 15-16 set</b>	<b>95,8</b>		
SQ3	100	0,1	0,0
SQ5	100*	0,0	0,0
SQ7	86,1	0,1	<b>0,2</b>
SQ8	99,97	0,1	0,0
SQ10	98,9	0,2	0,0
SQ12	100	0,1	0,0
<b>Ctrl 16-17 set</b>	<b>87,7</b>		
SQ1	98,4	0,1	0,0
SQ2	0,875	0,2	0,0
SQ4	100	0,1	0,1
SQ11	100	0,1	0,0
SQ13	87,5	0,1	<b>0,2</b>
SQ17	88,6	0,0	<b>0,4</b>

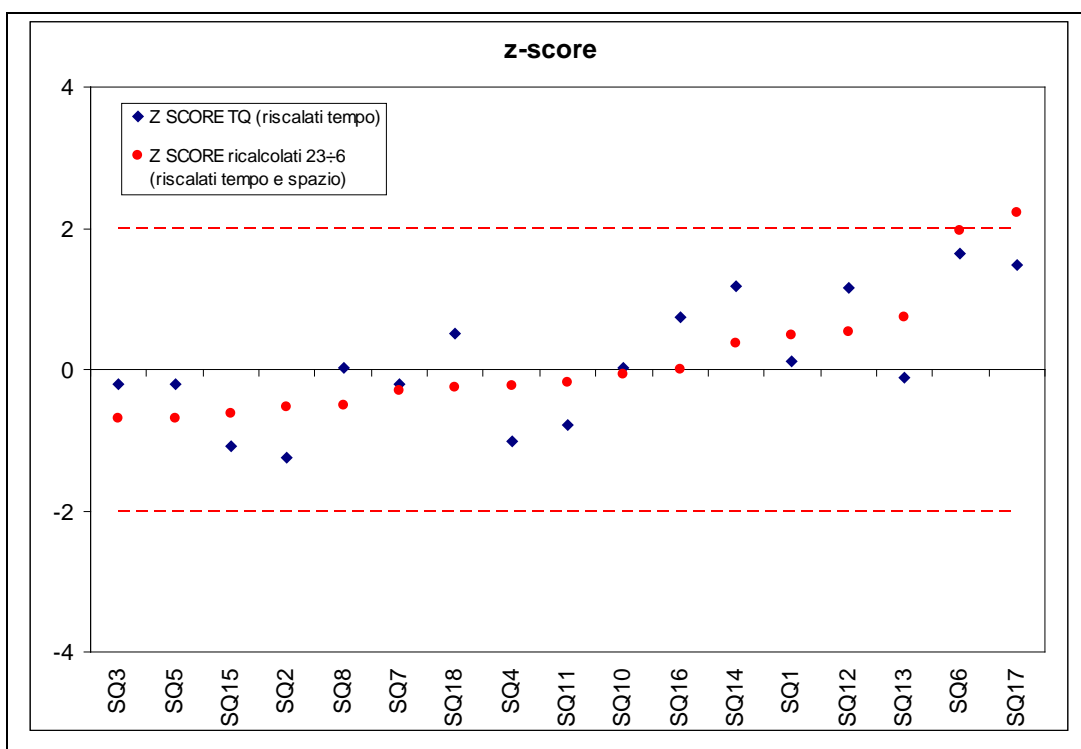
(\*) Per SQ5 la frazione di tempo utilizzata, non dichiarata, viene dedotta dall'identità fra il livello complessivo e quello stradale dichiarati.

Nella medesima tabella sono anche riportati gli scarti dovuti al posizionamento, che in questo caso non risultano particolarmente significativi (con la sola eccezione di SQ6) viste le dimensioni molto contenute del sito di prova; ciò viene anche evidenziato dal successivo grafico in cui sono riportati i valori dell'indice di valutazione del posizionamento (figura 10).

Infine, nell'ultima colonna a destra della tabella 9 vengono riportati i valori delle differenze fra i valori giornalieri TQ e quelli ricalcolati sulla base dei dati orari dichiarati. Anche in questo caso si registrano alcune discrepanze che possono essere attribuite a manipolazione del dato (errate digitazioni o cattivo uso dell'algoritmo di calcolo).



**Figura 10:** Andamento dello z-score delle squadre sui valori del posizionamento per lo studio ES2010 svoltosi in via Resia a Venezia Mestre (VE). Le contenute dimensioni del sito di prova non hanno praticamente consentito alle squadre partecipanti di distribuirsi nello spazio in modo da differenziarsi rispetto al punto di massimo. La diversa prestazione di SQ6 è da mettersi in relazione alla scelta di posizionarsi in corrispondenza dello spigolo dell'edificio.



**Figura 11:** Andamento dello z-scores delle squadre sui valori del  $L_{Aeq,TR}$  notturni dichiarati (TQ riportati al medesimo tempo di misura) e sui valori ricalcolati sull'intersezione oraria 23.00 - 6.00 (cioè emendati dell'anomalia meteorologica) riscalati sia del tempo che dello spazio.



## Valutazioni comparative

In figura 11 ed in tabella 10 vengono riportati i risultati del calcolo degli indici di valutazione z-score sia per i dati TQ (anche se riportati allo stesso giorno) che per i valori riscalati spazio e ricalcolati (siglati RRR per brevità).

**Tabella 10:** valori degli scores assegnati alle squadre partecipanti calcolati sui valori TQ riscalati tempo e sui valori orari dell'intersezione 23.00÷6.00 ricalcolati, riscalati stempo e riscalati spazio (RRR).

	Sui valori TQ	Su valori 23.00÷6.00 RRR
<b>Codice squadra</b>		
SQ1	0,12	0,49
SQ2	-1,25	-0,54
SQ3	-0,21	-0,69
SQ4	-1,02	-0,23
SQ5	-0,21	-0,68
SQ6	1,65	1,96
SQ7	-0,21	-0,29
SQ8	0,02	-0,50
SQ9	-2,00	-2,22
SQ10	0,02	-0,06
SQ11	-0,79	-0,19
SQ12	1,16	0,53
SQ13	-0,11	0,74
SQ14	1,19	0,36
SQ15	-1,09	-0,63
SQ16	0,74	-0,01
SQ17	1,49	2,22
SQ18	0,51	-0,25

Le piccole distanze fra i punti di misura delle squadre non può comportare un effetto significativo sui valori di score con il riscaldamento spaziale, tuttavia è ancora apprezzabile un lieve miglioramento complessivo.

## Valutazione delle dispersioni (riproducibilità)

In tabella 11 vengono riportati i valori delle dispersioni nelle varie fasi che sono state identificate e separate. Per escludere eventuali distorsioni dovute alle mutate

condizioni meteo la stima del contributo strumentale ha richiesto il ricalcolo dei livelli complessivi sulla intersezione di fasce orarie fra le squadre (23.00÷6.00).

**Tabella 11:** valori delle dispersioni (in dB(A)) nelle varie fasi di elaborazione dei risultati dello studio ES2010 in termini di scarto tipo.

<i>Periodo notturno</i>	<i>Scarto tipo</i>
Dati $L_{Aeq,TR}$ tal quali	0,78
Dati $L_{Aeq,TR}$ tal quali riscaldati tempo	0,44
Dati $L_{Aeq,TR}$ riscaldati alla posizione di controllo	0,52
<i>Riscaldamento spaziale</i>	<i>Media delle squadre</i>
Termine di riscaldamento spaziale (differenza rispetto al punto di massimo di ciascuna squadra, con segno)	-0,11
<i>Stima dispersione di origine strumentale</i>	
Dati riscaldati alla posizione di controllo: $L_{Aeq}$ complessivo ricalcolato su una selezione di $L_{Aeq}$ orari misurati da tutti i partecipanti (ore 23-6), normalizzato nel tempo	0,55

Si può osservare che le dispersioni dei risultati, sia tal quali che riscaldati spazio, non si discostano in modo significativo dalle ordinarie incertezze attribuibili alla componente strumentale; anche l'eliminazione del periodo di pioggia in una delle tre notti non influisce in modo determinante. Ciò è da mettere in relazione con le dimensioni ridotte del ricettore che hanno pressoché annullato il contributo dovuto al posizionamento, ed all'assenza di fenomeni sonori interferenti di rilievo.

## **10.2. UF2010 – Via Nao, Venezia Mestre (VE)**

Per ciò che riguarda lo svolgimento della prova il partecipante SQ4 non ha potuto completare la prova perché "lo strumento ha smesso di funzionare alle ore 18 circa per problemi di software mai riscontrati prima". La numerosità dei partecipanti passa quindi a 17 mantenendosi perciò ad un livello sufficiente a garantire conclusioni di buona significatività.

### **Valutazione procedurali**

Per quanto riguarda l'identificazione del punto di massimo nel sito di prova, la caratterizzazione spaziale ha mostrato che, ad esclusione di una sola posizione (e

per una quantità esigua), non vi sono differenze apprezzabili fra i livelli determinati nelle posizioni assunte dai partecipanti. Dunque, anche per le sue ridotte dimensioni, valgono le considerazioni fatte per lo studio ES2010 in forma anche più accentuata (in tabella 13 vengono rappresentati i valori delle differenze dal punto di massimo nelle posizioni assunte dalle squadre).

In Tabella 12 è riportata una sintesi del comportamento delle squadre in merito all'identificazione dei transiti ferroviari e il reale numero dei transiti avvenuti nelle tre giornate dello studio.

**Tabella 12:** numero dei transiti dichiarati e numero corretto dei transiti da identificare, invalidare e utilizzare. Ciascun gruppo di squadre è posto a confronto con la corrispondente misura di controllo.

Codice	Dichiarati			Frazione corretta di:		
	Identificati	Invalidati	Utilizzati	Identificati	Invalidati	Utilizzati
<b>Ctrl 14-15 set</b>				<b>8</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
SQ3	8	0	8	6	0	6
SQ5	21	13	8	7	0	7
SQ7	7	1	6	7	0	6
SQ8	7	0	7	7	0	7
SQ10	8	2	6	8	1	6
SQ12	7	0	7	7	0	7
<b>Ctrl 15-16 set</b>				<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
SQ1	6	0	6	6	0	6
SQ2	6	0	6	6	0	6
SQ4	-	-	-	-	-	-
SQ11	6	0	6	6	0	6
SQ13	6	0	6	6	0	6
SQ17	6	0	6	6	0	6
<b>Ctrl 16-17 set</b>				<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
SQ6	7	0	7	7	0	7
SQ9	7	0	7	7	0	7
SQ14	7	0	7	7	0	7
SQ15	5	0	5	5	0	5
SQ16	7	2	7*	7	0	5
SQ18	7	0	7	7	0	7

\* SQ16: dichiarati 7 ma realmente utilizzati 5.

Si può osservare che, pur in presenza di un numero esiguo di transiti e di condizioni favorevoli (basso rumore di fondo in relazione al livello sonoro prodotto dai transiti), la loro identificazione ha creato comunque qualche difficoltà ad alcuni partecipanti.

Per quanto riguarda la corretta applicazione degli algoritmi di calcolo, in tabella 13 è riportato un raffronto fra i risultati dichiarati e quelli ricalcolati, utilizzando l'algoritmo corretto, dai singoli valori di  $L_{AE}$  dichiarati dai partecipanti. Nel primo caso (penultima colonna a destra) il ricalcolo è stato effettuato considerando come transiti invalidati quelli così dichiarati dai partecipanti, indipendentemente dalla loro corretta identificazione. Nel secondo caso invece (ultima colonna a destra) il ricalcolo viene effettuato considerando come transiti invalidati esclusivamente quelli, così dichiarati dai partecipanti, che corrispondono a transiti reali. Si possono osservare cinque errori grossolani. Fra questi spiccano due errori di particolare rilevanza (superiori ai 10 dB(A)). Nel caso di SQ5, la differenza fra i valori riportati nelle due ultime colonne di tabella 13 consegue al fatto che sono stati identificati come transiti, ed invalidati, un certo numero di eventi sonori che non corrispondevano a reali transiti ferroviari, e ciononostante questi eventi, erroneamente, non sono stati inclusi nel calcolo del  $L_{Aeq,TR}$  con le modalità previste dal DM 16/3/98.

Per quanto riguarda gli errori di posizionamento, nella medesima tabella sono riportati anche i valori dei termini di riscaldamento spaziale derivanti dalla caratterizzazione, che risultano non significativi (risultato atteso, date le ridotte dimensioni del ricettore).

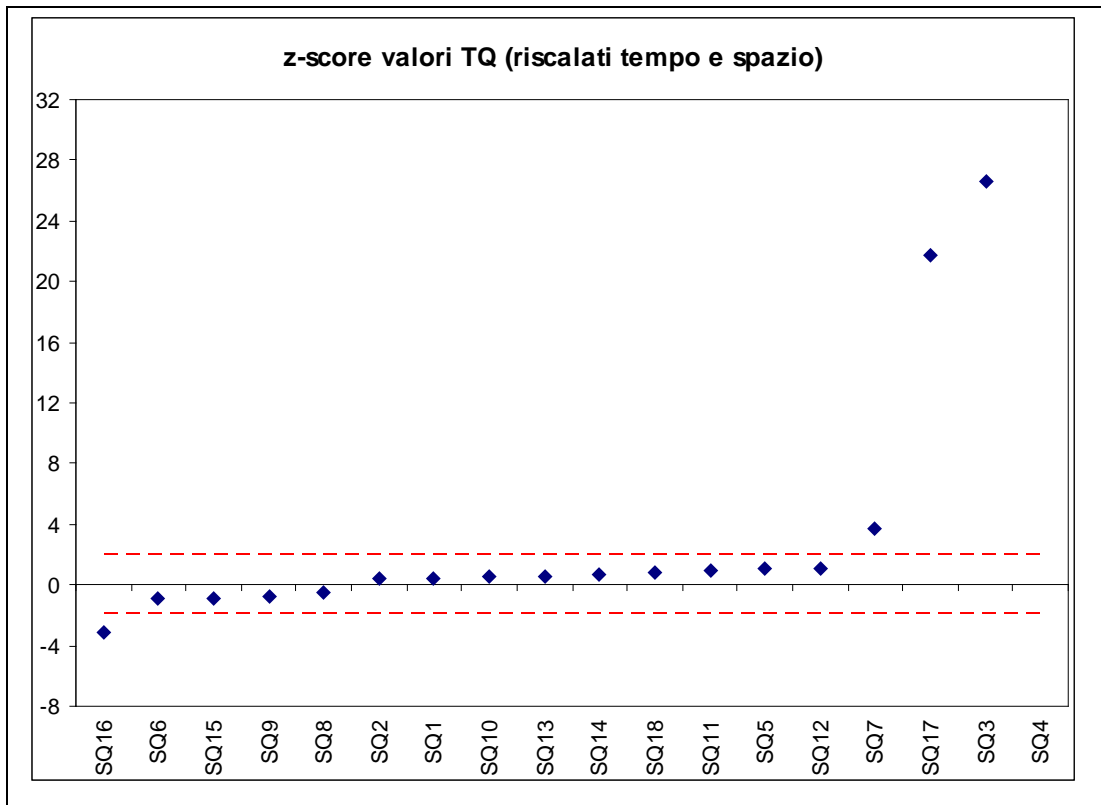
**Tabella 13:** valori del numero di transiti invalidati (dichiarati) per la determinazione del valore giornaliero (notturno) e delle differenze, in dB(A), fra il punto di Massimo e la posizione scelta dalla squadra partecipante. Nella quarta colonna a destra vengono riportati i valori delle differenze fra il valore dichiarato e il valore ricalcolato sulla base dei SEL e dei transiti invalidati dichiarati dal partecipante (secondo DMA 16/3/98). Nell'ultima colonna a destra invece vengono riportati i valori delle differenze fra il valore dichiarato e il valore ricalcolato sulla base dei transiti invalidati correttamente identificati. Sono state considerate significative solo differenze maggiori di 0,2 dB(A).

<b>Codice squadra</b>	<b>Numero transiti invalidati (dichiarati)</b>	<b>Posizionamento Diff. dal Max</b>	<b>Diff. da ricalcolo (invalidati dichiarati)</b>	<b>Diff. da ricalcolo (invalidati veri)</b>
SQ1	0	0,22	0,0	0,0
SQ2	0	0	0,0	0,0
SQ3	0	0	<b>15,9</b>	<b>15,9</b>
SQ4	-	0	-	-
SQ5	13	0	<b>-2,0</b>	0,0
SQ6	0	0	0,0	0,0

SQ7	1	0	0,0	0,0
SQ8	0	0	0,0	0,0
SQ9	0	0	0,0	0,0
SQ10	2	0	<b>-0,7</b>	<b>-0,7</b>
SQ11	0	0	0,0	0,0
SQ12	0	0	0,0	0,0
SQ13	0	0	0,0	0,0
SQ14	0	0	0,0	0,0
SQ15	0	0	0,0	0,0
SQ16	2	0	<b>-0,6</b>	<b>-0,6</b>
SQ17	0	0	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>
SQ18	0	0	0,0	0,0

### Valutazioni comparative

In figura 12 vengono riportati i valori degli indici z-score sui dati tal quali dopo riscaldamento nel tempo e nello spazio; tali indici sono stati calcolati utilizzando come valore assegnato e scarto tipo la media e lo scarto tipo del set dei dati emendato dagli errori grossolani (e dunque ricalcolati). Ciò è stato imposto dalla presenza, sul set dei dati TQ, di anomalie da ricalcolo esaminate al punto precedente. In tale figura appaiono particolarmente evidenti le due più grosse (tanto che l'intera figura ne risulta interamente deformata). Nel calcolare valore e scarto tipo assegnato è stato anche escluso il dato di una delle squadre la cui strumentazione presentava un funzionamento difettoso (SQ7).



**Figura 12:** Andamento dello z-scores delle squadre sui valori del  $L_{Aeq,TR}$  notturni TQ riscalati tempo e spazio. La figura risulta interamente deformata per la presenza di errori grossolani nell'uso degli algoritmi di calcolo.

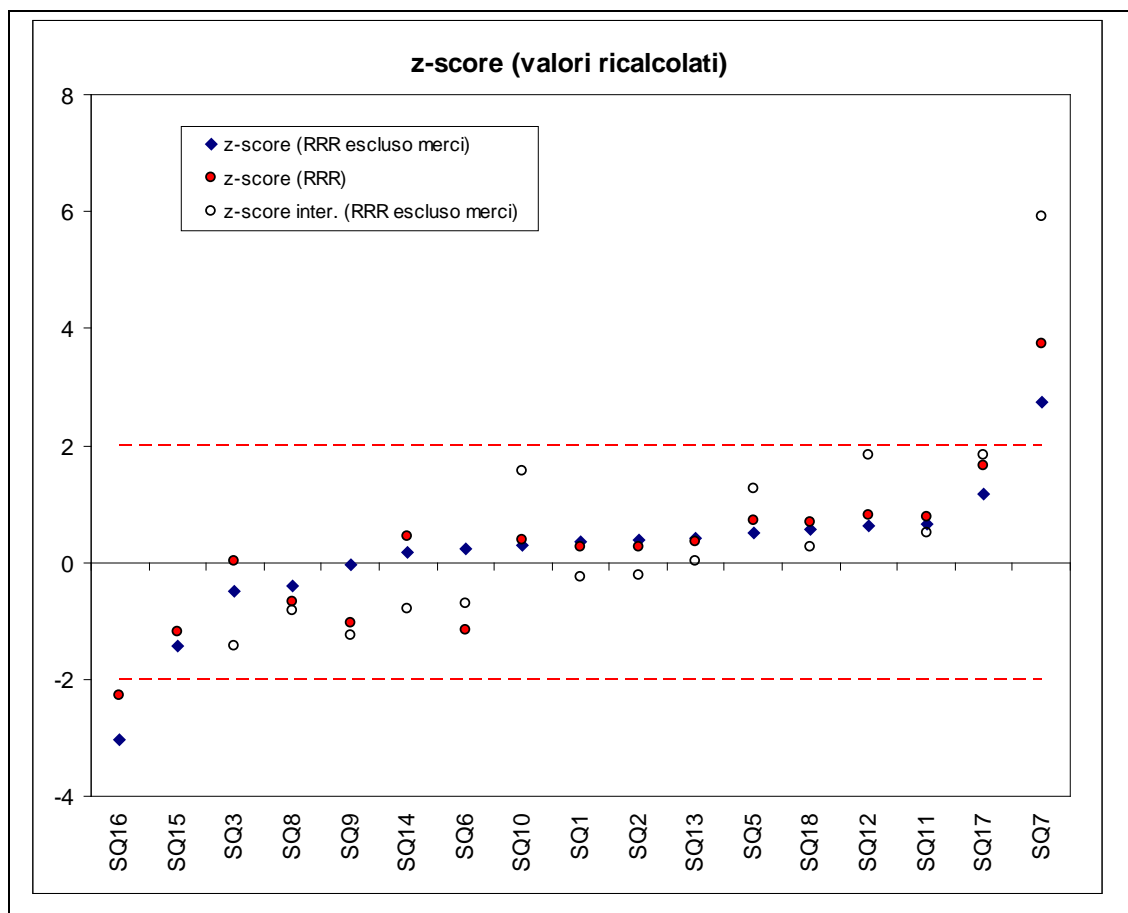
In figura 13 invece vengono rappresentati i valori di score calcolati dai valori  $L_{Aeq,TR}$  ricalcolati sulla base dei livelli  $L_{AE}$  dei transiti dichiarati. Per il ricalcolo si sono considerati i transiti validi ed invalidati dichiarati dai partecipanti, senza riguardo alla correttezza della rispettiva individuazione.

Si deve segnalare che, solo in due delle tre notti di misura, si è verificato un transito di convoglio merci, transito caratterizzato da un contenuto energetico molto maggiore rispetto agli altri transiti. Considerato l'effetto distortore che hanno gli eventi intensi sul  $L_{Aeq,TR}$ , il verificarsi di un tale evento può compromettere la presunta omogeneità del fenomeno sonoro valutato dai diversi gruppi di squadre che si sono avvicendati nei tre turni di misura. Per questo motivo, per una corretta comparazione dei risultati dei partecipanti, si è ritenuto opportuno effettuare ulteriori valutazioni su dati ricalcolati escludendo dai data i transiti dei treni merci. Per questo motivo in figura 13 vengono riportati anche gli score calcolati dopo queste esclusioni.

Un ulteriore passo per omogeneizzare i data set è stato quello di considerare per tutte le squadre solo l'intersezione dei medesimi transiti (nel senso dell'orario e della tipologia di treno). Purtroppo per garantire un numero minimo di transiti comuni a tutti

(5) è stato necessario escludere due squadre partecipanti. Anche questi valori vengono rappresentati in figura 13.

Come valore scarto tipo assegnato sono stati utilizzati quelli provenienti dal set stesso dei dati. Tali parametri sono stati determinati dai dati di  $L_{Aeq,TR}$  ricalcolati mediante impiego del corretto algoritmo di calcolo, a partire dai dati elementari di  $L_{AE}$ . In tutti i casi è stato escluso il dato della squadra SQ7, che presentava problemi di malfunzionamento allo strumento di misura; per le valutazioni su sottoinsiemi di transiti sono stati esclusi dal calcolo dei parametri assegnati i dati di alcune altre squadre che non avevano identificato e valutato tutti i transiti dell'intersezione.



**Figura 13:** Andamento dello z-scores delle squadre sui valori del  $L_{Aeq,TR}$  notturni nelle tre modalità di ricalcolo dei valori di SEL dei transiti (ordinati secondo i valori RRR senza transiti merci). Sono evidenti, rispetto alla figura precedente, gli effetti della ripulitura dai *blunders* che affliggono i risultati TQ. E' visibile anche l'effetto d

In tabella 14 vengono riportati tutti i valori per le 4 tipologie di elaborazione

**Tabella 14:** valori degli score calcolati nelle diverse modalità di considerazione dei transiti avvenuti.

Codice squadra	z-score TQ (riscalati tempo e spazio)	z-score (RRR)	z-score (RRR escluso merci)	z-score inter. (RRR escluso merci)
SQ1	0,46	0,27	0,37	-0,25
SQ2	0,42	0,27	0,37	-0,21
SQ3	26,54	0,02	-0,49	-1,42
SQ4				
SQ5	1,04	0,72	0,49	1,27
SQ6	-0,95	-1,16	0,23	-0,70
SQ7	3,69	3,73	2,75	5,90
SQ8	-0,45	-0,67	-0,41	-0,82
SQ9	-0,78	-1,05	-0,03	-1,26
SQ10	0,55	0,39	0,29	1,56
SQ11	0,92	0,76	0,66	0,51
SQ12	1,04	0,79	0,64	1,83
SQ13	0,59	0,34	0,41	0,02
SQ14	0,71	0,44	0,17	-0,78
SQ15	-0,95	-1,20	-1,42	
SQ16	-3,10	-2,26	-3,03	
SQ17	21,78	1,66	1,18	1,85
SQ18	0,87	0,68	0,57	0,25

Un commento importante che si può fare sui cambiamenti degli score nei vari gradi di elaborazione riguarda la gerarchia di importanza che hanno le varie fasi nel contribuire alla dispersione sul dato finale. E' evidente, ancora una volta, come le fasi di manipolazione dei dati siano in grado di apportare il maggior scempenso.

### **Valutazione delle dispersioni (riproducibilità)**

In tabella 15 vengono riportati i valori delle dispersioni nelle varie fasi che sono state identificate e separate. Considerato che lo scopo di queste valutazioni è ottenere una stima della riproducibilità del metodo di misura correttamente applicato, nel calcolo degli scarti tipo dei valori TQ si sono esclusi i valori affetti da evidenti errori di applicazione dell'algoritmo di calcolo (SQ3 e SQ17);. Per quanto riguarda la valutazione della dispersione di origine strumentale, valutata su un sottoinsieme di transiti, si sono escluse alcune squadre che non avevano identificato correttamente i



transiti considerati; il livello  $L_{Aeq,TR}$  in questo caso è stato ricalcolato a partire dai singoli  $L_{AE}$  e questo ha consentito di recuperare i dati delle squadre SQ3 e SQ17. Per tutte le valutazioni infine si è escluso il dato della squadra SQ7 la cui strumentazione presentava evidente malfunzionamento.

**Tabella 15:** valori delle dispersioni (in dB(A)) nelle varie fasi di elaborazione dei risultati dello studio UF2010 in termini di scarto tipo.

<i><u>Periodo notturno</u></i>	<i>Scarto tipo</i>
Dati $L_{Aeq,TR}$ tal quali, riscaldati tempo	0,70
Dati $L_{Aeq,TR}$ riscaldati tempo e spazio (alla posizione di controllo)	0,70
<i><u>Riscaldamento spaziale</u></i>	<i>Media delle squadre</i>
Termine di riscaldamento spaziale (differenza rispetto al punto di massimo di ciascuna squadra, con segno)	-0,01
<i><u>Stima dispersione di origine strumentale</u></i>	<i>Scarto tipo</i>
Dati riscaldati alla posizione di controllo: $L_{Aeq,TR}$ calcolato su una selezione di transiti misurati da quasi tutti i partecipanti, normalizzato nel tempo (escluse squadre con problemi strumentali noti)	0,46

Si osserva che le dispersioni dei risultati sono più ampie di quanto risulta dalla sola componente strumentale; nel caso specifico la dispersione dovuta al posizionamento non dà alcun contributo, il contributo aggiuntivo rispetto all'incertezza strumentale si deve attribuire alla fase di manipolazione, identificazione degli eventi e loro trattamento.

#### **10.4. EF2010 – Via Milano, San Donà di Piave (VE)**

Nel corso dello svolgimento dello studio non si sono verificate anomalie ad esclusione di un incidente strumentale occorso ad una squadra; a ciò si è potuti ovviare con lo spostamento della prova di quel partecipante ad altra giornata di prova mantenendo così la numerosità massima dei partecipanti. La elevata numerosità di transiti ha consentito un'analisi accurata della metodologia e del comportamento dei partecipanti.

## Valutazione procedurale

In tabella 16 viene riportata una sintesi delle prestazioni delle squadre in merito all'identificazione dei transiti ferroviari. In essa si possono trovare sia i valori dichiarati dai partecipanti (le tre colonne di sinistra) che i valori delle identificazioni corrette, con la relativa frazione percentuale, e delle identificazioni errate (le due colonne a destra).

**Tabella 16:** valori relativi ai transiti avvenuti nella linea ferroviaria adiacente al sito dello studio EF2010. Le prime righe riportano, per le diverse giornate di prova, il numero effettivo di transiti realmente avvenuti, con il numero di transiti da utilizzare o da invalidare, valutato in base alle misure di controllo. Più sotto vengono riportati sia i transiti dichiarati dai partecipanti e la frazione degli stessi correttamente identificati e identificati ma inesistenti.

Controllo	Identificati	Utilizzati	Invalidati		
14/9-15/9	68	66	2		
15/9-16/9	68	62	6		
16/9-17/9	66	64	2		
SQUADRE	Identificati	Utilizzati	Invalidati	Identificazioni corrette (frazione %)	Identificazioni errate
SQ6	68	66	2	68 (100,00)	0
SQ7	67	62	5	66 (100,00)	1
SQ2	70	67	3	68 (100,00)	2
SQ11	67	64	3	67 (98,53)	0
SQ8	66	63	3	65 (98,48)	1
SQ18	68	67	1	66 (97,06)	2
SQ3	72	67	5	64 (96,97)	8
SQ16	67	61	6	65 (95,59)	2
SQ10	65	56	9	63 (95,45)	2
SQ13	65	59	6	63 (95,45)	2
SQ1	64	61	3	64 (94,12)	0
SQ4	64	59	5	64 (94,12)	0
SQ14	66	62	4	63 (92,65)	3
SQ12	64	63	1	61 (92,42)	3
SQ9	63	52	11	61 (89,71)	2
SQ5	58	57	1	56 (84,85)	2
SQ15	43	43	0	43 (63,24)	0
SQ17	50	46	4	36 (52,94)	14

Il dato della frazione di transiti correttamente identificati può non essere rappresentativo di errori significativi nel risultato finale. Ciò in conseguenza del

diverso peso che hanno su quest'ultimo i livelli  $L_{AE}$  che caratterizzano i transiti. Evidentemente non identificare transiti con basso livello  $L_{AE}$ , praticamente non avrà conseguenze. Viceversa se viene mancata l'identificazione di un transito ai livelli massimi, il suo peso sul dato finale sarà ben maggiore. In linea generale, però, è molto più difficile mancare l'identificazione di un transito ad alto livello, e per questo la procedura si dimostra, da questo lato, piuttosto robusta.

In tema di applicazione degli algoritmi di calcolo, in Tabella 17 è riportato un raffronto fra i valori di  $L_{Aeq,TR}$  dichiarati e quelli ricalcolati, sulla base dei dati dei singoli transiti dichiarati, utilizzando l'algoritmo corretto. Si può notare che per alcune squadre la differenza è molto elevata a conferma di evidenti errori di trattamento dati (analogo problema si è riscontrato nello studio UF2010).

**Tabella 17:** Riepilogo delle valutazioni sul trattamento dati e sul posizionamento. Nella seconda colonna si trova il numero di transiti invalidati (dichiarati) per la determinazione del valore giornaliero (notturno) e nella terza vengono riportate le differenze fra il valore dichiarato e il valore ricalcolato, secondo il corretto algoritmo (DMA 16/3/98), sulla base dei livelli  $L_{AE}$  e dei transiti invalidati dichiarati dal partecipante. Sono state considerate significative solo differenze maggiori di 0,2 dB(A). Nell'ultima colonna a destra invece vengono riportati i valori delle differenze di livello in dB(A) fra la posizione scelta dalla squadra partecipante e il punto di Massimo e il punto di controllo, ricavate dai dati di caratterizzazione spaziale.

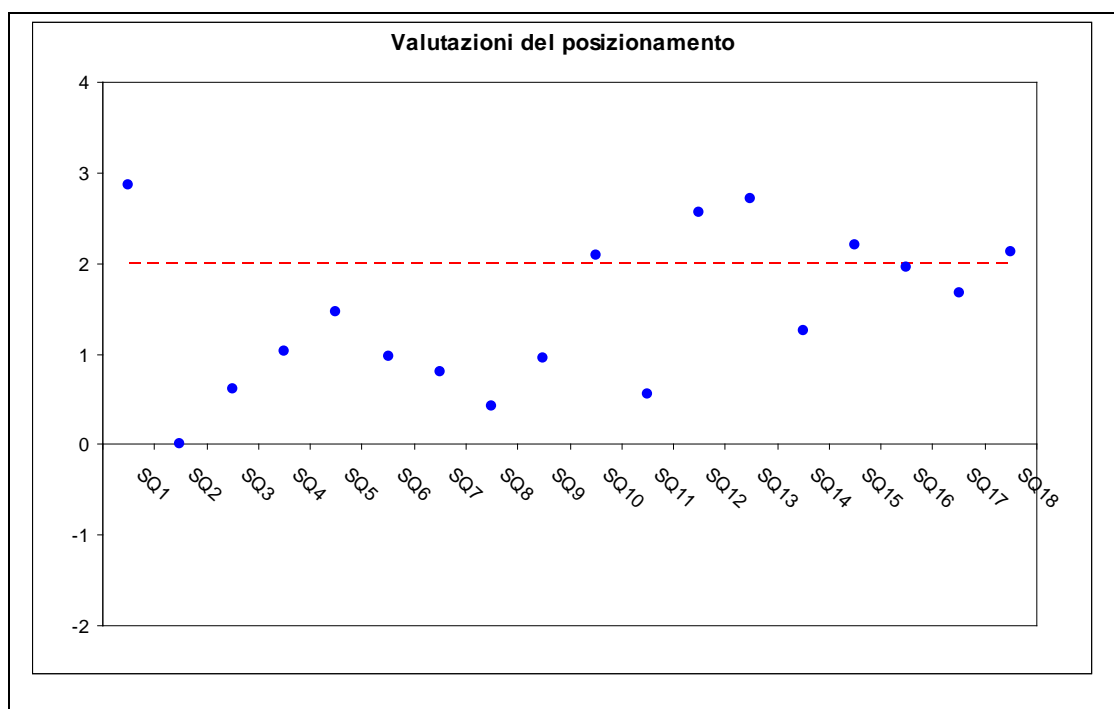
<b>Codice squadra</b>	<b>Numero transiti invalidati (dichiarati)</b>	<b>Diff. da ricalcolo</b>	<b>Posizionamento Diff. dal punto di Max dB(A)</b>
SQ1	3	0,7	1,4
SQ2	3	-	0,0
SQ3	5	17,2	0,3
SQ4	5	-	0,5
SQ5	1	0,8	0,7
SQ6	2	-	0,5
SQ7	5	-	0,4
SQ8	3	-	0,2
SQ9	11	-0,7	0,5
SQ10	9	-0,3	1,0
SQ11	3	-	0,3
SQ12	1	0,2	1,3
SQ13	6	-	1,4
SQ14	4	-	0,6
SQ15	0	10,0	1,1

<b>SQ16</b>	<b>6</b>	-	1,0
<b>SQ17</b>	<b>4</b>	12,3	0,8
<b>SQ18</b>	<b>1</b>	-	1,1

Per quanto riguarda il posizionamento il sito nel quale si è svolta la prova aveva dimensioni tali da consentire ai partecipanti una buona varietà di posizioni distanti fra loro. Come per lo studio US2010 le squadre si sono distanziate in modo tale che da avere differenze significative nel campo sonoro prodotto dalla specifica sorgente, fra le diverse posizioni assunte.

I valori di tali differenze, espressi in dB(A) rispetto al punto di massimo, come risultanti dalle misure di caratterizzazione spaziale, sono anch'essi riportati in tabella 17.

Nella figura 14 vengono rappresentati valori dell'indice di valutazione del posizionamento.



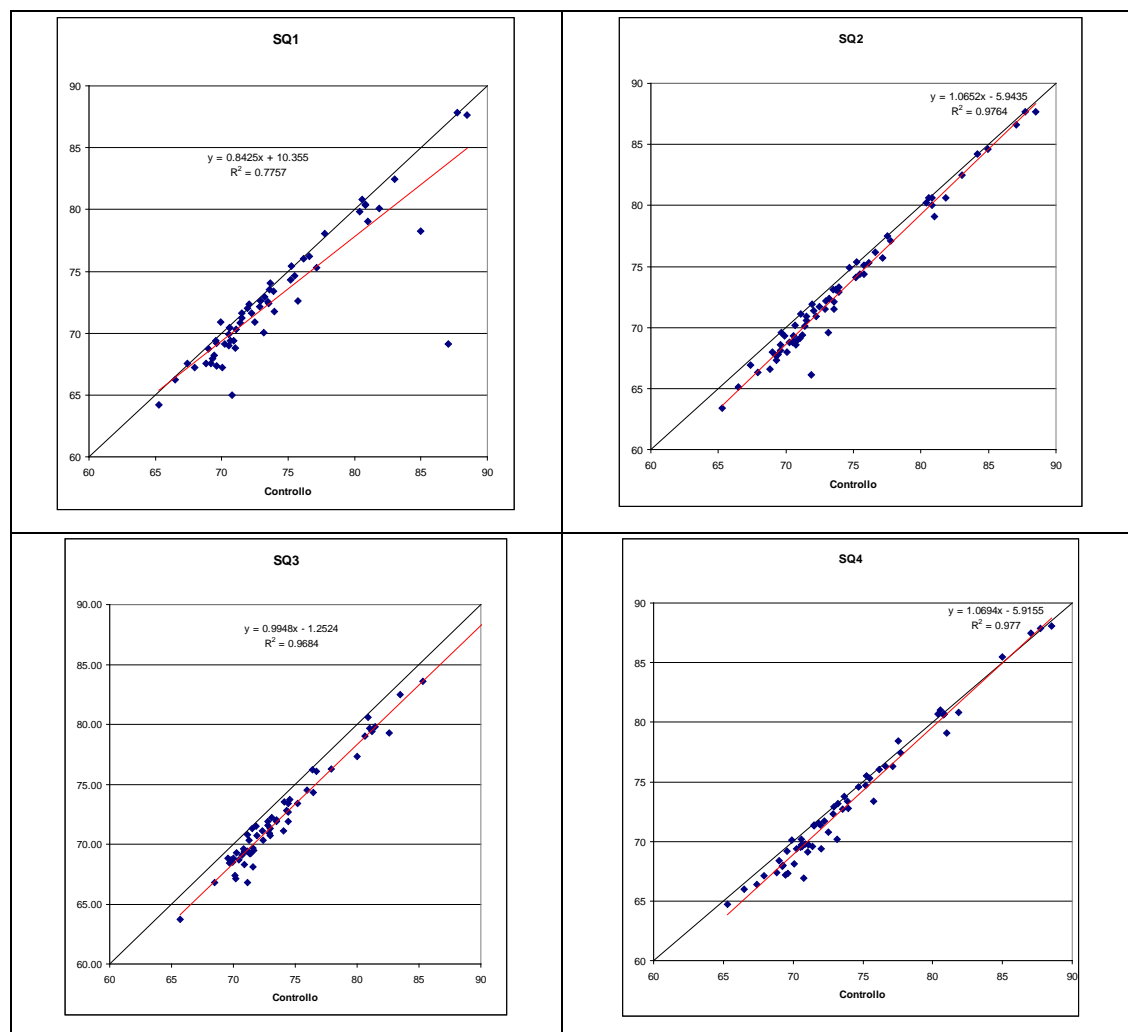
**Figura 14:** Andamento dello z-scores delle squadre sui valori del posizionamento

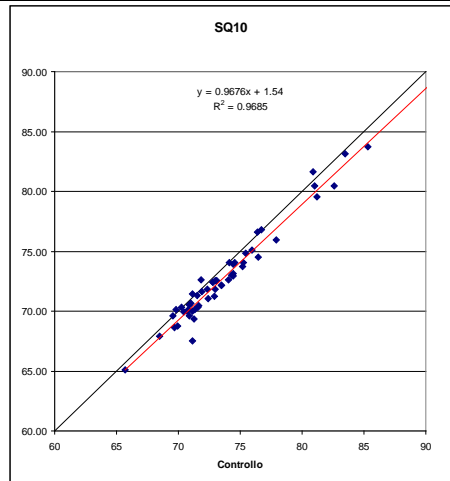
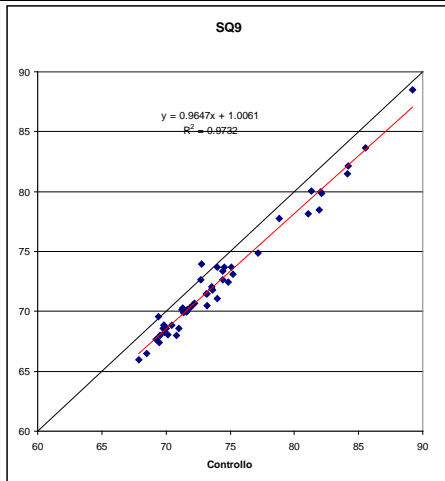
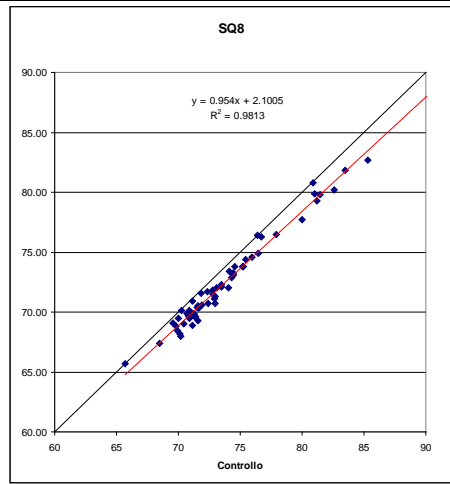
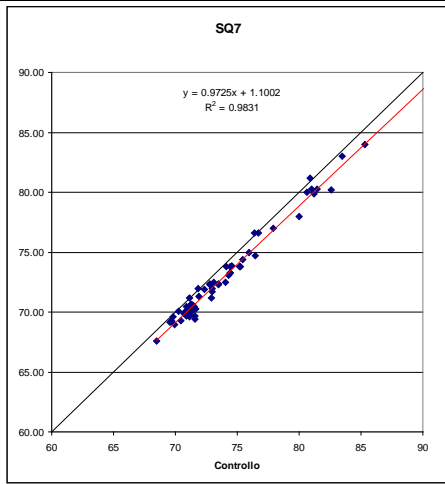
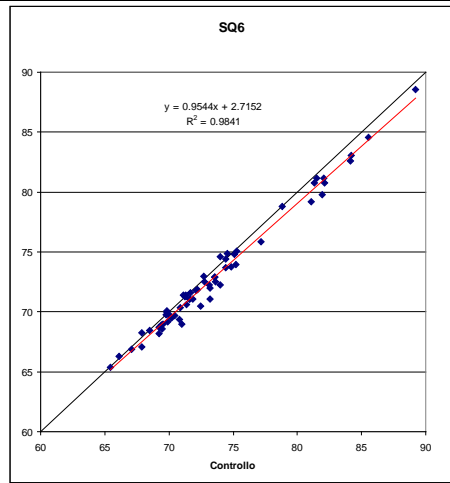
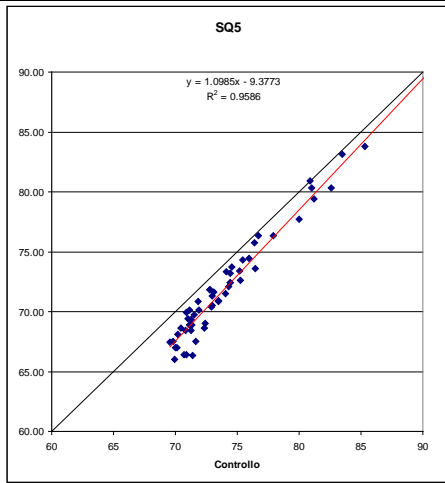
Il grafico evidenzia che in questo caso, in conseguenza dell'estensione del ricettore, le scelte di posizionamento operate da un discreto numero di squadre hanno comportato un errore (sottostima) di misura non "accettabile" secondo il criterio qui proposto.

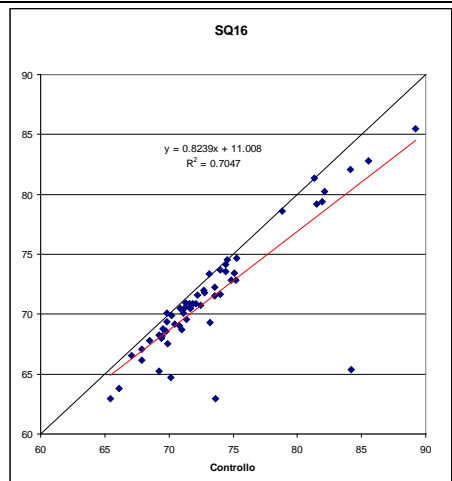
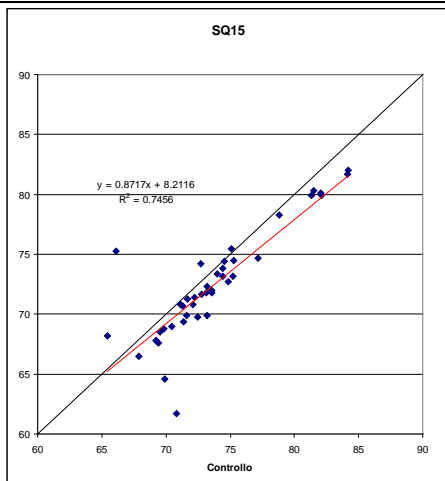
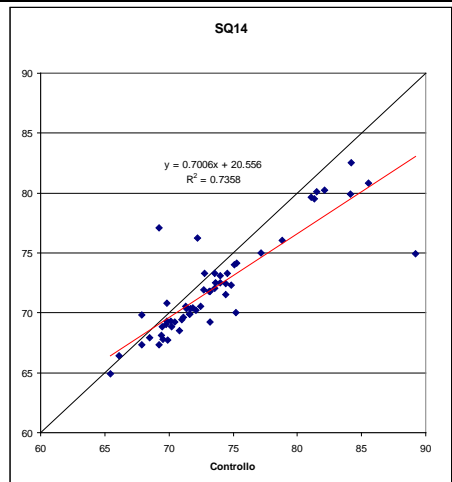
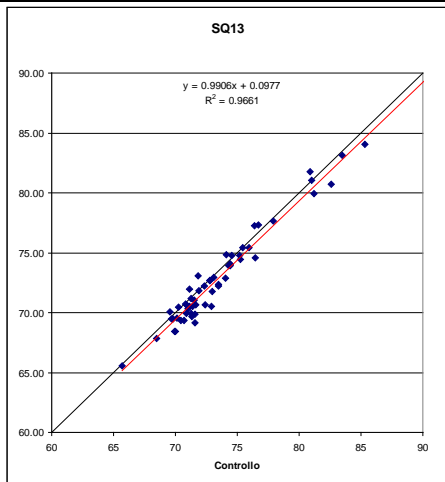
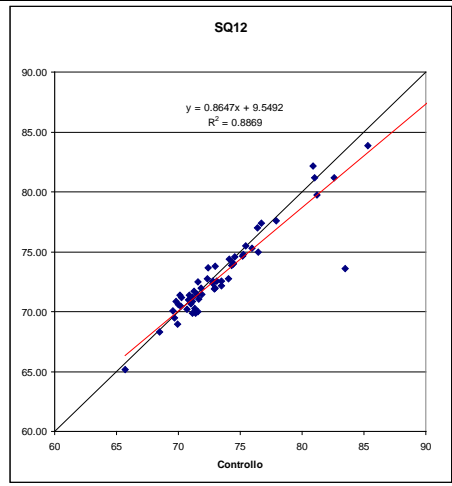
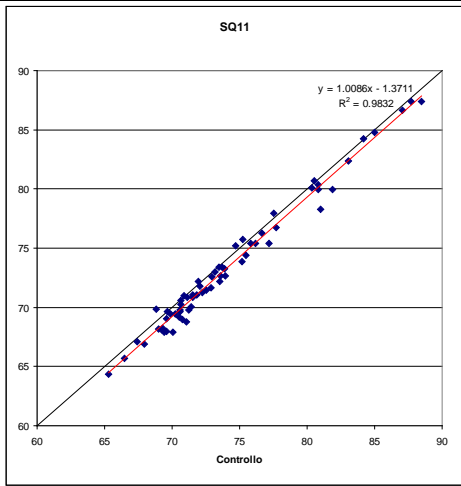
## Valutazioni comparative

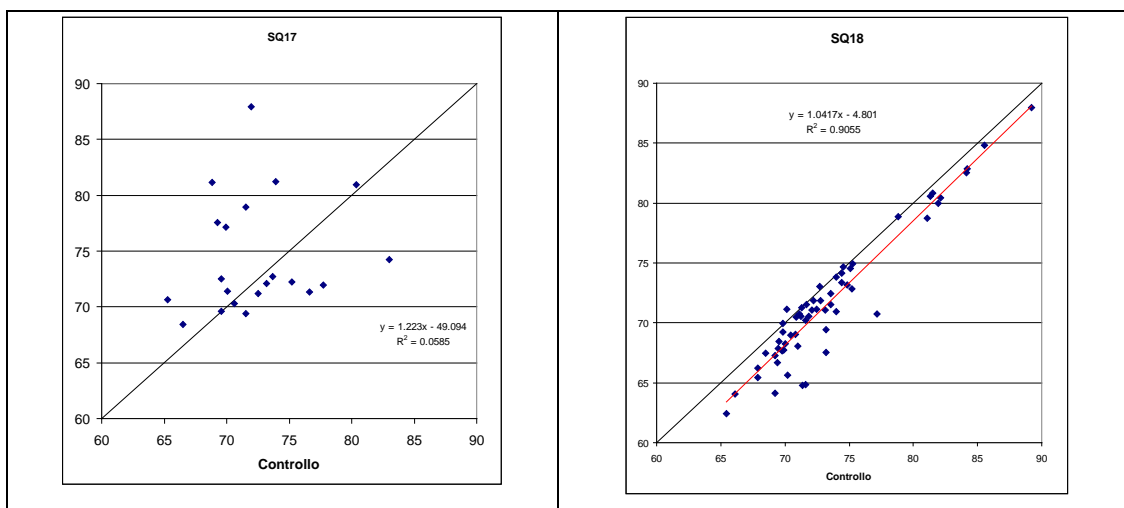
### a - Valutazione dati singoli transiti

In figura 15 vengono riportati i diagrammi di dispersione dei dati dei partecipanti rispetto alla misura controllo, previo riscaldamento spaziale degli stessi alla posizione di controllo.









**Figura 15:** Diagrammi di dispersione dei valori  $L_{AE}$  di singoli transiti ferroviari dei partecipanti riscaldati spazio vs Ctrl. Le rette di regressione (ai minimi quadrati) sono fortemente condizionate dalla presenza di punti dispersi. Entrambi i valori sono espressi in dB(A) e viene usata una scala ridotta (60÷90 dB(A)) per apprezzare meglio l'eventuale grado di accordo del partecipante con il controllo.

In Tabella 18 sono riportati i valori di alcuni parametri tipici della regressione lineare sui singoli dati di SEL dei partecipanti riscaldati spazio (vs Ctrl); infatti, dato che il range dei livelli orari è lo stesso per tutti i partecipanti, i valori sono fra loro comparabili e la numerosità delle coppie di dati (quasi sempre sopra 50) garantisce una buona significatività.

**Tabella 18:** valori dei parametri caratterizzanti la regressione lineare sui valori dei livelli  $L_{AE}$ , fra squadra e controllo.

CODICE	Coeff. di Pearson	Coeff.Ang.	Offset
SQ6	0,984	0,954	2,715
SQ7	0,983	0,973	1,100
SQ11	0,983	1,009	-1,371
SQ8	0,981	0,954	2,106
SQ4	0,977	1,069	-5,916
SQ2	0,976	1,065	-5,944
SQ9	0,973	0,965	1,006
SQ3	0,968	0,998	-1,252
SQ10	0,967	0,968	1,540
SQ13	0,966	0,991	0,098
SQ5	0,957	1,098	-9,377
SQ18	0,906	1,042	-4,801
SQ12	0,887	0,865	9,549



<b>SQ1</b>	0,776	0,843	10,355
<b>SQ15</b>	0,746	0,872	8,212
<b>SQ14</b>	0,736	0,701	20,556
<b>SQ16</b>	0,705	0,824	11,008

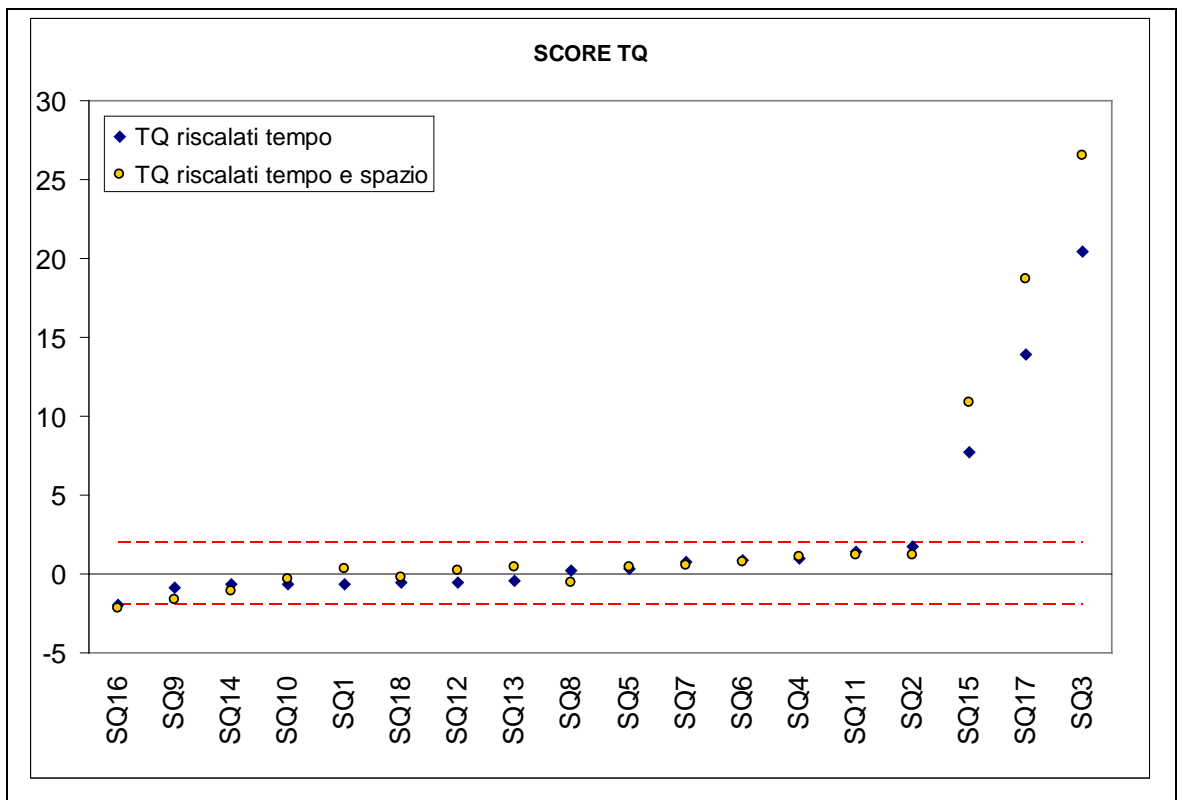
Per questo studio si può osservare che meno della metà delle squadre raggiunge una correlazione superiore al valore tradizionalmente considerato significativo (0,975). Ciò sembra indicare una maggior difficoltà di stima del valore di  $L_{AE}$  rispetto al dato di  $L_{Aeq}$  orario nella misura del rumore stradale).

La presenza di dati dispersi (sulla cui natura non è possibile fare chiarezza), come noto, distorce la stima del coefficiente angolare. Ne consegue che non è possibile effettuare una vera classificazione delle deviazioni dal caso ideale (costituito dall'unità). Tuttavia un buon numero di partecipanti dimostra un ottimo accordo lineare con il controllo contemporaneo.

Per quanto riguarda l'offset, anche in questo caso il range delle misure non è sufficientemente esteso (42÷56 dB(A)) perché la stima dell'intercetta si possa considerare rappresentativa di reali differenze di misura.

#### **b - Valutazione $L_{Aeq,TR}$**

Nelle figure 16 e 17 vengono rappresentati gli andamenti degli indici di score per i valori di  $L_{Aeq,TR}$  nelle varie modalità di elaborazione: TQ riscalati tempo; TQ riscalati tempo-spazio; RRR sia sull'intero set dei di transiti, come dichiarati dalle squadre, che su di un loro sottoinsieme (intersezione) comune alla quasi totalità delle squadre.

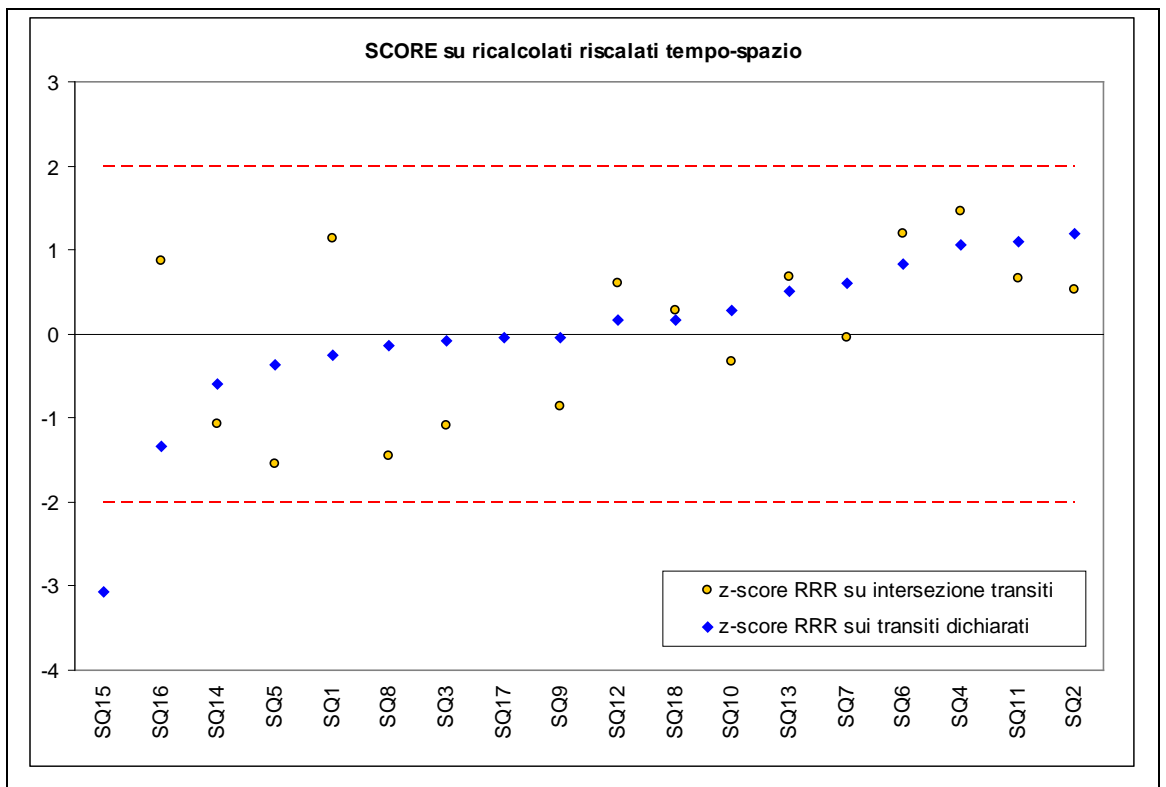


**Figura 16:** Andamento dello z-score delle squadre sui valori TQ riscalati tempo e riscalati anche spazio. La presenza di blunder nella fase di elaborazione distorce completamente il grafico e non consente di apprezzare l'andamento dei rimanenti punteggi.

I punteggi calcolati sui valori TQ hanno utilizzato i valori assegnati, media e scarto tipo, determinati dal set di dati forniti dalle squadre, con esclusione di quelli affetti da errori grossolani (errori di applicazione dell'algoritmo di calcolo). Ciò determina una deformazione vistosa del relativo diagramma.

Per il calcolo di valore assegnato e deviazione standard assegnata nella valutazione degli score per i dati RRR sono stati utilizzati i dati di tutte le squadre, mentre per il calcolo degli stessi parametri nel caso dell'intersezione di transiti si sono dovute escludere due squadre che non avevano identificato tutti i transiti considerati.

I corrispondenti valori vengono riportati in Tabella 19.



**Figura 17:** Andamento dello z-score delle squadre sui valori riscalati spazio-tempo, ricalcolati (RRR) a partire dai livelli  $L_{AE}$  dei singoli transiti dichiarati come utilizzati ed invalidati dalle squadre, mediante applicazione del corretto algoritmo di calcolo prescritto dal DMA 16/3/98, e da un sottoinsieme di transiti comuni a quasi tutte le squadre (intersezione). Per i partecipanti SQ15 e SQ17 non è stato possibile individuare un sottoinsieme sufficiente di transiti identificati in comune con le altre squadre, pena una drastica diminuzione della numerosità.

Riguardo agli score sui valori  $L_{Aeq,TR}$  TQ, risultano evidenti le anomalie derivanti da scorretta applicazione dell'algoritmo di calcolo. Per quanto riguarda invece l'andamento degli score valutati sui valori ottenuto dal ricalcolo, se si esclude SQ15, la cui anomalia è da ascrivere a carenze nell'identificazione dei transiti ferroviari, per tutti gli altri partecipanti il risultato appare coerente; ciò in particolare anche nel caso dell'intersezione su un sottoinsieme di transiti, seppur in presenza di uno scarti tipo particolarmente contenuto (pari a 0,44 dB(A)); questo è indicativo del fatto che la strumentazione ha fornito sostanzialmente per tutte le squadre una prestazione soddisfacente, e che le eventuali criticità sono da ricercare nella fase di elaborazione dei dati.

**Tabella 19:** valori degli z-scores assegnati alle squadre partecipanti per le diverse modalità di elaborazione: tal quali ed RRR sia sull'intero set dei SEL che su di un loro insieme comune (intersezione) a tutte le squadre.

	<b>Valori TQ riscalati tempo</b>	<b>Valori RRR (su tutti i SEL dichiarati)</b>	<b>Valori RRR (su intersezione)</b>
<b>Codice squadra</b>			
SQ1	-0,61	-0,66	1,08
SQ2	1,73	1,54	0,46
SQ3	20,30	-0,39	-1,16
SQ4	1,03	1,32	1,40
SQ5	0,30	-0,84	-1,61
SQ6	0,85	0,98	1,14
SQ7	0,76	0,63	-0,11
SQ8	0,18	-0,48	-1,52
SQ9	-0,90	-0,33	-0,93
SQ10	-0,64	0,16	-0,40
SQ11	1,38	1,39	0,60
SQ12	-0,52	-0,02	0,54
SQ13	-0,41	0,51	0,62
SQ14	-0,67	-1,17	-1,14
SQ15	7,76	-4,87	-
SQ16	-1,95	-2,29	0,82
SQ17	13,90	-0,33	-
SQ18	-0,55	-0,01	0,22

### **Valutazione delle dispersioni (riproducibilità)**

Infine nella tabella 20 vengono indicate le stime delle dispersioni nelle diverse fasi della procedura. I valori stimati confermano sostanzialmente i valori trovati negli altri studi. Anche in questo caso si osserva un contributo aggiuntivo alla dispersione, rispetto a quello strettamente strumentale, dovuto in parte al posizionamento ed in parte alla manipolazione dei dati. In particolare è da rammentare che nel calcolo dello scarto tipo sui valori TQ sono stati eliminati dal computo i risultati affetti da errori grossolani accertati.

**Tabella 20:** valori delle dispersioni (in dB(A)) nelle varie fasi di elaborazione dei risultati dello studio EF2010 in termini di scarto tipo.

<u>Periodo notturno</u>	<i>Scarto tipo</i>
Dati $L_{Aeq,TR}$ tal quali, riscalati tempo	0,85
Dati $L_{Aeq,TR}$ riscalati tempo e spazio (alla posizione di controllo)	0,64
<u>Riscaldamento spaziale</u>	<i>Media delle squadre</i>
Termine di riscaldamento spaziale (differenza rispetto al punto di massimo di ciascuna squadra, con segno)	-0,73
<u>Stima dispersione di origine strumentale</u>	<i>Scarto tipo</i>
Dati riscalati alla posizione di controllo: $L_{Aeq,TR}$ calcolato su una selezione di transiti misurati da quasi tutti i partecipanti, normalizzato nel tempo (escluse squadre con un numero esiguo di transiti in comune con gli altri partecipanti)	0,45

## 11. CONCLUSIONI

Riassumiamo qui, in relazione agli obiettivi prefissati, le principali conclusioni delle elaborazioni eseguite.

A - Analisi della metodologia (criticità dedotte dal comportamento dei partecipanti e dai risultati)

Per quanto riguarda una valutazione del comportamento dei partecipanti nella fase di campo, si è riscontrato che in generale tutti hanno operato in conformità alle normative di riferimento. La causa di criticità che si è manifestata in questa fase è relativa alla determinazione del punto di massima esposizione. Per i siti con ricettori di grandi dimensioni (caso degli studi US2010 e EF2010), i partecipanti hanno selezionato punti molto diversi, cioè molto lontani fra loro (anche diverse decine di metri), dimostrando qualche difficoltà in questa stima. In questi casi la determinazione approssimativa del punto di massimo può comportare sottostime anche di qualche dB. In entrambi gli studi, comunque, la maggior parte dei partecipanti si è avvicinata al punto di massimo in misura sufficiente a contenere l'entità dell'errore di misura, dovuto ad errato posizionamento, a livelli poco significativi. Nei casi invece di ricettori di piccole dimensioni (singola abitazione, studi ES2010 e UF2010) le differenze dovute a diverse scelte di posizionamento sono risultate trascurabili.

Va detto che i tempi concessi per l'individuazione del punto di massimo erano piuttosto contenuti; tuttavia il tipo di analisi svolta dalle squadre per la scelta, basata su informazioni di tipo empirico e soggettivo, non differisce da quanto viene attuato nella maggior parte dei casi che si incontrano nella normale attività.

Per quanto riguarda invece la fase di laboratorio si sono riscontrate le seguenti problematiche di rilievo:

- per alcune squadre si sono riscontrate vere e proprie criticità nell'applicazione degli algoritmi di calcolo previsti dalle norme di riferimento, con errori anche di rilevante entità nel risultato finale, pur a fronte di una sostanziale correttezza dei dati rilevati nella fase di misura. Questi errori si sono dimostrati nella quasi totalità come sovrastima del valore corretto, cosa che nella normale attività del laboratorio può dare luogo a comportamenti ingiustamente vessatori quando il destino del dato è la valutazione di conformità con i valori limite.

- in generale si sono riscontrate difficoltà nell'identificazione degli eventi sonori da considerare nel calcolo (per il caso del rumore ferroviario) o da escludere come interferenti (nel caso del rumore stradale); tali difficoltà comunque, se limitate ad una frazione residuale di eventi (come si è verificato per la maggior parte dei partecipanti), sono da considerarsi fisiologiche e non tali da compromettere il risultato della misura. Nei due studi sul rumore ferroviario, le identificazioni scorrette hanno riguardato sia transiti esistenti non identificati che transiti inesistenti falsamente identificati. Il contributo di tali errori è stato dunque sia di sottostima che di sovrastima nel livello complessivo. E' da rilevare che errori di questo tipo hanno un peso certamente maggiore nella valutazione del livello notturno, data la bassa numerosità dei transiti in tale periodo. Negli studi sul rumore stradale invece la mancata depurazione da eventi anomali è (ovviamente) causa di sovrastima. Tuttavia l'entità dei contributi di tali inesattezze è fortemente mitigata dalla operazione di media sul lungo periodo.

#### B – “Riproducibilità”

Per quanto riguarda le dispersioni introdotte nelle operazioni, per tutte le prove eseguite i risultati hanno mostrato che la riproducibilità complessiva del metodo di misura (al netto delle variazioni nel tempo del fenomeno sonoro e degli errori grossolani) si colloca, per tutte le tipologie di prova testate, in un intervallo compreso fra 0,6 e 0,9 dB. Va messo in evidenza che la fase di manipolazione ed elaborazione dei dati introduce un incremento della dispersione nei risultati molto consistente (e più significativo nel caso del rumore ferroviario).

Per quanto riguarda la mancata individuazione del punto di massima esposizione gli studi hanno messo in evidenza che non ha alcun effetto apprezzabile per ricettori di piccole dimensioni (casa singola) mentre può comportare un incremento apprezzabile dello scarto tipo delle misure nel caso di ricettori quali edifici o aree non edificate di grandi dimensioni. Gli studi US2010 e EF2010, i cui siti hanno dimensioni di alcune decine di metri, hanno mostrato un contributo alla dispersione dei dati che va circa da 0,6 a 0,5 dB(A) rispettivamente per i casi di rumore stradale e ferroviario.

Il contributo di origine strumentale alla dispersione dei dati, che è risultato compreso nell'intervallo 0,4-0,5 dB in termini di scarto tipo, è risultato coerente con il valore di 0,5 dB, indicato da più fonti come stima dell'incertezza strumentale fonometrica. Tale valore, sulla base dei risultati delle prove qui descritte, può essere considerato cautelativo se si considera che, data la metodologia seguita, le stime della componente di dispersione di origine strumentale qui riprodotte possono inglobare

componenti di incertezza di altra origine, dovute ad interferenze non rilevate e ad incertezze nelle misure di controllo e di caratterizzazione spaziale e temporale.

### C - Partecipazione

I partecipanti avranno trovato certamente molto materiale di riflessione nelle pagine precedenti. Per quanto riguarda le operazioni di campo la partecipazione simultanea agli studi ha offerto a ciascuna squadra l'occasione di osservare direttamente le modalità di effettuazione della misura secondo la procedura in oggetto (con l'esclusione della selezione del punto di massimo effettuata privatamente da ciascun partecipante).

Per quanto riguarda invece le fase di elaborazione del segnale prelevato non è stato ovviamente possibile che i partecipanti ne condividessero le modalità. Per questo motivo l'Organizzatore ha espressamente richiesto ai partecipanti i valori elementari così da poter prevenire il manifestarsi di errori grossolani in questa fase che pregiudicassero la possibilità di stimare correttamente i contributi alla dispersione.

Quanto emerso dagli studi su questo punto sembra evidenziare la necessità di un ulteriore controllo del valore elaborato da parte degli operatori, in particolare nella loro normale attività.



## 12. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] DMA 16/3/98 - *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”*;
- [2] DPR 18/11/1998, n. 459 - *“Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”*;
- [3] UNI CEI EN ISO/IEC 17043:2010 *“Valutazione della conformità: Requisiti generali per prove valutative interlaboratorio”*;
- [4] ISO/DIS 13528 *“Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons”*;
- [5] UNI ISO 5725-1:2004 – Accuratezza (esattezza e precisione) dei risultati e dei metodi di misurazione – parte 1: Principi generali e definizioni;
- [6] UNI ISO 5725-2:2004 – Accuratezza (esattezza e precisione) dei risultati e dei metodi di misurazione – parte 2: Metodo base per determinare la ripetibilità e la riproducibilità di un metodo di misurazione normalizzato;
- [7] UNI/TR 11326 Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica. Parte 1: Concetti generali;
- [8] UNI CEI ENV 13005:2000 – Guida all'espressione dell'incertezza di misura (GUM);
- [9] UNI CEI 70099:2010 Vocabolario Internazionale di Metrologia - Concetti fondamentali e generali e termini correlati (VIM);
- [10] UNI CEI ISO 31-0:1996 – Grandezze ed unità di misura – Principi generali;
- [11] UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 – Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura;
- [12] Sepulcri D., Rosa M., Bidoli P., Rado M., Bordignon M. *“Controlli di qualità per strumentazione di misura dei campi elettromagnetici”* Atti terzo convegno nazionale Controllo Ambientale degli agenti fisici: dal monitoraggio alle azioni di risanamento e bonifica – Biella 7-8-9 giugno 2006

## **ALLEGATO 1**

### **Protocollo dello Studio Collaborativo**

# PROTOCOLLO

## Descrizione

Nell'ambito del piano di attività ISPRA sull'inquinamento acustico da realizzarsi in collaborazione con le Agenzie Regionali per l'Ambiente (ARPA), è prevista la realizzazione di più interconfronti relativi a misure di rumore, finalizzate alla verifica dell'efficacia di interventi di risanamento realizzati nell'ambito dei Piani di contenimento ed abbattimento del rumore formulati dai gestori delle infrastrutture di trasporto ai sensi del DM 29/11/2000.

Gli interconfronti programmati sono in numero di 4: due di essi riguarderanno misure di rumore da infrastrutture ferroviarie e vengono denominati UF2010 e EF2010, gli altri due riguarderanno misure di rumore da infrastrutture stradali e vengono denominati US2010 e ES2010.

L'organizzazione delle attività sarà a cura di ARPAV (Veneto) e ARPA Friuli Venezia Giulia. Il gruppo di lavoro formato dal personale delle suddette ARPA, che si incarica dell'organizzazione, è indicato nel seguito come "Organizzatore".

## Scopi

I quattro studi interlaboratorio hanno le caratteristiche di studi collaborativi, e si propongono di conseguire i seguenti obiettivi:

- a) Sottoporre a test e ad analisi critica i protocolli di misura da applicarsi per la verifica dell'efficacia degli interventi di risanamento.
- b) Ottenere una stima della riproducibilità del metodo di misura normato per il rumore stradale e ferroviario (DM 16/3/98).
- c) Favorire il contatto, lo scambio di idee e il confronto fra personale tecnico delle diverse Agenzie regionali che svolge attività di misura.

Considerate le finalità degli studi, è di fondamentale importanza che i partecipanti osservino semplicemente le procedure e le modalità operative da loro abitualmente adottate, evitando di farsi condizionare dall'osservazione degli altri partecipanti. E' necessario altresì che si evitino scambi di dati e informazioni inerenti le misure e le elaborazioni in corso, sia nella fase di misura che nella fase di elaborazione dei risultati.

## DESTINATARI

Gli studi interlaboratorio si rivolgono a laboratori delle Agenzie Regionali per l'ambiente e di ISPRA, che svolgono attività di misure acustiche ambientali.

## Regole Generali

- E' ammessa la partecipazione di una squadra per ogni ARPA.
- Per ogni ARPA partecipante, la stessa squadra, composta dalle medesime persone, dovrà partecipare a tutti gli interconfronti.
- Ciascuna squadra partecipante dovrà essere composta da personale che esegue abitualmente misure acustiche ambientali in maniera non saltuaria.
- E' prevista la realizzazione di tutti gli interconfronti all'interno di una stessa settimana lavorativa, in siti di misura situati in aree geografiche vicine.
- Le misure saranno eseguite con la tecnica dell'integrazione continua.
- Lo studio interlaboratorio US2010, relativo a rumore stradale, sarà effettuato mediante monitoraggio continuativo per circa 5 giorni (dal lunedì al venerdì), in modo da poter acquisire i livelli sonori relativi a 7 periodi di riferimento completi, dei quali 3 diurni e 4 notturni. I rimanenti studi (ES2010, UF2010, EF2010) saranno effettuati mediante monitoraggio continuativo per un periodo sufficiente ad acquisire, per ciascun interconfronto, il livello sonoro per un periodo di riferimento (notturno o diurno) completo. Le singole squadre non avranno comunque la possibilità di monitorare un intero periodo di riferimento diurno ininterrotto (ore 6-22), pertanto, nel caso in cui sia richiesto di determinare il livello sonoro su di un periodo di riferimento diurno, il livello  $L_{Aeq,TR}$  dovrà essere valutato sulla base di misure eseguite in periodi complementari di due giornate diverse.
- Per l'interconfronto US2010 tutte le squadre eseguiranno le misure contemporaneamente; gli strumenti saranno installati nel sito e saranno lasciati in monitoraggio non assistito, mentre il personale delle squadre, nel corso della settimana, effettuerà le misure relative agli altri tre interconfronti (ES2010, UF2010, EF2010); per l'effettuazione di questi interconfronti è prevista la suddivisione delle squadre in tre gruppi di numerosità approssimativamente uguale, ciascuno dei quali effettuerà le misure, in compresenza, in sequenza nei tre siti prescelti, nei quali i tre gruppi accederanno a rotazione in tre giornate successive. Prima dell'inizio delle operazioni sarà predisposto un calendario con l'assegnazione dei turni per ciascuna squadra e con indicazioni precise sull'ubicazione dei siti di misura e dei periodi di riferimento da monitorare in ogni sito.
- Ogni squadra partecipante dovrà avere in dotazione 2 catene fonometriche complete conformi alla classe 1 ed ai requisiti stabiliti dal DM 16/3/98, dotate di tutti gli accessori necessari per l'installazione e la permanenza in ambiente esterno. Ogni squadra dovrà essere dotata di proprio calibratore di livello sonoro. Le catene strumentali dovranno avere alimentazione autonoma ed essere dotate di supporti microfoniche idonei per il posizionamento in conformità al metodo di misura (1,5 o 4 m di altezza dal suolo). Le caratteristiche dei siti sono tali da non consentire l'accesso al punto di misura con automezzi.
- Ciascuna catena strumentale e ciascun calibratore dovranno essere dotati di certificato di taratura rilasciato da un centro SIT o equivalente, di data non anteriore a 2 anni rispetto alle date di misura, che ne attesti la piena conformità alle specifiche della classe 1.

- Ogni squadra partecipante dovrà organizzarsi autonomamente per gli spostamenti e per il trasporto e l'installazione della strumentazione nei siti di prova.
- Ogni componente delle squadre partecipanti, in sede di accesso ai siti di misura, dovrà tenere un comportamento conforme alle norme generali di sicurezza e dovrà indossare i dispositivi di protezione individuale appropriati in relazione ai luoghi ed alle operazioni da svolgere.
- Gli strumenti di misura saranno posizionati in ambiente esterno, in siti non sorvegliati ma dotati di recinzioni; non è prevista la presenza continuativa degli operatori delle squadre durante l'intero periodo di monitoraggio. Ogni ARPA partecipante si farà carico dell'eventuale assicurazione della propria strumentazione per furto o danneggiamenti vandalici. Ciascuna ARPA partecipante si impegna inoltre a sollevare l'ARPA che si fa carico dell'organizzazione dell'interconfronto da ogni responsabilità in merito a eventuali danni causati ai luoghi di posizionamento della strumentazione o a terzi, mediante la sottoscrizione di una dichiarazione liberatoria.
- L'organizzatore provvederà ad acquisire dai gestori delle linee ferroviarie i dati relativi agli orari di effettivo transito dei convogli ferroviari nel periodo di monitoraggio. Ciascun partecipante, qualora l'acquisizione di questi dati rientri nelle proprie usuali procedure operative, li richiederà all'organizzatore.
- I partecipanti possono avvalersi degli ausili normalmente utilizzati, secondo le proprie usuali procedure, per l'identificazione degli eventi sonori (registrazione audio o altro) che dovranno comunque essere gestiti autonomamente, senza oneri per gli organizzatori e senza interferire con l'attività degli altri partecipanti. Le informazioni aggiuntive così acquisite non dovranno essere messe a disposizione degli altri partecipanti.
- L'organizzatore provvederà a rilevare i dati meteorologici in sincronia ai periodi di misura, e li fornirà ai partecipanti.
- Allo scopo di rendere confrontabili le misure eseguite in tempi diversi dai partecipanti nel medesimo sito, in ciascun sito di misura l'organizzatore provvederà ad eseguire il monitoraggio del livello sonoro in una posizione fissa e con una medesima catena strumentale, conforme alla classe 1 e dotata di certificato di taratura in conformità alla normativa vigente, per l'intero periodo di effettuazione degli interconfronti. L'organizzatore provvederà inoltre ad eseguire una caratterizzazione spaziale del campo sonoro, allo scopo di poter quantificare il contributo alla varianza dei risultati attribuibile alla diversa scelta della posizione microfonica da parte dei partecipanti.
- Ogni partecipante riporterà i risultati su di una scheda appositamente predisposta, che sarà inviato via e-mail dall'Organizzatore ai referenti dei laboratori partecipanti, e la ritrasmetterà all'Organizzatore.
- Ad ogni Partecipante verrà comunicato, in modo riservato, il proprio codice identificativo.

Nel caso le previsioni meteorologiche per la settimana prestabilita per le misure non siano buone, le misure saranno rinviate alla settimana successiva; in tal caso il sito di misura potrà essere diverso da quello inizialmente previsto, le eventuali variazioni saranno comunque tempestivamente comunicate ai partecipanti da parte degli organizzatori. L'eventuale rinvio sarà deciso dall'organizzatore e comunicato a tutti i partecipanti entro le ore 12 del venerdì antecedente la data prevista per l'inizio delle prove. E' richiesta ai partecipanti la disponibilità ad adottare una programmazione elastica della propria attività lavorativa per il periodo di effettuazione degli interconfronti, in modo da potersi adattare alle decisioni prese dall'organizzatore in funzione delle condizioni del tempo previste.

▪ Qualora nella settimana di misura uno dei periodi di riferimento sia afflitto da maltempo in modo tale da rendere inutilizzabili i dati acquisiti, gli organizzatori valuteranno, sentiti i partecipanti, l'opportunità di recuperare parte delle prove la settimana successiva o di utilizzare ai fini della valutazione dei risultati, solo parte dei dati acquisiti.

▪ Per evitare influenze reciproche nella scelta del posizionamento microfonico, si procederà per ciascun interconfronto, come segue:

- Al momento dell'arrivo delle squadre presso il sito di misura, prima di iniziare l'installazione degli strumenti, ogni squadra, in sequenza, avrà la possibilità di accedere alla zona di misura per visionare la situazione e decidere il punto esatto di installazione della strumentazione. La posizione scelta verrà comunicata all'organizzatore, e non potrà successivamente essere modificata.
- Dopo che tutte le squadre avranno scelto il punto di installazione, si procederà al posizionamento degli strumenti

### Calendario Attività

DATA	ATTIVITÀ	SOGGETTO
15 luglio	Distribuzione del Protocollo	Organizzatore
30 luglio	Invio adesione	Partecipanti
1 settembre	Invio calendario dettagliato	Organizzatore
3 settembre	Consultazione previsioni meteo ed eventuale comunicazione rinvio	
6 settembre	Mattino – incontro iniziale c/o sede ARPA FVG – Pamanova (UD) Pomeriggio: installazione monitoraggio US2010 – Udine	Partecipanti (+ supporto Organizzatore)
7 settembre	Suddivisione in gruppi; trasferimento ai siti in provincia di Venezia; ciascun gruppo installa la strumentazione per monitoraggi brevi (ES2010 – UF2010- EF2010) in uno dei tre siti	Partecipanti (+ supporto Organizzatore)
8 settembre	Rotazione squadre nei 3 siti di monitoraggio in provincia di Venezia	Partecipanti (+ supporto Organizzatore)
9 settembre	Rotazione squadre nei 3 siti di monitoraggio in provincia di Venezia	Partecipanti (+ supporto Organizzatore)
10 settembre	Recupero strumentazione monitoraggi brevi in provincia di Venezia; recupero strumentazione monitoraggio stradale a Udine	Partecipanti (+ supporto Organizzatore)
13-17 settembre	Esecuzione interconfronti con programma come definito per la settimana precedente in caso di rinvio per maltempo, oppure eventuale recupero turni di misure per singole giornate di maltempo della settimana precedente	Partecipanti (+ supporto Organizzatore)
20 settembre	Invio ai partecipanti della scheda di acquisizione dati	Organizzatore
30 settembre	Invio ai partecipanti dei dati meteo e dei dati di traffico ferroviario/stradale	Organizzatore
31 ottobre	Invio all'organizzatore delle schede dati da parte dei partecipanti	Partecipanti
31 dicembre	Invio a ISPRA della bozza di report finale degli interconfronti	Organizzatore

### oggetto della prova

Oggetto della prova è la misura del Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A sul tempo di riferimento Diurno e/o Notturno ( $L_{Aeq,TR D}$  e  $L_{Aeq,TR N}$ ) generato rispettivamente dall'infrastruttura stradale o dall'infrastruttura ferroviaria oggetto dell'intervento di risanamento.

### Parametri oggetto dello studio

Gli interconfronti riguarderanno la valutazione dei seguenti parametri

#### 1) Interconfronto US2010 (rumore stradale – monitoraggio plurigiornaliero)

Media dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  diurni, generati dall'infrastruttura stradale controllata, relativi ai tre tempi di riferimento diurni monitorati

Media dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  notturni, generati dall'infrastruttura stradale controllata, relativi ai quattro tempi di riferimento notturni monitorati

Le medie dei livelli  $L_{Aeq,TR}$  devono essere calcolate sia come media aritmetica che come media energetica.

#### 2) Interconfronto ES2010 (rumore stradale)

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A su un tempo di riferimento notturno ( $L_{Aeq,TR N}$ ) generato dall'infrastruttura stradale

#### 3) Interconfronto UF2010 (rumore ferroviario)

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A su un tempo di riferimento notturno ( $L_{Aeq,TR N}$ ) generato dall'infrastruttura ferroviaria

#### 4) Interconfronto EF2010 (rumore ferroviario c/o sito sensibile -edificio scolastico)

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A su un tempo di riferimento diurno ( $L_{Aeq,TR D}$ ) generato dall'infrastruttura ferroviaria

Per consentire ulteriori valutazioni, sarà richiesto di fornire anche i seguenti dati:

- Nel caso del monitoraggio stradale:

i livelli  $L_{Aeq}$  orari e i livelli  $L_{Aeq,TR}$  dei singoli tempi di riferimento

- Nel caso del monitoraggio ferroviario:

a) l'elenco degli eventi di transito ferroviario identificati e considerati nel calcolo del  $L_{Aeq,TR}$  con indicazione per ciascuno di essi di: orario, durata,  $L_{AE}$ ,  $L_{AFmax}$ ;

b) l'elenco degli eventi di transito ferroviario identificati ma non utilizzati per il calcolo del  $L_{Aeq,TR}$  con indicazione per ciascuno di essi di: orario (hh:mm:ss: di inizio evento), durata, motivazione dell'esclusione.

c) Nel caso si individuasse la presenza di eventi sonori connessi con l'attivazione di segnalazioni acustiche da parte dei convogli ferroviari in transito, si chiede di fornire i livelli  $L_{Aeq,TR}$  e  $L_{AE}$  sia complessivi, che con esclusione del contributo delle segnalazioni acustiche.

Tutti i risultati dovranno essere forniti in dB(A), con arrotondamento alla prima cifra decimale (non arrotondati a 0,5 dB).

Ogni partecipante dovrà indicare l'incertezza attribuita ai parametri misurati, in termini di incertezza estesa con fattore di copertura 2.

#### **Indicazioni sul metodo di prova**

La valutazione dei parametri  $L_{Aeq,TR D}$  e  $L_{Aeq,TR N}$  dovrà essere eseguita in conformità a quanto previsto dal DM 16/3/98 - Allegato C, tenendo conto di quanto precisato al precedente punto 7.

Si forniscono le seguenti indicazioni interpretative del metodo, alle quali i partecipanti dovranno attenersi.

- nel caso di ricettore costituito da un edificio, il microfono deve essere posizionato ad un metro dalla facciata dell'edificio e a 4 metri di altezza dal suolo, nel punto in cui il livello sonoro prodotto dall'infrastruttura oggetto della verifica è massimo.

- nel caso di ricettore costituito da area non edificata, il microfono deve essere posizionato ad altezza di 1,5 metri dal suolo, nel punto interno all'area identificata come ricettore, nel quale il livello sonoro prodotto dall'infrastruttura oggetto della verifica è massimo.

- nel caso di edificio di altezza inferiore a 4 metri il microfono deve essere posizionato a 1,5 metri dal suolo e ad 1 metro dalla facciata.

- deve essere determinato il livello sonoro prodotto dalla sola infrastruttura oggetto della verifica.

Per quanto non specificato nella norma di riferimento e nelle regole indicate nel presente protocollo, ogni squadra opererà secondo le proprie usuali procedure.

#### **Adesione AGLI interconfronti**

L'adesione deve essere confermata da parte di ciascuna ARPA inviando ad ISPRA agli indirizzi e-mail [delio.atzori@isprambiente.it](mailto:delio.atzori@isprambiente.it) e [giuseppe.marsico@isprambiente.it](mailto:giuseppe.marsico@isprambiente.it), i riferimenti della persona referente per la squadra che parteciperà agli interconfronti (nominativo, n° di telefono e fax, indirizzo e-mail), alla quale saranno inviate tutte le comunicazioni relative alle attività inerenti la partecipazione agli interconfronti da parte di ISPRA e degli organizzatori, ed i nominativi degli altri componenti la squadra. Dovrà essere anche indicato un numero di cellulare al quale sarà reperibile la squadra partecipante durante le giornate di svolgimento dell'interconfronto.

#### **valutazione dei risultati**

Gli studi proposti non prevedono misure completamente sequenziali né contemporanee per tutte le squadre.

Per questo motivo l'organizzatore eseguirà una serie di misure di controllo per stimare la variabilità spaziale e temporale del fenomeno sonoro.

Ciò consentirà, previo riscaldamento dei dati forniti dai partecipanti per confronto con le misure di controllo, l'aggregazione dei risultati di tutte le squadre partecipanti e dunque una stima della riproducibilità. Inoltre sarà possibile una stima del contributo alla variabilità dei risultati dovuto alla diversa scelta della posizione di misura.

Sebbene le misure di controllo non possano costituire un riferimento certificato, i risultati delle squadre verranno elaborati anche secondo le modalità delle prove valutative. Tali elaborazioni potranno consentire ai partecipanti una valutazione delle proprie prestazioni.

#### **rapporto conclusivo**

Una volta raccolti ed esaminati i dati, e previa richiesta di eventuali chiarimenti ai partecipanti, sarà predisposta a cura dell'organizzatore una bozza di rapporto conclusivo dell'attività che sarà sottoposta ad ISPRA.

## RIFERIMENTI deGLI ORGANIZZATORI

Per eventuali comunicazioni o richieste inerenti aspetti operativi degli interconfronti i partecipanti possono fare riferimento ai seguenti recapiti

### *Interconfronto US2010*

ARPA Friuli Venezia Giulia			
	Tel.	Fax	e-mail
Luca Piani	0432 922658	0432 922626	luca.piani@arpa.fvg.it
Arturo Merlinò	0432 493794	0432 546776	<a href="mailto:arturo.merlino@arpa.fvg.it">arturo.merlino@arpa.fvg.it</a>
Valerio Cipriani	0432 493794	0432 546776	valerio.cipriani@arpa.fvg.it

### *Interconfronti ES2010, UF2010, EF2010*

ARPAV – Veneto – Dipartimento di Venezia			
	Tel.	Fax	e-mail
Daniele Sepulcri	0415445579	0415445500	dsepulcri@arpa.veneto.it
Angelo Scarpa	0415445576	0415445500	ascarpa@arpa.veneto.it
Renzo Mufato	0415445535	0415445500	rmufato@arpa.veneto.it

## **ALLEGATO 2**

### **Scheda raccolta risultati**



Scheda di sintesi dei risultati degli INTERCONFRONTI : US2010, ES2010, UF2010, EF2010

ISTRUZIONI: Compilare le caselle di colore azzurro; tutti i dati in dB(A) vanno riportati con una cifra decimale e non arrotondati a 0,5 dB (ciò vale anche per le incertezze); per ciascun interconfronto è richiesto di indicare anche il dato di  $L_{Aeq,TR}$  complessivo (rumore ferroviario o stradale + altre sorgenti) derivante dalla misura sull'intero periodo di riferimento. Per " $L_{Aeq,TR}$  Stradale" si intende esclusivamente il contributo dell'infrastruttura oggetto dell'intervento di risanamento da verificare. Per gli interconfronti sul rumore ferroviario è richiesto anche il  $L_{Aeq,TR}$  ottenuto eliminando il contributo delle eventuali segnalazioni acustiche dei treni ("Ferr. escluso fischi")

SQUADRA	
GRUPPO	

US2010 - Tavagnacco (UDINE)											ES2010 - Via Resia (VE)	
	DIURNO					NOTTURNO					NOTTURNO	
	14/9	15/9	16/9	MEDIA aritmetica	MEDIA energetica	13/9-14/9	14/9-15/9	15/9-16/9	16/9-17/9	MEDIA aritmetica	MEDIA energetica	
$L_{Aeq,TR}$ STRADALE												
$L_{Aeq,TR}$ Complessivo												
Incertezza (K=2)												
% tempo di misura utilizzato per calcolo $L_{Aeq,TR}$ stradale												

	UF2010 via Nao NOTTURNO	EF2010 San Donà DIURNO
DATA inizio misura		
$L_{Aeq,TR}$ Ferroviario		
$L_{Aeq,TR}$ Ferr. Escluso fischi		
$L_{Aeq,TR}$ Complessivo		
Incertezza (K=2)		
Metodo (D=Diretto, I=Indiretto)		
<b>Metodo diretto</b>		
n° transiti utilizzati per calcolo $L_{Aeq,TR}$		
n° transiti invalidati		
<b>Metodo indiretto (con punto di riferimento)</b>		
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione VE		
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione TS		

INSERIRE QUI EVENTUALI NOTE O COMMENTI SUI DATI

Riportare i dati di LAeq orario del rumore stradale generato dall'infrastruttura oggetto dell'intervento di risanamento da verificare

**INTERCONFRONTO ES2010 - RUMORE STRADALE URBANO**  
**TAVAGNACCO (UD)**

L <sub>Aeq</sub> ORARI - DIURNI			
Intervallo orario	14-set	15-set	16-set
6.00-7.00			
7.00-8.00			
8.00-9.00			
9.00-10.00			
10.00-11.00			
11.00-12.00			
12.00-13.00			
13.00-14.00			
14.00-15.00			
15.00-16.00			
16.00-17.00			
17.00-18.00			
18.00-19.00			
19.00-20.00			
20.00-21.00			
21.00-22.00			

L <sub>Aeq</sub> ORARI - NOTTURNI				
Intervallo orario	13/9-14/9	14/9-15/9	15/9-16/9	16/9-17/9
22.00-23.00				
23.00-24.00				
0.00-1.00				
1.00-2.00				
2.00-3.00				
3.00-4.00				
4.00-5.00				
5.00-6.00				

Riportare i dati di LAeq orario del rumore stradale generato dall'infrastruttura oggetto dell'intervento di risanamento da verificare

**INTERCONFRONTO ES2010 - RUMORE STRADALE EXTRAURBANO**

**Via Resia - Venezia Mestre**

LAeq ORARI - NOTTURNI	
Intervallo orario	LAeq
22.00-23.00	
23.00-24.00	
0.00-1.00	
1.00-2.00	
2.00-3.00	
3.00-4.00	
4.00-5.00	
5.00-6.00	

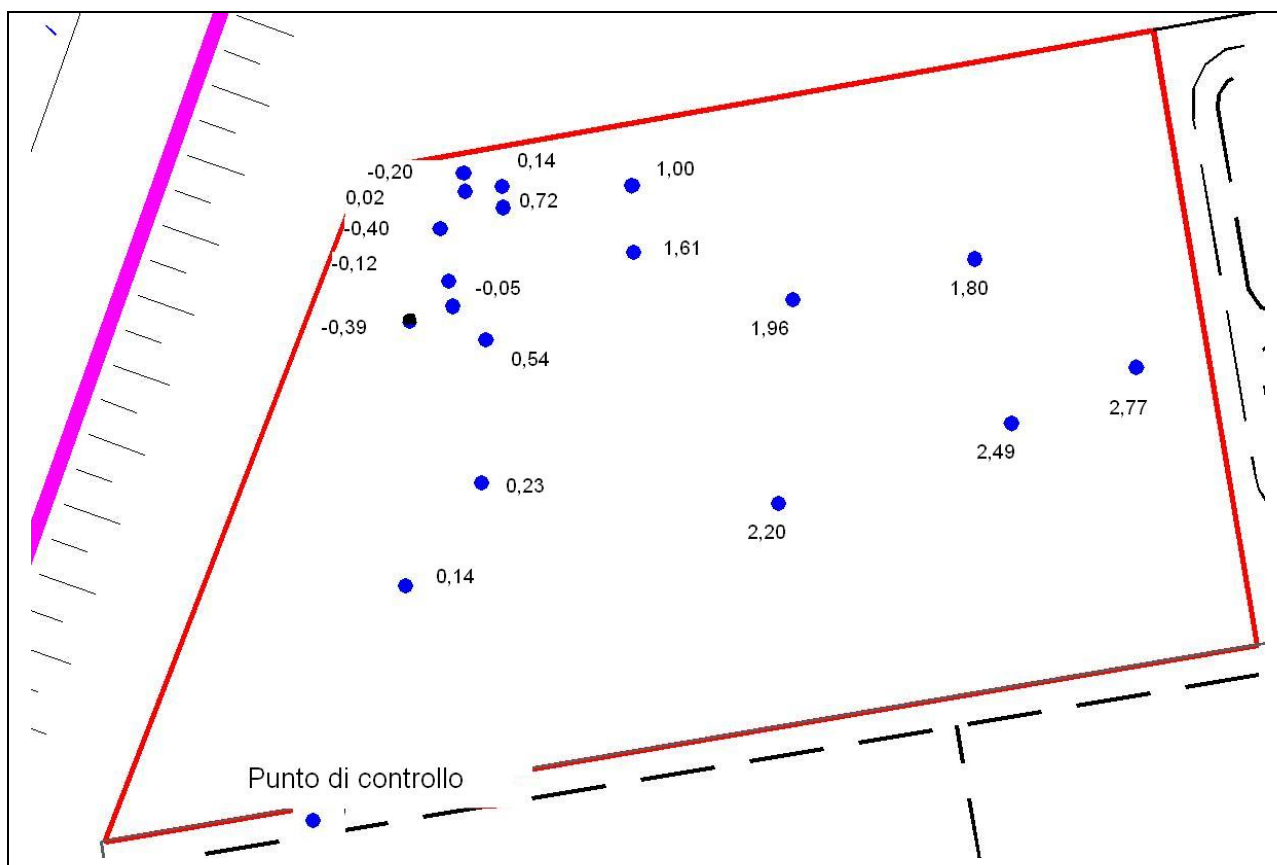




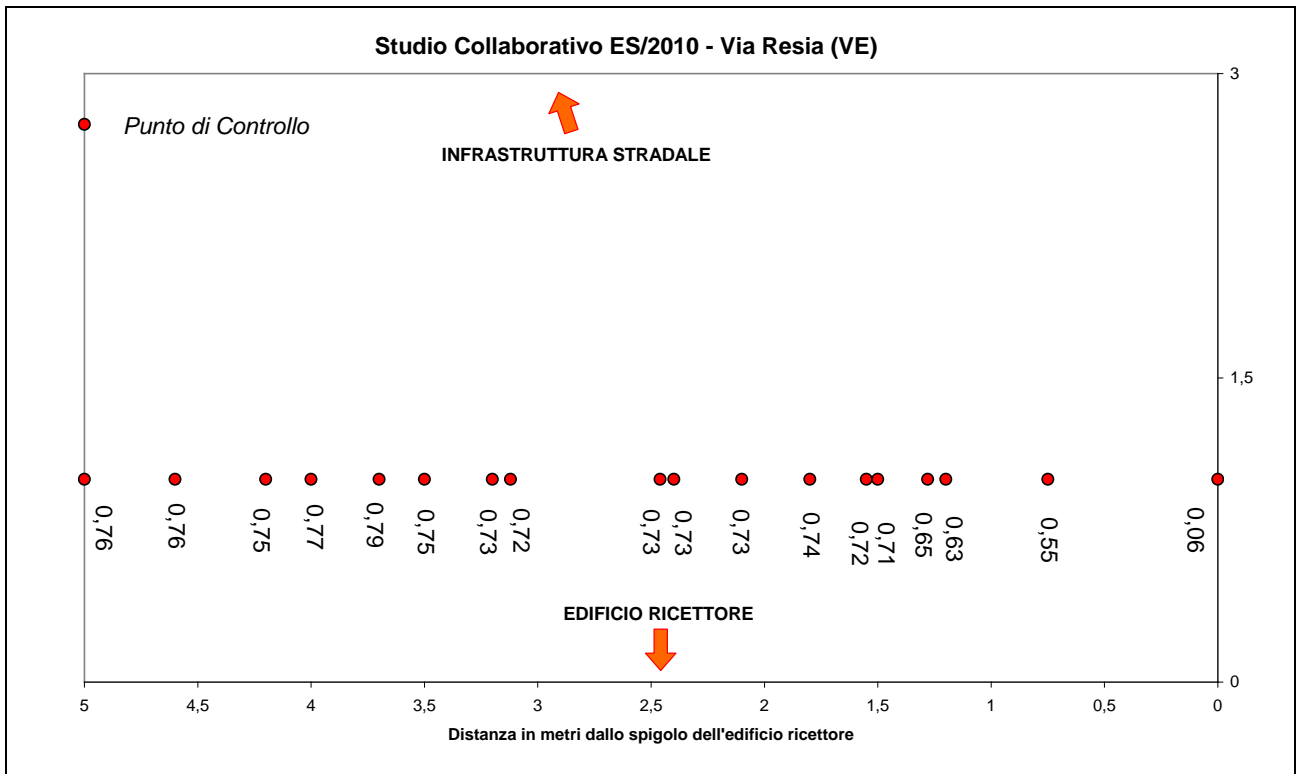
**ALLEGATO 3**  
**Caratterizzazioni**

Nelle figure 3.1, 3.2 e 3.3 vengono schematizzati i risultati delle caratterizzazioni spaziali effettuate rispettivamente per i siti di svolgimento degli studi interlaboratorio US/2010, ES/2010 E EF/2010 così come sono stati determinati. Per quanto riguarda lo studio UF/2010 la caratterizzazione spaziale non ha messo in evidenza differenze significative fra le posizioni selezionate dai partecipanti.

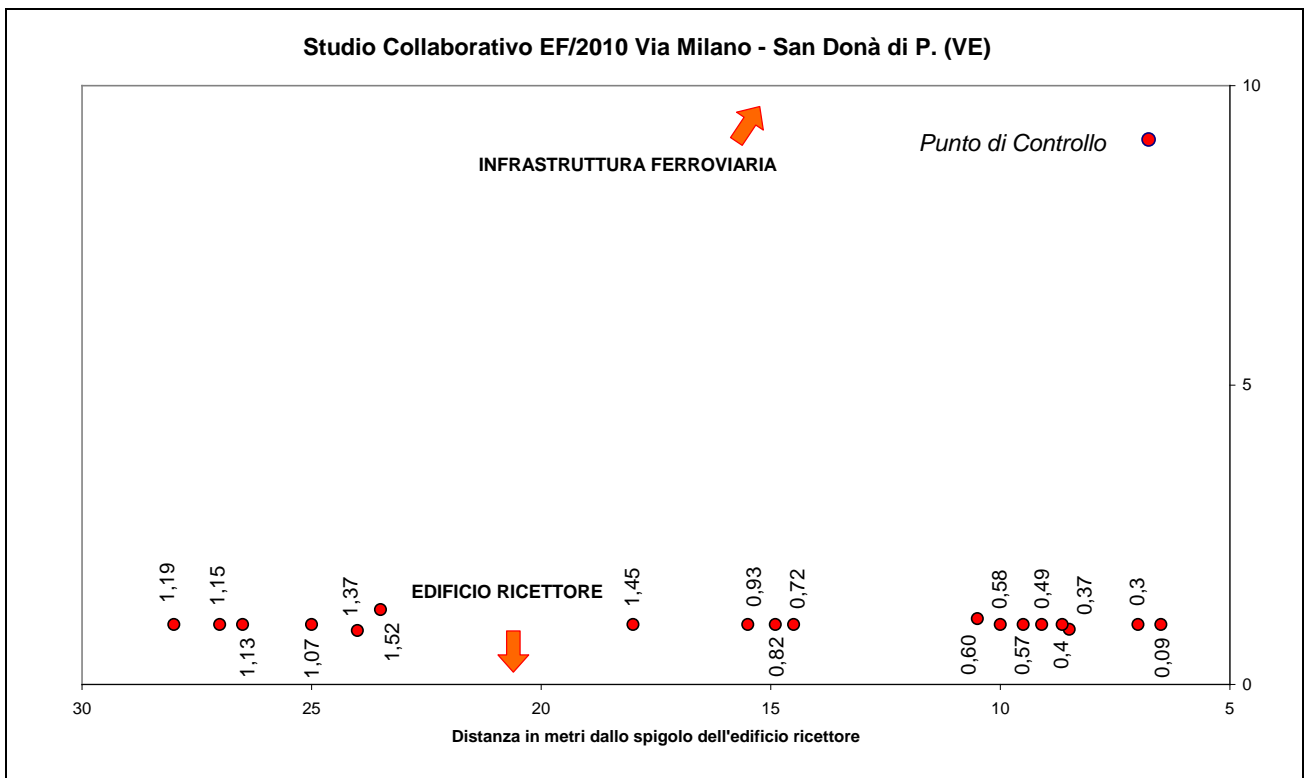
I valori riportati si riferiscono alla differenza (in dB(A)) fra il punto di controllo (per le misure contemporanee alle squadre) e la rispettiva posizione assunta dai partecipanti.



**Figura 3.1:** area di test SC US/2010 svoltosi a Tavagnacco (UD). In alto a sinistra è tracciato il bordo dell'infrastruttura stradale. I valori riportati sono quelli effettivamente misurati senza ulteriori elaborazioni.



**Figura 3.2:** area di test dello SC ES/2010 svoltosi a Venezia Mestre in Via Resia. L'asse X corrisponde alla parete dell'edificio ricettore con l'origine posta sullo spigolo dell'edificio. Le scale (in metri) dei due assi sono diverse fra loro.



**Figura 3.3:** area di test dello SC EF/2010 svoltosi in Via Milano a San Donà di P. (VE). L'asse X corrisponde alla parete dell'edificio ricettore con l'origine posta sullo spigolo dell'edificio. Le scale (in metri) dei due assi sono diverse fra loro.



## **ALLEGATO 4**

### **Strumentazione utilizzata per le misure di controllo**

**Tabella 4.1:** Estremi della strumentazione utilizzata dall'Organizzatore dello SC per le misure di controllo contemporaneo.

<b>Codice</b>		<i>RUM050</i> <i>ARPAV</i>	<i>RUM059</i> <i>ARPAV</i>	<i>RUM060</i> <i>ARPAV</i>	<i>RUM063</i>	<i>ARPA</i> <i>FVG</i>	<i>ARPA</i> <i>FVG</i>
<b>Tipo</b>		<i>Fonometro</i>	<i>Fonometro</i>	<i>Fonometro</i>	<i>Calibratore</i>	<i>Fonometro</i>	<i>Calibratore</i>
<b>Modello</b>		<i>LD 824</i>	<i>LD 824</i> <i>SLM</i>	<i>LD 824</i> <i>SLM</i>	<i>B&amp;K 4231</i>	<i>L&amp;D 831</i>	<i>L&amp;D CAL</i> <i>200</i>
<b>Classe</b>		<i>1 IEC804</i>	<i>1 IEC804</i>	<i>1 IEC804</i>	<i>1 IEC942</i>	<i>1 IEC804</i>	<i>1 IEC804</i>
<b>N° serie</b>		<i>2888</i>	<i>3312</i>	<i>3313</i>	<i>2507062</i>	<i>1394</i>	<i>4933</i>
<b>Microfono</b>		<i>B&amp;K 4184</i>	<i>B&amp;K 4184</i>	<i>B&amp;K 4184</i>	<i>-</i>	<i>PCB</i> <i>377802</i>	<i>-</i>
<b>N° serie</b>		<i>1734125</i>	<i>1657847</i>	<i>1707996</i>	<i>-</i>	<i>1D5622</i>	<i>-</i>
<b>Taratura</b>	<b>Laboratorio</b>	<i>SIT 163</i>	<i>SIT 163</i>	<i>SIT 163</i>	<i>SIT 163</i>	<i>SIT 163</i>	<i>SIT 163</i>
	<b>Certificato</b>	<i>5952</i>	<i>4988</i>	<i>4990</i>	<i>5954</i>	<i>4335</i>	<i>4335</i>
	<b>Scadenza</b>	<i>14/07/12</i>	<i>22/11/11</i>	<i>22/11/11</i>	<i>14/07/12</i>	<i>16/04/11</i>	<i>16/04/11</i>

## **ALLEGATO 5**

### **Strutture partecipanti**

<b>Squadre partecipanti</b>	<b>Nominativi componenti</b>
ARPA Bolzano	Giuseppe Canale, Richard Oberkalmsteiner, Petra Zani
ARPA Basilicata	Rocco Marchese, Francesco Mianulli
ARPA Campania	Nicola Barbato, Luigi Cappella, Giancarlo De Tullio, Elio Rivera
ARPA Emilia Romagna	Barbara Notari, Massimo Tedeschini
ARPA FVG	Daniela Domevscek, Vinicio Rorato
ARPA Lazio	Gianni Antonucci, Valerio Briotti, Marco Valentini
ARPA Liguria	Cinzia Barbieri, Anna Di Lauro, Gianluca Vallin
ARPA Lombardia (1)	Emanuele Galbusera, Massimo Morlacchi
ARPA Lombardia (2)	Alessandra Balestrieri, Matteo Giampaolo, Bartolomeo Telaro
ARPA Marche	Stefania Barletti, Daniela Giuliani
ARPA Molise	Antonio Gioiosa, Antonio Leonardi
ARPA Piemonte	Daniele Grasso, Salvatore Magri
ARPA Sicilia	Antonio Sansone, Gianantonio Lisciandrello, S. Casabianca
ARPA Toscana	Fabrizio Balsini, Daniele Canarini, Andrea Carmagnini, David Casini
ARPA Valle D'Aosta	Daniele Crea, Christian Tibone
ARPA Veneto	Paolo Bidoli, Lucio Bortolato, Antonella Filipetto
ARTA Abruzzo	Sergio Palermi, Damiano Rancitelli
ISPRA	Delio Atzori, Luca De Rinaldis, Renato Lago

## **ALLEGATO 6**

### **Risultati Sperimentali**

## 1. US2010 - Tavagnacco (UDINE )

Risultati dello studio relativo al rumore stradale in ambito urbano:

US2010 - Tavagnacco (UDINE )											
	DIURNO					NOTTURNO					
	14/9	15/9	16/9	MEDIA aritmetica	MEDIA energetica	13/9-14/9	14/9-15/9	15/9-16/9	16/9-17/9	MEDIA aritmetica	MEDIA energetica
<b>SQ1</b>											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	51,6	50,9	53,9	52,1	52,3	46,3	45,4	43,8	46,5	45,5	45,4
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	52,3	52	54,4	52,9	53	46,5	45,4	44,1	46,6	45,6	45,8
Incertezza (K=2)											
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	94,7	85,9	97,9	92,8		99,9	100	96,5	92,8	97,3	
<b>SQ2</b>											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	53,3	52,9	55,6	53,1	53,1	47,6	46,8	46,2	50,8	46,9	46,9
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,7	53,3	56,3	53,5	53,5	47,6	46,8	46,2	50,8	46,9	46,9
Incertezza (K=2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	1	1	0	0,666	0,666	1	1	1	0	0,75	0,75
<b>SQ3</b>											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	53	52,6	54,8	53,5	53,6	47,6	47,4	48	48,9	48	48
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,4	53,1	55,9	54,1	54,3	47,6	47,4	48	48,9	48	48
Incertezza (K=2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	99	98	84	94	94	100	100	100	79	95	95
<b>SQ4</b>											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	51,9	51,5	54,1	52,5	52,7	46,5	45,7	44,7	47,2	46,1	46,2
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	52,5	52,3	54,5	53,1	53,2	46,5	45,7	45,2	47,2	46,6	46,8
Incertezza (K=2)	1	1	1	1,9	1,9	1	1	1	1	1,5	1,6
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	98,5	96,2	98,4	97,7	97,7	100	100	98,3	100	99,1	99,1
<b>SQ5</b>											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	53,3	53	55,7	54	54,2	47,1	46,4	45,5	47,9	46,7	46,8
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,3	53	55,7	54	54,2	47,1	46,4	45,5	47,9	46,7	46,8
Incertezza (K=2)	1	1	1			1	1	1	1		
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	100	100	100			100	100	100	100		
<b>SQ6</b>											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	53,7	53,4	55,4	54,1667	54,3	48,2	47,3	46,1	48,2	47,45	47,5
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,7	53,4	56,2	54,4333	54,6	48,2	47,3	46,1	52,4	48,5	49,2
Incertezza (K=2)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	100	100	83,4			100	100	100	70,2		
<b>SQ7</b>											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	53,5	53,1	55	53,9	53,9	47,9	48,6	49,3	52	49,5	49,8
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	54,5	53,8	55,5	54,6	54,7	48,3	50,5	55,2	54	52	52,8
Incertezza (K=2)	1,1	1,1	1,1			1,1	1,1	1,1	1,1		
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	94,7	93,1	94,3			96,7	74,9	34,1	36		
<b>SQ8</b>											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	53,4	52,9	55,3	53,9	54	48,2	47,4	46,6	48,5	47,7	47,7
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,7	53,5	55,5	54,2	54,2	48,2	47,4	46,6	48,5	47,7	47,7
Incertezza (K=2)											
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	98,77	95,99	98,46	97,67	97,67	100	100	100	100	100	100
<b>SQ9</b>											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	52,8	52,3	PIOGGIA	52,6	52,6	47,3	46,5	44,8	PIOGGIA	46,2	46,3
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,2	52,8	PIOGGIA	53	53	47,3	46,5	44,8	PIOGGIA	46,2	46,3
Incertezza (K=2)	1	1	PIOGGIA	1	1	1	1	1	PIOGGIA	1	1
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	0,9818	0,9618	PIOGGIA	0,9718	0,9718	1	1	1	PIOGGIA	1	1

SQ9											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	52,8	52,3	PIOGGIA	52,6	52,6	47,3	46,5	44,8	PIOGGIA	46,2	46,3
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,2	52,8	PIOGGIA	53	53	47,3	46,5	44,8	PIOGGIA	46,2	46,3
Incertezza (K=2)	1	1	PIOGGIA	1	1	1	1	1	PIOGGIA	1	1
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	0,9818	0,9618	PIOGGIA	0,9718	0,9718	1	1	1	PIOGGIA	1	1
SQ10											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	52,2	51,7	54,4	52,8	52,8	46,4	46,1	47,1	48,8	47,1	47,1
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	52,5	52,2	54,5	53,1	53,2	46,6	46,3	48	49,3	47,6	47,7
Incertezza (K=2)	1	1	1			1	1	1	1		
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	0,844	0,844	0,718			0,9375	0,9375	0,937	0,6875		
SQ11											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	53,9			53,9	53,9	47,4				47,4	47,4
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	54,1			54,1	54,1	47,5				47,5	47,5
Incertezza (K=2)	nd			nd	nd	nd				nd	nd
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	97,6			97,6	97,6	99,8				99,8	99,8
SQ12											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	53,3	52,9	55	53,7	53,8	48	46,8	41,8	46,6	45,8	46,3
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,8	53,5	56	54,4	54,6	48,1	47,3	46,5	49,6	48,2	48,5
Incertezza (K=2)	1,5	1,5	2	1,1	1,1	1,9	1,8	1,7	2,3	3,1	3,1
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	99	98	77			100	100	100	72		
SQ13											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	51,9	51,3	53,5	52,2333	52,3355	47	46,2	45,3	47,6	46,5	46,6
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	52,9	52,8	53,6	53,1	53,1148	47,5	46,2	48,8	48,9	48	48,1
Incertezza (K=2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	95,5	94	81	90,2	90,2	99,9	99,9	98,1	79	94,2	94,2
SQ14											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	52,3	52	54,4	52,9	53,1	47,3	46,3	45	47,5	46,5	46,6
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,1	53	54,9	53,7	53,7	47,3	46,3	45	47,5	46,5	46,6
Incertezza (K=2)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	87,5	83,5	83,3	84,8	84,8	100	100	100	75	93,8	93,8
SQ15											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	52,8	52,5	55,3	53,5	53,7	46,8	45,9	44,4	49,2	46,6	46,2
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	52,8	52,5	55,3	53,5	53,7	46,8	45,9	44,4	49,2	46,6	46,2
Incertezza (K=2)	0,5	0,5	0,5			0,5	0,5	0,5	0,5		
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	100	100	100			100	100	100	30		
SQ16											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	53	52,7	54	52,9	53,3	47,1	46,8	47,8	48,1	47	47,5
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	53,2	53	54,1	53,1	53,5	47,2	46,8	47,8	48,1	47	47,5
Incertezza (K=2)	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,6	0,6
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	97,1	95,4	84,3	92,3	92,3	99,8	100	100	76,9	94,2	94,2
SQ17											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	51,9	51,4	54	52,4	52,6	46,6	45,6	43,9	48,9	46,3	46,6
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	52,3	52,4	54,5	53	53,1	46,6	45,6	44,2	49,4	46,4	46,8
Incertezza (K=2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	88,7	73,2	85,3			100	100	89,9	81,1		
SQ18											
L <sub>Aeq,TR</sub> STRADALE	52,4	52,8	54,1	53,1	53,2	46,5	45,6	46,3	48	46,6	46,7
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	52,4	52,8	54,2	53,133	53,2	46,5	45,6	46,3	49,8	47,05	47,4
Incertezza (K=2)	(*)	(*)	(*)			(*)	(*)	(*)	(*)		
% tempo di misura utilizzato per calcolo LAeq,TR stradale	100	100	97,75			100	100	100	96,53		

## 2. ES2010 – Via Resia, Venezia Mestre?

Risultati dello studio relativo al rumore stradale in ambito extraurbano:

SQUADRE	LAeq,TR STRADALE	LAeq,TR Complessivo	Incertezza (K=2)	% tempo di misura utilizzato
SQ1	53,4	53,4		98,4
SQ2	52,8	52,8	1	0,875
SQ3	51,8	51,8	1	100
SQ4	52,9	52,9	1	100
SQ5	51,8	51,8		
SQ6	52,5	52,5	1,4	100
SQ7	51,8	52,8	1,1	86,1
SQ8	51,9	51,9		99,97
SQ9	50,9	50,9	1	1
SQ10	51,9	52	1	0,989
SQ11	53	53	1,2	100
SQ12	52,4	52,4	1,5	100
SQ13	53,3	53,3	1	87,5
SQ14	52,3	52,3	1,2	100
SQ15	51,3	51,8	0,5	95
SQ16	52,1	52,1	0,5	100
SQ17	54	54,3	1	88,6
SQ18	52	52	(*)	100



### 3. UF2010 – Via Nao, Venezia Mestre

Risultati dello studio relativo al rumore ferroviario in ambito urbano:

	SQ1	SQ2	SQ3	SQ4	SQ5	SQ6
LAeq,TR Ferroviario	38	38,2	59,4		43,9	41,7
LAeq,TR Ferr. Escluso fischi		38,2	59,3		43,9	
LAeq,TR Complessivo	44,6	44,8	49,6		48,3	48,8
Incertezza (K=2)		1	1		1	-
Metodo(D=Diretto, I=Indiretto)	D	D	D		diretto	D
Metodo diretto						
n° transiti utilizzati per calcolo LAeq,TR	6	6	8		8	7
n° transiti invalidati	0	0	0		13	0
Metodo indiretto (con punto di riferimento)						
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione VE		#				
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione TS		#				
	SQ7	SQ8	SQ9	SQ10	SQ11	SQ12
LAeq,TR Ferroviario	45,5	43	41,8	43,6	38,5	43,9
LAeq,TR Ferr. Escluso fischi	45,5	43	41,8	43,6	38,5	43,9
LAeq,TR Complessivo	54,8	47,5	41,8	48	43,9	43,9
Incertezza (K=2)	1,1		1	1	nd	4,4
Metodo(D=Diretto, I=Indiretto)	D	D	D	D	D	D
Metodo diretto						
n° transiti utilizzati per calcolo LAeq,TR	6	7	7	6	6	7
n° transiti invalidati	1	0	0	2	0	0
Metodo indiretto (con punto di riferimento)						
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione VE						
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione TS						
	SQ13	SQ14	SQ15	SQ16	SQ17	SQ18
LAeq,TR Ferroviario	38,7	42,7	41,7	43,3	51,1	42,8
LAeq,TR Ferr. Escluso fischi	38,3	42,7	41,7	40,4	51,1	
LAeq,TR Complessivo	48,3	48,3	41,7	48,8	44	49,3
Incertezza (K=2)	1	1,2	0,5	0,5	1	(*)
Metodo(D=Diretto, I=Indiretto)	D	D		D	D	D
Metodo diretto						
n° transiti utilizzati per calcolo LAeq,TR	6	7	5	7	6	7
n° transiti invalidati	0	0	0	2	0	0
Metodo indiretto (con punto di riferimento)						
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione VE				-		
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione TS				-		

#### 4. EF2010 – Via Milano, San Donà di Piave (VE)

Risultati dello studio relativo al rumore ferroviario in ambito extraurbano:

	SQ1	SQ2	SQ3	SQ4	SQ5	SQ6
L <sub>Aeq,TR</sub> Ferroviario	46,5	48,4	63,2	47,7	46,1	46,9
L <sub>Aeq,TR</sub> Ferr. Escluso fischi	46,1	48,1	63,2	47,6	46,1	46,5
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	49,4	49,6	47,9	49,7	48,3	46,1
Incertezza (K=2)		1	1	0,98	1	2,5
Metodo(D=Diretto, I=Indiretto)	D	D	D	D	diretto	D
Metodo diretto						
n° transiti utilizzati per calcolo L <sub>Aeq,TR</sub>	64	67	70	65	64	66
n° transiti invalidati	3	3	5	5	31	2
Metodo indiretto (con punto di riferimento)						
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione VE		#				
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione TS		#				
	SQ7	SQ8	SQ9	SQ10	SQ11	SQ12
L <sub>Aeq,TR</sub> Ferroviario	46,5	46	45,4	45,3	48,1	45,2
L <sub>Aeq,TR</sub> Ferr. Escluso fischi	46,5	46	45	45,3	47,8	45,2
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	50,4	48,5	45,8	49,5	50,1	45,2
Incertezza (K=2)	1,1		1	1	nd	1,8
Metodo(D=Diretto, I=Indiretto)	D	D	D	D	D	D
Metodo diretto						
n° transiti utilizzati per calcolo L <sub>Aeq,TR</sub>	66	63	52	56	64	64
n° transiti invalidati	5	2	11	9	3	0
Metodo indiretto (con punto di riferimento)						
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione VE						
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione TS						
	SQ13	SQ14	SQ15	SQ16	SQ17	SQ18
L <sub>Aeq,TR</sub> Ferroviario	45,5	45,2	52,4	44,9	58,5	45,6
L <sub>Aeq,TR</sub> Ferr. Escluso fischi	45,5	45,2	52,4	44,1	58,5	45,3
L <sub>Aeq,TR</sub> Complessivo	48,6	47,9	52,4	49,1	48,9	50
Incertezza (K=2)	1	1,2	0,5	0,5	1	(*)
Metodo(D=Diretto, I=Indiretto)	D	D		D	D	D
Metodo diretto						
n° transiti utilizzati per calcolo L <sub>Aeq,TR</sub>	59	61	43	67	50	67
n° transiti invalidati	6	5	0	6	4	1
Metodo indiretto (con punto di riferimento)						
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione VE				-		
n° transiti utilizzati per il calcolo - direzione TS				-		

# Linee Guida per la predisposizione e la verifica dell'efficacia dei piani di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto lineari

---

Delibera del Consiglio Federale  
Seduta del 20 ottobre 2012 - DOC. N. 23/12

## *Appendice 2*

*Contestualizzazione del Progetto STAIRRS*

# Sommario

<b>PREFAZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
1.1 Le sorgenti del rumore ferroviario.....	4
1.1.1 Interazione ruota-rotaia .....	5
1.1.2 Sistemi di trazione e raffreddamento.....	7
1.1.3 Rumore aerodinamico .....	8
1.1.4 - Altre sorgenti di emissione .....	8
<b>2 I SISTEMI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO.....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Retrofitting .....	9
2.1.2 Smorzatori, ruote silenziate .....	9
2.1.3 Riprofilatura delle ruote .....	10
2.2 Soluzioni di mitigazione alla rotaia .....	10
2.2.1 Molatura (ordinaria, acustica) .....	10
2.2.2 Smorzatori alla rotaia.....	10
2.2.3 Embedded rail (rotaia annegata) .....	10
<b>3. IL PROGETTO STAIRRS.....</b>	<b>11</b>
3.1 Il progetto STAIRRS.....	11
3.2 Le combinazioni delle diverse misure di mitigazione valutate in STAIRRS .....	14
3.3 I risultati di STAIRRS per la situazione italiana .....	15
3.4 Conclusioni.....	17
<b>4. LE TECNICHE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 La riduzione del rumore ferroviario di rotolamento: le misure alla rotaia .....</b>	<b>19</b>
4.1.1 Molatura acustica della rotaia.....	19
4.1.2 Smorzatori alla rotaia .....	21
<b>4.2 Le soluzioni di mitigazione alla ruota .....</b>	<b>26</b>
4.2.1 Riprofilatura della ruota .....	26
4.2.2 Freni compositi tipo “K” .....	27
4.2.3 Freni compositi tipo “LL” .....	27
4.2.4 Ruote silenziate con materiale viscoelastico .....	28
4.2.4 Ruote silenziate con assorbitori in acciaio e materiale polimerico .....	29
4.2.5 Ruote silenziate con anello assorbente .....	30
4.2.6 Ruote silenziate con anello smorzante .....	30
4.2.7 Ruote silenziate con assorbitori di vibrazioni .....	31
4.2.8 Lubrificazione della flangia .....	32
4.3 Soluzioni di mitigazione al ricettore .....	33
4.3.1 Incremento del potere fonoisolante della facciata .....	34
4.3.2 Finestre ventilate .....	35
4.3.3 Finestre non ventilate .....	35
<b>5. CASI DI STUDIO .....</b>	<b>37</b>
<b>APPENDICE 1: il progetto STAIRRS, metodologia .....</b>	<b>56</b>

## **PREFAZIONE**

La sub-attività A.2 “Contestualizzazione del progetto STAIRRS” si colloca all’interno dell’Attività A della “Convenzione ISPRA/ARPA/APPA in materia di rumore ambientale” relativa alla *verifica degli interventi di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto – studi su casi campione*.

Come richiesto dalla normativa in materia, e in particolare dal DM 29/11/2000 (art. 5 comma 3), le azioni di abbattimento e contenimento del rumore ambientale devono riguardare in via prioritaria interventi sulla sorgente, lungo la via di propagazione e solo in ultima istanza diretti al ricettore. Negli ultimi anni sono stati finanziati a livello dei singoli stati ed europeo molti progetti relativi alla messa a punto di sistemi di mitigazione del rumore ferroviario alla sorgente con interventi riguardanti sia il materiale rotabile che il binario e la relativa infrastruttura ([http://ec.europa.eu/research/transport/news/article\\_4293\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/transport/news/article_4293_en.html)). Molti dei risultati di tali sperimentazioni hanno ormai raggiunto la fase di industrializzazione e sono già disponibili sul mercato europeo consentendo ad alcuni gestori di reti ferroviarie la loro implementazione per i programmi di mitigazione del rumore.

Con il progetto STAIRRS (Strategies and Tools to Assess and Implement noise Reducing measures for Railway Systems) la Comunità Europea ha inteso definire la migliore combinazione, in termini di costi-benefici, delle diverse tipologie di interventi alla sorgente, lungo il percorso di propagazione del rumore e al ricettore per il contesto ferroviario europeo e dei singoli Stati Membri.

Il presente lavoro, partendo dai risultati di STAIRRS e analizzando le differenti soluzioni di mitigazione alla sorgente al ricettore messi a punto nei più significativi e recenti studi europei, si propone di suggerire le migliori tecniche disponibili per la riduzione del rumore ferroviario complementari o alternative alle barriere, i relativi costi e benefici in termini di livello del rumore. Dopo un’introduzione sul rumore ferroviario e i suoi peculiari meccanismi di generazione sono presentate, attraverso schede di sintesi, le soluzioni di mitigazione alla sorgente e al ricettore e analizzati casi di studio a livello europeo potenzialmente replicabili sul territorio nazionale.

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 Le sorgenti del rumore ferroviario

Nonostante il sistema di trasporto ferroviario risulti essere quello con il minore impatto ambientale in termini di emissioni in atmosfera, uno dei maggiori limiti al suo sviluppo e potenziamento rimane l'alto livello di rumore prodotto nel suo esercizio. Per una efficace azione di riduzione alla sorgente, come richiesto dalla normativa nazionale, è di primaria importanza individuare le singole fonti di rumore connesse all'esercizio di tale infrastruttura.

I principali meccanismi di generazione del rumore ferroviario possono essere identificati nel sistema treno (motori, sistemi di ventilazione e raffreddamento, rumore aerodinamico) e nell'interazione ruota-rotaia.

Questi ultimi possono essere riconducibili a due categorie di sorgenti:

- 1) sorgente di rumore continua:
  - rumore di rotolamento della ruota sul binario,
- 2) sorgente di rumore locale:
  - rumore sulle curve,
  - rumore sui giunti,
  - rumore su cambi e incroci,
  - rumore sui ponti,
  - rumore in prossimità delle stazioni dovuto alle frenate.

Il rumore provocato dal **contatto pantografo-linea** in genere si avverte alle alte velocità, superiori ai 200 km/h, quindi risulta determinante per i treni ad alta velocità.

I **motori di trazione** comunemente impiegati sulla quasi totalità dei convogli destinati al traino di materiale rotabile passeggeri e merci sono elettrici e funzionano normalmente con una tensione di 3 kV. La rumorosità emessa è significativa solo alle basse velocità, come nei tratti di ingresso ed uscita dalle stazioni ferroviarie, ed è direttamente proporzionale alla velocità (al contrario degli altri rumori che crescono con relazioni di proporzionalità con potenze superiori rispetto alla velocità).

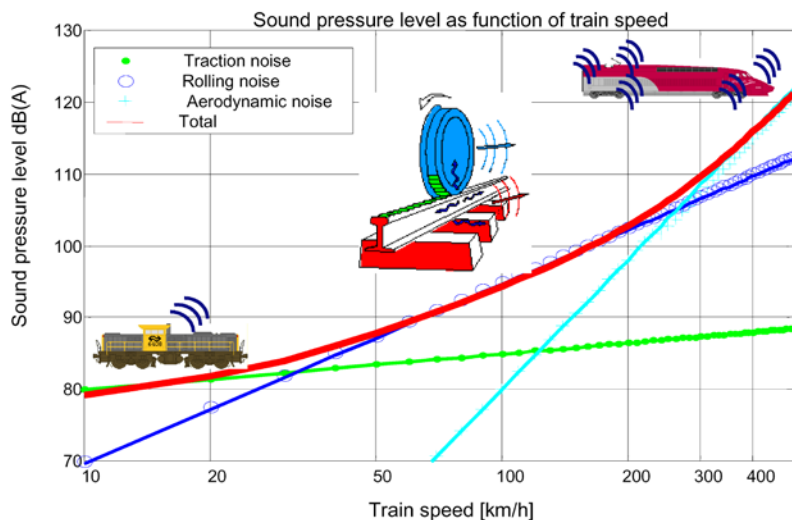
Il **rumore aerodinamico** è generato dall'aria che scorre lungo la superficie del convoglio e dalle discontinuità del treno. Questo parametro risulta molto significativo per velocità generalmente superiori a 280 km/h, determinando la rumorosità dei treni ad alta velocità che non hanno particolari accorgimenti aerodinamici.

Le **apparecchiature ausiliarie di raffreddamento** sono poco influenti e avvertibili solo alle basse velocità, inferiori a 60 km/h.

Gli eventi occasionali sono del tipo impulsivo e con presenza di toni puri, e si manifestano in occasione dei fischi, delle frenate, del passaggio sui giunti di rotaia, sugli scambi, sulle curve, sui ponti, ecc.

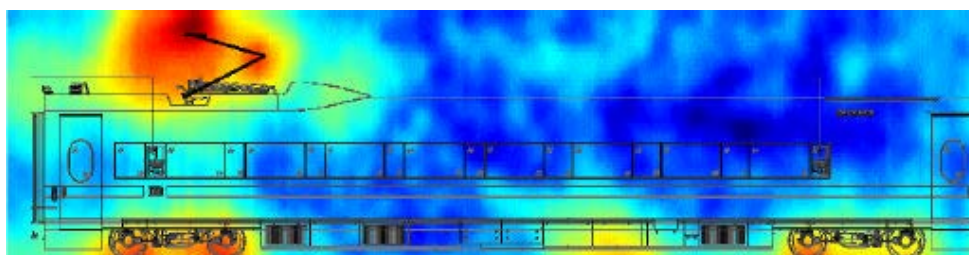
Alle manovre eseguite dal treno, inoltre, si accompagna un rumore diverso a seconda che la motrice sia in fase di accelerazione, in movimento a velocità costante, o in fase di frenata. Ad esempio, in caso di frenata, oltre al classico rumore da rotolamento, si aggiunge il rumore prodotto dallo slittamento delle ruote sui binari.

Il rumore a treno fermo è trascurabile, se escludiamo il rumore provocato dal funzionamento degli impianti di ventilazione e trattamento dell'aria.



**Figura 1** – Livello di pressione sonora in funzione della velocità del treno

È evidente, dunque, l'importanza relativa di una sorgente rispetto alle altre dipende dalla velocità con cui si muove il treno: si osserva che a basse velocità il rumore generato dai motori e dai sistemi ausiliari (di raffreddamento, compressori, ecc.) è preponderante. All'aumentare della velocità diventa importante il rumore da rotolamento, mentre intorno ai 300 km/h prevalgono gli effetti aerodinamici.



**Figura 2** – Principali fattori responsabili del rumore di un treno ad alta velocità: visualizzazione tramite cartogramma delle varie fonti di rumore dovute al passaggio di un convoglio ferroviario ICE3 a 325 Km/h. In rosso le emissioni maggiori. (Da Harmonoise Project Technical Report HAR12TR-020118-SNCF10, 2002)

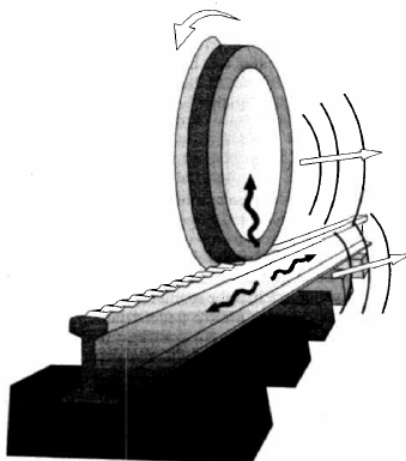
Nel seguito è data una breve descrizione delle tipologie di rumore sopra individuate.

### 1.1.1 Interazione ruota-rotaia

Il rumore generato dall'interazione ruota/rotaia nel loro punto di contatto rappresenta la componente più importante del rumore ferroviario e riguarda tutti i tipi di treni (merci, passeggeri, alta velocità). Il meccanismo di generazione del rumore va individuato nella rugosità presente sulla ruota e sulla rotaia che, durante il movimento del treno, mette in vibrazione i due elementi l'uno rispetto all'altro generando il rumore irradiato nell'ambiente circostante.

L'interazione ruota-rotaia può generare anche un tipo di rumore di origine *impattiva*, causato principalmente dalla presenza di giunti e discontinuità sulla rotaia il cui effetto è assimilabile ad un forte "corrugamento" della rotaia.

Da ultimo, nella categoria più generale del rumore da rotolamento può rientrare il così detto *squeal noise* (stridio) che si genera in corrispondenza di curve caratterizzate da uno stretto raggio di curvatura. È un tipo di rumore con una forte connotazione tonale essendo associato alla vibrazione della ruota in una delle sue frequenze di risonanza.



**Figura 3** – Illustrazione del meccanismo di generazione di rumore da rotolamento.

Lo studio condotto all'interno del progetto CALM (G4RT-CT-2001-05043) ha mostrato che il rumore da rotolamento, misurato in bande di terzi d'ottava, assume valori significativi tra i 250 e i 4.000 Hz; in particolare le frequenze dominanti per i binari sono tra i 600 e i 1.000 Hz, per le traversine sono circa tra i 250 e i 400 Hz, mentre per le ruote dominano le frequenze comprese tra 1.500 e 4.000 Hz.

L'angolo di emissione sonora risulta essenzialmente confinato nei 30 gradi sopra e sotto il piano del binario, fuori da questo cono il rumore prodotto è in genere trascurabile.

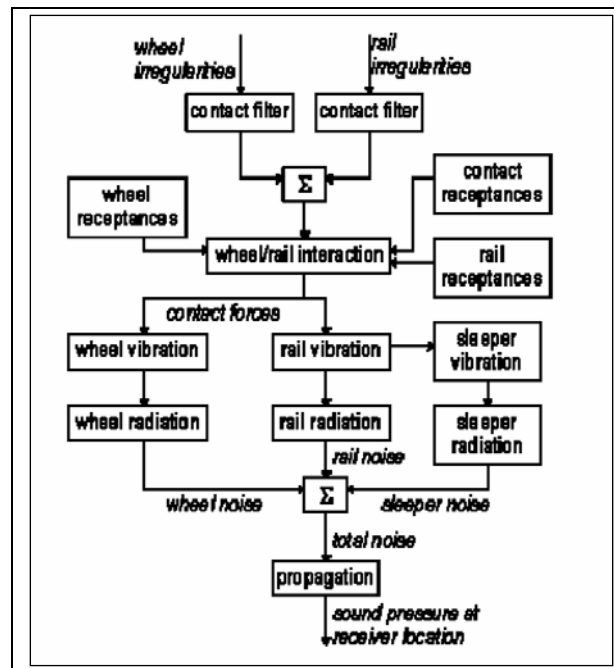
Il treno in movimento non può essere assimilato a una sorgente sonora omnidirezionale, poiché la base della cassa costituisce uno schermo alla propagazione del rumore generato dal carrello ferroviario.

Il livello di rumore generato dall'interazione ruota-rotaia dipende innanzitutto dalla velocità a cui viaggia il treno, essendoci una relazione di proporzionalità diretta tra il livello di pressione sonora e il logaritmo della velocità. Indicativamente raddoppiando la velocità si ha un incremento del livello rumore di circa 8-10 dB(A).

I dati sperimentali ottenuti nell'ambito di diverse ricerche mostrano inoltre che a parità di velocità il livello di pressione sonora generato dall'interazione ruota-rotaia dipende significativamente dal tipo di freni del materiale rotabile. I risultati delle misure evidenziano che i treni che montano freni a ceppi in ghisa a parità di velocità sono più rumorosi (fino a circa 10 dB(A)) rispetto ai treni con freni a disco. Il motivo di questa differenza è da attribuirsi al fatto che i ceppi in ghisa inducono notevoli livelli di rugosità sulla ruota.



Il meccanismo di generazione del rumore ferroviario da rotolamento è riassumibile nello schema proposto da David Thompson in “Railway Noise and Vibration, mechanism, modelling and means of control” (Elsevier, 2009) e riportato in Figura 4.



**Figura 4** – Schema del meccanismo di generazione del rumore di rotolamento

I possibili interventi di mitigazione del rumore ferroviario alla sorgente dovuto all'interazione ruota-rotaia possono schematicamente riassumersi in:

- molatura acustica della rotaia e riprofilatura delle ruote per la riduzione della rugosità;
- eliminare le discontinuità tra i diversi spezzoni di rotaia;
- sostituzione o modifica del sistema frenante (blocchi K o LL);
- installazione di smorzatori alla ruota o alla rotaia;
- impiego di schermi bassi direttamente sul materiale rotabile o a fianco del tracciato ferroviario;
- utilizzo di profili di ruote innovativi o ruote silenziate.

### 1.1.2 Sistemi di trazione e raffreddamento

I motori di trazione comunemente impiegati sulla quasi totalità dei convogli, sia merci che passeggeri sono elettrici. Per tale tipo di motrici la rumorosità emessa è significativa solo alle basse velocità, come nei tratti di ingresso ed uscita dalle stazioni ferroviarie.

Più rumorosi, ma decisamente meno utilizzati, sono i locomotori diesel il cui contributo di emissione sonora può risultare significativo anche per velocità sostenute.

Le apparecchiature ausiliarie, come ad esempio i sistemi di raffreddamento, compressori, ecc., sono poco influenti e comunque preponderanti solo a basse velocità, inferiori a 60 km/h. Questa situazione si verifica tipicamente in aree urbane dove il rumore degli apparati ausiliari diventa più importante del rumore da rotolamento.

### **1.1.3 Rumore aerodinamico**

Il rumore aerodinamico è generato dall'aria lungo la superficie del convoglio e lungo le discontinuità del treno. Questa componente del rumore ferroviario risulta significativa per velocità generalmente superiori a 280 km/h.

Le possibili soluzioni per la riduzione di tale tipo di rumore possono essere:

- l'implementazione di schermi aerodinamici da montare sulle ruote;
- il posizionamento di schermi che eliminino le cavità lungo il treno (come gli spazi tra vagoni e vagoni);
- la carenatura del pantografo e la copertura del suo vano di alloggiamento;
- la carenatura del "muso" del veicolo.

### **1.1.4 - Altre sorgenti di emissione**

#### **I sistemi di segnalazione**

Questo tipo di rumore, più noto come 'fischio' del treno, è un tono puro ad alta frequenza e ad elevato contenuto energetico. Tale rumore è legato principalmente alla necessità operativa di segnalare la presenza del convoglio. Esso non può essere eliminato, ma soltanto controllato attraverso una sensibilizzazione ai problemi dell'inquinamento acustico ambientale.

#### **Le operazioni nei piazzali**

Considerazioni analoghe valgono per il rumore nei piazzali di manovra e negli scali merci, dove la varietà di rumori (da quelli prodotti dai freni, agli urti fra vagoni in fase di parcheggio...) possono solo essere attenuati attraverso un'oculata programmazione, anche temporale, delle operazioni di smistamento dei mezzi.

Nei piazzali per l'assemblaggio dei vagoni per la formazione dei treni, le locomotive e i vagoni vengono parcheggiati e successivamente movimentati a seconda delle esigenze. La formazione del treno, il parcheggio e le operazioni di manutenzione, producono una grande varietà di rumori differenti per intensità, frequenza e durata, che dipendono dalla progettazione del piazzale e dal tipo di operazioni che vengono eseguite in ogni sua parte.

## 2 I SISTEMI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO

Nel prosieguo verranno analizzate le principali misure di mitigazione alla sorgente frutto di progetti di ricerca internazionali e già impiegate in diversi contesti europei.

In particolare saranno prese in considerazione, per il materiale rotabile:

- l'utilizzo di soles frenanti in materiale composito;
- la sostituzione dei ceppi dei freni;
- l'impiego di smorzatori di vibrazione delle ruote;
- la riprofilatura delle ruote;
- l'utilizzo di ruote a bassa emissione acustica.

e per la rotaia:

- la molatura acustica;
- rotaie annegate;
- smorzatori di vibrazione della rotaia;
- rotaie su piattaforme resilienti per ponti;
- interventi sui supporti;
- interventi sugli scambi;
- interventi di riduzione del rumore in curva.

### 2.1.1 Retrofitting

Il traffico merci rappresenta il maggior contributo alla rumorosità e al disturbo del trasporto su rotaia sia per le caratteristiche di emissione sonora che per il fatto che la gran parte dei transiti si verificano nel periodo notturno. L'elevata rumorosità causata dai treni merci è dovuta all'elevato grado di rugosità delle ruote generato dai ceppi freni in ghisa.

Vista l'elevata durata del ciclo di vita di tale materiale rotabile, uno degli interventi più efficaci per la riduzione del rumore emesso risulta essere l'implementazione di programmi di sostituzione di parte o dell'intero sistema frenante (*retrofitting*).

I programmi di *retrofitting* consistono essenzialmente nella sostituzione dei tradizionali ceppi in ghisa con ceppi in materiale sintetico. Attualmente sul mercato sono disponibili due tipi di soles in materiale composito: le soles di tipo K e le soles di tipo LL il cui uso riduce notevolmente la formazione della rugosità della ruota. Un'importante differenza tra i due tipi di soluzioni è che il *retrofitting* dei carri esistenti con 'ceppi K' richiede anche l'adattamento del sistema frenante, operazione che invece non è richiesta per le soles di tipo LL, essendo le caratteristiche del materiale utilizzato molto simili a quelle della ghisa. La riduzione di rumore che può essere ottenuta con freni in materiale composito è di circa 8-10 dB(A).

### 2.1.2 Smorzatori, ruote silenziate

In questo caso le soluzioni adottate sono finalizzate allo smorzamento dei modi propri di vibrazione della ruota ottenuto mediante l'applicazione di smorzatori che consentono, mediamente, una riduzione di rumore di circa 4 dB(A). Attualmente vi sono sia prodotti commerciali che prototipi di smorzatori per ruote di convogli; alcuni tra i produttori forniscono anche diversi tipi di ruote smorzate, in funzione del loro utilizzo.

Molte delle soluzioni oggi disponibili sul mercato si dimostrano efficaci soprattutto per la riduzione dello *squeal noise*. La rimozione del rumore da stridìo può essere ottenuta anche mediante opportuni sistemi di lubrificazione della suola della ruota.

### **2.1.3 Riprofilatura delle ruote**

La riprofilatura delle ruote consiste nella tornitura del cerchione per ricreare un profilo regolare: si tratta di un'operazione di manutenzione delle ruote con la quale, utilizzando appositi macchinari, vengono rimosse le asperità dalla superficie, che rappresentano una delle principali cause del rumore da rotolamento.

## **2.2 Soluzioni di mitigazione alla rotaia**

### **2.2.1 Molatura (ordinaria, acustica)**

Si tratta di un'operazione di manutenzione delle rotaie che rimuove le asperità dalla superficie, causa principale, insieme alla rugosità delle ruote, del rumore da rotolamento. Con la molatura ordinaria si ottengono riduzioni del rumore fino a 10 dB(A), abbattimento che può essere ulteriormente incrementato di 3 dB(A) con la molatura acustica, più fine rispetto a quella semplicemente manutentiva.

### **2.2.2 Smorzatori alla rotaia**

In questo caso le soluzioni adottate sono finalizzate allo smorzamento dei modi propri di vibrazione della rotaia, ottenuto mediante l'applicazione lateralmente di smorzatori alla rotaia che consentono, mediamente, una riduzione di rumore di circa 3 dB(A).

In genere i risuonatori meccanici sono di semplice montaggio e sono costituiti da due blocchi in acciaio tra i quali è interposto uno strato di elastomero: quest'ultimo è in grado di smorzare le vibrazioni della rotaia in un intervallo di frequenze comprese tra i 500 Hz e i 2 kHz. Questi assorbitori vengono montati in maniera continua lungo tutta la rotaia, o per la lunghezza di 30 cm ogni 60 cm, per lasciar spazio ai sistemi di fissaggio delle traversine.

Gli assorbitori possono essere fissati meccanicamente o incollati.

I primi sono più facili da montare e possono essere rimossi e riutilizzati su altri binari.

Gli assorbitori incollati invece sono permanenti ed essendo in genere continui mostrano un miglior funzionamento.

### **2.2.3 Embedded rail (rotaia annegata)**

Rispetto alle rotaie fissate direttamente alla soletta di cemento, il sistema delle rotaie *annegate* permette una riduzione del rumore di 3-4 dB(A), mentre rispetto al sistema di appoggio sul ballast, si ha un decremento dell'emissione acustica fino a 3 dB(A), a seconda che il materiale in cui sono annegati i binari sia più o meno riflettente. Perché l'effetto sia maggiormente efficace, occorre *annegare* la rotaia in un materiale acusticamente assorbente.

Un'ottima soluzione, adottata in alcune tratte ferroviarie urbane europee, è quella in cui i binari e le loro fondazioni sono inseriti in una striscia di prato, che funge da buon assorbitore acustico.

### 3. IL PROGETTO STAIRRS

Nel paragrafo che segue, sarà brevemente illustrato l'approccio seguito all'interno del progetto STAIRRS per la valutazione dell'efficacia di differenti programmi di mitigazione del rumore ferroviario, tenendo conto della combinazione di diverse soluzioni applicabili alla ruota, alla rotaia, sul percorso di propagazione del rumore o al ricettore.

Sono mostrati risultati dello studio sia per quanto riguarda l'Unione Europea che l'Italia e alcuni casi di studio anche precedenti a STAIRRS, ma che ne condividono l'impostazione. Una trattazione esaustiva e dettagliata dell'argomento esula dagli scopi del presente rapporto; per approfondimenti si rimanda ai numerosi articoli presentati a workshop e convegni e ai *deliverables* pubblici prodotti all'interno del progetto stesso.

#### **3.1 Il progetto STAIRRS**

Il documento "Green Paper on Future Noise Policy" [1] adottato e pubblicato dalla Commissione Europea nel novembre 1996 stimava che circa il 20% della popolazione europea fosse esposto a livelli di rumore ambientali giudicati non accettabili per la tutela della salute.

L'Agenzia Europea per l'Ambiente [2] ha valutato, sulla base delle prime informazioni fornite dagli Stati Membri, che circa la metà della popolazione residente nelle aree urbane con popolazione maggiore di 250000 abitanti è esposta a livelli  $L_{den}$  superiori a 50 dB(A) mentre da analoghe ricerche condotte dal gruppo Eurocities (<http://workinggroupnoise.web-log.nl/>) risulta che più del 50% dei residenti nelle maggiori città europee è esposto a livelli di rumore ambientale  $L_{den}$  superiori a 55 dB(A) e il 15% a valori  $L_{den}$  superiori a 65 dB(A).

I dati forniti dagli Stati Membri alla Commissione Europea relativi alla prima fase della mappatura acustica richiesta dalla Direttiva 49/2002/CE, confermano come l'infrastruttura stradale rappresenti la maggiore sorgente di esposizione ad elevati livelli di rumore ambientale negli agglomerati europei e come all'interno degli agglomerati con popolazione superiore a 250000 abitanti circa lo 0,8 % e il 2,8% della popolazione sia esposto a livelli  $L_{den}$  e  $L_{night}$  superiori rispettivamente a 65 dB(A) e 50 dB(A) (Noise Observation and Information Service for Europe, <http://noise.eionet.europa.eu/index.html>) generati dalla sola infrastruttura ferroviaria.

D'altra parte è noto come l'impatto acustico sia uno dei maggior problemi nell'accettare il potenziamento del traffico su rotaia e la costruzione di nuove linee.

All'interno dei programmi di ricerca finalizzati a individuare le migliori strategie di riduzione del rumore ferroviario, ottimizzando il rapporto costi/benefici, si colloca il progetto di ricerca STAIRRS (**S**trategies and **T**ools to **A**ssess and **I**mplement noise **R**educing measures for **R**ailway **S**ystems), cofinanziato dalla DG Transport and Energy della Commissione Europea all'interno del V Programma Quadro e conclusosi nel 2003, che mirava a rispondere a semplici domande, ma essenziali sia per il decisore politico che per le compagnie e i gestori del trasporto su rotaia (<http://www.stairrs.org/>):

- di quanto e a fronte di quali costi può essere ridotto il rumore ferroviario?
- come è possibile classificare la generazione del rumore ferroviario in modo da poter separare i differenti contributi del rotabile e della rotaia?

Il progetto sviluppa e amplia i risultati ottenuti con la realizzazione del software EURANO [3, 4] e lo studio svizzero del 1999 sulle migliori strategie di riduzione del rumore ferroviario [5] applicato a due corridoi merci europei.

Lo scopo dei tre Work Package (WP) in cui si articolava il progetto è riassumibile in:

WP1 sviluppo di un sistema di supporto alle decisioni per:

- consentire ai gestori e proprietari delle infrastrutture ferroviarie e del materiale rotabile, di determinare la migliore combinazione di interventi per la mitigazione del rumore ottimizzando i costi/benefici a parità di budget disponibile;
- fornire al legislatore un quadro dei potenziali costi collegati all'implementazione di possibili prescrizioni definite da leggi o norme per il controllo del rumore;

WP2. sviluppare e validare nuove tecniche di misura del rumore ferroviario per:

- separare il contributo del veicolo e della rotaia al rumore complessivo;
- meglio caratterizzare il rumore ferroviario;

WP3. realizzare una serie di *consensus building workshop* tra tecnici e decisori per:

- discutere i modi più appropriati per bilanciare le richieste ambientali, la fattibilità tecnica e i costi delle possibili soluzioni proposte.

Per poter definire la migliore combinazione di interventi per la mitigazione del rumore ferroviario, all'interno del WP1 è stato sviluppato un apposito strumento software che permettesse la valutazione sia dell'efficacia delle possibili misure implementabili che dei costi considerando le fasi di installazione, manutenzione e dismissione.

Il software sviluppato all'interno di STAIRRS (WP1 Task 1.7) ha analizzato i dati acustici e cartografici relativi a circa 11000 km di linee ferroviarie europee (Tabella 1) tra cui 1557 km della Firenze-Roma.

Railway, Country	Length to be studied	Total network length
DB, Germany	4121 km	38'450 km
FS, Italy	1557 km	16'031 km
NS, The Netherlands	600 km	3000 km
OeBB, Austria	480 km	5627 km
SBB CFF FFS, Switzerland	576 km	2939 km
SNCB, Belgium	330 km	3422 km
SNCF, France	3310 km	31'821 km
<i>Total</i>	<i>10'974 km</i>	<i>101'290 km</i>

**Tabella 1.** Lunghezza delle linee ferroviarie oggetto di studio in STAIRRS [6].

I dati in ingresso al programma riguardavano:

- le informazioni geografiche: estensione delle aree urbane, singole abitazioni adiacenti alle linee rilevate utilizzando tipicamente mappe su scala 1:25000. Per le linee belghe e italiane il database consisteva nella cartografia rispettivamente 1:50000 e 1:250000. Nel caso italiano è stato effettuato un controllo di qualità impiegando, ove disponibili, mappe 1:50000 della linea;
- i dati di traffico: numero e tipologia di treni estrapolando l'informazione fino al 2005 per valutare i costi/benefici nel tempo;
- i dati della rotaia e delle relative strutture di supporto influenti per la risposta acustica: tipo di traversine, condizioni della rotaia, ponti ...

Sulla base di estrapolazioni dei dati disponibili, STAIRRS ha successivamente elaborato per tutte le linee europee per i singoli Stati Membri la migliore combinazione di misure per la mitigazione del rumore. La procedura di estrapolazione era basata sull'individuazione di

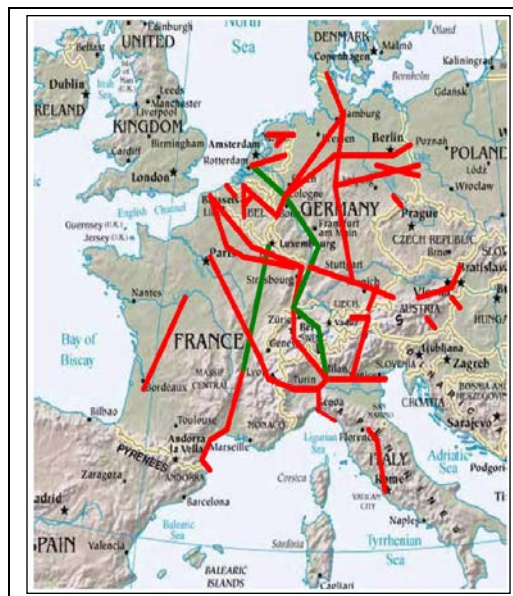
tratti omogenei dal punto di vista acustico (traffico e caratteristiche strutturali) e simili per quanto riguarda la popolazione potenzialmente esposta. Stimando le caratteristiche (acustiche e di popolazione esposta) delle linee ferroviarie nelle regioni di interesse in base alle diverse tipologie individuate nella prima fase, è stata creata, per ogni paese europeo, una classificazione di tutte le linee nazionali non limitandosi alle tratte riportate in Tabella 1.

La valutazione dei costi/benefici è stata effettuata, simultaneamente, secondo due approcci temporali diversi:

- considerando i soli costi di investimento per le differenti combinazioni di soluzioni di mitigazione e i benefici ottenibili nel ciclo di vita dei prodotti tralasciando la fase finale della loro sostituzione (*short term approach*);
- in un ottica di mitigazione su lungo periodo, considerando quindi sia gli investimenti iniziali che i costi per la sostituzione (*long term approach*).

Le singole soluzioni di mitigazione testate all'interno del progetto riguardavano:

- cambiamenti nella organizzazione dei movimenti merci e passeggeri o limitazione del traffico notturno;
- miglioramento acustico del materiale rotabile con freni in materiale composito o ruote ottimizzate acusticamente;
- molatura della rotaia;
- installazione di assorbitori accordati lungo la rotaia;
- installazione di barriere acustiche;
- installazione di finestre isolanti.



**Figura 5.** I tratti oggetto di studio in STAIRRS [6].

### 3.2 Le combinazioni delle diverse misure di mitigazione valutate in STAIRRS

All'interno del progetto sono state considerate 7 diversi tipi di intervento per la riduzione del rumore ferroviario basandosi su dati di efficacia e i costi relativi agli anni 2000-2003.

Gli interventi considerati sono:

- ai carri merci:
  - i livelli di emissione di tutti i carri merci con freni a ceppi sono ridotti di 10 dB(A) impiegando nuovi freni;
  - installazione di freni in materiale composito su tutti i carri merci con una riduzione del rumore stimata, intorno a 5-7 dB(A). Non è incluso il materiale rotabile su cui alla data del progetto erano già stati effettuati interventi per la riduzione del rumore;
  - installazione di ruote ottimizzate a bassa emissione acustica. Non è incluso il materiale rotabile su cui alla data del progetto erano già stati effettuati interventi per la riduzione del rumore. I dati relativi alla progettazione delle ruote ottimizzate sono basati sui risultati del progetto Silent Freight [7];
- alla rotaia:
  - molatura acustica effettuata in ogni contesto urbano in cui sia stimato un livello di  $L_{den}$  superiore a 60 dB(A);
  - installazione alla rotaia di assorbitori accordati in ogni contesto urbano in cui sia stimato un livello di  $L_{den}$  superiore a 60 dB(A), la progettazione degli assorbitori è basata sui risultati del progetto Silent Track [8];
- sul percorso di propagazione del rumore:
  - implementazione di barriere di 2 m di altezza in ogni contesto urbano in cui sia stimato un livello di  $L_{den}$  superiore a 60 dB(A);
  - implementazione di barriere alte fino a 4 m in ogni contesto urbano in cui sia stimato un livello di  $L_{den}$  superiore a 60 dB(A);
- al ricettore:
  - installazione di finestre isolanti in tutti quei casi in cui il livello di  $L_{den}$  fosse superiore a 60 dB(A) anche dopo aver implementato le altre soluzioni di mitigazione.

Le combinazioni delle misure di mitigazione testate hanno dato origine a 11 scenari (compreso lo scenario 0 ovvero lo stato di partenza senza la messa in opera di interventi) riportati nella Tabella 2 [9]:

	Freight rolling stock			Track		Noise barriers	
	freight -10dB (A)	composite brake blocks	optimised Wheels	acoustic grinding	tuned abs.	2 m	max. 4 m
0							
1	XXXXX						
2		XXXXX					
3				XXXXX			
4					XXXXX		
5						XXXXX	
6							XXXXX
7		XXXXX	XXXXX		XXXXX		
8		XXXXX			XXXXX		
9		XXXXX				XXXXX	
10				XXXXX		XXXXX	
11		XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	

Windows in all cases, in which thresholds are not attained.



**Tabella 2.** I diversi scenari combinazione di misure di riduzione del rumore, testati all'interno di STAIRRS [9].

Attraverso il software di simulazione del rumore ferroviario TWINS è stata valutata l'efficacia delle diverse azioni di mitigazione alla ruota e alla rotaia in corrispondenza delle diverse velocità di percorrenza del materiale rotabile (Tabella 3), tali valori sono stati impiegati come dati di ingresso nel modello di generazione/propagazione del rumore in STAIRRS.

velocity km/h	grinding (corresponds to combina- tion 3)  - dB(A)	tuned rail absorbers (corresponds to combina- tion 4)  - dB(A)	composite brake blocks (corresponds to combina- tion 2)  - dB(A)	composite brake blocks + tuned rail absorbers (corresponds to combina- tion 8)  - dB(A)	composite brake blocks + tuned rail absorbers + optimised wheels (cor- responds to combination 7)  - dB(A)	composite brake blocks + tuned ab- sorbers + optimised wheels + grinding (corresponds to combina- tion 11 with- out barriers) - dB(A)
20	0.1	-2.5	-0.9	-3.8	-7.3	-7.6
30	-0.2	-2.5	-1.7	-4.5	-8.0	-8.7
50	-0.4	-3.4	-3.2	-6.2	-9.6	-10.8
80	-0.4	-4.4	-5.1	-8.7	-11.8	-13.6
120	-0.4	-4.6	-6.3	-10.0	-13.3	-15.4
300	-0.4	-3.5	-6.8	-10.0	-14.1	-16.3

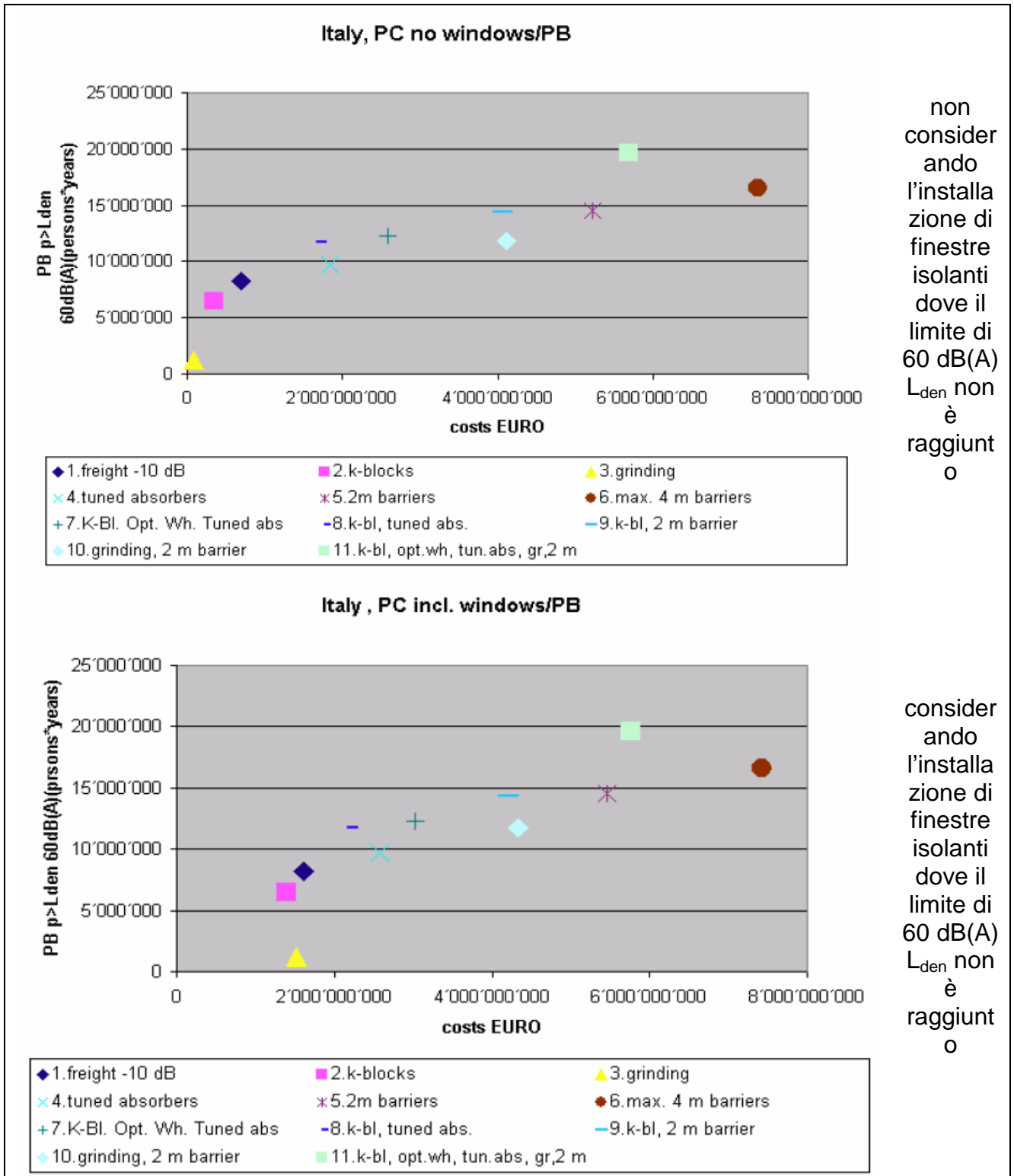
**Tabella 3.** Riduzione del rumore ottenibile con i differenti scenari [10].

### **3.3 I risultati di STAIRRS per la situazione italiana**

Per la valutazione dell'efficacia degli interventi di mitigazione del rumore ferroviario in Italia, il progetto STAIRRS considerava un numero di carri merci pari a 76196 su un tratto ferroviario complessivo di 16147 km di linee. I dati di popolazione esposta impiegati nel progetto sono riportati in Tabella 4 mentre nella Figura 6 si riportano i grafici relativi ai costi/benefici.

<b>Popolazione lungo il tracciato ferroviario</b>	<b>Popolazione esposta a livelli <math>L_{den} &gt; 60</math> dB(A)</b>	<b>Numero di persone mediamente disturbate [11]</b>	<b>Numero di persone disturbate [11]</b>	<b>Numero di persone altamente disturbate [11]</b>
9025829	1270301	1729278	692392	211932

**Tabella 4.** I dati impiegati per lo studio delle migliori composizioni di soluzioni di mitigazione in Italia.



non considerando l'installazione di finestre isolanti dove il limite di 60 dB(A)  $L_{den}$  non è raggiunto

considerando l'installazione di finestre isolanti dove il limite di 60 dB(A)  $L_{den}$  non è raggiunto

Figura 6. Valutazione costi/benefici per il caso italiano [10].

### **3.4 Conclusioni**

Dai risultati richiamati è evidente come:

- i benefici delle misure implementate nei diversi scenari sono variabili e sono maggiori per la combinazione che prevede la sostituzione dei freni con blocchi k, il montaggio di ruote ottimizzate, assorbitori accordati alla rotaia, molatura acustica della rotaia e l'installazione di barriere di 2 m. Con tale scenario si protegge circa il 95% della popolazione;
- il miglioramento dei carri merci ha la maggiore efficienza tra gli scenari proposti: con un costo pari al 5% di quello stimato per lo scenario con la maggiore efficienza si raggiunge un'efficacia del 38%;
- le barriere acustiche hanno una bassa efficienza e specialmente quelle di altezza pari a 4 m. L'installazione di blocchi k sui carri merci permette di aumentare tale valore;
- misure alla rotaia in combinazione con il miglioramento del materiale rotabile ha un buon rapporto costi/benefici;
- la molatura acustica da sola ha un'efficienza molto bassa dal momento che diventa preponderante (come mostrato dal software TWINS [12]) la rugosità delle ruote del materiale circolante;
- i costi per l'installazione di finestre isolanti sono elevati in tutti quei casi in cui si presentano scenari con bassi benefici;

Le affermazioni precedenti rimangono invariate sia che si considerino i soli 11000 km di cui STAIRRS disponeva dei dati acustici, sia per l'estrapolazione ai 21 Stati europei complessivamente che ai singoli paesi.

Per quanto riguarda l'accuratezza delle stime del rapporto costi/benefici, essa è fortemente dipendente dai dati relativi alla densità abitativa urbana. La difficoltà di reperimento di dei dati aggiornati rappresenta uno dei limiti maggiori. Relativamente alla situazione Italiana le stime STAIRRS indicavano circa 1270000 persone esposte a livelli  $L_{den}$  superiori a 60 dB(A). La scarsa accuratezza dei dati di densità abitativa, in prima approssimazione, non inficiano le stime dei costi nel modello STAIRRS anche se nella fase di progetto degli interventi tali informazioni risultano essenziali per la definizione della lunghezza delle barriere o dei tratti sui quali installare assorbitori alla rotaia. D'altra parte gli errori nella stima della densità di popolazione influenzano allo stesso modo tutti i diversi scenari, di conseguenza il confronto tra l'efficacia delle diverse composizioni non ne risulta alterato.

## Riferimenti bibliografici

- [1] "Future Noise Policy", European Commission Green Paper, COM(96) 540 final, Brussels, 4 November 2006 - [http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/com\\_96\\_540.pdf](http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/com_96_540.pdf)
- [2] "Final Report on Task 3 - Impact Assessment and Proposal of Action Plan", Milieu Ltd., Risk and Policy Analysis Ltd. (RPA) and TNO, Service contract No 070307/2008/510980/SER/C3, (May 2010)
- [3] F. and Oertli J., "Eurano99: policy tool for strategy of railway noise", Internoise2000, Nice, France
- [4] <http://www.qdelft.nl/uk/86/eurano.html>
- [5] Oertli J., F.B.J., Beier M., Joncour S., Hemsworth B., "European Rail noise Abatement, cost-Benefit Analysis. Final Report", UIC Task Force Noise, 1999
- [6] Oertli J., F., van der Stap P., "The STAIRRS Project: A cost-benefit analysis of different measures to reduce railway noise on a European scale", Internoise2000, Nice, France
- [7] Silent Freight: Development of New Technologies for Low Noise Freight Wagons, 4th Framework Programme of the EU. Final report, 2000
- [8] Silent Track: Development of New Technologies for Low Noise Tracks, 4th Framework Programme of the EU. Final report, 2000
- [9] Oertli J., "THE STAIRRS PROJECT, work package 1: A cost-effectiveness analysis of railway noise reduction on a European scale", Euronoise 2003, Naples, Italy
- [10] STAIRRS Deliverable 10 Synthesis report Work Package 1
- [11] M.E. Miedema, Environmental Health Perspectives, volume 109, n. 4, 2001
- [12] TWINS: Track Wheel Interaction Noise Software. compare: [www.erri.nl/portfolio/software/twins/twins.html](http://www.erri.nl/portfolio/software/twins/twins.html)

## **4. LE TECNICHE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO**

Nel presente capitolo saranno presentate le migliori tecniche già disponibili sul mercato, e già utilizzate in contesti europei, per la mitigazione del rumore ferroviario da rotolamento. Dopo un'introduzione delle tematiche specifiche per gli interventi sulle singole sorgenti di rumore (rotabile e sistema rotaia) si riportano le schede tecniche dei diversi prodotti e soluzioni insieme ad una valutazione dei costi di installazione e manutenzione come ricavati dall'analisi della letteratura tecnica esistente e dai report di progetti europei ormai conclusi.

La panoramica delle soluzioni già implementabili risulta essere un utile riferimento in sedi di valutazione dei diversi progetti di contenimento e abbattimento del rumore nel contesto italiano, ricorrendo a misure alternative o complementari all'installazione di barriere acustiche o interventi sulla via di propagazione del rumore tra sorgente e ricettori.

### **4.1 La riduzione del rumore ferroviario di rotolamento: le misure alla rotaia**

Sebbene composte di materiale molto rigido, l'acciaio delle ruote e delle rotaie ha una durezza finita; ciò implica che quando una ruota poggia sulla rotaia il peso del rotabile fa sì che si stabilisca una superficie di contatto di dimensioni finite (contact patch).

La dimensione finita dell'area di contatto fa sì che le irregolarità con lunghezza d'onda minori delle dimensioni della superficie di contatto vengano mediate e non contribuiscano alla generazione del rumore. Le irregolarità (rugosità) presenti sulla ruota e sulla rotaia una volta "filtrate" dall'area di contatto mettono in vibrazione sia la ruota che la rotaia (e la relativa sotto struttura) irradiando rumore nell'ambiente. È evidente quindi come uno degli interventi prioritari per la riduzione del rumore sia quello di ridurre la rugosità della ruota e della rotaia e inoltre diminuire la loro efficienza di radiazione attraverso l'installazione di smorzatori accordati.

#### **4.1.1 Molatura acustica della rotaia**

Al passaggio di materiale rotabile ad una velocità  $V$  su irregolarità di lunghezza d'onda  $\lambda$  si producono vibrazioni, e quindi rumore, alla frequenza:

$$f = \frac{V}{\lambda}$$

Le lunghezze d'onda della rugosità significative per il rumore da rotolamento sono quelle tra 5 e 500 mm. Le vibrazioni generate sono trasmesse alla ruota e alla rotaia e successivamente immesse nell'ambiente come rumore. Molto spesso sia le vibrazioni della ruota che della rotaia sono ugualmente importanti per il livello globale di rumore.

Il rumore da rotolamento ha uno spettro in frequenza a larga banda con un aumento delle alte frequenze all'aumentare della velocità di percorrenza. Una situazione molto illustrativa

della stretta relazione tra ruota e rotaia è il tipico esempio di una ruota con freni a ceppi in ghisa (*cast-iron brake blocks*) che mostra tipicamente una rugosità con lunghezze d'onda tra 40 e 80 mm, che a 100 km/h eccitano frequenze dove le rotaie hanno il massimo dell'emissività: in tale situazione non è semplice definire se sia la sola ruota o la sola rotaia responsabile per il rumore.

La riduzione delle asperità della rotaia si ottiene effettuando la molatura della sua superficie. Tale intervento fa parte della manutenzione ordinaria del binario. Durante la molatura una parte di materiale è asportato dalla superficie della rotaia ripristinando il profilo originale e riportando ad essere liscia la superficie stessa.

L'efficacia della molatura della rotaia aumenta se il suo contributo al rumore complessivo è superiore a quello derivante dalla ruota: tanto più basso è il livello di corrugamento delle ruote tanto maggiore sarà l'efficacia della molatura del binario. L'intervento di molatura della rotaia è quindi maggiormente efficace se affiancato a soluzioni di mitigazione alla ruota. Allo stesso modo la riduzione del rumore impiegando ruote con freni a disco o con blocchi K è efficace se il livello di rugosità della rotaia è mantenuto basso. L'operazione di molatura è di norma implementata dai gestori per motivi di sicurezza e integrità strutturale dell'infrastruttura e tipicamente è effettuata ad intervalli che vanno da un minimo di sei mesi ad un massimo di quindici anni in funzione del volume di traffico sulla linea e lo stato del binario.

<b>Intervento</b>	molatura della rotaia
<b>Problema</b>	eccessivo rumore da rotolamento
<b>Riduzione di livello atteso</b>	da 7 a 10 dB(A)
<b>Dettagli</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ molatura con pietre multiple fino a lunghezze d'onda di 2 mm – 3 mm</li> <li>▪ l'accuratezza richiesta è indicata nella norma ISO 3095</li> </ul>
<b>Esempi</b>	
<b>Costo</b>	4,00 euro al m di rotaia
<b>Interazione – limitazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ massima efficacia in combinazione con la riprofilatura delle ruote</li> <li>▪ limitazione di accesso alle rotaie (rotaie affogate in materiale resiliente o cemento...)</li> </ul>
<b>Ulteriori informazioni</b>	
<b>Riferimenti in rete</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="http://www.uic.org/download.php/environnement/07_Grinding_of_rails_acoustic_benefits_Dieter_Hartleben.pdf">http://www.uic.org/download.php/environnement/07_Grinding_of_rails_acoustic_benefits_Dieter_Hartleben.pdf</a></li> <li>▪ <a href="http://www.mopa.de/veroeffentlichungen/1997/19973.pdf">http://www.mopa.de/veroeffentlichungen/1997/19973.pdf</a></li> <li>▪ <a href="http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AAS2004/ACOUSTIC/PDF/AUTHOR/AC040133.PDF">http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AAS2004/ACOUSTIC/PDF/AUTHOR/AC040133.PDF</a></li> </ul>



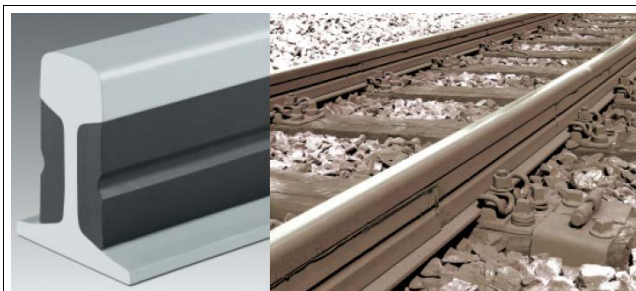
**Figura 8.** Particolare della strumentazione di misura della rugosità CAT.

#### **4.1.2 Smorzatori alla rotaia**

<b>Intervento</b>	smorzatori accordati applicati alla rotaia
<b>Problema</b>	rumore da rotolamento
<b>Riduzione di livello atteso</b>	da 1 a 3 dB(A)
<b>Dettagli</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ smorzatori applicati lateralmente alla rotaia</li> <li>▪ è ridotta l'efficacia di radiazione della rotaia attenuando il rumore emesso al passaggio del materiale rotabile</li> </ul>
<b>Esempi</b>	figure riportate
<b>Costo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ da 150 a 500 euro per m di rotaia</li> <li>▪ da 300 a 1000 euro per metro di rotaia</li> </ul>
<b>Interazione – limitazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Massima efficacia combinati con gli smorzatori applicati alle ruote o con ruote silenziate</li> </ul>
<b>Ulteriori informazioni</b>	<a href="http://www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/stairrs_presentation.pdf">http://www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/stairrs_presentation.pdf</a>
<b>Riferimenti in rete</b>	Vedi figura sottostante

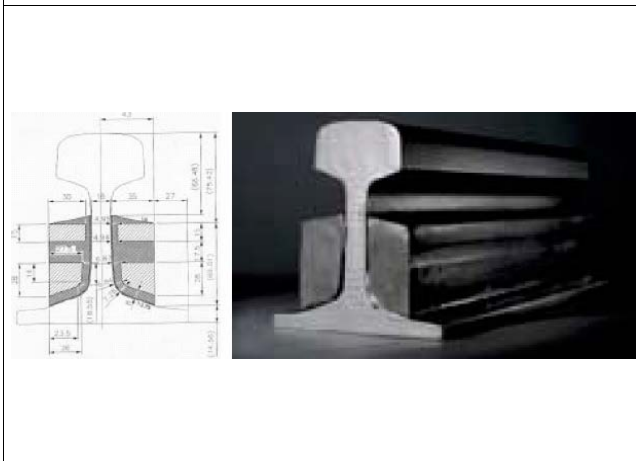
#### **Esempi di smorzatori alla rotaia**





### Vossloh Rail System

- [http://www.vossloh-rail-systems.de/cms/media/downloads/pdfs/prospekte/Schallschutz\\_GB.pdf](http://www.vossloh-rail-systems.de/cms/media/downloads/pdfs/prospekte/Schallschutz_GB.pdf)
- [http://deufrako.org/web/fileadmin/user\\_upload/06\\_DB\\_Behr\\_LZarG.pdf](http://deufrako.org/web/fileadmin/user_upload/06_DB_Behr_LZarG.pdf)



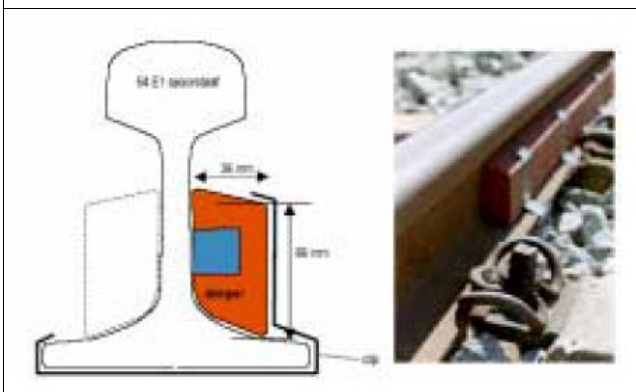
### Corus

- [http://www.zf.com/media/media/en/document/corporate\\_2/downloads\\_1/flyer\\_and\\_brochures/rail\\_vehicles\\_flyer/daempfungssysteme.pdf](http://www.zf.com/media/media/en/document/corporate_2/downloads_1/flyer_and_brochures/rail_vehicles_flyer/daempfungssysteme.pdf)
- [http://www.uic.org/download.php/environment/11\\_Engineering\\_aspects\\_of\\_rail\\_damper\\_design\\_and\\_installation\\_David\\_Beton.pdf](http://www.uic.org/download.php/environment/11_Engineering_aspects_of_rail_damper_design_and_installation_David_Beton.pdf)
- [http://www.tatasteelrail.com/file\\_source/StaticFiles/Business\\_Units/Rail/Silent%20Track%20low%20res.pdf](http://www.tatasteelrail.com/file_source/StaticFiles/Business_Units/Rail/Silent%20Track%20low%20res.pdf)



### Absorail- CDM

- <http://mycite.omikk.bme.hu/doc/1882.pdf>
- [http://www.researchparkzellik.be/VWBO\\_CDM\\_140307.pdf](http://www.researchparkzellik.be/VWBO_CDM_140307.pdf)
- <http://www.cdmca.com/EMBEDDED-RAIL-SYSTEMS.page>



### Spund Absorption U.K. Ltd

- <http://www.quietstone.co.uk/Products/Custom-solutions>



### Schrey & Veit

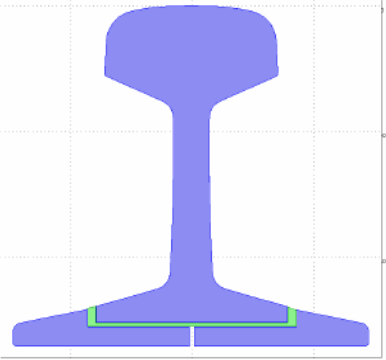
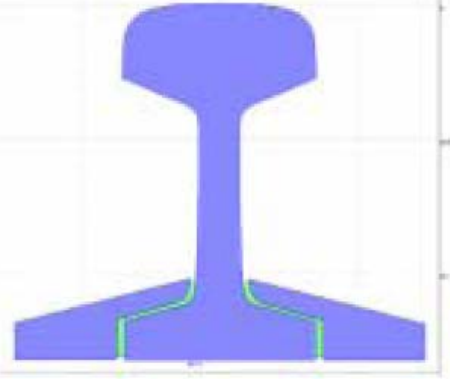
- <http://sundv.gidt.info/>
- <http://www.innovatieprogrammageluid.nl/data/files/algemeen/IWRN%20-%20Rik%20van%20Haaren%20-%20Raildampers%20-%20paper.pdf>

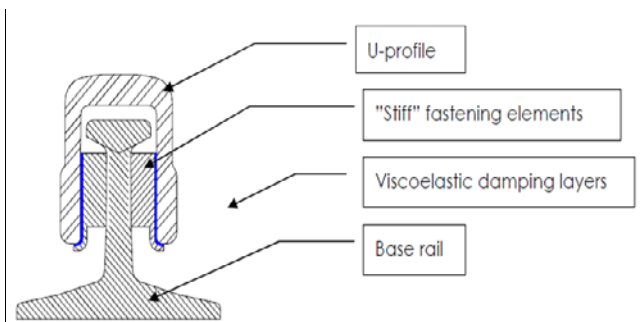
Maggiori informazioni al sito: <http://www.railway-technology.com/contractors/noise/gallery.html>



<b>Intervento</b>	smorzatori accordati applicati alla rotaia e ruote silenziate
<b>Problema</b>	rumore da rotolamento
<b>Riduzione di livello atteso</b>	da 5 a 7 dB(A)
<b>Dettagli</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ smorzatori applicati lateralmente alla rotaia</li> <li>▪ applicati in combinazione con ruote silenziate</li> </ul>
<b>Esempi</b>	figure riportate
<b>Costo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ da 100 a 200 euro per m di rotaia</li> <li>▪ 500 euro per ruota</li> </ul>
<b>Interazione – limitazione</b>	
<b>Ulteriori informazioni</b>	<a href="http://www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/stairrs_presentation.pdf">http://www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/stairrs_presentation.pdf</a>
<b>Riferimenti in rete</b>	Vedi figura sottostante

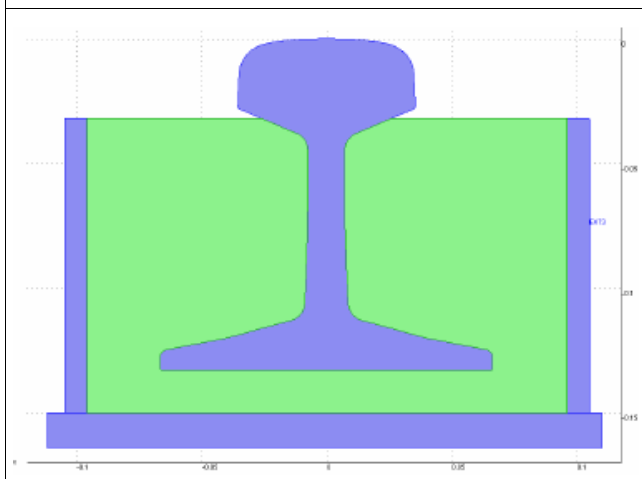
### Esempi di smorzatori alla rotaia

	<p style="text-align: center;"><b>Split UIC60 rail foot (Type 1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• materiale smorzante (in verde) inserito alla base del fungo della rotaia Split UIC60</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Narrow UIC60 (Type 2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifica al profilo della rotaia</li> <li>• Materiale smorzante alla base del fungo della rotaia (vedi figura)</li> </ul>



### Narrow UIC60 (Type 2)

- Applicazione di materiale smorzante (in blue nella foto) inserito nel profilo della rotaia

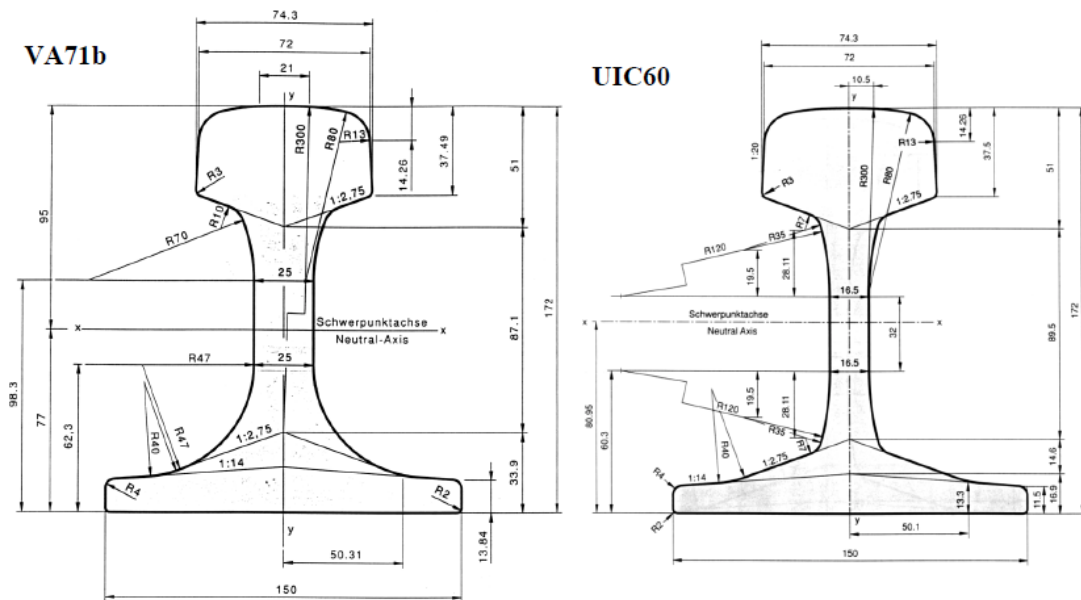


### UIC60 immerso in materiale resiliente (Type 3)

- La rotaia è immersa in materiale smorzante contenuto in un profilo in acciaio

<b>Intervento</b>	Rotaie immerse in materiale resiliente (embedded rail)
<b>Problema</b>	rumore da rotolamento
<b>Riduzione di livello atteso</b>	da 1 a 3 dB(A)
<b>Dettagli</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La rotaia è immersa in materiale smorzante</li> </ul>
<b>Esempi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="http://www.kiepe-electric.com/Prodotti/EDILON_Corkelast%C2%AE_Embedded_Rail_Systems_%28ERS%29_228.html">http://www.kiepe-electric.com/Prodotti/EDILON_Corkelast%C2%AE_Embedded_Rail_Systems_%28ERS%29_228.html</a></li> </ul>
<b>Costo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ da 500 a 800 euro al metro di rotaia</li> </ul>
<b>Interazione – limitazione</b>	
<b>Ulteriori informazioni</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="http://www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/stairrs_presentation.pdf">http://www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/stairrs_presentation.pdf</a></li> </ul>
<b>Riferimenti in rete</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="http://www.rfg.org.uk/files/CharlesPenny.pdf">http://www.rfg.org.uk/files/CharlesPenny.pdf</a></li> <li>▪ <a href="http://www.railway-technology.com/glossary/embedded-rail-systems.html">http://www.railway-technology.com/glossary/embedded-rail-systems.html</a></li> <li>▪ <a href="http://www.pp.bme.hu/ci/2002_1/pdf/ci2002_1_09.pdf">http://www.pp.bme.hu/ci/2002_1/pdf/ci2002_1_09.pdf</a></li> <li>▪ <a href="http://www.innotrack.net/IMG/pdf/d233-f2p-design_manufacture_bbers_components.pdf">http://www.innotrack.net/IMG/pdf/d233-f2p-design_manufacture_bbers_components.pdf</a></li> </ul>

<b>Intervento</b>	Nuovi tipi di rotaia
<b>Problema</b>	rumore da rotolamento
<b>Riduzione di livello atteso</b>	da 1 a 3 dB(A)
<b>Dettagli</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La rotaia è immersa in materiale smorzante</li> </ul>
<b>Esempi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vedi foto sottostanti</li> </ul>
<b>Costo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 euro al metro di rotaia</li> </ul>
<b>Interazione – limitazione</b>	
<b>Ulteriori informazioni</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.voestalpine.com/schienen">www.voestalpine.com/schienen</a></li> </ul>
<b>Riferimenti in rete</b>	



	moment of inertia $I_x$ [cm <sup>4</sup> ]	bending stiffness [Nm <sup>2</sup> ]	mass per meter [kg/m]
UIC60	3055.0	6,4*10 <sup>6</sup>	60,34
VA71b	3181,4	6,9*10 <sup>6</sup>	71,44

## 4.2 Le soluzioni di mitigazione alla ruota

L'irregolarità della superficie delle ruote, determinata dall'usura, è causata in generale dal sistema frenante adottato: i freni a disco, a tamburo o magnetici non modificano il profilo delle ruote, mentre i freni a ceppi rendono la superficie più lo meno rugosa a seconda del materiale usato. A differenza dei ceppi in ghisa, ceppi in materiale sinterizzato non creano asperità sulla ruota.

In aggiunta al rumore di rotolamento causato da elevati livelli di rugosità sulla ruota e sul binario, un'altra causa di disturbo è il cosiddetto "squeal noise": il tipico "stridio" che si genera al passaggio del materiale rotabile in curva causato da localizzate e ripetute perdite di aderenza della ruota che striscia sulla superficie della rotaia.

Il controllo di tale rumore, oltre che sul cambiamento delle condizioni geometriche della linea e della superficie di contatto ruota-rotaia, si basa sull'impiego di liquidi spruzzati opportunamente sulla superficie della rotaia o della ruota.

Nel seguito sono riportate le principali azioni che possono essere adottate alla ruota e in particolare saranno illustrati gli interventi di:

- riprofilatura della ruota;
- utilizzo di freni compositi;
- utilizzo di ruote silenziate;
- lubrificazione della ruota.

Con tali interventi si possono ottenere riduzioni di rumore da rotolamento fino a 10 dB(A), in funzione della specifica soluzione adottata, della tipologia del mezzo e dalla velocità di percorrenza.

I costi degli interventi puntuali sulla singola ruota variano da poche centinaia di euro a circa 3.000 euro. In alternativa è possibile prevedere investimenti di alcune centinaia di migliaia di euro per l'acquisto di appositi macchinari per la riprofilatura delle ruote, utilizzabili poi sull'intero parco veicoli.



Alcuni interventi, dopo la loro applicazione, necessitano di una manutenzione ordinaria, altri invece possono essere considerati definitivi.

### 4.2.1 Riprofilatura della ruota

Problema	Rumore da rotolamento
Riduzione di livello atteso	Fino a 4 dB(A)
Dettaglio	L'aumento della rugosità della ruota contribuisce all'aumento del rumore da rotolamento. La riprofilatura della ruota ad intervalli regolari rimuove la rugosità e quindi il rumore
Esempi	Boston MBTA (USA), Sacramento (USA)
Costo	350.000 euro per il macchinario più l'infrastruttura e le operazioni
Interazione – limitazione	

Ulteriori informazioni	Per essere efficace, dovrebbe essere combinata con la rimozione delle deformazioni della ruota ed il mantenimento del profilo
------------------------	---

#### 4.2.2 Freni composti tipo “K”

Problema	Rumore da rotolamento																														
Riduzione di livello atteso	8 -10 dB(A)																														
Dettaglio	Sostituzione dei freni a disco in ghisa con freni composti tipo “K”																														
Esempi	<p>Svizzera</p>   <p>The second image shows a technical label for the 'K Cosid 810' brake assembly. The label includes the following specifications:</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Kolbenhub</td> </tr> <tr> <td>bei 125-d mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T-leer</td> <td>0,00 bar</td> </tr> <tr> <td>C-leer</td> <td>1,00 bar</td> </tr> <tr> <td>T-Dtl.</td> <td>3,00 bar</td> </tr> <tr> <td>C-bei</td> <td>3,00 bar</td> </tr> </table> <p>Below the label is a small table with dimensions:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>a-a</td> <td>2</td> <td>32 33</td> </tr> <tr> <td>b-b</td> <td>5</td> <td>35 38</td> </tr> <tr> <td>c-c</td> <td>9</td> <td>38 44</td> </tr> <tr> <td>d-d</td> <td>15</td> <td>44 50</td> </tr> <tr> <td>e-e</td> <td>19</td> <td>50 56</td> </tr> </table>	Kolbenhub		bei 125-d mm		T-leer	0,00 bar	C-leer	1,00 bar	T-Dtl.	3,00 bar	C-bei	3,00 bar		m		a-a	2	32 33	b-b	5	35 38	c-c	9	38 44	d-d	15	44 50	e-e	19	50 56
Kolbenhub																															
bei 125-d mm																															
T-leer	0,00 bar																														
C-leer	1,00 bar																														
T-Dtl.	3,00 bar																														
C-bei	3,00 bar																														
	m																														
a-a	2	32 33																													
b-b	5	35 38																													
c-c	9	38 44																													
d-d	15	44 50																													
e-e	19	50 56																													
Costo	4.500 – 8.500 euro per carro																														
Interazione – limitazione	Necessita di adattare le ruote ed i vagoni																														
Ulteriori informazioni	Protezione dell’infrastruttura e riduzione delle vibrazioni, prestazioni costanti alle diverse velocità																														

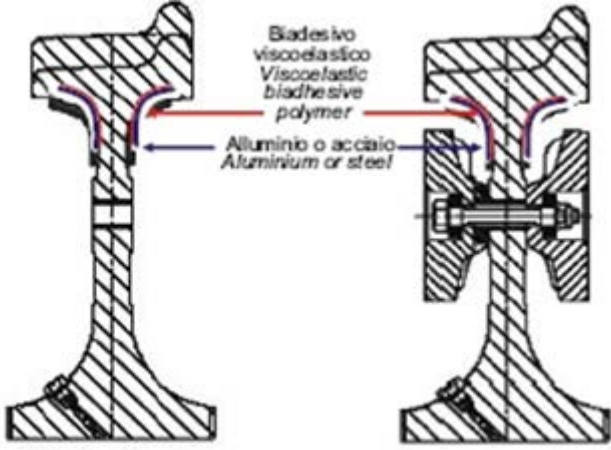
#### 4.2.3 Freni composti tipo “LL”

Problema	Rumore da rotolamento
----------	-----------------------


Riduzione di livello atteso	6 - 8 dB(A)
Dettaglio	Sostituzione dei freni a disco in ghisa con freni composti tipo "LL"
Esempi	In fase di prova in Svizzera
Costo	Nessun costo addizionale alle normali spese di sostituzione dei freni tradizionali
Interazione – limitazione	Non è richiesto alcun adattamento aggiuntivo
Ulteriori informazioni	Protezione dell'infrastruttura e riduzione delle vibrazioni, prestazioni che dipendono dalla velocità

#### 4.2.4 Ruote silenziate con materiale viscoelastico

Problema	Rumore da rotolamento e squeal noise nelle curve
Riduzione di livello atteso	4 – 5 dB dB(A)
Dettaglio	L'innovazione consiste nell'applicare sulla superficie tra cartella e corona di rotolamento, non occupata dal disco freno, un profilo metallico mediante l'utilizzo di uno speciale materiale viscoelastico.
Esempi	Sistema Lucchini Syope® 



	
Costo	
Interazione – limitazione	
Ulteriori informazioni	Può essere applicato a qualsiasi ruota esistente senza modificare le caratteristiche di sicurezza della ruota stessa

#### 4.2.4 Ruote silenziate con assorbitori in acciaio e materiale polimerico

Problema	Rumore da rotolamento e squeal noise nelle curve
Riduzione di livello atteso	3 dB(A) per rumore da rotolamento a 90 Km/h – fino a 13 dB(A) squeal noise a 20 Km/h
Dettaglio	Smorzatori modulari accordabili a diverse frequenze
Esempi	Sistema Lucchini Galene® 
Costo	
Interazione – limitazione	Adatto per carri merci
Ulteriori informazioni	




#### 4.2.5 Ruote silenziate con anello assorbente

Problema	Squeal noise nelle curve
Riduzione di livello atteso	Da 10 a 20 dB(A)
Dettaglio	Speciale anello assorbente aggiunto alle ruote per attenuare le alte frequenze dello squeal noise
Esempi	<p>Lucchini ruote resilienti per il Tram Combino (Amsterdam): una riduzione da 13 a 17 dB(A) di rumore pass-by alla velocità di 20 km/h</p>  
Costo	Da 2.000 a 3.000 euro per ruota
Interazione – limitazione	Uno speciale set assorbente deve essere sviluppato per ciascun tipo di ruota


#### 4.2.6 Ruote silenziate con anello smorzante

Problema	Squeal noise nelle curve
----------	--------------------------



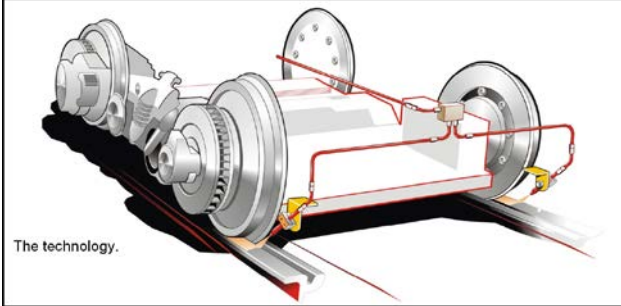


Riduzione di livello atteso	Da 5 a 10 dB(A)
Dettaglio	Un anello è pressato nell'angolo tra la ruota in gomma e la ruota in lamiera
Esempi	Sumitomo 
Costo	500 euro per ruota
Interazione – limitazione	Lavora bene quando nuovo. La performance degrada col tempo per la corrosione e lo sporco

#### 4.2.7 Ruote silenziate con assorbitori di vibrazioni

Problema	Squeal noise nelle curve
Riduzione di livello atteso	Da 15 a 35 dB(A)
Dettaglio	
Esempi	Schrey & Veyt 
Costo	250 - 550 euro per ruota
Interazione – limitazione	

#### 4.2.8 Lubrificazione della flangia

Problema	Squeal noise nelle curve
Riduzione di livello atteso	Eliminazione totale rumore
Dettaglio	Un liquido lubrificante è spruzzato dal vano ruota del veicolo ed è distribuito dal passaggio della ruota stessa sul binario
Esempi	<p>REBS, Igralub</p>    <p>The technology.</p>
Costo	1.800 euro per veicolo; consumi di 150 euro per anno per veicolo
Interazione – limitazione	
Ulteriori informazioni	Un sensore sensibile rileva quando il veicolo è in curva e attiva il sistema spray temporaneamente.

### **4.3 Soluzioni di mitigazione al ricettore**

Quando non sia tecnicamente (sede ferroviaria troppo vicina al ricettore, compatibilità estetica con il circondario) o economicamente (il numero di cittadini è ridotto rispetto ai costi) possibile adottare misure di mitigazione alla sorgente o sulla via di propagazione del rumore ovvero quando tali interventi non risultino risolutivi per il raggiungimento dei limiti di legge si interviene direttamente sul ricettore incrementando il potere fonoisolante delle singole facciate esposte agendo sia sulla muratura che sugli infissi.

L'introduzione della norma UNI 11296:2009 (UNI 11296:2009 "Acustica - Linee guida per la progettazione, la selezione, l'installazione e il collaudo dei sistemi per la mitigazione ai ricettori del rumore originato da infrastrutture di trasporto") riguardante le linee guida per la progettazione, l'installazione ed il collaudo per i sistemi di mitigazione al ricettore del rumore originato dalle infrastrutture di trasporto ha permesso di avere a disposizione un riferimento per l'esecuzione ed il collaudo dei sistemi antirumore per i trasporti via terra.

Gli interventi al ricettore, come specificato anche dalla norma UNI 11296:2009 possono riguardare i differenti elementi che costituiscono il sistema facciata e tra questi:

- gli schermi di facciata;
- i serramenti e infissi;

Le principali azioni che possono essere intraprese alla sorgente sono sintetizzate nei seguenti punti e meglio dettagliate nelle schede riportate successivamente:

- incremento delle prestazioni acustiche delle componenti opache (cappotto esterno);
- finestre ventilate;
- finestre non ventilate;

Per quanto attiene gli schermi di facciata sono presi in considerazione i cappotti esterni, che oltre a svolgere una funzione fonoisolante e fonoassorbente rappresentano un ottimo rimedio per l'isolamento termico con conseguenti risparmi energetici.

Il fonoisolamento rappresenta la capacità di una struttura di impedire la trasmissione di energia sonora da un ambiente ad un altro interponendo tra i due un mezzo fisico, mentre l'assorbimento acustico (fonoassorbimento) è la capacità di un materiale di dissipare l'energia sonora convertendola in calore. In genere nei fabbricati già esistenti i materiali vengono collocati direttamente sulla facciata esterna della parete perimetrale; diversamente, per fabbricati in via di costruzione, possono essere installati coibentazioni termoacustiche sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

I migliori materiali acustici sono in linea di massima quelli porosi e fibrosi di cui esistono vari tipi, quali: lane di vetro e di roccia, schiume di poliuretano espanso a celle aperte, fibre di legno, feltri, ecc..

Per quanto riguarda gli infissi è diventata una soluzione sempre più praticata la messa in opera di finestre antirumore, tra cui in particolare quelle ventilate che garantiscono un elevato fonoisolamento e contemporaneamente consentono un passaggio dell'aria sufficiente per le esigenze di ricambio e raffrescamento estivo.

Le finestre ventilate sono caratterizzate da un telaio realizzato con profilati in alluminio esterni ed interni, accoppiati mediante giunti elastici, doppi vetri con intercapedine riempita da gas (esafluoruro di zolfo SF6) che consente ulteriore funzione di mitigazione del rumore.

L'aerazione di predetti infissi è garantita da un dispositivo a forma di cassetto (installato nella parte superiore dell'infisso) che consente il passaggio dell'aria limitando fortemente la permeabilità alle onde acustiche. A seguito della differenza di pressione fra l'ambiente esterno ed interno un flusso di aria si instaura attraverso l'aeratore.

L'aria passa all'interno di un condotto avente forma di labirinto le cui pareti sono rivestite da materiale fonoassorbente. L'aria entra nel condotto da una bocchetta di ingresso costituito da un filtro che non consente il passaggio di acqua dovuto da intemperie e viene immessa nell'ambiente indoor attraverso una bocchetta munita di sistema di regolazione del flusso dell'aria. È possibile, inoltre, installare un aeratore munito di dispositivo elettrico che permette una ventilazione forzata dell'aria anche in assenza di differenza di pressione. Gli elementi acustici critici sono dovuti ai commenti tra gli infissi stessi ed il muro o dal sistema di guarnizione del serramento.

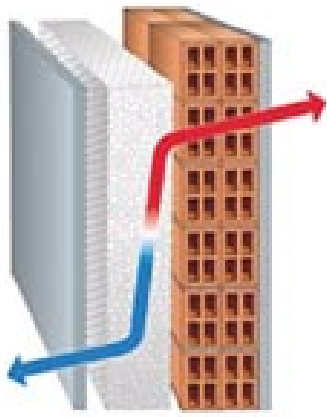
A tale inconveniente si può ovviare predisponendo un'ideale sigillatura in modo da raggiungere un sufficiente isolamento nei punti critici sopracitati.

I vetri acustici normalmente in commercio sono vetri doppio strato contenenti all'interno un film plastico.

Infine, si può optare per finestre non ventilate costituite da materiale in PVC e/o alluminio a tre guarnizioni e muniti di doppi vetri, o a spessore differenziato, il tutto per ottenere una buona tenuta ermetica finalizzata a un discreto livello di isolamento acustico nonché termico.

Alcuni interventi, dopo la loro applicazione, necessitano di una manutenzione ordinaria, altri possono essere considerati definitivi.

#### 4.3.1 Incremento del potere fonoisolante della facciata

Problema	Rumore da traffico ferroviario
Riduzione di livello atteso	Fino a 4-5 dB (A)
Dettaglio	Una struttura tipo di cappotto termico può essere costituita da una parete in laterizi di pannellatura intonacata da un sistema termoisolante a cappotto con pannelli realizzati in lana di roccia.
Esempi	
Costo	I costi possono variare a seconda degli spessori e della scelta dei materiali tra i 30 e 40 €/mq compresi i costi di installazione.

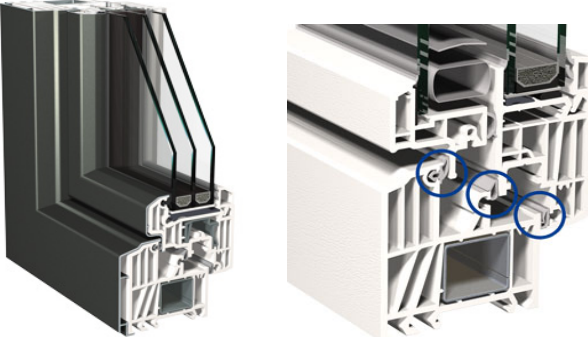
Interazione – limitazione	Anche se detta soluzione presenta un modo sicuro di mitigazione delle emissioni sonore quando si è in prossimità di infrastrutture ferroviarie in presenza di transiti di convogli, è preferibile intervenire mediante i cappotti termici su pareti che non presentano molte aperture (finestre e balconi), in quanto i cappotti seppur apportano un'ulteriore resistenza al rumore, lo stesso può penetrare attraverso le aperture rischiando di non risolvere la problematica, almeno che le aperture sono realizzate con proprietà ad alto potere fonoassorbente.
Ulteriori informazioni	Per essere efficace, dovrebbe essere combinata con la realizzazione di serramenti e infissi fonoassorbenti e fonoisolanti.

#### 4.3.2 Finestre ventilate

Problema	Rumore da traffico Ferroviario
Riduzione di livello atteso	36 – 42 dB
Dettaglio	Sono stati testati negli ultimi anni numerosi prototipi di infissi antirumore, con particolare riguardo alla tipologia innovativa di infissi ventilati antirumore, nonché diversi cassonetti per avvolgibili dotati di elevate proprietà di isolamento acustico. Le finestre ventilate antirumore sono caratterizzate da prestazioni di fonoisolamento elevate, pur garantendo un adeguato ricambio d'aria dell'ambiente interno attraverso aeratori insonorizzati a ventilazione naturale o forzata. Le vetrate isolanti sono formate generalmente da due lastre di vetro piano separate da un'intercapedine riempita con aria disidratata o gas inerte (es. Argon).
Esempi	

#### 4.3.3 Finestre non ventilate


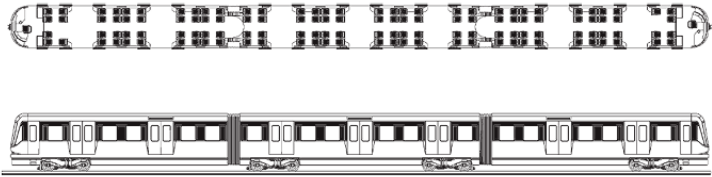
Problema	Rumore da traffico Ferroviario
Riduzione di livello atteso	35 – 45 dB
Dettaglio	L'innovazione consiste in finestre costituite da materiale in PVC e/o Alluminio a tre guarnizioni e muniti, inoltre, da vetri a spessore differenziato il tutto per ottenere una buona tenuta ermetica finalizzata a un buon livello di isolamento acustico nonché termico. La guarnizione mediana e la guarnizione di battuta dell'anta provvedono ad un'elevata tenuta ermetica degli infissi, garantendo, quindi, anche l'isolamento dai rumori che passano attraverso le fughe.

Esempi	
Costo	150-200 euro
Interazione – limitazione	<p>Sono infissi di ultima generazione progettati per ottenere ottime performance dal punto di vista del contenimento del rumore. L'unico inconveniente di dette finestre non ventilate è che nei mesi caldi gioco forza si è costretti ad utilizzare metodi artificiali di raffrescamento. Ulteriori informazioniPuò essere applicato a qualsiasi edificio senza modificare le caratteristiche della struttura.</p>

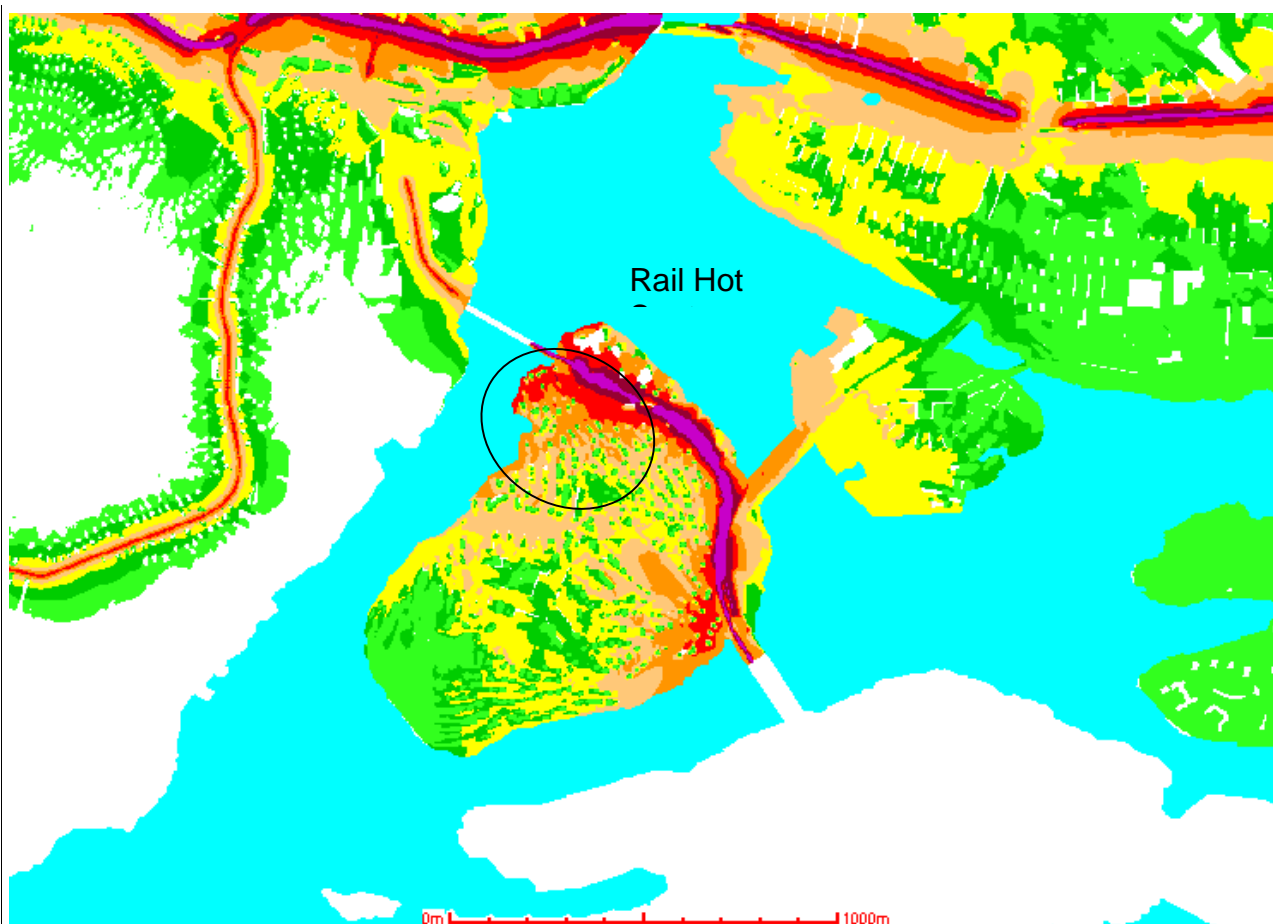
## 5. CASI DI STUDIO

Di seguito sono riportati i risultati di alcuni casi significativi di implementazione di soluzioni alla sorgente che possono ridurre in modo significativo l'uso di barriere. L'analisi è stata condotta facendo riferimento alla letteratura tecnico-scientifica non riservata a disposizione.

I risultati sono presentati in schede sintetiche che evidenziano il problema risolto, il sito di installazione e le eventuali criticità.

<b>Problema:</b> Rumore generato dalle ventole del sistema di raffreddamento del motore del locomotore di mezzi leggeri, tram e metro ( $V_{max} = 90\text{km/h}$ ).
<b>Dove si manifesta il problema:</b> Esposizione al rumore nei punti critici (hot spots) urbani
<b>Descrizione del problema</b> Alle velocità maggiori le ventole di raffreddamento contribuiscono per la metà della potenza sonora emessa da un veicolo, specialmente se il treno è fermo o in accelerazione. In alcuni casi livello di rumore delle ventole è dello stesso ordine di grandezza del rumore emesso nell'interazione ruota-rotaia. Se quest'ultimo è ridotto, attraverso l'utilizzo di smorzatori alla rotaia o con interventi di molatura acustica, il rumore delle ventole del sistema di raffreddamento diventa dominante.
<b>Lavoro scientifico di riferimento</b> U. Orrenius, S. Leth, and A. Frid: Noise Reduction at Urban Hot-Spots by Vehicle Noise Control, Bombardier Transportation, Specialist Engineering Mainline & CoC Acoustics, Östra Ringvägen 2, SE – 721 73 Västerås, Sweden
<b>Descrizione del sito, gestore dell'infrastruttura</b>
<b>Città:</b> Stoccolma
<b>Infrastruttura:</b> A32 tratto veloce del traffico ferroviario leggero (metro e tram)
<b>Veicolo:</b> Bombardier – Metro C20 ( $V=90\text{ km/h}$ )
 





*Mappa del rumore del centro di Stoccolma, livello equivalente dovuto al solo traffico ferroviario (NORDIC)*

### **Tipologia di intervento**

Per ridurre l'esposizione al rumore si implementa un sistema automatico che disinserisca meccanicamente le ventole di raffreddamento in prossimità di hot-spot (punti critici). Con tali sistemi, di serie su alcuni moderni motori diesel di camion, anche in considerazione della rilevante inerzia termica del motore, il ridotto raffreddamento può essere compensato da un pre o post raffreddamento in un luoghi in cui non è critica l'esposizione al rumore non è critico (ad esempio in tunnel o tratte non abitate o a bassa densità di abitazioni). Con tali sistemi l'emissione di rumore può essere adattata sistematicamente e automaticamente lungo il tracciato

### **Sistema di mitigazione impiegato**

Brevi spegnimenti della ventola dove la velocità è ridotta. Perché tale sistema risulti efficace deve contemporaneamente essere minimizzato il rumore dovuto al contatto ruota-rotaia.

### **Risultati e criticità**

L'emissione alla velocità di 70 km/h è ridotta di 3 - 4 dB. La locomotiva diesel-elettrica Bombardier TRAXX DE P160, di recente costruzione, è un buon esempio di come uno sforzo sistematico per ottimizzare il funzionamento di ventole di raffreddamento ha portato ad eccellenti prestazioni a basso rumore. I livelli di rumore misurati sono ben inferiori a quelle stabiliti dalle norme locali.


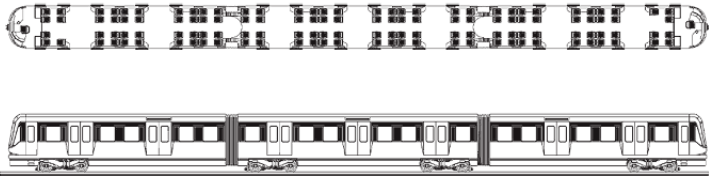


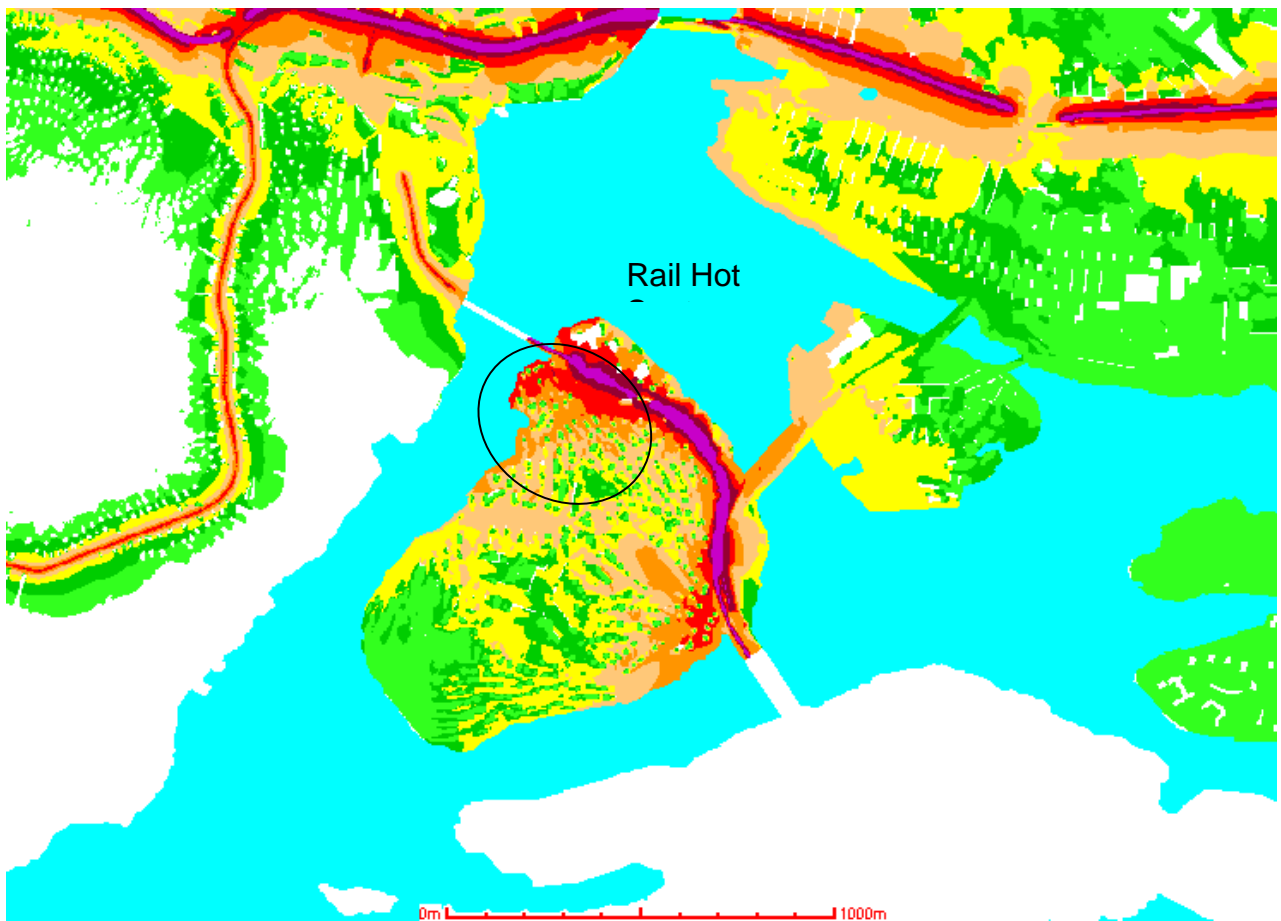
La locomotiva Bombardier TRAXX, ha anche un sistema manuale di disinserimento delle ventole di raffreddamento attivabile a discrezione del macchinista in caso di soste.

La combinazione di motori autonomi con l'utilizzo di informazioni provenienti dai sistemi GPS e software di controllo avanzato offre molte possibilità per creare strategie di controllo automatico di tale tipo. Analogamente ad un sistema "drive style manager", impiegato per mostrare al conducente la velocità per ridurre al minimo il consumo energetico a seconda del percorso, potrebbe essere implementato un controllo sul livello del rumore emesso in considerazione dei parametri di guida e funzionamento.

#### **Riferimenti**

1. Asmussen, B., et al.: Status and perspectives of the "Specially Monitored Track". Journal of Sound and Vibration 293(3-5) (2006)
2. Orrenius, U.: Feasibility study of clutch system for traction motor fans, NoV-SE-2007- 002, Bombardier (InMAR) (2007)
3. Thoss, E., et al.: Optimierung der Schallemission von Schienenfahrzeugen mit "nicht" akustischen Massnahmen. In: DAGA (2007)

<b>Problema:</b> Stridio in curva (squeal noise) e stridio dei freni a disco.
<b>Dove si manifesta il problema:</b> punti critici (hot spots) in siti urbani
<b>Descrizione del problema</b>
Lo stridio in curva (squeal noise) e quello dovuto ai freni è un rumore particolarmente fastidioso a causa del carattere tonale e dell'alta frequenza del suono emesso. Il fenomeno, che dipende anche dalle condizioni atmosferiche, è difficile da prevedere in quanto sono coinvolti diversi meccanismi. Tale tipo di rumore non è considerato nelle mappe di rumore basate solo sulla potenza di emissione sonora di categorie di rotabili.
<b>Lavoro scientifico di riferimento</b>
U. Orrenius, S. Leth, and A. Frid: Noise Reduction at Urban Hot-Spots by Vehicle Noise Control, Bombardier Transportation, Specialist Engineering Mainline & CoC Acoustics, Östra Ringvägen 2, SE – 721 73 Västerås, Sweden
<b>Descrizione del sito, gestore dell'infrastruttura</b>
<b>Città:</b> Stoccolma
<b>Infrastruttura:</b> A32 tratto veloce del traffico ferroviario leggero (metro e tram)
<b>Veicolo:</b> Bombardier – Metro C20
 



Mappa del rumore del centro di Stoccolma, livello equivalente dovuto al solo traffico ferroviario (NORDIC)

### Tipologia di intervento

#### *Stridio in curva*

La maggioranza dei problemi di stridio in curva può essere risolto dall'implementazione di risolto dall'implementazione di una delle seguenti soluzioni (o una loro combinazione):

1. carrelli a direzione radiale,
2. lubrificazione/controllo di attrito sul binario o su ruota
3. ruota ammortizzata.

#### *Stridio dei freni a disco*

Non ci sono metodi che eliminano del tutto il problema. Vengono presi a riferimento i veicoli Bombardier con requisiti di frenata 30-0 km/h e le soluzioni sono sviluppate attraverso una stretta collaborazione tra il fornitore dei freni e la Bombardier Inc..

### Sistema di mitigazione impiegato

#### *Stridio in curva*

Stoccolma – vetture Bombardier C20 della metropolitana sono fornite di carrelli a direzione radiale e ruote ammortizzate, oltretutto sono dotati di vari sistemi con flangia di lubrificazione per ridurre l'usura.

### *Stridio dei freni a disco*

Sono sistematicamente testati diversi materiali per determinare la migliore soluzione tecnica che combini elevate prestazioni di frenata con basso rumore.

### **Risultati e criticità**

#### *Stridio in curva*

- Ridotto da una combinazione di metodi;
- Diversi veicoli della Bombardier sono dotati di sistema di lubrificazione controllata in funzione del luogo di transito e ai parametri di percorrenza;

Alcuni esempi:

<i>Modello</i>	<i>Luogo</i>	<i>Soluzione adottata</i>	<i>Riduzione Rumore</i>
Metro Bombardier C20	Stoccolma	Carrelli a sterzata radiante e ruote ammortizzate	Eliminazione dello stridio
Tram Bombardier Flexity K4500	Colonia	Sistemi di lubrificazione a flangia	20 dB a 2kHz
Tram Bombardier Flexity K4000	Colonia	Ammortizzatori Block Absorber	Eliminazione dello stridio
Tram Bombardier	Linz	Ammortizzatori	9 dB

### *Stridio dei freni a disco*

È ridotto con pasticche ottimizzate;

Può essere eliminato se la frenatura elettrica viene utilizzata fino a raggiungere la velocità di 0 km/h;

#### *Criticità*

Lo stridio dei freni è un fenomeno difficile da prevedere con esattezza, sono necessarie prove ripetute e deve essere analizzato attraverso un approccio statistico.

Sia lo stridio in curva che quello dovuto ai freni dovrebbero essere considerati e dettagliati in modo sufficiente sia nelle mappe di rumore che nelle direttive.

### **Riferimenti**

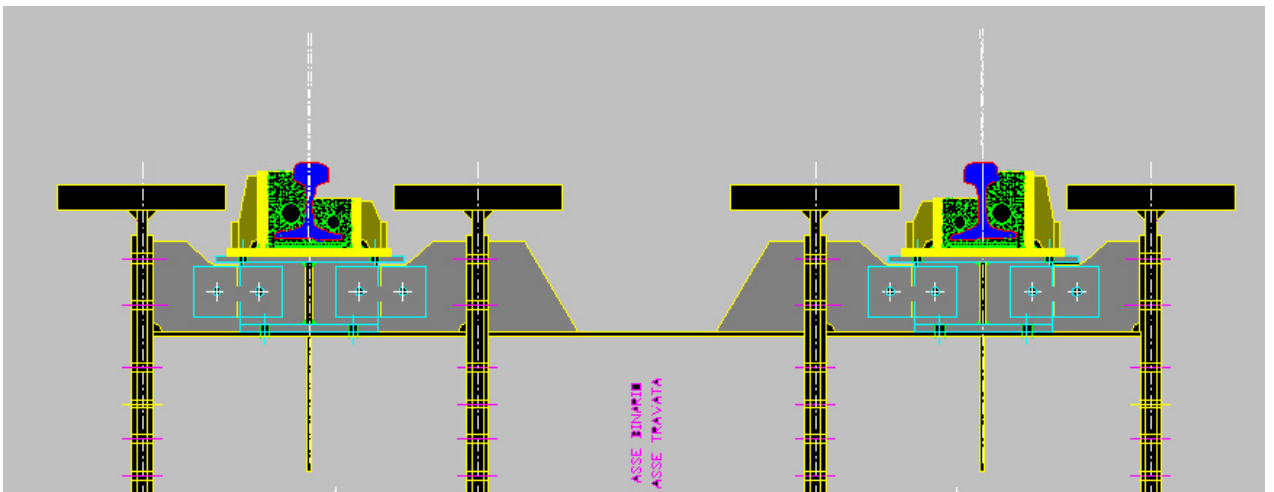
- Steiner, M., Scholten, J.: Energy Storage on board railway vehicles. In: European Conference on Power Electronics and Applications, Dresden (2005)
- Dittrich, M.: The Imagine Source Model for Railway Noise Prediction. Acta Acustica 93, 185–2002 (2007)
- Moehler, U., et al.: The new German prediction model for railway noise Schall 03. In: Proceedings Euronoise 2006, Tampere, Finland (2006)
- de Beer, F.G., et al.: Curve squeal of rail bound vehicles (part1-3). In: Proceedings of Internoise 2000, Nice, France (2000)
- Thompson, D.J., et al.: A Theoretical Model for Curve Squeal. ISVR TM 904 (February 2000)
- Vincent, N., et al.: Curve squeal of urban rolling stock. Journal of Sound and Vibration 293(3-5) (June 2006)
- Muller, B., Oertli, J.: Curve squeal of urban rolling stock. Journal of Sound and Vibration 293(3-5) (June 2006)
- <http://www.leiserverkehr.de/web/projekte/kurvengeraeusche/projektetails.html>

- Heckl, M.: Curve Squeal of Train Wheels, Part 3: Active Control. Journal of Sound and Vibration 229(3) (January 2000)
- Ognar, M.: Investigations on curve squeal, internal report Bombardier Transportation (2006)
- Eadie, D.T., Satoro, M.: Top-of-rail friction control for curve noise mitigation and corrugation rate reduction. Journal of Sound and Vibration 293(3-5) (June 2006)
- Beier, M., et al.: Acoustical Investigations of Disc Brake Squeal. In: Proceedings Euronoise 2006, Tampere, Finland (2006)

<b>Problema:</b> Emissione di rumore di materiale rotabile in transito su ponti in acciaio
<b>Dove si manifesta il problema:</b> Rumore da rotolamento su ponte in acciaio
<b>Descrizione del problema</b>
Le emissioni di rumore dovuto all'interazione ruota-rotaia divengono particolarmente importanti in corrispondenza del transito di materiale rotabile su ponti in acciaio per le specifiche caratteristiche di emissione della struttura stessa. L'intervento implementato consiste nella messa in opera di rotaie affogate (embedded rail) in materiale resiliente. Le rotaie sono inserite in due canali e collegate ad una struttura portante e inglobata in un elastomero.
<b>Lavoro scientifico di riferimento</b>
"THE RAILWAY BRIDGE IN PISA: NEW CONCEPT IN NOISE MITIGATION" Luca Ricciardi - RFI S.p.A., Direzione Tecnica, Istituto Sperimentale, Via di Portonaccio, Roma, Atti del workshop RAILNOISE2006, Pisa (2006)
<b>Descrizione del sito, gestore dell'infrastruttura</b>
<b>Città:</b> Pisa
<b>Infrastruttura:</b> Linea Ferroviaria Pisa – La Spezia, ponte in acciaio che attraversa il fiume Arno nel tratto dalla Stazione Centrale di Pisa alla Stazione di Pisa San Rossore. RFI S.p.A., Direzione Tecnica, Istituto Sperimentale, Via di Portonaccio, Roma.
<b>Veicolo:</b> Treni regionali o merci (V=50 km/h)



*"Embedded rail" sul ponte di Pisa.*



*Sistema "Embedded rail".*





Pannelli fono assorbenti sul ponte di Pisa.



Edilon Corkelast® Embedded rail system

### Tipologia di intervento

Il sistema "embedded rail" consiste in una sorta di binario inglobato in materiale resiliente che riduce la vibrazione attraverso un meccanismo smorzante riducendo di conseguenza l'energia sonora irradiata. Come ulteriore sistema di mitigazione la struttura del ponte in acciaio è stata trattata con materiale viscoelastico e rivestita con pannelli fono assorbenti per ridurre le emissioni sonore prodotte dalle vibrazioni.

### Sistema di mitigazione impiegato

L'elastomero impedisce il propagarsi delle vibrazioni dal sistema ruota-rotaia alla struttura del ponte.

Il supporto resiliente della rotaia svolge la funzione di ballast, senza però i suoi svantaggi in termini di maggiore peso e maggiore dimensione.

Lo spessore del sistema "embedded rail" è molto inferiore allo spessore della costruzione di un binario tradizionale.

### Risultati e criticità

#### *Risultati*

Anche se lo studio effettuato è solo parziale, dai risultati si evince che il disaccoppiamento meccanico della struttura ferroviaria dal ponte, inglobando la rotaia e inserendo elementi assorbenti sulla struttura del ponte, riduce una parte di energia sonora prodotta sia dal rotolamento che dalle vibrazioni sul ponte, in una misura stimata di 3-4 dB, estendibile anche a 5 dB, ma con molta cautela.

#### *Criticità*

I risultati devono essere approfonditi anche successivamente ad un'analisi statistica dal momento che le indagini riportate nel lavoro sono state eseguite in periodi diversi e quindi con un traffico relativamente variabile rispetto ai principali parametri che influenzano l'emissione del suono quali velocità, tipo di trazione, l'usura delle superfici della ruota e della rotaia.

Come riportato nel lavoro citato, le velocità di transito sono sempre state relativamente basse dal momento che il ponte è situato in prossimità della Stazione Centrale di Pisa e molto spesso alcuni transiti non sono stati significativi per l'analisi dell'efficacia della soluzione implementata dal momento che alcuni convogli hanno stazionato davanti ai microfoni. La soluzione "embedded rail" riduce il rumore di rotolamento stimato con velocità medie di transito.

### Riferimenti



1. Ludvigh E., "Elastic behaviour of continuously embedded rail systems", *Periodica Polytechnica*, Vol. 46, n°. 1, pp. 103-114, 2002.
2. Guidi U., Vitali E., "Emissioni sonore da transito dei treni sul ponte in ferro nella tratta ferroviaria compresa tra le Stazioni di Pisa C.le e Pisa S. Rossore", 2005.
3. Mele R., Testa M., Tisalvi M., "Un nuovo sistema di binario per i ponti metallici", *Ingegneria Ferroviaria*, 2005.

**Problema:** controllo del rumore e delle vibrazioni di un ponte ferroviario in acciaio lungo 451 m

**Dove si manifesta il problema:** Rumore proveniente da elementi in acciaio del ponte, come i plinti che hanno un'elevata efficienza di radiazione del rumore anche a bassi livelli di vibrazione.

### **Descrizione del problema**

Uno dei ponti ferroviari principali in Ungheria si trova a sud di Budapest. Con 451 m di lunghezza, a doppio binario rivettati, il ponte in acciaio della Ferroviaria Sud è un importante asse tra la parte occidentale e orientale dell'Ungheria, transitandoci il traffico ferroviario pesante giorno e notte, 7 giorni alla settimana. Quando fu costruito 130 anni fa era lontano dal centro della città, la recente costruzione del nuovo Millennium City Center ha posto alcuni edifici dedicati ad attività culturali nelle immediate vicinanze del ponte, dando luogo a un grave problema di rumore ambientale. Pertanto, la ferrovia ungherese ha deciso di prendere seri provvedimenti per il controllo del rumore emesso dal transito sul ponte stesso.

Misure sul campo e mappature preliminari di rumore hanno rivelato che livello di rumore durante il passaggio dei rotabili sul ponte supera il livello di rumore ambientale complessivo di oltre 10 dB.

Oltre alle traversine in legno, il ponte è costituito solo da elementi in acciaio, senza alcun isolamento o smorzamento delle vibrazioni.

### **Lavoro scientifico di riferimento**

"NOISE AND VIBRATION CONTROL OF THE SOUTH RAILWAY BRIDGE OF BUDAPEST" F. Augusztinovicz, F. Márki, P. Carels, M. Bite and I. Dombi

### **Descrizione del sito, gestore dell'infrastruttura**

**Città:** Budapest

**Infrastruttura:** Ponte ferroviario in acciaio a sud di Budapest

**Veicolo:** Treni passeggeri ( $V=81$  km/h) e treni merci ( $V=33$  km/h)



Budapest ponte in acciaio



Vista d'insieme ponte in acciaio (Millennium City Center)



Ponte in acciaio

### Tipologia di intervento

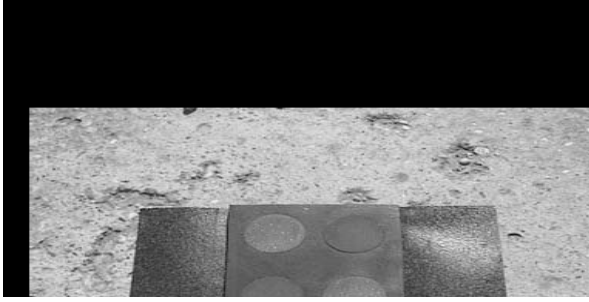
Dall'analisi dei parametri strutturali degli elementi del ponte, della forma dello spettro delle vibrazioni e del rumore, risulta che la trave principale di sostegno può essere considerata la sorgente principale di rumore.

Attraverso metodi di modellizzazione B.E.M. (Boundary Element Method) risulta che metà dell'energia sonora viene irradiata dalle travi principali e l'altra metà dalle piastre ai piedi delle rotaie. Gli interventi hanno quindi riguardato tali sorgenti contemporaneamente.

### Sistema di mitigazione impiegato

I dispositivi di controllo delle vibrazioni sono basati su una combinazione di cuscinetti altamente resilienti da porre sotto piastra. Questi elementi elastici introdotti nella struttura del ponte, CDM FERPONT system, sono realizzati in gomma naturale, sughero elastomero composito e fibre di kevlar e mirano a ridurre l'energia delle vibrazioni.

Il rumore prodotto dalle forze che insistono sul sistema ruota/rotaia, introdotte dalla movimentazione dei treni, è ridotto attraverso il montaggio del sistema CDM ABSO-RAIL. Gli elementi usati sono stati le piastrelle ferroviarie resilienti CDM-DPHI-81010 con  $K_{stat}=30\div35\text{kN/mm}$ , K-clip e SKL12 per gli elementi di fissaggio della rotaia.

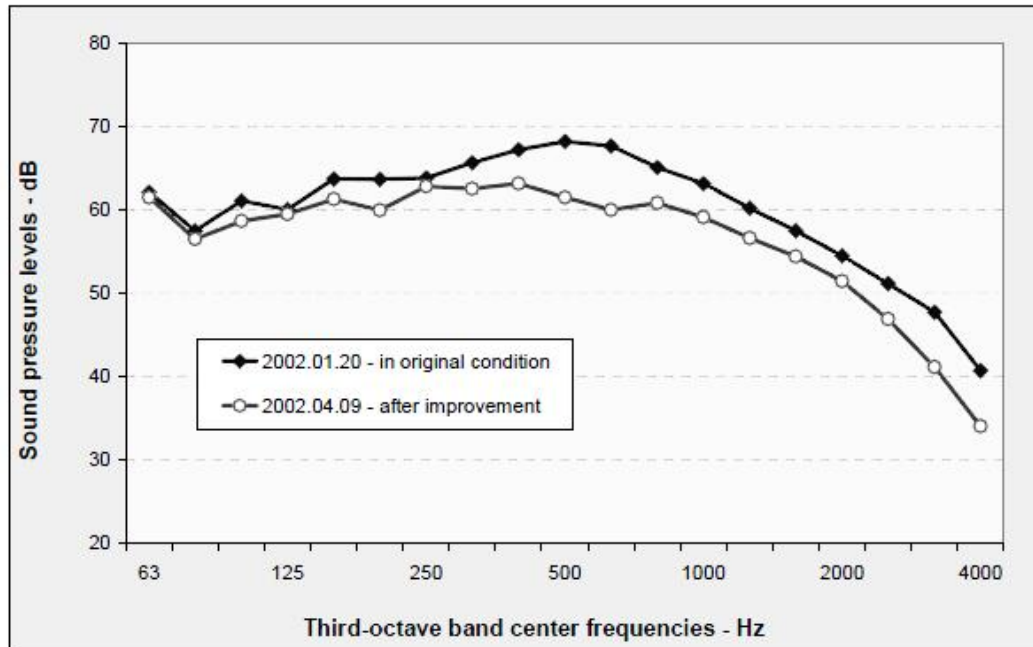


#### *Elements of the CDM FERPONT system*

La radiazione del rumore dalle piastre è stata trattata con la sostituzione delle piastre in acciaio con materiale plastico composito smorzante. Questo sistema sviluppato appositamente per le applicazioni su ponti è stato ottimizzato per il caso specifico.

#### **Risultati e criticità**

La figura di seguito mostra il confronto tra i livelli degli spettri di rumore, prima e dopo i lavori, misurati sul balcone del nuovo Teatro Nazionale a circa 150m di distanza dal ponte. A seconda della velocità, del carico e di altri parametri dei treni, sia le vibrazioni che i livelli di rumore si sono ridotti di 5-8 dB. Così le emissioni dovute al solo traffico ferroviario lungo il ponte sono state ridotte a livelli richiesti dalle norme locali.



**Fig. 9:** Comparison of maximum noise spectra, measured for the pass-by of a passenger train

#### Riferimenti

- F. Márki and F. Augusztinovicz: Statistical – Inverse Boundary Element Method. *Proc. Int. Seminar on Modal Analysis (ISMA) 2002* (Eds: P. Sas and B. van Hal), Leuven, Vol. IV, 1791-1798.p. (2002).
- J. Maes and H. Sol: A double tuned rail damper. (Dynamic damping at pinned-pinned frequencies).



**Problema:** Controllo del rumore e delle vibrazioni che si generano nel sistema ruota, rotaia e traversina

**Dove si manifesta il problema:** Il rumore è causato dalle vibrazioni che si generano nel sistema ruota, rotaia e traversina per la rugosità della ruota e della rotaia. Lo spettro di emissione della rotaia è tipicamente di alta frequenza, le ruote sono dominanti a frequenze intorno ad 1 kHz e lo spettro del rumore emesso dalle traversine ha componenti dominanti alle basse frequenze.

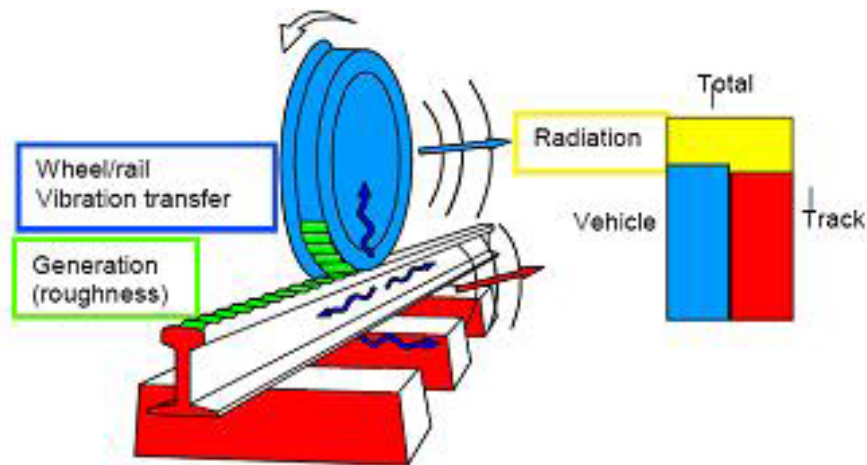


Figure 2: Generation, transmission and radiation of rolling noise

### Descrizione del problema

Per il controllo del rumore generato dalle vibrazioni, prodotte dalla rugosità della ruota e della rotaia, nel sistema ruota, rotaia e traversine si sono introdotti dal 2001 degli ammortizzatori alla rotaia (rail dampers).

Questa tecnica che prima era utilizzata solo per ridurre la vibrazione dei binari sui ponti, è stata utilizzata poi per ridurre il rumore delle vibrazioni dei binari all'interno del programma olandese "Innovation Program Noise of the Dutch Government (IPG)" programma innovativo di abbattimento del rumore alla sorgente per costruire ferrovie e autostrade più silenziose. Attraverso tale programma è stata stimolata la ricerca per trovare soluzioni per ridurre il rumore alla sorgente abbassando così gli schermi antirumore. I risultati di tale programma hanno portato alla realizzazione di progetti di riduzione del rumore su vasta scala come la linea ad alta velocità sud la "Zeeuwse Lijn"

### Lavoro scientifico di riferimento

"Rail Dampers, rail infrastructure gets quiet" - ir. Ph.(Philip) H. van den Doola, - Utrecht, Netherlands  
INTER-NOISE 2007, 28-31 AUGUST 2007 - ISTANBUL, TURKEY

### Descrizione del sito, gestore dell'infrastruttura

**Città:** Olanda

**Infrastruttura:** Ferrovie olandesi

**Veicolo:** binari standard su tracciati di varia lunghezza come la linea ad alta velocità "Zeeuwse Lijn"

Le misure sono state omogeneizzate considerando una rugosità media per le rotaie olandesi di  $\lambda_{CA}=12\text{dB}$  e definendo standard per verificare i benefici dei diversi tipi di smorzatori.

Le misure sono state effettuate su rotaie trattate con smorzatori su di una lunghezza di 100 m con 3 microfoni posti a 7,5 m dalla rotaia per 2 postazioni di misura lì dove la rugosità risulta maggiore e minore. La ruota di riferimento deve essere nuova o con ridotti livelli di rugosità.

## Tipologia di intervento

### *Tipi di smorzatori alla rotaia*

Sono stati impiegati 2 tipi principali di smorzatori alla rotaia:

1. Rail dampers lineari continui lungo tutta la rotaia.
2. Rail dampers locali posizionati in punti discreti della rotaia tra le traversine.
  - Al primo tipo appartiene lo smorzatore alla di rotaia CORUS “Glue-on”, applicato nei Paesi bassi dal 2001 ed accettato dalla Infraprovider ProRail olandese.
  - Gli ammortizzatori locali sono attaccati per lo più alla rotaia tra le traversine senza bisogno di colla. Alcuni modelli sono:
    - Schrey e Veit, Vicon-AMSA 5RQ;
    - Corus, tipo Clip,
    - James Walker, tipo @ 10u8.

## Sistema di mitigazione impiegato

### *Rail dampers lineari lungo tutta la rotaia*

Questo smorzatore può essere unito in situ, ma anche fissato prima del posizionamento della rotaia. Il montaggio è molto complesso, deve essere rimossa la ruggine e deve essere utilizzata una colla bi componente per un buon fissaggio. Questo smorzatore alla rotaia è collocabile interrompendo per lunghi periodi il passaggio dei treni.

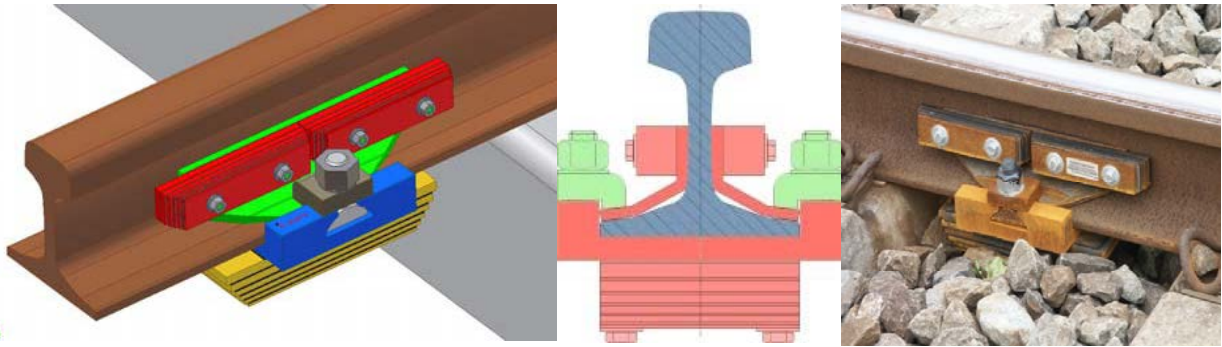
I vantaggi economici maggiori ci sono quando tutta la rotaia deve essere cambiata e l'ammortizzatore può essere applicato direttamente in fabbrica.



### *Rail dampers puntuali*

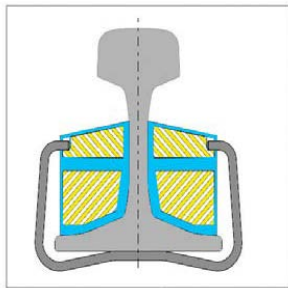
1. Schrey e Veit, il tipo di Vicon-AMSA 5RQ

Questo smorzatore alla rotaia è stato applicato nella parte sud della linea ad alta velocità a Rotterdam, che passa nell'area urbana di Rotterdam, è stato possibile ridurre i livelli di rumore dei nuovi treni e di quelli convenzionali, evitando di mettere barriere di altezza fino a 6 m come richiesto.



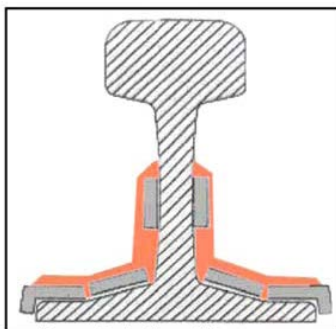
### 2. Corus, tipo "Clip-on"

Corus ha sviluppato un nuovo smorzatore alla rotaia, il "Clip-on", che può essere installato tra le traversine. Questo smorzatore è costituito da 2 masse in un elastomero ed è appoggiato alle rotaie.



### 3. James Walker, tipo @ 10u8

Tale tipo di smorzatore alla rotaia è utilizzato nei Paesi Bassi da Alom BV ed è costituito da un cuscinetto di 24 cm ed è costituito da 3 elementi, uno visco-elastico, uno in acciaio e un ulteriore vincolo. Le pastiglie di 600 gr sono incollati sulle rotaie gli uni vicino agli altri. Questo è comunque uno smorzatore ancora in fase di sviluppo.



## Risultati e criticità

### *Rail dampers lineari lungo tutta la rotaia*

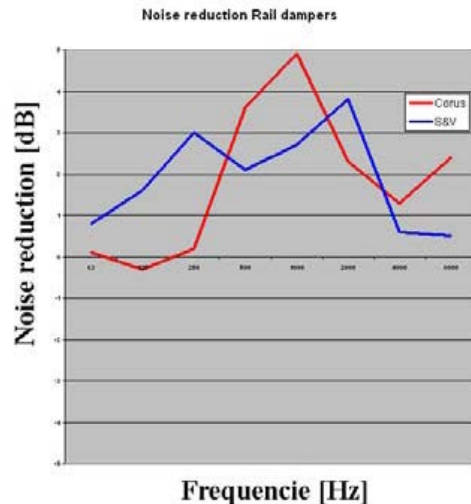
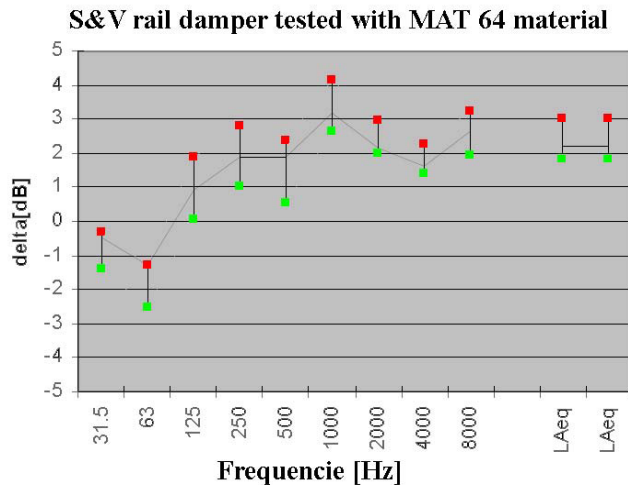
La riduzione del rumore impiegando uno smorzatore alla rotaia CORUS "Glue-on" di è di 3 dB (A).

### *Rail dampers puntuali*

#### 1. Schrey e Veit, Vicon-AMSA 5RQ

Si raggiungono livelli di riduzione del rumore di circa 3 dB (A).





Riduzione del rumore dell'ammortizzatore di rotaia S&V testato per 64 MAT materiale e confrontato con l'ammortizzatore di rotaia incollato Corus

## 2. Corus, tipo "Clip-on"

Per tale tipo di sistema deve essere ancora completato il programma test prima della sua commercializzazione (alla data del lavoro esaminato).

## 3. James Walker, tipo @ 10u8

Per tale tipo di sistema deve essere ancora completato il programma test prima della sua commercializzazione (alla data del lavoro esaminato).

### Conclusioni

Grazie all'applicazione di smorzatori alla rotaia, le barriere antirumore possono essere di dimensione ridotta o addirittura non necessarie riducendo l'impatto visivo e aumentando il consenso della popolazione.

I costi sono ancora elevati nell'ordine di €3-400,00/m rotaia (€6-800,00/m binario).

### Riferimenti

- G.Janssen, P. van Tol and P. van Wijngaarden, "Railslippen en -dempen, een alternatief voor geluidsschermen", IPG report 2.2.1 en 2.2.2, 20 mei 2005 <http://www.innovatieprogrammagemageluid.nl/>
- Technische Regeling Emissiemeetmethoden Railverkeer 2006, CROW (21 december 2006)
- Ph.H. van den Dool and R. van Aken, "Praktijkervaringen raildempers" report of the ProRail kenniscentrum spoor geluid, 25 juli 2006 <http://www.innovatieprogrammagemageluid.nl/>
- R. van Aken, Raildempers bij de HSL-Zuid, praktijkervaringen, Proceedings congres geluid, trillingen and luchtkwaliteit november 2006

## APPENDICE 1: il progetto STAIRRS, metodologia

### La valutazione dei costi e benefici della composizione delle soluzioni di mitigazione

Uno dei risultati fondamentali del progetto STAIRRS è stato la messa a punto, a partire dal software EURANO, degli algoritmi di ottimizzazione per generare automaticamente, per una o più linee ferroviarie selezionate, la migliore combinazione di interventi di mitigazione del rumore vincolati a restrizioni di costo e manutenzione [1] superando l'approccio generalmente utilizzato nel progettare gli interventi di contenimento e abbattimento del rumore che si limita a considerare una singola misura alla volta (barriere, miglioramento del materiale rotabile, molatura acustica...), a valutare l'efficacia in termini di riduzione della popolazione esposta e calcolare quindi i costi.

Attraverso il software implementato in STAIRRS è possibile, calcolando la riduzione dei livelli di esposizione raggiungibili su tratti acusticamente omogenei con i singoli interventi, distribuire lungo tutta la tratta indagata diversi tipi di mitigazione ottimizzando i costi e i benefici in funzione del budget e delle scelte politiche.

Il periodo considerato nel progetto STAIRRS per implementare i programmi di riduzione copre 10 anni, dal 2005 al 2015, ed è composto da interventi da realizzarsi in una ben precisa successione temporale. Chiaramente i costi iniziali per la realizzazione delle opere è conteggiata una sola volta mentre tutti i costi legati alla manutenzione e alla conservazione dell'efficacia acustica durante tutto il ciclo vita, sono considerati tenendo conto della periodicità richiesta e i valori medi del tempo necessario per le prime riparazioni.

La funzione costo considerata in STAIRRS è calcolata su tutta la durata del programma tenendo conto dei diversi tassi di sconto, delle spese, di tutti gli investimenti iniziali e di manutenzione:

$$P_x \in \sum_{i=1}^{10} \frac{\sum_{j=1}^n I_{ij}}{(1+r)^{i-1}} + \sum_{k=i+s_j-1}^{i+a_j-1} \frac{\sum_{j=1}^n m_{jk}}{(1+r)^k}$$

dove:

- $PC_x$  è il costo dell'intero programma  $x$  in cui si implementano  $n$  misure di riduzione del rumore;
- $i$  è l'anno in cui si realizza l'investimento ( $1 < i < 10$ );
- $j$  è il tipo di intervento (molatura acustica, barriera...) ( $1 < j < n$ );
- $I_{ij}$  costo iniziale della misura  $j$  nell'anno  $i$ ;
- $r$  tasso di sconto;
- $s_j$  numero di anni dall'investimento fino all'inizio della manutenzione per la misura  $j$ ;
- $a_j$  periodo di vita della misura  $j$ ;
- $m_{ik}$  costo di manutenzione e riparazione della misure  $j$  nell'anno  $k$ .

Il beneficio ottenibile dalla realizzazione del programma, così come definito in STAIRRS, è funzione del decremento del rumore espresso in dB(A) pesato per il numero di persone che ne beneficiano ( $P_i$ ) [2], del tempo necessario ( $\beta$ ) per il raggiungimento degli obiettivi e del tempo di vita delle singole misure:

$$P_x^d = \sum_{i=1}^{10} \frac{P_i}{(1+\beta)^{i-1}} \cdot \varpi_i$$

dove il fattore  $\omega$  prende in considerazione la vita media delle misure messe in atto nel programma x:

$$\omega = \left[ \left( \frac{a_i - A_m}{A_m - A_{\max}} \right) \cdot \left( \frac{A_m - a_i}{A_m - A_{\min}} \right) \right]^x + 1$$

con  $A_{\max}$  e  $A_{\min}$  la massima e la minima durata delle misure implementate.

La procedura di ottimizzazione impiegata è schematicamente rappresentata in Figura 1, per una descrizione accurata delle procedure, che va oltre gli scopi del presente rapporto, si rimanda al Deliverable 10 "Synthesis Report Work Package 1" [3] e al Deliverable D7, SNCF, "Document describing optimisation algorithm" [4].

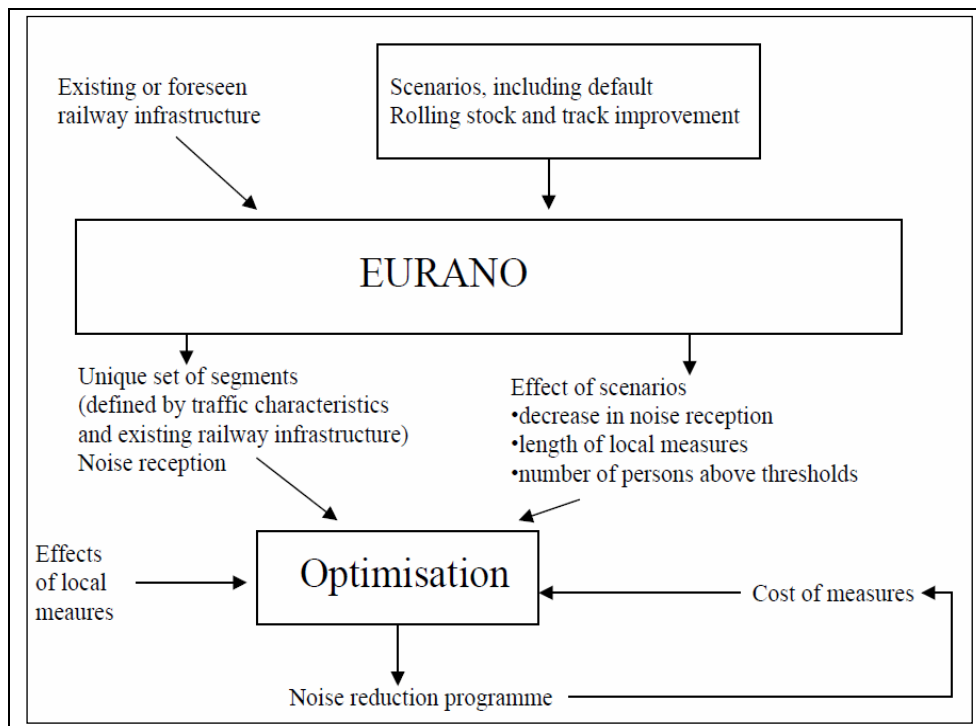


Figura 1. Diagramma di flusso seguito per la procedura di ottimizzazione [3].

## Il modello di calcolo

Il modello di calcolo tiene conto delle caratteristiche dei treni e della rotaia, della lunghezza e della velocità di percorrenza dei convogli. Nella propagazione sono considerate la divergenza geometrica, l'assorbimento dell'aria, l'effetto del suolo, le condizioni meteorologiche e l'effetto schermante di barriere. I costi delle diverse misure di mitigazione sono valutati sulla base delle definizioni presenti nelle diversi apparati legislativi nazionali. L'impatto acustico dell'infrastruttura può essere valutato sia come numero di persone disturbate [5] che di abitazioni con livelli di rumore elevati in un dato corridoio ferroviario.

Per ogni tipologia di treno il livello di rumore generato ( $E_c$ ) è dato da:

$$E_c = a_c + b_c \cdot 10^{v_p + 1} \cdot 10^{L_{c,t} + C_{c,t}} + g_f(v_x, m_x)$$

dove:

- $a_c$  è una costante che dipende dal tipo di treno
- $b_c$  è una costante legata alla velocità di percorrenza del treno e varia, a seconda dei tipi, tra 10 e 35
- $L_c$  rappresenta la lunghezza del treno
- $C_{c,t}$  correzione per il tipo di rotaia che varia anche a seconda del tipo di treno
- $f(v_x, measueres_x)$  è una funzione dipendente dalla velocità che descrive la riduzione di rumore a seguito dell'implementazione misura  $x$  (Tabella 1).

	Freight rolling stock			Track		Noise barriers	
	freight -10dB (A)	composite brake blocks	optimised Wheels	acoustic grinding	tuned abs.	2 m	max. 4 m
0							
1	XXXXX						
2		XXXXX					
3				XXXXX			
4					XXXXX		
5						XXXXX	
6							XXXXX
7		XXXXX	XXXXX		XXXXX		
8		XXXXX			XXXXX		
9		XXXXX				XXXXX	
10				XXXXX		XXXXX	
11		XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	

Windows in all cases, in which thresholds are not attained.

**Tabella 1.** I diversi scenari combinazione di misure di riduzione del rumore, testati all'interno di STAIRRS [6].

Il livello di rumore della sorgente  $E_c$  ( $L_{Aeq}$ ) è stimato a 1 m dalla rotaia considerando il terreno completamente assorbente.

Il singolo ricettore a distanza  $d$  risulta esposto ad un livello  $L_{Aeq}(d)$  pari a:

$$L_{Aeq}(d) = E_c - D(d)$$

dove  $D(d)$  è la somma delle attenuazioni e degli effetti meteorologici a distanza  $d$ . Il termine è dato dai contributi di:

$D_{geo}$  attenuazione geometrica

$D_{air}$  attenuazione dell'aria

$D_{ground}$  attenuazione del terreno

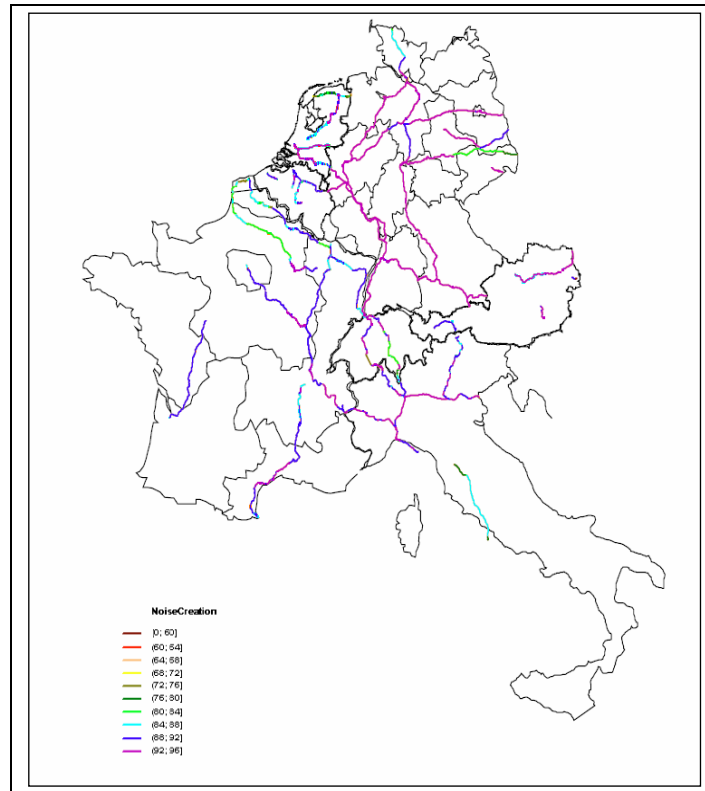
$D_{meteo}$  correzione per gli effetti meteorologici

$D_{screen}$  attenuazione degli ostacoli sul cammino di propagazione.

## I risultati di STAIRRS

### Conclusioni relativamente agli 11000 km di linee indagate

Sulla base dei dati relativi ai tratti di linee indagate (Tabella 2), STAIRRS ha predisposto una mappa di emissione dell'infrastruttura ferroviaria nei 7 Stati Membri partecipanti:



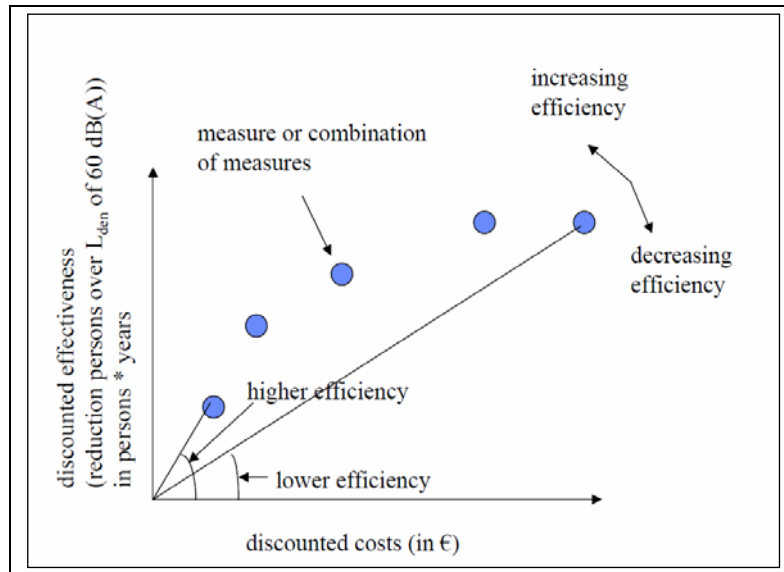
**Figura 2.** Livelli di emissione a 1 m per gli 11000 km di linee per i quali erano stati raccolti i dati acustici di dettaglio [3].

Dal momento che i dato acustici raccolti rappresentavano solo il 10% della lunghezza totale delle linee nei 7 Stati Membri, all'interno di STAIRRS il costo per il miglioramento del materiale rotabile negli stessi è stato assunto pari al 10% del costo per il miglioramento di tutti i vagoni.

<b>Railway, Country</b>	<b>Length to be studied</b>	<b>Total network length</b>
DB, Germany	4121 km	38'450 km
FS, Italy	1557 km	16'031 km
NS, The Netherlands	600 km	3000 km
OeBB, Austria	480 km	5627 km
SBB CFF FFS, Switzerland	576 km	2939 km
SNCB, Belgium	330 km	3422 km
SNCF, France	3310 km	31'821 km
<i>Total</i>	<i>10'974 km</i>	<i>101'290 km</i>

**Tabella 2** Lunghezza delle linee ferroviarie oggetto di studio in STAIRRS [7].

Per una maggiore leggibilità dei risultati dei differenti programmi di intervento ottenuti simulando i livelli di rumore ai ricettori a seguito dell'implementazione e ottimizzazione delle diverse combinazioni, sono stati predisposti grafici riassuntivi relativi ai benefici e ai costi. In Figura 3 si riporta il tipico grafico riassuntivo generato da STAIRRS.

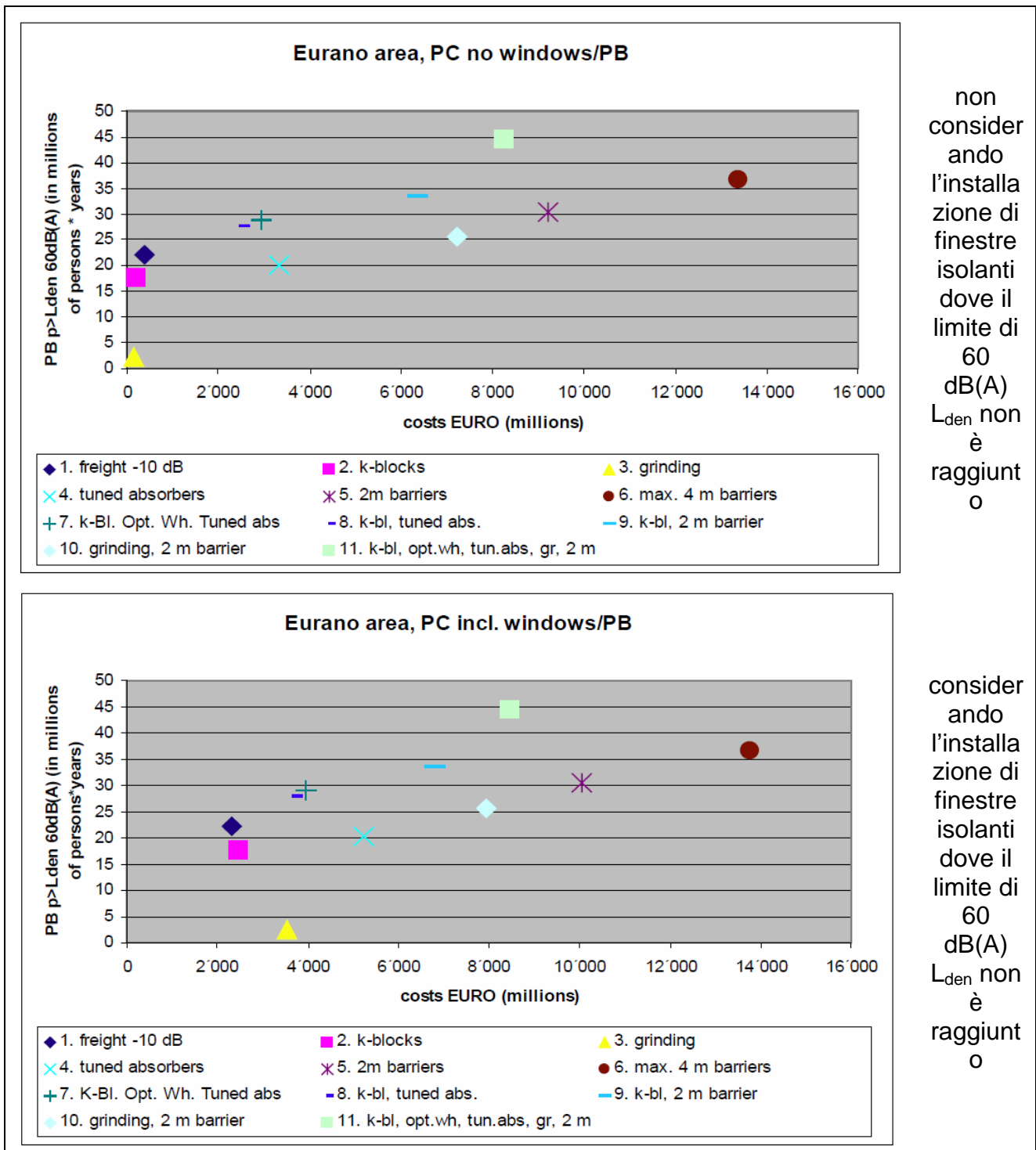


**Figura 3.** Modello di rappresentazione grafica dei risultati di STAIRRS [7].

In ascissa è riportato il costo della combinazione delle misure di mitigazione di rumore mentre in ordinata è leggibile l'efficacia espressa come riduzione del numero di persone esposte a livelli superiori a 60 dB(A)  $L_{den}$  per anno. L'efficienza del programma di mitigazione è dato dal rapporto tra efficacia e costi.

Di seguito si riportano i grafici riassuntivi dell'efficacia dei diversi programmi di mitigazione secondo i due approcci temporali *short* e *long term* per gli 11000 km di linee per i quali erano disponibili i dati acustici di dettaglio [7].

## Short term approach



non considerando l'installazione di finestre isolanti dove il limite di 60 dB(A) L<sub>den</sub> non è raggiunto

considerando l'installazione di finestre isolanti dove il limite di 60 dB(A) L<sub>den</sub> non è raggiunto

**Figura 4.** Valutazione costi/benefici short term approach [7].

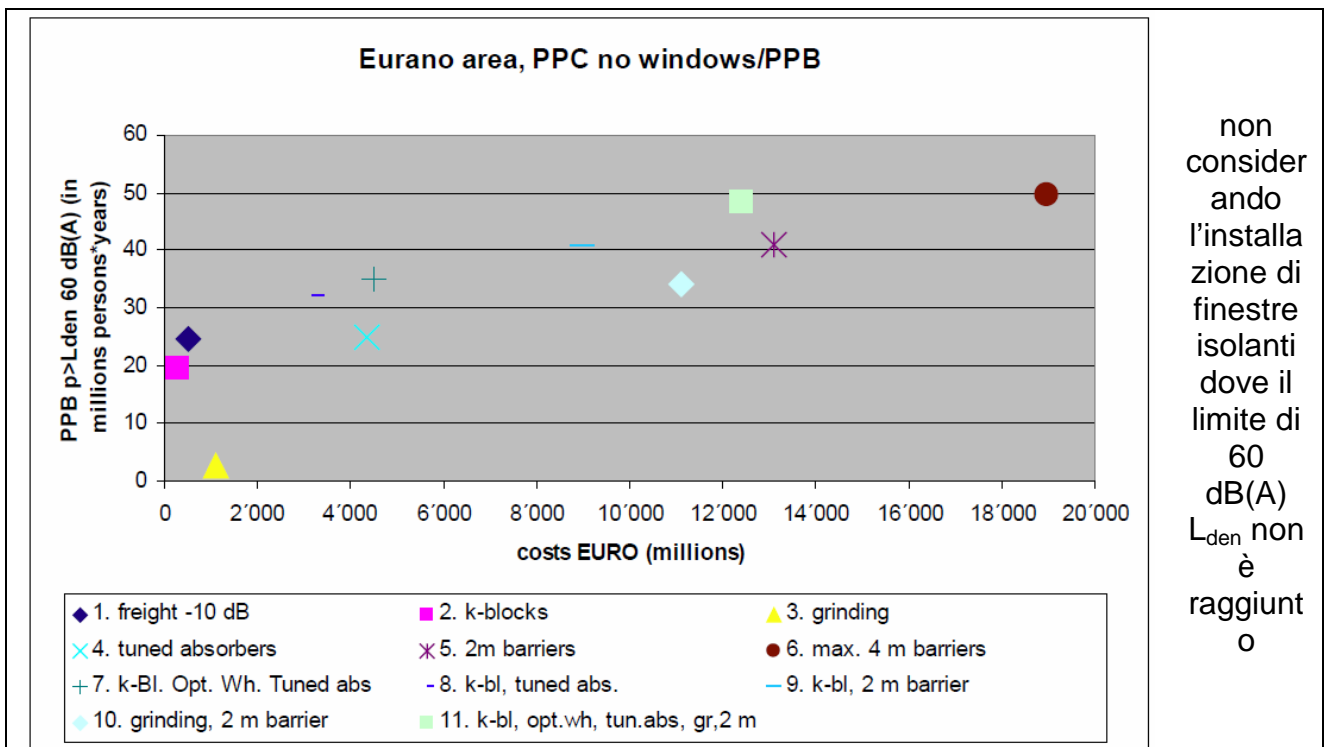
Composizione delle misure di mitigazione non installando finestre isolanti nei casi in cui non siano raggiunti i 60 dB(A) ai ricettori:

1. sono evidenti gli alti costi per il controllo del rumore sugli 11000 km di linee ferroviarie indagate che si attestano tra 15000 euro/km e 1.2 milioni di euro/km;

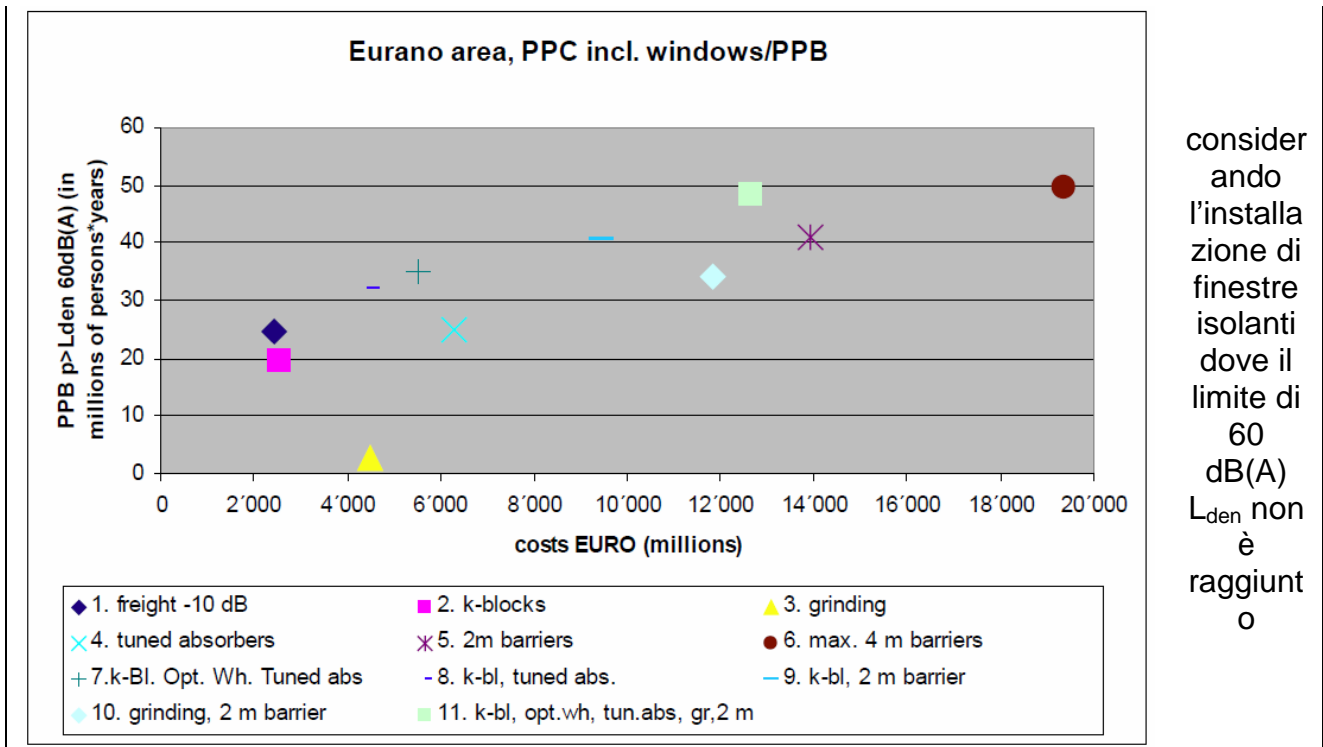
2. la massima efficacia è ottenuta nello scenario 11 che prevede l'installazione di freni con blocchi k, ruote ottimizzate, assorbitori accordati alla rotaia, molatura della rotaia e barriere acustiche di 2 m;
3. la maggiore efficienza è raggiunta migliorando i carri merci (scenario 1) a discapito dell'efficacia della misura stessa rispetto allo scenario 11;
4. nella maggioranza dei casi, maggiore è il costo minore l'efficienza: le barriere alte 4 m (scenario 6) hanno la più bassa efficienza;
5. le combinazioni di misure tese a migliorare il materiale rotabile, barriere acustiche o assorbitori alla rotaia diminuiscono i costi senza perdere in efficienza;
6. la molatura acustica da sola (scenario 3) ha una bassa efficacia se il livello di rugosità delle ruote è elevato.

Le stesse considerazioni valgono nel caso in cui si preveda anche l'installazione di finestre isolanti. Si nota comunque un maggiore costo in tutti i casi di bassa efficacia (scenari 1 e 3).

### Long term approach







**Figura 5. Valutazione costi/benefici long term approach [7].**

Si osserva come anche nel caso dell'approccio a lungo termine, valgano le stesse considerazioni precedenti. D'altra parte il maggiore costo dei singoli scenari è dovuto alla sostituzione delle opere di mitigazione: da 25500 euro/km a 1.7 milioni di euro/km. Analoghe valutazioni valgono nel caso siano considerati anche interventi riguardanti l'installazione di finestre isolanti.

## Estrapolazione alla situazione europea

L'estrapolazione dei dati ottenuti dai 7 Stati Membri, ha permesso di stimare i costi/benefici dei differenti scenari per 21 paesi europei sia considerando il miglioramento dei soli carri merci che facevano parte del programma UIC (497980, a novembre 2001) che la totalità del parco rotabile merci esistente (726862).

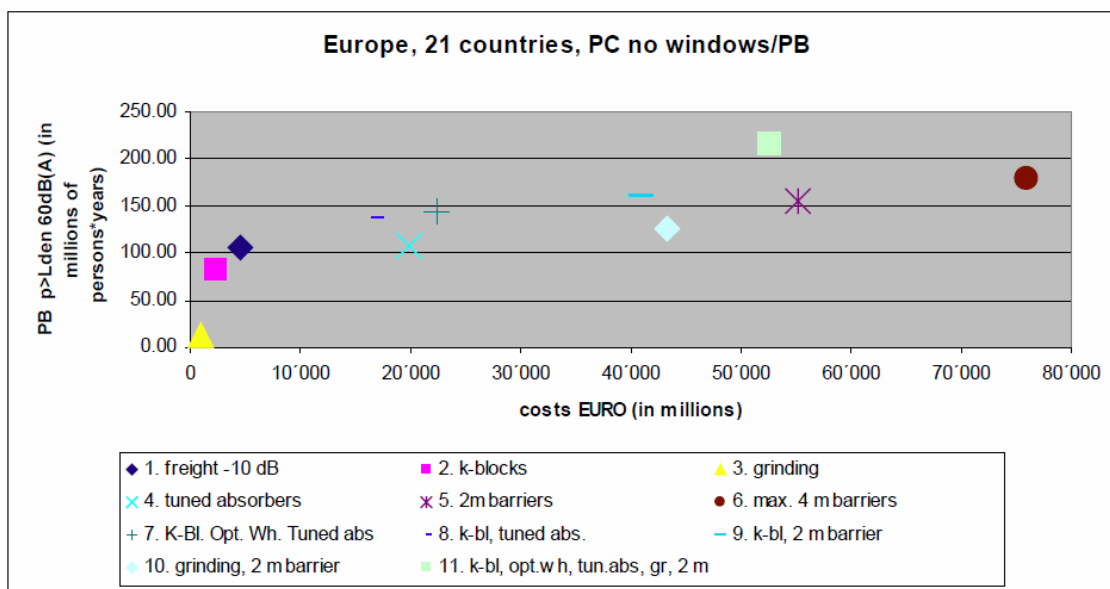
Pro-gramme number	Costs based on number of wagons from UIC action programme noise reduction freight traffic				Costs based on total number of wagons using UIC statistics			
	in billions of €				in billions of €			
	short term		long term		short term		long term	
	without windows	with windows	without windows	with windows	without windows	with windows	without windows	with windows
1	4.50	13.52	5.44	14.45	6.29	15.51	7.75	16.77
2	2.28	13.03	2.88	13.63	3.28	14.03	4.05	14.80
3	0.95	16.83	6.47	22.34	0.95	16.82	6.47	22.34
4	19.80	27.84	25.92	33.97	19.80	27.84	25.92	33.97
5	55.12	58.12	78.28	71.28	55.12	58.12	78.28	81.28
6	75.89	76.99	107.71	108.81	75.88	76.99	107.71	108.81
7	22.28	26.46	36.54	40.73	25.94	30.14	44.62	48.81
8	16.43	21.42	21.18	26.16	17.44	22.43	22.35	27.33
9	40.87	42.71	57.45	59.30	41.87	43.72	58.62	60.47
10	43.33	46.19	66.48	69.34	43.33	46.19	66.48	69.34
11	52.69	53.57	81.69	82.58	56.38	57.25	89.77	90.66

**Tabella 3** Costi per l'implementazione delle misure di mitigazione nei differenti scenari considerando il diverso numero di vagoni [7].

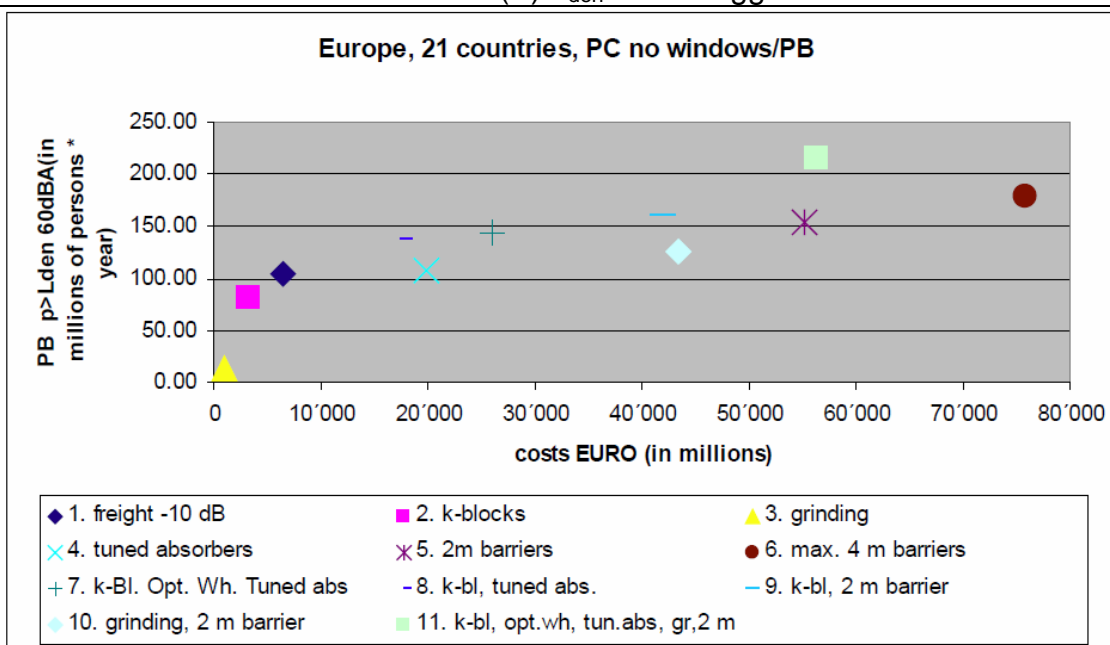
Dalla Tabella 3 evidente l'incremento dei costi per gli scenari che considerano gli interventi sul materiale rotabile.

Per quanto riguarda la popolazione esposta, STAIRRS stimava che circa 12 milioni di residenti avesse livelli di rumore superiori a 60 dB(A)  $L_{den}$ . Nessuno degli scenari studiati permette di ridurre i livelli di esposizione di tutta la popolazione sotto i 60 dB(A)  $L_{den}$ .

Nelle Figure 6 e 7 si riportano rispettivamente i grafici relativi all'approccio a breve termine con e senza installazione di finestre isolanti considerando il diverso numero di carri su cui intervenire.

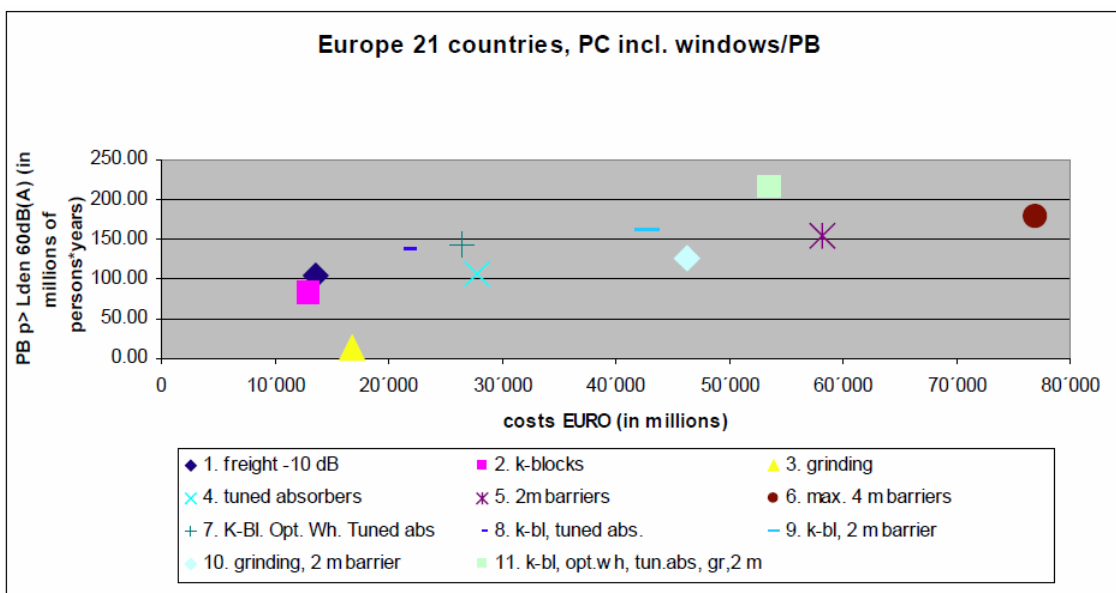


Stima con 497980 carri merci - non considerando l'installazione di finestre isolanti dove il limite di 60 dB(A)  $L_{den}$  non è raggiunto

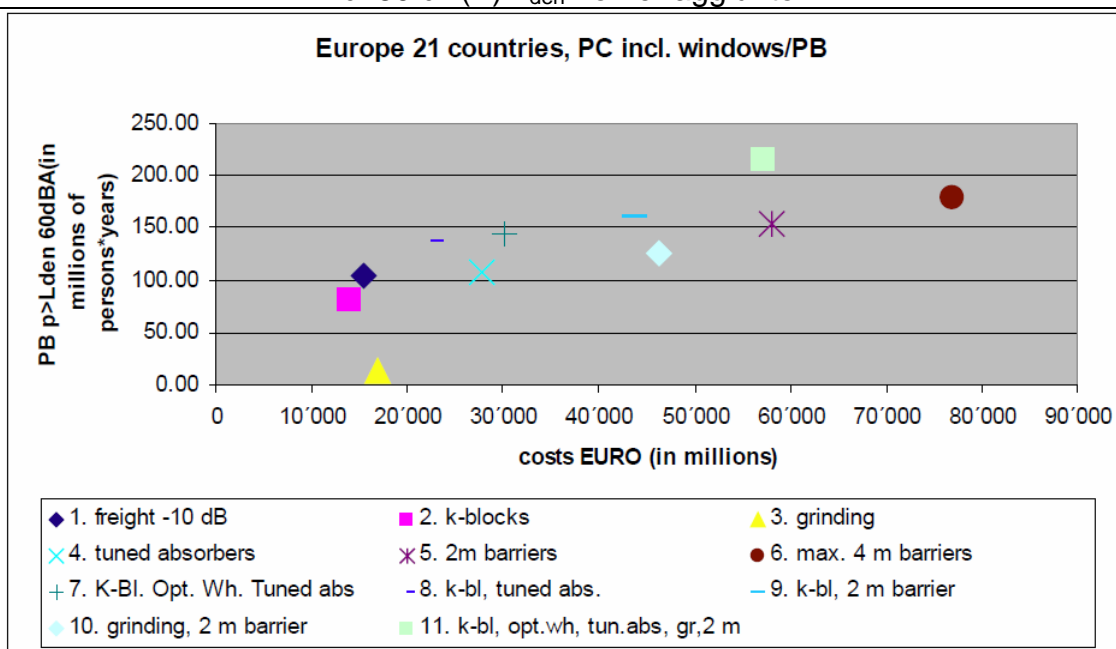


Stima con 726862 carri merci - non considerando l'installazione di finestre isolanti dove il limite di 60 dB(A)  $L_{den}$  non è raggiunto

**Figura 6.** Valutazione costi/benefici short term approach per l'estrapolazione a 21 paesi europei non considerando l'installazione di finestre isolanti [7].



Stima con 497980 carri merci - considerando l'installazione di finestre isolanti dove il limite di 60 dB(A)  $L_{den}$  non è raggiunto



Stima con 726862 carri merci - considerando l'installazione di finestre isolanti dove il limite di 60 dB(A)  $L_{den}$  non è raggiunto

**Figura 7.** Valutazione costi/benefici short term approach per l'estrapolazione a 21 paesi europei considerando l'installazione di finestre isolanti [7].

È evidente come le conclusioni riguardi l'efficienza delle misure implementate nei diversi scenari rimangano invariate rispetto all'indagine dei soli 11000 km di cui erano disponibili i dati acustici.

## Ulteriori possibili sviluppi del progetto STAIRRS

Chiaramente gli scenari testati all'interno di STAIRRS non esauriscono le possibili, in termini economici e tecnologici, composizioni di mitigazione del rumore ferroviario. In particolare il WP1 consigliava di valutare:

1. la combinazione sostituzione dei freni con blocchi k, assorbitori alla rotaia e barriere di 2 m;
2. la riduzione della lunghezza delle barriere alte 2 m installando blocchi k o assorbitori alla rotaia;
3. la combinazione della molatura acustica e la sostituzione dei ceppi del sistema frenante;
4. l'influenza della variazione della soglia di rumore accettata e fissata nel progetto a 60 dB(A)  $L_{den}$ .

## L'approccio STAIRRS in diversi contesti nazionali

Il metodo di analisi messo a punto su scala europea all'interno del progetto STAIRRS è stato applicato, in stretta collaborazione con i gestori delle rispettive infrastrutture europee, in alcuni casi pilota. Sono rilevanti gli studi compiuti in Svizzera, Lussemburgo e nel corridoio merci Rotterdam-Basel-Milano e Bettembourg-Lyon commissionato dall'Unione Internazionale delle Ferrovie (UIC) [8].

Nel seguito si illustrano brevemente i risultati dei singoli casi studio che confermano anche a livello locale e specifico le conclusioni di STAIRRS.

### Svizzera

Utilizzando l'approccio poi ripreso all'interno del progetto STAIRRS, il gestore ferroviario svizzero individua come combinazione ottimale delle soluzioni di mitigazione:

- il miglioramento di tutto il parco rotabile svizzero;
- la costruzione di barriere dove risulti vantaggioso in termini di costi benefici limitandone l'altezza a 2 m;
- l'installazione di finestre isolanti in tutti quei casi in cui non fossero raggiunti i limiti di rumore prescritti per legge.

Con le due prime misure si riportano nei limiti di legge i valori di rumore a cui è esposto circa il 70% della popolazione residente lungo le infrastrutture ad un costo pari al 30% della spesa necessaria a riportare nei limiti i livelli a cui è esposta la totalità dei residenti. Il costo per l'installazione delle finestre isolanti rappresenta solo il 5% della spesa complessiva. Il termine per la realizzazione dell'intero programma è fissato al 2015.

### Corridoio merci europeo

Nel periodo 1998-1998 l'Unione Internazionale delle Ferrovie (UIC) commissionò uno studio per l'individuazione delle migliori strategie per la mitigazione del rumore ferroviario lungo i 1667 km della tratta ferroviaria Rotterdam-Basel-Milano e Bettembourg-Lyon. In un'ottica di ottimizzazione costi/benefici, l'efficacia delle diverse combinazioni di misure era valutata in termini di riduzione della popolazione esposta a livelli di rumore maggiori di 60 dB(A). I risultati dell'indagine [9] hanno mostrato la bassissima efficacia di programmi che prevedessero la sola installazione di barriere acustiche al contrario di misure nelle quali fosse previsto il miglioramento del materiale rotabile.

## **Lussemburgo**

Nel 2002 impiegando il software EURANO 2001 le ferrovie svizzere hanno condotto per conto delle ferrovie del Lussemburgo un'indagine mirata a individuare i punti della rete in cui fossero necessarie azioni di mitigazione del rumore e le relative strategie ottimali. Le conclusioni dello studio si sono rivelate identiche a quelle ottenute in STAIRRS.

## **Riferimenti bibliografici**

- [1] Guerrand S., De Vulpillières V., "An optimisation process for improving cost benefit analysis software tools", Internoise2001, The Hague, The Netherlands
- [2] Oertli J., "Cost-benefit analysis in railway noise control", Journal of Sound and Vibration, 2000
- [3] STAIRRS Deliverable 10 Synthesis report Work Package 1
- [4] Deliverable D7, SNCF, Document describing optimisation algorithm, 2001
- [5] M.E. Miedema, Environmental Health Perspectives, volume 109, n. 4, 2001
- [6] Oertli J., "THE STAIRRS PROJECT, work package 1: A cost-effectiveness analysis of railway noise reduction on a European scale", Euronoise 2003, Naples, Italy
- [7] Oertli J., Elbers F., van der Stap P., "The STAIRRS Project: A cost-benefit analysis of different measures to reduce railway noise on a European scale", Internoise2001, The Hague, Netherlands
- [8] Oertli J., "Developing noise strategies for entire railway networks", Journal of Sound and Vibration, 193 (2006)
- [9] Oertli J., "European Rail Noise Abatement", Internoise2000, Nice, France

# Linee Guida per la predisposizione e la verifica dell'efficacia dei piani di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto lineari

---

Delibera del Consiglio Federale  
Seduta del 20 ottobre 2012 - DOC. N. 23/12

## *Appendice 3*

### *Analisi conoscitiva*

## SOMMARIO

1.	Introduzione .....	3
2.	Descrizione della attività.....	4
3.	La griglia di analisi .....	6
4.	La griglia compilata .....	8
4.1.	<i>A - Informazioni generali</i> .....	8
4.2.	<i>B - Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emissive, dei recettori</i> .....	11
4.3.	<i>C - Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)</i> .....	14
4.4.	<i>D - Utilizzo del modello adottato</i> .....	16
4.5.	<i>E - Output</i> .....	20
4.6.	<i>F - Progettazione acustica degli interventi</i> .....	21
4.7.	<i>G - H Interventi di risanamento</i> .....	24
5.	Conclusioni .....	26
Appendice A – La griglia compilata		



## 1. Introduzione

L'Istituto Superiore per Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA, su mandato del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e in collaborazione con il sistema agenziale ARPA/APPA, ha organizzato e coordinato una serie di attività riguardanti la tematica del rumore. Tra queste, l'**attività A** ha come oggetto la "**Verifica dell'efficacia degli interventi di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto - Studi su casi campione**".

L'attività A è a sua volta articolata in quattro *Fasi*, ciascuna delle quali è caratterizzata da uno specifico obiettivo e prevede il coinvolgimento di un certo numero di ARPA/APPA partecipanti:

FASE	TITOLO	DESCRIZIONE
A.1	Analisi conoscitiva	<b>Rassegna dei criteri utilizzati dai gestori nella redazione della documentazione Piani di risanamento delle infrastrutture di trasporto lineari.</b>
A.2	Contestualizzazione del progetto STAIRRS	Fattibilità delle soluzioni previste nell'ambito del Progetto STAIRRS, finanziato dalla UE, relativo alle strategie di mitigazione del rumore ferroviario, nei termini della sua applicabilità nel contesto delle infrastrutture ferroviarie nazionali
A.3	Interconfronto tra le Agenzie	Interconfronto strumentale sulle misure di inquinamento acustico per le infrastrutture di trasporto stradale e ferroviario, sia in ambiente urbano che extraurbano. Redazione del protocollo di misura per la verifica dell'efficacia degli interventi.
A.4	Redazione Linee Guida	Redazione di: <ul style="list-style-type: none"><li>• Linee Guida per la predisposizione dei Piani di risanamento del rumore di infrastrutture lineari</li><li>• Rapporto tecnico relativo allo studio di soluzioni sperimentali, innovative e alternative alle barriere.</li></ul>

Il presente documento descrive l'attività realizzata per la **Fase A.1 - Analisi conoscitiva**, che ha visto il coinvolgimento delle seguenti ARPA:

- ARPA Emilia Romagna
- ARPA Lombardia
- ARPA Molise
- ARPA Toscana
- ARPA Valle d'Aosta
- ARPA Veneto

L'attività della fase A.1 prevede che venga realizzata un'indagine conoscitiva dei Piani di risanamento delle infrastrutture di trasporto lineari, redatti dai gestori in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. 29/11/2000. Questo quadro conoscitivo è ottenuto attraverso una rassegna dei Piani presentati, analizzando, in particolare, i criteri utilizzati dai gestori per soddisfare ai requisiti di contenuto previsti dal Decreto. L'analisi conoscitiva intende concentrarsi, in particolare, sulla modalità con cui i Piani hanno trattato alcuni aspetti di particolare interesse, quali:

- la scelta dei parametri di progetto in funzione del tipo di infrastruttura;
- le situazioni di concorsualità tra sorgenti;
- le soluzioni di mitigazione acustica utilizzate.

Nei prossimi capitoli sarà descritta la modalità con cui è stata organizzata operativamente l'attività e i risultati dell'analisi conoscitiva effettuata.

## **2. Descrizione della attività**

Per realizzare gli obiettivi descritti nel paragrafo precedente il gruppo di lavoro ha proceduto operativamente secondo la modalità descritta di seguito.

L'analisi conoscitiva ha riguardato i Piani di contenimento ed abbattimento del rumore presentati dai Gestori di infrastrutture lineari **di interesse nazionale o di più regioni**, ai sensi del D.M. 29/11/2000. In particolare l'indagine ha riguardato le infrastrutture stradali.

Come punto di partenza per effettuare la rassegna, è stato utilizzato il lavoro di pre-istruttoria condotto in precedenza da ISPRA, propedeutico all'approvazione dei Piani da parte della Conferenza Unificata (art. 5, comma 2 del D.M. 29/11/2000) e, in particolare le *Schede Istruttorie* prodotte da ISPRA per ciascun gestore analizzato. Partendo dai risultati già disponibili delle *Schede Istruttorie*, opportunamente adattati ed integrati per gli obiettivi dell'attività, non è stato necessario procedere con l'analisi puntuale e specifica della documentazione originale prodotta dal Gestore. Ciò ha permesso di ottimizzare i tempi di realizzazione dell'attività, di evitare un'inutile duplicazione di lavoro e le inevitabili difficoltà legate alla raccolta, gestione e distribuzione della mole documentale costituente i Piani.

Occorre sottolineare il fatto che molte delle ARPA partecipanti, nell'elaborare il quadro conoscitivo hanno potuto avvalersi della propria specifica esperienza maturata in precedenti attività di valutazione e analisi della documentazione dei Piani, svolte per altri soggetti ed in altri contesti, tipicamente per le tratte di infrastrutture ricadenti nel proprio territorio regionale.

Ciò premesso l'attività è stata organizzata come descritto di seguito.

### **Griglia di analisi dei Piani**

Come primo passo è stata predisposta una griglia di lettura dei Piani di risanamento nella quale sono stati individuati e schematizzati gli aspetti salienti da analizzare. Per quanto sopra riferito, questa griglia ha ricalcato lo schema di valutazione utilizzato nelle *Schede Istruttorie* di ISPRA. Nel par. 3 è presentata la griglia utilizzata per l'analisi dei Piani.

### **Raccolta delle Schede Istruttorie ISPRA**

Sono state recuperate da ISPRA tutte le Schede Istruttorie predisposte per i Gestori a valenza nazionale nell'ambito dell'attività di pre-istruttoria propedeutica all'approvazione dei Piani da parte della Conferenza Unificata.

### **Analisi delle Schede Istruttorie ISPRA e compilazione della griglia**

Le singole Schede sono state analizzate e, per ognuna di esse, è stata compilata la griglia. In definitiva, con questa attività, il contenuto delle Schede Istruttorie ISPRA è stato trasferito e accorpato in un unico documento, eventualmente integrato, come già detto, con le osservazioni mutate dalle specifiche conoscenze pregresse delle ARPA partecipanti.

Nel par. 4 è presentata la griglia di analisi compilata.

### **Valutazioni conclusive**

Una volta compilata la griglia complessiva, si è proceduto alla valutazione del suo contenuto, avendo un duplice obiettivo.

Innanzitutto sono stati valutati i criteri con cui i Gestori hanno trattato i vari argomenti del Piano, mettendo in evidenza aspetti comuni e peculiarità significative eventualmente riscontrate nel Piano di singoli Gestori.

In secondo luogo, sono state valutate eventuali carenze, punti di debolezza, e criticità tipicamente riscontrabili nella documentazione dei Gestori.

In particolare le valutazioni conclusive si sono concentrate sui criteri utilizzati dai Gestori per:

- la gestione della concorsualità tra sorgenti e la determinazione dei valori limiti da considerare;
- le soluzioni di mitigazione acustica individuate;
- l'individuazione dei recettori;
- la valutazione della popolazione per il calcolo dell'Indice di Priorità.

### 3. La griglia di analisi

Di seguito è mostrata la griglia di analisi predisposta per la valutazione dei Piani. La colonna CAMPO DELLA GRIGLIA elenca le voci presenti nella griglia, che dettagliano i vari aspetti del Piano che sono stati presi in considerazione. La colonna DESCRIZIONE spiega il significato del *Campo della griglia*.

	<b>CAMPO DELLA GRIGLIA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>A - Informazioni generali</b>	Gestore	<i>Gestore dell'infrastruttura</i>
	Infrastrutture gestite	<i>Infrastrutture a cui il Piano di Risanamento si riferisce</i>
	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	<i>Lunghezza complessiva dell'infrastruttura, espressa in Km</i>
	Regioni attraversate	<i>Regioni, province, comuni attraversate dalla infrastruttura</i>
	Province attraversate	
	Comuni attraversati	
	Riferimenti normativi	<i>Principali riferimenti normativi citati nel Piano</i>
<b>B - Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emissive, dei recettori</b>	Cartografia di riferimento utilizzata	<i>Basi cartografiche utilizzate nel Piano</i>
	Fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse	<i>Individuazione delle fasce di pertinenza acustica (infrastruttura principale)</i>
	Individuazione delle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture concorsuali	<i>Individuazione delle fasce di pertinenza acustica (sorgenti concorsuali)</i>
	Procedura seguita per la determinazione dei valori limite adottati	<i>Procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite da adottare in caso di presenza di sorgenti concorsuali</i>
	Individuazione e collocazione dei ricettori	---
<b>C - Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)</b>	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore, la morfologia del terreno, la presenza di edifici ed infrastrutture	<i>Possibilità del modello di descrivere l'ambiente di propagazione del rumore, la morfologia del terreno, la presenza di edifici e infrastrutture; possibilità del modello di attribuire valori dei coefficienti di assorbimento o indici di isolamento per le superfici, almeno per bande di ottava</i>
	Archivio di dati relativi alla potenza sonora delle sorgenti, aggiornabile mediante rilievi strumentali	<i>Presenza nel modello di un archivio di dati della potenza sonora delle sorgenti (rappresentativo, ad esempio, delle tipologie delle autovetture circolanti, delle pavimentazioni, ecc.)</i>
	Archivio di dati relativi alle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento dei materiali usati in edilizia e per la realizzazione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore	<i>Presenza nel modello di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche dei materiali con la possibilità di aggiornamento di tale archivio</i>
	Principali fenomeni caratterizzanti la	<i>Modalità con cui il modello tratta i fenomeni di</i>

	CAMPO DELLA GRIGLIA	DESCRIZIONE
	propagazione del rumore dalla sorgente al ricevitore (riflessioni del primo ordine e secondarie, diffrazioni semplici e multiple, attenuazione per divergenza e per assorbimento)	<i>propagazione del rumore</i>
	Risultati su base cartografica in scala $\geq 1:1.000$ , sotto forma di punti singoli, curve di isolivello sia in pianta che in sezione trasversale relative a situazioni precedenti e seguenti l'intervento	<i>Modalità con cui il modello tratta la restituzione su cartografia dei risultati</i>
D - Utilizzo del modello adottato	Modalità di realizzazione e del dettaglio adottato nel modello 3D del terreno	---
	Misure fonometriche effettuate per la caratterizzazione delle aree interessate	---
	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari costituite dai flussi veicolari	---
	Procedura di calibrazione del modello	<i>Modalità con cui è stata effettuata la calibrazione del modello</i>
E - Output (allegato 2 del DM 29/11/2000)	Individuazione delle vie di propagazione del rumore dalla sorgente all'ambiente ricevente	---
	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici in dB(A) e caratterizzazione dello spettro medio del rumore	---
	Dimensionamento delle pareti delle facciate	<i>Dimensionamento delle pareti delle facciate (sulla base dell'indice di isolamento acustico di facciata di cui al DPCM 05/12/97, All. A, e dei dati di progetto)</i>
	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata	<i>Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (l'indice deve essere <math>\geq</math> a quello stabilito dal DPCM 05/12/097, all. A, tab. B)</i>
F - Progettazione acustica degli interventi (allegato 2 del DM 29/11/2000)	Flussi di traffico	<i>Disaggregazione dei flussi per tipologie di mezzi di trasporto e loro categorie, per periodi della giornata, per velocità media</i>
	Caratterizzazione acustica della sorgente	<i>Caratterizzazione della sorgente mediante l'acquisizione dello spettro medio del rumore, dei livelli sonori equivalenti continui diurni e notturni, della distribuzione statistica dei livelli</i>
	Corografia della zona, planimetria dell'area interessata e della infrastruttura; indicazione degli edifici da risanare	---
	Mappa acustica dell'area circostante l'infrastruttura : metodologia di realizzazione e contenuti	---
	Individuazione degli interventi per il contenimento del rumore immesso	---

	CAMPO DELLA GRIGLIA	DESCRIZIONE
G - Interventi di risanamento	Tipologia di interventi di risanamento previsti (barriere acustiche artificiali, pavimentazioni antirumore, etc.)	---
	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	---
H - Tempi, costi, Indice di Priorità	Indicazione dei tempi di esecuzione per ciascun intervento	---
	Indicazione dei costi previsti per ciascun intervento	---
	Grado di priorità di esecuzione di ciascun intervento (allegato 1 del DM 29/11/2000 )	<i>Metodologia utilizzata per la determinazione dell'indice di priorità. Presenza di graduatorie sono presenti sia a livello nazionale sia a livello regionale.</i>

#### 4. La griglia compilata

In Appendice A è riportata la griglia compilata che rappresenta la sintesi della rassegna dei Piani di risanamento analizzati.

Di seguito sono riportate le osservazioni al contenuto della griglia compilata, per ciascuna voce in essa presente.

##### 4.1. A - Informazioni generali

###### **Gestori, infrastrutture gestite e territorio attraversato**

Nelle tabelle che seguono sono mostrati i dati riepilogativi dei piani di contenimento ed abbattimento del rumore oggetto della presente indagine conoscitiva.

GESTORE	INFRASTRUTTURE	Sviluppo del tratto autostradale	Regioni attraversate
<b>Autostrade per l'Italia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A1 –Milano-Napoli; Direzione Roma Nord; Direzione Roma Sud</li> <li>- A4 – Milano-Brescia</li> <li>- A7 - Genova-Serrvalle</li> <li>- A8 – Milano-Varese; Direzione Gallarate-Gattico</li> <li>- A9 – Lainate-Chiasso</li> <li>- A10 – Genova-Savona</li> <li>- A11 – Firenze-Pisa</li> <li>- A12 – Genova-Sestri; Roma-</li> </ul>	<i>Non indicato</i>	Abruzzo Campania Emilia Romagna Friuli Venezia Giulia Lazio Liguria Lombardia Marche Molise Piemonte

<b>GESTORE</b>	<b>INFRASTRUTTURE</b>	<b>Sviluppo del tratto autostradale</b>	<b>Regioni attraversate</b>
	Civitavecchia - A13 – Bologna-Padova; Direzione Padova Sud; Direzione Ferrara - A14 – Bologna-Taranto; Direzione Ravenna; ramo Casalecchio - A16 – Napoli-Canosa - A23 – Udine-Tarvisio - A26 – Genova-Gravellona Toce; Direzione Stroppiana-Santhià; Direzione Bettolle - A27 – Venezia-Belluno - A30 – Napoli-Salerno		Puglia Toscana Umbria Veneto
<b>ATIVA S.p.A</b>	- A5 - Torino-Ivrea-Quincinetto - Bretella A4/A5 - Ivrea-Santhià - Sistema Autostradale Tangenziale Torinese - Diramazione autostradale Torino-Pinerolo	51,29 km 23,65 km 57,12 km	Piemonte
<b>ATS Autostrada Torino Savona S.p.A</b>	Autostrada A6 – Torino-Savona	120 km	Piemonte Liguria
<b>Autostrada del Brennero A22 S.p.A.</b>	Autostrada A22 del Brennero	313 km	Emilia Romagna Lombardia Veneto Trentino Alto Adige
<b>Autostrada Brescia-Verona-Vicenza-Padova</b>	- Autostrada A4 – Brescia-Padova - Autostrada A31 – Vicenza-Piovene R. - Tangenziale Est di Verona - Tangenziale Ovest di Verona - Raccordo di Vicenza Est - Tangenziale di Brescia Est - Tangenziale di Limena - Tangenziale di Lonato	240 km	Lombardia Veneto
<b>Autocamionale della Cisa S.p.a.</b>	Autostrada A15 della Cisa	101 Km	Emilia Romagna Toscana Liguria
<b>Autostrada dei Fiori S.p.a.</b>	Autostrada A10 Savona – Ventimiglia – Confine Francese	113,3 km	Liguria
<b>Autostrade di Venezia e Padova S.p.A.</b>	- Autostrada Venezia-Padova - Tangenziale Ovest di Mestre - Raccordo Autostradale per l’Aeroporto Marco Polo	41,80 km	Veneto
<b>Autovie Venete S.p.a.</b>	- Autostrada A4 Venezia-Trieste - Autostrada A23 Palmanova-Udine - Autostrada A28 Portogruaro-Conegliano	126 km 19 km 36 km	- Friuli Venezia Giulia - Veneto
<b>Autostrade</b>	- Autostrada A21 - Piacenza-Brescia	73,613 km	- Emilia Romagna

GESTORE	INFRASTRUTTURE	Sviluppo del tratto autostradale	Regioni attraversate
<b>Centropadane S.p.a.</b>	- Diramazione per Fiorenzuola	12,163 km	- Lombardia
<b>SALT - Autostrada Ligure Toscana S.p.a.</b>	- Autostrada A12 – Sestri Levante-Livorno - Autostrada A11 – Lucca Ovest-Viareggio - Autostrada A15 - S. Stefano di Magra-Fornola-La Spezia	155 km	Liguria Toscana
<b>SATAP S.p.a.</b>	Autostrada A21 – Torino-Alessandria-Piacenza	165 Km	- Piemonte - Lombardia - Emilia Romagna
<b>SAV S.p.a.</b>	- Autostrada A5 Quincinetto-Aosta - Tangenziale Aosta Est – Aosta Ovest - Raccordo autostradale alla Strada Statale SS27 del Gran San Bernardo	65,6 Km	Piemonte Valle d'Aosta
<b>S.A.T. Società Autostrada Tirrenica S.p.a.</b>	Autostrada A12 – Livorno-Civitavecchia - Livorno-Rosignano Marittimo	36,6 Km	Toscana
<b>Strada dei Parchi S.p.a.</b>	- Autostrada A24 - Roma-L'Aquila-Teramo - Autostrada A25 - Roma-Pescara	281,4 Km	Abruzzo Lazio
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>	- A50 Tangenziale Ovest di Milano - A51 Tangenziale Est di Milano - A52 Tangenziale Nord di Milano - A54 Tangenziale Ovest di Pavia - A7 Milano-Serravalle - Raccordo Bereguardo-Pavia - Variante di Lentate	31,5 Km 30,8 Km 12,9 Km 8,4 Km 86,3 Km 12 Km 5,5 Km	Lombardia

Tabella 1 – Piani di contenimento e abbattimento del rumore oggetto dell'attività: dettaglio dei Gestori, infrastrutture, Km e regioni interessate

GESTORI	16
INFRASTRUTTURE	56
KM	~ 2220 Km <i>(questo dato non comprende le infrastrutture di Autostrade per l'Italia)</i>
REGIONI	16

Tabella 2 - Piani di contenimento e abbattimento del rumore oggetto dell'attività: numeri riepilogativi indagine conoscitiva



## **Riferimenti normativi**

Tutti i gestori richiamano correttamente i principali riferimenti normativi. In particolare si è fatto riferimento ai tre decreti direttamente concernenti le strade:

- il DPR 142/04 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447” che fissa fasce di pertinenza e valori limite delle strade;
- il DMA 29/11/2000 “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore” che fissa obblighi e scadenze per i risanamenti;
- DLgs 194/2005 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale” che fissa obblighi e scadenze per la predisposizione delle mappature acustiche, delle mappature acustiche strategiche e dei piani d'azione, azioni da coordinare con quelle previste dalla normativa nazionale vigente.

Per le parti più generali inerenti i valori limite al di fuori delle fasce di pertinenza e le tecniche di misurazione del rumore si è fatto riferimento al DPCM 14/11/1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” e al Decreto 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”.

## **4.2. B - Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emissive, dei recettori**

### **Cartografia di riferimento utilizzata**

Nella realizzazione dei piani di contenimento ed abbattimento del rumore i diversi gestori hanno utilizzato vari tipi di cartografie, diversi tra loro quanto a fonte e tecnica di realizzazione, scala (e perciò dettaglio degli elementi riportati), grado di aggiornamento. In genere i gestori, per gli studi acustici e per la rappresentazione dei risultati su mappe, si sono avvalsi della cartografia già disponibile per il territorio interessato dall'infrastruttura, che fosse ad una scala e avesse un grado di aggiornamento il più possibile adeguati ai fini dell'elaborazione del piano. In molti casi la cartografia utilizzata è costituita dalle carte tecniche regionali e da cartografia aerofotogrammetrica disponibile per il territorio di interesse (ad esempio realizzata da singoli comuni).

In alcuni casi è il gestore stesso che ha provveduto ad effettuare un rilievo ad hoc della fascia di territorio attraversata dall'infrastruttura utilizzando diverse tecniche (voli aerei, sistema LIDAR, Laser Range Finder, ecc.) e a produrre la relativa cartografia.

Nella maggior parte di casi la cartografia già disponibile è stata integrata con ricognizioni in loco, aventi il duplice scopo di aggiornamento della cartografia stessa - soprattutto per quegli elementi territoriali di particolare rilievo per la propagazione del suono quali l'edificato - e di più precisa caratterizzazione degli stessi (destinazione d'uso ed altezza degli edifici, individuazione dei recettori residenziali e sensibili, ecc.).

In alcuni casi il gestore ha limitato l'area di indagine alla fascia di pertinenza della infrastruttura e perciò l'acquisizione di cartografia e le eventuali attività di aggiornamento/sopralluogo hanno riguardato tale porzione di territorio.

Gli aspetti di criticità emersi dall'analisi della documentazione riguardano:

- la notevole disomogeneità della cartografia utilizzata (come metodologia di realizzazione, fonte, scala); questa non omogeneità la si riscontra sia tra i vari gestori sia per uno stesso gestore nei casi in cui non risultava disponibile un'unica base cartografica per l'intero territorio di interesse (quando quest'ultimo, ad esempio, comprendeva più regioni); è evidente che ciascuna cartografia utilizzata è caratterizzata da un diverso grado di dettaglio, precisione e attendibilità;
- un aspetto particolarmente critico riguarda il grado di aggiornamento della cartografia, che, se non adeguato, pone dei limiti al riconoscimento e alla rappresentazione degli elementi del territorio; non sempre gli elaborati prodotti forniscono informazioni esaustive circa la modalità con cui è stato gestito l'aggiornamento della cartografia;
- non sempre dalla documentazione è possibile evincere con chiarezza la fonte cartografica utilizzata per la definizione nelle simulazione degli ostacoli alla propagazione del suono, in particolare degli edifici e, soprattutto, delle relative altezze.

### ***Fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse***

Tutti i gestori hanno individuato le fasce di pertinenza A e B per le infrastrutture d'interesse. Nella maggior parte dei casi esse sono descritte nelle relazioni generali e sono evidenziate con differenti colori negli elaborati grafici inerenti i singoli comuni interessati. In alcuni casi le fasce sono indicate anche sulla corografia generale oltre che sui singoli stralci cartografici allegati ai singoli piani.

In generale, laddove presente tale informazione, l'identificazione dei recettori è stata riferita esclusivamente alle fasce A e B e non considerando il territorio esterno.

### ***Sorgenti concorsuali***

#### INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA DELLE INFRASTRUTTURE CONCORSUALI

Secondo quanto prescritto dall'articolo 2 del DMA 29/11/2000, sono state individuate le eventuali altre infrastrutture dei trasporti concorrenti all'immissione nelle aree in cui si abbia il superamento dei limiti. I gestori hanno identificato le infrastrutture che presentano una sovrapposizione delle proprie fasce di pertinenza con quelle dell'infrastruttura principale. In tal caso è stata fissata una concorsualità di tipo geometrico che individua gli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e delle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. Laddove individuate, le aree concorsuali sono state indicate negli elaborati grafici con colori differenti o attraverso una diversa campitura degli edifici interessati dalla concorsualità di più infrastrutture. Sono solo pochi i casi in cui si riporta l'estensione territoriale di queste fasce di sovrapposizione di sorgenti sonore.

## PROCEDURA SEGUITA PER LA DETERMINAZIONE DEI VALORI LIMITE ADOTTATI

L'assegnazione dei valori limite nei casi in cui il gestore ha individuato le fasce concorsuali non è stata omogenea. In particolare si sono presentate quattro differenti interpretazioni:

- gestori che, in ogni caso, hanno correttamente valutato la situazione di concorsualità sulla base di quanto indicato nell'allegato 4 del DM 29/11/2000;
- gestori che, in questa prima fase, non hanno considerato del tutto le situazioni di concorsualità di sorgenti provocando una possibile sottostima dei livelli di rumore complessivamente immessi e delle aree oggetto di intervento di risanamento;
- gestori che hanno applicato metodiche di scelta del valore di soglia arbitrarie e non in linea con la procedura indicata dal DM 29/11/00, in particolare nei casi in cui il recettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi limiti differenti. Tale metodica è stata interpretata, nella maggior parte dei casi, come riduzione paritetica dei valori limite da adottare;
- gestori che hanno correttamente valutato la situazione di concorsualità sulla base di quanto indicato nell'allegato 4 del DM 29/11/2000 se il ricettore si trova all'interno di fasce concorsuali con stessi limiti.

In alcuni piani è indicato che la valutazione degli effetti di concorsualità delle varie sorgenti delle infrastrutture di trasporto è stata effettuata per tutti gli edifici ricadenti in zone in cui si verifica la sovrapposizione di una o più fasce concorsuali.

## ULTERIORI OSSERVAZIONI

In via generale le situazioni di concorsualità sono state valutate attraverso previsioni modellistiche; in due casi i gestori si sono affidati a rilevazioni fonometriche sia per quantificare il contributo delle differenti sorgenti sonore presenti in un'area sia per escludere determinate infrastrutture dal computo nei casi livelli di rumorosità irrilevanti rispetto alla strada principale considerata. Non è specificato comunque se in questi casi la sorgente sia stata trascurata per un livello equivalente inferiore di 10 dB(A) rispetto al livello della sorgente avente massima immissione.

In definitiva sembra comunque che, in questa fase di elaborazione dei piani, questo importante aspetto acustico sia stato considerato nella maggior parte dei casi in maniera piuttosto approssimativa e difforme.

### ***Individuazione e collocazione dei ricettori***

La quasi totalità dei Gestori di Società autostradali ha individuato i ricettori su planimetrie a disposizione (carte tecniche regionali o altro), a volte con l'ausilio di foto satellitari, e censito gli stessi al fine di individuarne la destinazione d'uso e il reale stato dell'immobile, tramite sopralluoghi in campo, in taluni casi contestualmente alle campagne di misura fonometriche; in altri casi sono stati utilizzati veicoli muniti di telecamera per i ricettori prospicienti l'infrastruttura. Nella maggior parte dei casi sono stati considerati tutti i ricettori nella fascia di pertinenza acustica, cioè 250 m per lato. In pochi casi l'indagine è stata estesa ai 500 metri per individuare i ricettori sensibili.

In alcuni casi sono state redatte schede di tutti i ricettori sensibili e residenziali, in altre ci si è limitati a fornire l'informazione della destinazione d'uso e dell'altezza.

#### **4.3. C - Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)**

##### ***Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore, la morfologia del terreno, la presenza di edifici ed infrastrutture***

La maggior parte dei Gestori ha utilizzato come programma di simulazione per il rumore generato dalla infrastruttura stradale denominato SoundPLAN, che permette di modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno, tenendo conto delle caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, della tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, della presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore. Permette, inoltre, di inserire appositi coefficienti legati alle caratteristiche riflettenti delle facciate dei fabbricati e all'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive.

Alcuni Gestori hanno, invece, utilizzato il programma MITHRA, che ha comunque le stesse possibilità di simulazione di SoundPLAN: propagazione acustica in ambiente esterno, tiene conto della disposizione e forma degli edifici, della topografia del sito, della tipologia costruttiva dell'infrastruttura, della presenza di ostacoli schermanti, ecc..

Altri Gestori hanno usato un modello previsionale sviluppato sulla base della "procedura DISIA", messa a punto dal Ministero dell'Ambiente. Questo modello permette di rappresentare l'ambiente di propagazione in modo vettoriale tridimensionale e di disporre di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento dei materiali usati in edilizia e per le barriere antirumore.

Singoli Gestori si sono avvalsi di altri programmi commerciali come Cadna-A, IMMI, CityMap+DisiaPyr.

Tutti i programmi sopra citati rispondono alle indicazioni degli standard ISO 9613-2.

Non si rilevano problematiche particolari riguardo questo requisito nei Piani di risanamento esaminati.

##### ***Archivio di dati relativi alla potenza sonora delle sorgenti, aggiornabile mediante rilievi strumentali***

I Piani, che hanno utilizzato programmi previsionali commerciali (SoundPlan, Cadna-A, MITHRA e IMMI), si sono avvalsi nei calcoli di banche dati di emissione sonora dei veicoli implementate nei programmi stessi: per MITHRA si è fatto ricorso soprattutto agli standard CSTB.92, ISO9613 e NMBP-Routes-96; con SoundPlan si è utilizzato soprattutto lo standard francese NMPB-Routes-96, solo in un caso lo standard tedesco RLS-90; con IMMI lo standard ISO9613. In molti di questi casi, i metodi standardizzati sono stati aggiornati attraverso i dati ottenuti con misure sul campo da parte dei Gestori.

Anche nei casi in cui è stato utilizzato il programma elaborato dal Ministero dell'Ambiente sulla base della "procedura DISIA", la banca dati contenuta nel programma riproduce l'emissione sonora di varie tipologie di veicoli circolanti sul territorio nazionale. Inoltre le campagne di

misura eseguite hanno permesso di aggiornare i dati per la direttività verticale e di creare una banca dati nuova per la direttività orizzontale. Sono, inoltre, state caratterizzate le condizioni di emissione tipiche per diverse modalità di traffico autostradale e varie tipologie di pavimentazioni utilizzate sulle infrastrutture viarie considerate.

Solo in un caso non è stata riportata alcuna informazione riguardo al presente argomento.

Per il modello CityMap+DisiaPyr è stata sviluppata una banca dati italiana, contenente le emissioni in SEL di tutte le tipologie di veicoli su gomma circolanti sul territorio nazionale.

L'aspetto dell'aggiornamento dell'archivio è certamente fondamentale ai fini di una corretta valutazione dell'impatto acustico dovuto alla infrastruttura autostradale sul territorio circostante.

### ***Archivio di dati relativi alle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento dei materiali usati in edilizia e per la realizzazione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore***

Nei casi di utilizzo del programma di simulazione elaborato dal Ministero dell'Ambiente sulla base della procedura "DISIA", il modello dispone di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento, in frequenza, dei materiali usati in edilizia e per le barriere antirumore.

Nei casi in cui sono stati utilizzati i programmi commerciali (SoundPlan, MITHRA, IMMI, Cadna-A), tali programmi sono in grado di tener conto nel calcolo di parametri e fattori legati alle caratteristiche schermanti in genere, ma non sempre viene specificato nei Piani se e come tali parametri sono stati utilizzati.

In tutti i casi non viene riportato se tali parametri sono stati aggiornati attraverso misure eseguite *ad hoc* dai Gestori per implementare i casi specifici di interesse.

Questo requisito dei Piani di risamento non risulta particolarmente approfondito e curato da parte di molti Gestori.

### ***Principali fenomeni caratterizzanti la propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore (riflessioni del primo ordine e secondarie, diffrazioni semplici e multiple, attenuazione per divergenza e per assorbimento)***

Tutti i programmi previsionali utilizzati tengono conto dei fenomeni di propagazione quali riflessioni (di più ordini), diffrazioni, attenuazioni dovute a divergenza geometrica, tipo di terreno, tipologia di asfalto, assorbimento atmosferico, ostacoli.

Nei casi di utilizzo del programma creato dal Ministero dell'Ambiente in base a procedura "DISIA" viene specificato che si è tenuto conto anche del fattore di direttività.

Nei casi di utilizzo di SoundPlan, il metodo di calcolo implementato è quello di "ray tracing", che considera una serie di raggi sonori che partono dal ricevitore, permettendo così di tenere conto dei vari fenomeni, già nominati, legati alla propagazione.

Lo stesso algoritmo di calcolo viene utilizzato dai programmi commerciali IMMI e Cadna-A.

Il modello CityMap, utilizzato da un solo Gestore, consente di simulare in maniera approssimata gli effetti di schermatura, riflessioni multiple e gli altri effetti legati alle ipotesi di

acustica geometrica. Tale modello viene però implementato da DisiaPyr, che è in grado di rappresentare le alterazioni dovute a riflessioni, diffrazioni multiple e trasmissioni.

Il programma MITHRA utilizza un algoritmo veloce per la ricerca dei percorsi acustici tra sorgenti e ricettori, basati su un metodo inverso di tracciamento dei raggi, che servono a rappresentare onde sonore dirette, riflesse, diffratte e combinazioni tra queste.

Tale requisito dei Piani esaminati risulta sufficientemente approfondito dai quasi tutti i Gestori, se non altro a livello potenziale.

***Risultati su base cartografica in scala  $\geq 1:1.000$ , sotto forma di punti singoli, curve di isolivello sia in pianta che in sezione trasversale relative a situazioni precedenti e seguenti l'intervento***

Il modello elaborato dal Ministero dell'Ambiente ed i programmi di simulazione commerciali (SoundPlan, IMMI, Cadna-A e MITHRA) hanno tutti la possibilità di restituire i risultati dei calcoli sotto forma di isolinee e griglie di valori, oltre che come punti in corrispondenza degli edifici, in alcuni casi considerando il dettaglio dell'esposizione in facciata agli edifici e su più piani (ad es. SoundPlan e IMMI). Solo nel caso di CityMap+DisiaPyr è stato utilizzato un software esterno per rielaborare in modo cartografico i risultati dei calcoli (Surfer+AutoCadMap).

Solo in pochi casi i Piani esaminati riportano la situazione ante e post operam, e anche con viste 3D.

Tale requisito appare maggiormente approfondito al punto 4.6 "Mappa acustica dell'area circostante l'infrastruttura: metodologia di realizzazione e contenuti" della griglia compilata in Appendice A (vedi commento nel seguito).

#### **4.4. D - Utilizzo del modello adottato**

***Modalità di realizzazione e del dettaglio adottato nel modello 3D del terreno***

Dall'analisi delle informazioni fornite dai gestori si rileva come per la realizzazione del modello 3D del terreno siano stati impiegati generalmente quattro approcci:

- rilievi attraverso tecnologie LIDAR (Laser Impulse detection And Ranking) o altri dispositivi Laser Rangefinder;
- georeferenziazione sul campo con sistemi GPS anche per le quote altimetriche;
- restituzioni 3D di voli aerei (anni 2001, 2006, 2007) integrati con rilievi sul campo;
- utilizzo della cartografia vettoriale regionale esistente.

L'impiego delle diverse metodologie ha portato alla realizzazione di modelli tridimensionali del terreno (DTM) e dell'edificato (DBM) e in generale all'individuazione degli edifici con l'assegnazione della quota media di gronda degli stessi. Successivamente alla restituzione 3D del territorio e dell'edificato, i gestori hanno assegnato le diverse destinazioni d'uso. Non si fa riferimento alla modalità impiegate per tale assegnazione e l'eventuale verifica.

Dove non si specifica la tecnica impiegata, il gestore indica l'utilizzo di mappe cartografiche aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che del territorio dei comuni interessati. Il modello

3D elaborato è stato utilizzato per le simulazioni attraverso differenti software (es. Cadna-A, SoundPLAN).

Si osserva una disomogeneità nella dimensione del corridoio infrastrutturale modellizzato oggetto di indagine acustica. I valori della larghezza complessiva centrata sull'asse stradale riportati nelle relazioni dei gestori variano da:

- 550 m (Autostrade per l'Italia);
- 200-260 m (SALT Spa nel tratto tra Sestri Levante e la Spezia);
- 500 m (SALT Spa tra La Spezia e Luni);
- 600 m (SALT Spa nel territorio toscano);
- 160 m (SAT Spa ampliata utilizzando i dati della cartografia regionale 1:10000).

Le varie scelte sono giustificate dai gestori in funzione dell'orografia del territorio, dal maggiore o minore livello di antropizzazione o dal volume di traffico dell'infrastruttura.

### ***Misure fonometriche effettuate per la caratterizzazione delle aree interessate***

Dall'analisi della documentazione si osserva come lo scopo delle misure fonometriche effettuate dai gestori sia stato:

- la taratura e verifica dei modelli;
- la caratterizzazione del clima acustico in situazioni critiche o rappresentative;
- la caratterizzazione acustica delle aree con presenza di sorgenti concorsuali.

I criteri di scelta dei siti, il loro numero e l'eventuale affiancamento di misure spot a quelle in continua sono stati disomogenei. Spesso sono stati utilizzati dati di rumore di campagne di misura pregresse, ad esempio si richiamano i risultati di:

- campagne di misura del 2005 (Autostrade del Brennero A22, SATAP S.p.a., SAV S.p.a.);
- campagne di misura dal 1991-2004 (Autocamionale della Cisa S.p.a.);
- campagna di misura del 2003 (Autostrada dei Fiori S.p.a. a Pietra Ligure);
- campagne di misura dal 1992 (Autostrade di Venezia e Padova S.p.a.);
- campagna di misura del 2001 (Autovie Venete S.p.a.);
- campagne di misura dal 1996-2006 e 2007 (Autostrade Centropadane S.p.a.);
- campagne di misura dal 2005-2006 (SALT - Autostrada Ligure Toscana S.p.a.);
- campagna di misura del 2006 (S.A.T. Società Autostrada Tirrenica S.p.a).

Non è chiaro se i dati di rumore di campagne di misura non recenti siano stati normalizzati al flusso di veicoli attuale.

La metodologia impiegata per la realizzazione delle campagne di misura non sempre è specificata e la localizzazione dei punti di misura e i dati di rumore non sempre sono riportati.

Autostrade per l'Italia ha condotto monitoraggi continuativi della durata di almeno una settimana presso "ricettori di riferimento" rappresentativi delle possibili combinazioni di tipologia di infrastruttura e ambienti di propagazione/ricezione contemporaneamente a monitoraggi presso "punti significativi" (analogamente a Autostrada Brescia-Verona-Vicenza-Padova) per individuare l'effetto delle diverse situazioni in cui il ricettore potesse trovarsi rispetto alla

sorgente. Nel caso di Autostrade per l'Italia non sono stati forniti i dati relativi alle punti di verifica o taratura del modello.

Alcuni gestori dichiarano di aver effettuato alcune misure acustiche di durata settimanale lungo l'asse delle infrastrutture per tener conto delle diverse condizioni orografiche. Autostrada dei Fiori S.p.a ha realizzato misure di verifica dei livelli previsti dal software di calcolo in aree a campione dove erano risultati possibili superamenti mentre Autovie Venete S.p.a. ha condotto monitoraggi e misure sono in caso di concorsualità.

Non sempre sono stati forniti i dati di traffico nelle diverse tratte o sottotratte definite.

In un solo caso le campagne fonometriche sono state condotte da un'agenzia ambientale a seguito della richiesta da parte di un'apposita Commissione Tecnica costituita dalla Provincia, i comuni interessati e dal gestore. Sono stati presi in considerazione i soli livelli nel periodo notturno perché stimati più significativi per la caratterizzazione acustica.

Si osserva come molto spesso nella documentazione presentata dai gestori (15 su 22) manchino gli allegati richiesti dal DM 16/03/1998 o i certificati di taratura della strumentazione.

### ***Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari costituite dai flussi veicolari***

Non tutti i gestori riportano informazioni sugli aspetti relativi alla modellizzazione geometrica delle infrastrutture. Dove disponibili, la modellizzazione è stata effettuata, almeno nella maggioranza dei casi, utilizzando la restituzione di voli aerofotogrammetrici integrati con i dati delle carte tecniche regionali o solo le informazioni provenienti da quest'ultime. Tale approccio ha permesso ai gestori di avere a disposizione i cigli e il tracciato autostradale sia della propria infrastruttura che di quelle concorsuali in formato vettoriale tridimensionale. Successivamente alla modellizzazione geometrica del tracciato, e delle fasce ai bordi, sono stati assegnati i flussi di traffico alle differenti tratte.

Dall'analisi delle informazioni riportate dai gestori, si desume come per la modellizzazione acustica della sorgente siano state considerate:

- il numero di veicoli sia nel periodo diurno che notturno;
- la composizione del traffico;
- la velocità media;
- il livello di emissione;
- l'effetto della pavimentazione.

I dati di traffico veicolare sono ottenuti dalle rilevazioni che i gestori abitualmente effettuano nelle diverse sezioni del tracciato o da indagini mirate in nodi particolari in contemporanea a misure fonometriche.

Solo Autostrade per l'Italia, ATIVA S.p.A e ATS Autostrada Torino Savona S.p.A riportano espressamente una proiezione dei flussi di traffico negli anni successivi, rispettivamente 2012, 2016 e 2012.



In relazione alla modellizzazione acustica, si evidenzia come non tutti i gestori abbiano fornito informazioni dettagliate a riguardo.

Si riporta la procedura utilizzata da Autostrade per l'Italia e ATS Autostrada Torino Savona S.p.A descritta in dettaglio nella documentazione fornita.

La sorgente autostradale è caratterizzata dalla potenza sonora per metro lineare di infrastruttura emessa dal traffico (diurno e notturno), così calcolata:

- suddivisione dell'intera rete in "tratte base" da casello a casello;
- definizione per ciascuna "tratta base" dei volumi di traffico a consuntivo per l'anno 2006, disaggregati per fascia oraria, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo;
- proiezione dei flussi di traffico al 2012, assumendo un tasso annuale di crescita calcolato dal trend degli ultimi 5 anni;
- suddivisione di ciascuna "tratta base" in più "tratte elementari" in funzione della tipologia di pavimentazione e della pendenza longitudinale;
- attribuzione a ciascuna tratta elementare delle velocità caratteristiche di percorrenza;
- calcolo del livello di potenza per metro lineare e dello spettro in ottave per la singola "tratta elementare", tramite interpolazione dei data base dei livelli di emissione;
- segmentazione geometrica della tratta elementare in N parti uguali ed equiripartizione in ragione di 1/N della potenza lineare;
- attribuzione a ciascuna tratta elementare di una sorgente puntiforme di potenza sonora equivalente, posizionata nel centro del segmento ad un'altezza dal suolo di 0.5 m.;
- propagazione del livello ponderato A dalla sorgente verso il ricettore, dopo aver calcolato la frequenza rappresentativa dello spettro tipico.

### ***Procedura di calibrazione del modello***

Per quanto riguarda la calibrazione del modello, tutti i gestori confermano di averla eseguita o attraverso campagne specifiche o utilizzando risultati di misura di sessioni pregresse.

Il dettaglio delle informazioni riportati è molto disomogeneo passando dalla sola dichiarazione non suffragata da alcun dato di misura e di simulazione (sia acustici che di traffico o velocità di percorrenza) alla descrizione più o meno accurata della procedura.

La durata delle sessioni di misura per la validazione del modello varia da monitoraggi settimanali a brevi misure spot.

Analogamente alla durata delle misure utilizzate per il confronto con i risultati dei modelli la scelta dei siti di verifica non è omogenea.

I gestori dichiarano una generale sovrastima dei livelli previsti rispetto a quelli realmente misurati, in particolare si segnalano i seguenti casi:

- sovrastima media di circa 0.4 dB(A) e 0.3 dB(A) rispettivamente nel periodo diurno e notturno;
- sovrastima media di 0.1 dB(A) periodo diurno e 0.6 dB(A) periodo notturno;
- sovrastima media di 1.2 dB(A);
- accuratezza di  $\pm 2$  dB(A);

- differenze comprese tra -2.2 dB(A) e 1.1 dB(A) per i livelli derivanti da monitoraggi settimanali e 5.6 dB(A) per i monitoraggi a breve termine;
- differenze comprese tra -0.6 dB(A) e 1.4 dB(A).

#### **4.5. E - Output**

##### ***Individuazione delle vie di propagazione del rumore dalla sorgente all'ambiente ricevente***

Nell'ambito della predisposizione dei piani di contenimento ed abbattimento del rumore, tutti i gestori delle infrastrutture prese in esame hanno adottato per le simulazioni acustiche, algoritmi di calcolo tipo ray-tracing implementati attraverso specifici software previsionali. Non risulta tuttavia espressamente dichiarato che l'approccio di calcolo utilizzato è quello del ray-tracing inverso; ovvero per minimizzare il tempo di calcolo, l'algoritmo è implementato secondo la tecnica di backward integration, dove la ricerca dei percorsi di propagazione acustica è effettuata partendo dal ricettore e non dalla sorgente come avviene usualmente nell'applicazione classica del metodo.

In generale vengono considerati nel dominio di calcolo anche gli effetti prodotti dagli ostacoli, dall'orografia e dagli agenti atmosferici; in tale contesto non risulta però chiaro se nel calcolo sono stati introdotti anche gli effetti meteorologici come la velocità/direzione del vento e la temperatura. Poiché l'accuratezza del modello di calcolo si basa anche sulla precisione dei dati di input, una carenza degli stessi implica una diminuzione della precisione dell'algoritmo di calcolo, che in questo caso, tenderebbe a trascurare possibili ricadute acustiche per distanze che vanno oltre le fasce di pertinenza acustiche dell'infrastruttura in esame.

##### ***Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici in dB(A) e caratterizzazione dello spettro medio del rumore***

Per ottemperare a quanto richiesto dal DM 29/11/2000 in termini di progettazione del risanamento, in linea generale, tutti i gestori hanno individuato geometricamente la facciata più esposta dei ricettori. In corrispondenza di tale parete è stato poi calcolato il livello acustico prodotto dall'infrastruttura per ogni piano dell'edificio, e il maggiore dei valori calcolati è stato preso come riferimento per rappresentare la massima esposizione del ricettore ed identificare eventuali criticità dovute al superamento del livello limite diurno e notturno fissato per l'infrastruttura oggetto di studio. Un ulteriore parametro utilizzato per la definizione delle criticità acustiche è dato dal rapporto tra il numero di piani che presentano un superamento rispetto ai piani totali dell'edificato. Nella restituzione dei dati si riscontra una forte disomogeneità tra uno studio e l'altro, in particolare, in alcuni casi vengono riportati i livelli stimati diurni e notturni puntualmente per ogni ricettore, in altri vengono fornite solo mappe isofoniche e in altri ancora vengono individuati solo i ricettori che presentano delle criticità.

Non risulta inoltre evidente un esplicito riferimento al fatto che il livello valutato in corrispondenza dei ricettori è riferito ad un tempo a lungo termine (7 gg), ed in nessun caso viene contemplata una analisi degli spettri medi di emissione della rumorosità; tale analisi

consentirebbe di valutare - in corrispondenza dei ricettori - l'utilità o meno, in termini di efficacia, delle opere di mitigazione proposte.

#### ***Dimensionamento delle pareti delle facciate***

Nessun gestore ritiene essenziale portare, in via previsionale, la progettazione degli interventi di risanamento ad un tale dettaglio, ritenendo opportuno trattare tale aspetto nella fase esecutiva della progettazione; ove la determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici verrà fatta contestualmente alla individuazione degli interventi diretti sui ricettori.

#### ***Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata***

Nessun gestore ritiene essenziale portare, in via previsionale, la progettazione degli interventi di risanamento ad un tale dettaglio, ritenendo opportuno trattare tale aspetto nella fase esecutiva della progettazione; ove la determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici verrà fatta contestualmente alla individuazione degli interventi diretti sui ricettori.

### **4.6. F - Progettazione acustica degli interventi**

#### ***Flussi di traffico***

Per quanto riguarda i dati di flussi di traffico si rileva una certa disuniformità nell'acquisizione e nella modalità di fornitura delle informazioni, nonché nel dettaglio con cui vengono riportati i dati stessi.

Essi risultano nella maggior parte dei casi derivanti da indagini strumentali, condotte spesso in concomitanza con le misure fonometriche di taratura del modello in occasione dello studio di risanamento acustico, in alcuni casi derivano da indagini periodiche effettuate dal Gestore, in altri casi ancora vengono ricavati dai dati di ingresso ed uscita ai caselli, rielaborati in modo da ottenere il TGM diurno e notturno. In tutti questi casi, i dati sono disaggregati per tratta, per fascia oraria (ogni ora o periodo diurno/notturno), per carreggiata, per corsia o per direzione di marcia, per tipologia di veicoli (leggeri/pesanti o percentuale dei veicoli pesanti).

È presente, inoltre, la velocità media per tratta (in alcuni studi sono anche considerati dei casi particolari, come gli svincoli) e spesso anche per tipologia di veicolo.

In molti casi il dato di flusso è relativo all'anno 2006, periodo in cui sono state effettuate le misure che sono servite alla redazione dello studio per il Piano di risanamento, con proiezioni al 2012, in un caso al 2016, in un altro al 2022. In due casi i dati di traffico si riferiscono al 2004.

Per quanto riguarda poi alcuni altri Piani di risanamento esaminati non viene riportata la data di riferimento delle indagini di traffico, e neanche i valori dei dati di traffico e le velocità medie considerate.

In un caso le informazioni sui dati di traffico "sono state attualizzate al 2005".

Infine alcuni Piani presentano caratteristiche di forte variabilità di traffico nei vari periodi dell'anno sono stati utilizzati i dati di traffico del periodo estivo, che è ritenuto il dato più cautelativo.

Gli aspetti di criticità emersi dall'analisi della documentazione riguardano:

- la notevole disomogeneità del dato di traffico, sia relativamente alla fonte che al formato;
- la non uniformità nella scelta dell'anno di riferimento e dell'anno di proiezione del dato di traffico, rende difficile il confronto tra i Piani di diversi Gestori; in alcuni casi tali anni considerati risultano già datati per rappresentare adeguatamente la situazione attuale;
- la non chiarezza in alcuni casi riguardo la fonte da cui si sono ottenuti i dati di traffico utilizzati nel modello di calcolo: ciò risulta particolarmente rilevante perché è proprio tale informazione che determina la simulazione dei valori di rumore generati dall'infrastruttura stradale, ai fini della progettazione delle mitigazioni acustiche.

### ***Caratterizzazione acustica della sorgente***

Per quanto riguarda circa la metà dei Piani di risanamento esaminati, si rileva che il Gestore ha scelto di ottenere la caratterizzazione acustica della sorgente autostrada da misure effettuate specificatamente per la taratura del modello di simulazione, dalle quali sono state ottenute informazioni riguardo l'emissione acustica dei diversi tipi di veicoli, in alcuni casi con il dettaglio del contenuto spettrale tipico e l'indice di direttività acustica, nonché del tipo di pavimentazione dei tratti di interesse.

Per quanto riguarda il rimanente 50% dei Piani di risanamento, la caratterizzazione è basata sulle banche dati, riportanti livelli e spettri emissivi tipici di diversi tipi di veicoli e fornite da standard, quali in particolare quello francese NMPB-Routes-96; in un caso i dati sono ricavati dalla normativa tedesca RLS-DIN18005, insieme alla Norma Europea EN 1793-3, in un altro caso dalla normativa tedesca RLS-DIN18005, insieme a misure sul campo.

Secondo questa procedura, le informazioni utilizzate potrebbero risultare datate (si parla di una Norma del 1980) e/o non rappresentare adeguatamente le tipologie dei veicoli italiani, mentre la caratterizzazione acustica tramite misure su diversi tratti per velocità e tipologia di pavimentazione risulta essere più efficace e sicura dal punto di vista dei risultati della simulazione dei livelli acustici.

In un caso si presume che la caratterizzazione acustica delle sorgenti derivi da misure, ma ciò non viene esplicitamente dichiarato.

### ***Corografia della zona, planimetria dell'area interessata e della infrastruttura; indicazione degli edifici da risanare***

Non c'è uniformità nel dettaglio con cui vengono fornite le informazioni relativamente agli edifici da risanare.

Nella maggior parte dei Piani di Risanamento considerati, essi sono stati rappresentati su apposita planimetria, o stralci planimetrici dei singoli comuni.

In 4 casi ciò non avviene, cioè nel Piano non risultano individuati, né rappresentati i ricettori con stimato superamento dei limiti, e quindi oggetto di risanamento acustico, ma vengono riportate solo le aree critiche. Sono diversi anche i Piani che non hanno riportato questa informazione in alcuna forma.

In alcuni casi viene riportato il dettaglio del numero dei piani sul numero totale per ciascun edificio interessato dal superamento. In diversi casi gli edifici con superamento vengono riportati anche in una Tabella di sintesi, nella quale vengono evidenziati i livelli acustici calcolati, gli esuberi e le aree di superamento per ciascun ricettore.

Per un Gestore inoltre non è chiaro, da quanto riportato nell'analisi dei Piani (vedi Appendice A), se l'informazione dei ricettori con previsto superamento sia presente o meno.

Nella griglia compilato di Appendice A, inoltre, i dati riportati riguardo la cartografia utilizzata (dettaglio, aggiornamento ecc.) e l'individuazione/collocazione dei ricettori non risultano completi ed omogenei tra un gestore e l'altro, probabilmente perché questi aspetti sono già stati approfonditi alle colonne H e L (*Cartografia di riferimento utilizzata e Individuazione e collocazione dei ricettori*). Non ci si sofferma, perciò, ulteriormente su questi aspetti.

Ammettendo pure un dettaglio diverso tra gestore e gestore, si ritiene che l'informazione relativa ai ricettori coinvolti dal superamento dei limiti sia assolutamente indispensabile per una corretta valutazione degli interventi di risanamento e, quindi, dell'insieme del Piano di risanamento stesso. Potrebbe, inoltre, essere utile per una successiva eventuale verifica sull'efficacia delle mitigazioni realizzate.

### ***Mapa acustica dell'area circostante l'infrastruttura: metodologia di realizzazione e contenuti***

Circa i due terzi dei gestori autostradali ha inserito delle mappe acustiche nei propri Piani di risanamento. Si tratta di planimetrie a cui sono state sovrapposte le isolinee di livello acustico ottenute dall'applicazione del modello di simulazione, nelle condizioni di ante e post operam rispetto alla realizzazione degli interventi mitigatori previsti dai Piani stessi.. A volte sono presentate come stralci planimetrici dei comuni interessati, a volte viene rappresentata l'intera fascia dei 250 metri per lato. Spesso sono, inoltre, indicate le aree di superamento.

In un caso viene riportata la mappatura rappresentante una situazione intermedia, quella con gli interventi mitigatori realizzati al momento della stesura del Piano. Per un altro Gestore non è chiaro se oltre alla situazione attuale, viene riportata la mappatura di quella in progetto secondo il Piano di risanamento.

In diversi casi, dove non vengono fornite le mappe, vengono riportate le aree critiche: per i primi tre gestori si arriva al dettaglio della rappresentazione dei valori acustici puntuali calcolati ai ricettori, un punto di calcolo per piano, a metà delle facciate più esposte di tutti gli edifici abitativi e sensibili presenti.

Si ritiene che le mappe acustiche siano uno strumento utile, seppur non indispensabile, per poter verificare la situazione complessiva pre e post opera di risanamento, oltre che per una più agevole individuazione dei ricettori interessati da superamenti nella situazione attuale, anche per una conoscenza più approfondita di ciò che potenzialmente produrranno le opere di mitigazione che il Piano conta di realizzare, al fine di essere consapevoli di possibili ulteriori criticità che possano prodursi nelle aree interessate.

## ***Individuazione degli interventi per il contenimento del rumore immesso***

Sulla base della stima degli edifici interessati dal superamento dei limiti, sono state individuate le aree critiche ed i tratti in cui realizzare, quindi, gli interventi di mitigazione.

Si tratta per lo più di barriere antirumore, delle quali vengono indicate la localizzazione, l'estensione longitudinale totale, la tipologia, l'altezza, in forma tabellare, di solito suddivisi per Comune, e spesso anche su planimetrie ed elaborati grafici. Sono, inoltre, spesso previsti interventi diretti ai ricettori (cambio degli infissi), di cui però spesso mancano i dettagli riguardo l'intervento stesso. Infine in alcuni casi particolari si prevede la stesura di asfalti fonoassorbenti.

In alcuni Piani si osserva che l'individuazione degli interventi risente della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati. Questo è certamente un aspetto critico ai fini di una efficace progettazione delle opere di mitigazione necessarie al rispetto dei limiti presso i ricettori più impattati.

Non è, inoltre, sempre chiaro su quali criteri si sia operata la scelta tra i vari tipi di mitigazione. Si rileva, infine, una certa disomogeneità nella fornitura delle informazioni (Relazione descrittiva, Tabelle riassuntive, Elaborati grafici) riguardanti gli interventi acustici e soprattutto sarebbe importante poterne verificare il grado di efficacia già in fase di stima dei livelli acustici previsti con le mitigazioni inserite: quest'ultimo aspetto non sembrerebbe sufficientemente approfondito in questa fase del progetto del Piano di risanamento.

### **4.7. G – H Interventi di risanamento**

#### ***Tipologia di interventi di risanamento previsti (barriere acustiche artificiali, pavimentazioni antirumore, etc.)***

Si riscontrano tre tipologie di interventi previsti: pavimentazioni antirumore, barriere acustiche artificiali e interventi diretti sui ricettori.

Il 50% dei piani prevedono la sostituzione delle pavimentazioni delle reti stradali, metà delle quali di tipo drenante o ecodrenante, mentre le restanti avranno caratteristiche con più elevate prestazioni fonoassorbenti.

Criticità: Nel 20% dei casi in cui è prevista la sostituzione delle pavimentazioni stradali non sono riportate le specifiche acustiche delle stesse.

L'impiego di barriere antirumore nella realizzazione degli interventi passivi sulle infrastrutture è previsto nella stragrande maggioranza dei piani di risanamento. Nel 40% dei piani è stata verificata l'efficacia degli interventi previsti con l'ausilio di un modello numerico.

Criticità riscontrate: Nella metà dei piani presentati non vengono fornite indicazioni di dettaglio in merito alla tipologia ed alla composizione delle barriere previste.

Gli interventi diretti sui ricettori, sono stati individuati in circa un terzo dei piani di risanamento presentati, mentre nei restanti piani sono state previste verifiche strumentali, nella fase di progettazione esecutiva, per l'eventuale realizzazione di interventi diretti sui ricettori.

Criticità: nel 50% dei piani che prevedono interventi diretti sui ricettori è stata presa in considerazione la sola opzione di infissi antirumore auto ventilati.

### ***Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori***

Per i piani dove sono stati individuati gli interventi diretti sui ricettori, la scelta della tipologia mitigativa più idonea è stata effettuata sulla base di considerazioni sulla fattibilità tecnica, sulla convenienza ovvero in relazione a problematiche di carattere ambientale.

Le motivazioni addotte per giustificare la maggiore convenienza ed efficacia dell'insonorizzazione diretta degli edifici, si riscontrano maggiormente nel caso di ricettori isolati (dove a causa della morfologia del territorio, per motivi tecnico-strutturali, di analisi costi-benefici e/o di impatto visivo, è stata esclusa l'installazione di barriere antirumore) o di edifici molto alti direttamente prospicienti le reti stradali, dove la posizione e l'altezza dei ricettori rispetto all'infrastruttura riducono l'efficacia degli interventi previsti sull'infrastruttura.

Per i piani dove non sono stati individuati interventi diretti sui ricettori, ma è stata presa in considerazione l'opportunità di svolgere una specifica campagna di misure, nel corso della successiva fase di progettazione esecutiva degli interventi, le motivazioni riscontrate si basano maggiormente nel ritenere che la suddetta campagna di misure possa portare alla diminuzione degli edifici che attualmente risulterebbe necessario risanare con interventi diretti.

L'eventuale ricorso a quest'ultima tipologia di intervento sarà verificata su quei ricettori per i quali la realizzazione di barriere antirumore non consentirà il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione i cui valori in facciata risulteranno, nonostante gli interventi di mitigazione con barriere antirumore o pavimentazione fonoassorbente, ancora superiori a quelli normativi.

### ***Indicazione dei tempi di esecuzione per ciascun intervento***

In tutti i piani di risanamento presentati sono riportati i tempi degli interventi previsti, con i relativi indici di priorità. Comunque, non in tutti i piani che prevedono interventi diretti sui ricettori viene riportata la stima dei tempi di esecuzione relativa alle verifiche e all'attuazione degli stessi.

### ***Indicazione dei costi previsti per ciascun intervento***

In tutti i piani di risanamento presentati sono riportati i costi degli interventi previsti, con i relativi indici di priorità. Comunque, non in tutti i piani che prevedono interventi diretti sui ricettori viene riportata la stima dei costi di esecuzione relativa alle verifiche e all'attuazione degli stessi.

Nella maggior parte dei piani i costi sono stati ripartiti per intervento, regione e/o comune e/o provincia interessata.

### **Grado di priorità di esecuzione di ciascun intervento (allegato 1 del DM 29/11/2000 )**

Nelle relazioni tecniche del più del 20% dei piani di risanamento, la metodologia utilizzata per la determinazione dell'indice di priorità non è conforme al metodo di calcolo richiesto dall'All. 1 del DM 29/11/2000.

La determinazione del grado di priorità degli interventi può risentire, in alcuni casi, della mancata considerazione delle infrastrutture concorsuali presenti, mentre in altri, della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati.

## **5. Conclusioni**

Il lavoro svolto nell'ambito della Fase A.1 prevista per l'attività A della convenzione ISPRA/ARPA/APPA ha permesso di ottenere il quadro conoscitivo dei criteri utilizzati dai vari gestori di infrastrutture per la redazione dei piani di risanamento, rispetto ai requisiti di contenuto previsti dal DM 29/11/2000.

Dalla rassegna condotta, tra tutti gli aspetti che sono stati analizzati, è possibile focalizzare le considerazioni conclusive su alcuni punti particolarmente significativi e per i quali in alcuni casi si sono evidenziate problematiche.

Per quanto riguarda la **concorsualità**, pressoché tutti i Gestori hanno proceduto ad individuare le sorgenti concorrenti; più problematica, invece, è stata l'ottemperanza al criterio individuato dall'All. 4 del DM 29/11/2000 per la determinazione dei valori limite, che ha dato luogo a diverse interpretazioni ed applicazioni dello stesso. In particolare i maggiori problemi nell'applicazione del criterio si hanno quando le fasce di pertinenza che si sovrappongono hanno limiti differenti.

Si sottolinea il fatto che la non corretta determinazione dei valori limite può comportare una non corretta individuazione delle situazioni di criticità e valutazione dell'indice di priorità.

Dall'indagine svolta è perciò emersa la necessità che venga ulteriormente chiarito da parte dei soggetti competenti la modalità di gestione delle concorsualità, con particolare riferimento ai limiti da applicare da parte delle infrastrutture in gioco, principali e non.

Per quanto riguarda l'**individuazione dei recettori**, nella maggior parte dei casi è stata effettuata a partire dalle basi cartografiche disponibili. Le maggiori criticità sono legate perciò al grado di dettaglio e di aggiornamento di quest'ultime, fattori da cui dipende un'esaustiva e corretta individuazione dei recettori. Si evidenzia, inoltre, che in molti casi la tipologia di cartografia utilizzata per l'individuazione dei recettori non consentiva di dedurre con un sufficiente grado di affidabilità la destinazione d'uso degli edifici, con particolare riferimento agli edifici residenziali e a quelli sensibili. In genere il Gestore ha perciò provveduto ad integrare le informazioni cartografiche con rilievi in loco. I sopralluoghi in campo, per verificare l'effettiva consistenza dell'edificato, rappresentano un'attività piuttosto onerosa in termini di tempo e costi, ma nella maggior parte dei casi è necessaria per una corretta ed esaustiva individuazione dei recettori. Si sottolinea che su questo aspetto un ruolo importante potrebbe essere svolto anche dalle Amministrazioni comunali



interessati dall'infrastruttura e sul cui territorio insisteranno gli eventuali interventi, che potrebbero essere coinvolte per una verifica dell'individuazione dei recettori effettuata nel piano.

Come **soluzioni di mitigazione acustica**, i piani prevedono, nella maggior parte dei casi, la stesura di asfalto fonoassorbente e la realizzazione di barriere antirumore. In genere, la documentazione presentata dal gestore non entra nel merito delle caratteristiche di dettaglio delle barriere, la cui specificazione è rimandata alla progettazione esecutiva dell'intervento.

Un certo numero di piani prevede, come soluzione di mitigazione, la realizzazione di interventi diretti sui recettori. Si evidenzia che non sempre il piano motiva in modo esaustivo l'adozione di questo tipo di mitigazione, che il DM 29/11/2000 pone in fondo alla scala di priorità degli interventi, da giustificare con adeguate motivazioni (art. 5, comma 3 e 4). Dall'indagine effettuata appare, invece, che in molti casi l'argomento sia stato trattato in modo generico, rimandando a successivi approfondimenti, ad esempio a successive indagini fonometriche, la sua compiuta definizione.

L'**indice di priorità** è stato calcolato sulla base delle indicazioni contenute nell'Allegato del DM 29/11/2000. L'analisi condotta ha messo in evidenza che i fattori di criticità per il calcolo dell'indice, e conseguentemente della graduatoria degli interventi, sono individuabili principalmente:

- nella non corretta determinazione dei valori limite da adottare in presenza di concorsualità;
- nella non esaustiva individuazione dei recettori, quelli residenziali e quelli sensibili, questi ultimi maggiormente rilevanti sul risultato dell'indice;
- nei dati di popolazione residente, non sempre disponibili con un dettaglio georeferenziato adeguato per una corretta valutazione della popolazione esposta.

Tra i fattori sopra evidenziati, quello sicuramente di più difficile soluzione è rappresentato dai dati di popolazione. In molti casi l'unico dato georeferenziato disponibile è di tipo statistico, come ad esempio i dati ISTAT, che tuttavia non sempre sono aggiornati e che forniscono una rappresentazione della situazione "media" della popolazione, e perciò non adeguata per descrivere la reale distribuzione sul territorio della popolazione.

Le criticità evidenziate per l'indice di priorità suggeriscono l'importanza che, anche in considerazione dell'arco temporale di 15 anni previsto per l'attuazione dei piani di risanamento, sia dato spazio alla discussione delle graduatorie a livello regionale, come previsto dall'art. 3, comma 3 del DM 29/11/2000.

In conclusione, l'analisi condotta sui piani di risanamento e le osservazioni qui riassunte suggeriscono l'opportunità che da parte degli enti competenti vengano approfonditi gli aspetti problematici evidenziati, al fine di indirizzare i gestori per una più corretta ed efficace attuazione del piano.

# Linee Guida per la predisposizione e la verifica dell'efficacia dei piani di risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto lineari

---

Delibera del Consiglio Federale  
Seduta del 20 ottobre 2012 - DOC. N. 23/12

## *Appendice 3a*

*La griglia compilata*

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
<b>Autostrade per l'Italia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A1 –Milano-Napoli; Direzione Roma Nord; Direzione Roma Sud</li> <li>- A4 – Milano-Brescia</li> <li>- A7 - Genova-Serravalle</li> <li>- A8 – Milano-Varese; Direzione Gallarate-Gattico</li> <li>- A9 – Lainate-Chiasso</li> <li>- A10 – Genova-Savona</li> <li>- A11 – Firenze-Pisa</li> <li>- A12 – Genova-Sestri; Roma-Civitavecchia</li> <li>- A13 – Bologna-Padova; Direzione Padova Sud; Direzione Ferrara</li> <li>- A14 – Bologna-Taranto; Direzione Ravenna; ramo Casalecchio</li> <li>- A16 – Napoli-Canosa</li> <li>- A23 – Udine-Tarvisio</li> <li>- A26 – Genova-Gravellona Toce; Direzione Stroppiana-Santhe'ia; Direzione Bettolle</li> <li>- A27 – Venezia-Belluno</li> <li>- A30 – Napoli-Salerno</li> </ul>		<p>Abruzzo Campania Emilia Romagna Friuli Venezia Giulia Lazio Liguria Lombardia Marche Molise Piemonte Puglia Toscana Umbria Veneto</p>	<p><u>Abruzzo:</u> Chieti, Pescara, Teramo</p> <p><u>Campania:</u> Avellino, Caserta, Napoli, Salerno</p> <p><u>Emilia Romagna:</u> Bologna, Ferrara, Forli- Cesena, Modena, Parma, Piacenza, Ravenna, Reggio nell'Emilia, Rimini</p> <p><u>Friuli Venezia Giulia:</u> Udine</p> <p><u>Lazio:</u> Frosinone, Rieti, Roma, Viterbo</p>		<p>Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi, in particolare : DPR 142/04, DM 29.11.00, DMA 16.03.98, DPCM 14.11.97</p>

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
				<p><u>Liguria:</u> Genova, Savona</p> <p><u>Lombardia:</u> Bergamo, Brescia, Como, Lodi, Milano, Varese</p> <p><u>Marche:</u> Ancona, Ascoli Piceno, Macerata, Pesaro e Urbino</p> <p><u>Molise:</u> Campobasso</p> <p><u>Piemonte:</u> Alessandria, Novara, Verbano- Cusio-Ossola, Vercelli</p> <p><u>Puglia:</u> Bari, Foggia, Taranto</p> <p><u>Toscana:</u> Arezzo,</p>		

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
				Firenze, Lucca, Pisa, Pistoia, Siena  <u>Umbria:</u> Perugia, Terni  <u>Veneto:</u> Belluno, Padova, Rovigo, Treviso, Venezia		
<b>ATIVA S.p.A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A5 - Torino-Ivrea-Quincinetto</li> <li>- Bretella A4/A5 - Ivrea-Santhià</li> <li>- Sistema Autostradale Tangenziale Torinese</li> <li>- Diramazione autostradale Torino-Pinerolo</li> </ul>	51,29 km 23,65 km 57,12 km  Tot. 132,06 Km	Piemonte	Torino	Santena Rivoli Beinasco Nichelino Banchette Quassolo Rivoli Orbassano Tavagnasco Borgofranco Moncalieri Leini Foglizzo Settimo	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi
<b>ATS Autostrada Torino Savona S.p.A</b>	Autostrada A6 – Torino-Savona	120 km	Piemonte Liguria	Torino Cuneo Savona	<u>Torino</u> : Carmagnola Moncalieri Villastellone	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					<u>Cuneo</u> : Bene Vagienna Caramagna Piemonte Carrù Cavallermaggiore Cervere Ceva Cherasco Fossano Leseugno Magliano Alpi Mondovì Montezemolo Niella Tanaro Priero Sale delle Langhe Sanfrè Sommariva del Bosco Trinità  <u>Savona</u> : Altare Cairo Montenotte Carcare Cosseria Millesimo Plodio Quiliano Rocavignale Savona	

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
<b>Autostrada del Brennero A22 S.p.A.</b>	Autostrada A22 del Brennero	313 km	- Emilia Romagna - Lombardia - Veneto Trentino Alto Adige	Modena Mantova Verona Trento Bolzano	<i>non indicati</i>	L. 447/95 DM 29/11/2000 DPR 142/2004
<b>Autostrada Brescia-Verona-Vicenza-Padova</b>	Autostrada A4 – Brescia-Padova Autostrada A31 – Vicenza-Piovene R. Tangenziale Est di Verona Tangenziale Ovest di Verona Raccordo di Vicenza Est Tangenziale di Brescia Est Tangenziale di Limena Tangenziale di Lonato	240 km	Lombardia Veneto	Brescia Verona Vicenza Padova	<u>Brescia</u> :  Bedizzole Borgosatollo Brescia Calcinato Castenedolo Desenzano del Garda Lonato Mazzano Montichiari Pozzolengo Rezzato  <u>Verona</u> :  Caldiero Castelnuovo del Garda Colognola ai Colli Lavagno Monteforte D'Alpone Peschiera del Garda San Bonifacio San Giovanni Lupatoto San Martino Buon	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					Albergo Soave Sommacampagna Sona Verona Villafranca di Verona  <u>Vicenza</u> :  Altavilla Vicentina Arcugnano Bolzano Vicentino Brendola Carrè Chiuppano Dueville Gambellara Grisignano di Zocco Grumolo delle Abbadesse Longare Malo Marano Vicentino Montebello Vicentino Montecchio Maggiore Montecchio Precalcino Monticello Conte Otto Piovene Rocchette Quinto Vicentino Sandrigo Sarcedo Thiene Torri di Quartesolo Vicenza	



GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					Villaverla Zanè  <u>Padova</u> :  Limena Mestrino Noventa Padovana Padova Rubano Vigonza Villafranca Padovana	
<b>Autocamionale della Cisa S.p.a.</b>	Autostrada A15 della Cisa	101 Km	- Emilia Romagna - Toscana - Liguria	- Parma - Massa Carrara - La Spezia	<u>Parma</u> :  Fontanellato Fontevivo Noceto Medesano Fornovo di Taro Solignano Varano de' Melegari Terenzo Valmozzola Berceto  <u>Massa Carrara</u> :  Pontremoli Filattiera Mulazzo Villafranca in Lunigiana	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					<p>Tresana  Licciana Nardi  Podenzana  Aulla</p> <p><u>La Spezia</u> :</p> <p>Santo Stefano di Magra  Vezzano Ligure</p>	
<b>Autostrada dei Fiori S.p.a.</b>	Autostrada A10 Savona – Ventimiglia – Confine Francese	113,3 km	Liguria	Savona Imperia	<p><u>Savona</u> :</p> <p>Savona  Quiliano  Vado Ligure  Spotorno  Noli  Vezi Portio  Orco Feglino  Calice Ligure  Finale Ligure  Tovo San Giacomo  Giustenice  Pietra Ligure  Loano  Boissano  Toirano  Borghetto Santo Spirito  Ceriale  Albenga  Cisano sul Neva</p>	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi.

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					Villanova d'Albenga Alassio Andora  <u>Imperia</u> :  San Bartolomeo al Mare Cervo Diano Marina Diano Castello Diano San Pietro Imperia San Lorenzo al Mare Civezza Costarainera Cipressa Santo Stefano al Mare Terzorio Pompeiana Castellaro Taggia San Remo Ospedaletti Bordighera Vallecrosia Camporosso Ventimiglia	
<b>Autostrade di Venezia e Padova S.p.A.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autostrada Venezia-Padova</li> <li>- Tangenziale Ovest di Mestre</li> <li>- Raccordo Autostradale per l'Aeroporto Marco Polo</li> </ul>	~41,80 km	Veneto	Venezia Padova	<i>Non indicati</i>	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
<b>Autovie Venete S.p.a.</b>	Autostrada A4 Venezia-Trieste Autostrada A23 Palmanova-Udine Autostrada A28 Portogruaro-Conegliano,	A4: ~km 126 A23: ~km 19 A28: ~km 36  Lo sviluppo dei tratti Autostradali non è riportato negli elaborati presentati. Le lunghezze dei tratti sono state pertanto desunte dalle progressive riportate negli elaborati grafici.	- Friuli Venezia Giulia - Veneto	Venezia Treviso Pordenone Udine Gorizia Trieste	<u>Udine</u> :  Aiello del Friuli Bagnarla Arsa Campolongo al Torre Castions di Strada Gonars Muzzana del Turgnano Palazzolo dello Stella Palmanova Pocenia Porpetto Ronchis San Vito al Torre Tapogliano Teor Torviscosa Visco Bicinicco Campoformido Pasion di Prato Pavia di Udine Pozzuolo del Friuli Santa Maria la Longa Udine  <u>Gorizia</u> :  Doberdò del Lago Fogliano Redipuglia Monfalcone Ronchi dei Legionari San Pier d'Isonzo Villesse	Sono richiamati i seguenti riferimenti normativi:  - L.Q n.447 del 26/10/95 - DM 16/03/98 - DPCM 14/11/97 - DM 29/11/2000 - DPR n.142 del 30/03/2004.

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					<p><u>Trieste</u> :</p> <p>Duino Aurisina</p> <p><u>Venezia</u> :</p> <p>Annone Veneto  Fossalta di Piave  Fossalta di Portogruaro  Marcon  Meolo  Noventa di Piave  Portogruaro  Quarto d'Altino (VE)  San Donà di Piave  San Michele al Tagliamento  Santo Stino di Livenza  Teglio Veneto  Venezia  Cinto Caomaggiore  Gruaro</p> <p><u>Treviso</u> :</p> <p>Casale sul Sile  Cessalto  Mogliano Veneto  Monastier di Treviso  Motta di Livenza  Gaiarine  Roncade</p>	

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					Salgareda <u>Pordenone</u> : Azzano Decimo Brugnera Chions Fiume Veneto Fontanafredda Porcia Pordenone Sacile Sesto al Reghena	
<b>Autostrade Centropadane S.p.a.</b>	Autostrada A21 - Piacenza-Brescia Diramazione per Fiorenzuola	Tratta Piacenza-Brescia : 73,613 km Diramazione per Fiorenzuola : 12,163 km	- Emilia Romagna - Lombardia	Piacenza Cremona Brescia	<u>Piacenza</u> : Piacenza Fiorenzuola Cortemaggiore Caorso S.Pietro in Cerro Monticelli d'Ongina Castelvetto Piacentino <u>Cremona</u> : Gerre de' Caprioli Cremona Persico Dosimo Gadesco Pieve Delmona Corte de' Frati <u>Brescia</u> :	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi a livello sia nazionale che regionale

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					Pontevico Alfianello S. Gervasio Bresciano Bassano Bresciano Manerbio Leno-Porzano Bagnolo Mella Poncarale Montirone Borgosatollo S. Zeno Brescia	
<b>SALT - Autostrada Ligure Toscana S.p.a.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autostrada A12 – Sestri Levante-Livorno</li> <li>- Autostrada A11 – Lucca Ovest-Viareggio</li> <li>- Autostrada A15 - S. Stefano di Magra-Fornola-La Spezia</li> </ul>	155 km	Liguria Toscana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genova</li> <li>- La Spezia</li> <li>- Massa Carrara</li> <li>- Lucca</li> <li>- Pisa</li> <li>- Livorno</li> </ul>	<u>Genova</u> :  Sestri Levante Casarza Ligure Castiglione Chiavarese Moneglia  <u>La Spezia</u> :  Deiva Marina Framura Carrodano Borghetto di Vara Brugnato Rocchetta di Vara Beverino Follo Calice al Cornoviglio Bolano Vezzano Ligure	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi.

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					S. Stefano Magra Sarzana Castelnuovo Magra Ortonovo Arcola La Spezia  <u>Massa Carrara</u> :  Podenzana Carrara Massa Montignoso  <u>Lucca</u> :  Forte dei Marmi Seravezza Pietrasanta Camaiore Massarosa Viareggio Lucca  <u>Pisa</u> :  Vecchiano S. Giuliano Terme Pisa  <u>Livorno</u> :  Collesalveti	



GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
SATAP S.p.a.	Autostrada A21 – Torino-Alessandria-Piacenza	165 Km	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Piemonte</li> <li>- Lombardia</li> <li>- Emilia Romagna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Torino</li> <li>- Asti</li> <li>- Alessandria</li> <li>- Pavia</li> <li>- Piacenza</li> </ul>	<p><u>Torino</u> :</p> <p>Cambiano (*) Santena Chieri Poirino Riva Presso Chieri</p> <p><u>Asti</u> :</p> <p>Villanova di Asti San Paolo Solbrito Dusino San Michele (*) Villafranca d'Asti Cantarana (*) Baldichieri d'Asti Asti Castello di Annone</p> <p><u>Alessandria</u> :</p> <p>Quattordio Felizzano Quargnento (*) Solero Alessandria Pietra Marazzi (*) Sale Tortona Castelnuovo Scrivia Pontecurone</p>	<p>DM 29/11/2000 DPR 142 del 30/03/2004 D.Lgs. 194 del 19/08/2005</p>

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					<p><u>Pavia</u> :</p> <p>Casei Gerola  Voghera  Pizzale (*)  Lungavilla  Montebello Della  Battaglia (*)  Verretto  Casteggio  Casatisma  Corvino San Quirico (*)  Robecco Pavese  Santa Giulietta (*)  Barbianello (*)  Redavalle  Broni  Stradella  Portalbera (*)  Arena Po</p> <p><u>Piacenza</u> :</p> <p>Castel San Giovanni  Sarmato  Rottofreno  Calendasco  Piacenza</p> <p>(*) Comuni considerati solo nell'ambito della Fase I del Piano</p>	

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
SAV S.p.a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autostrada A5 Quincinetto-Aosta</li> <li>- Tangenziale Aosta Est – Aosta Ovest</li> <li>- Raccordo autostradale alla Strada Statale SS27 del Gran San Bernardo</li> </ul>	65,6 Km	Piemonte Valle d'Aosta	Torino Aosta	<u>Torino</u> :  Quincinetto Carema  <u>Aosta</u> :  Pont Saint Martin Donnas Hone Bard Arnad Issogne Verres Champdepraz MontJovet Pontey (AO) Saint Vincent Chatillon Saint Denis Chambave Verrayes Fenis Nus Saint Marcel Brissogne Quart Pollein Saint Christophe Aosta Charvensod Gressan Jovencan	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi.

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					Sarre Gignod	
<b>S.A.T. Società Autostrada Tirrenica S.p.a.</b>	Autostrada A12 – Livorno-Civitavecchia - Livorno-Rosignano Marittimo	36,6 Km	Toscana	Pisa Livorno	<u>Pisa</u> :  Pisa Cascina Collesalveti Fauglia Orciano Pisano Sata Luce  <u>Livorno</u> :  Rosignano Marittimo	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi compresi quelli relativi alle infrastrutture concorsuali; in particolare DPR 142/04, DM 29.11.00, DMA 16.03.98, DPCM 14.11.97
<b>Strada dei Parchi S.p.a.</b>	Autostrada A24 - Roma-L'Aquila-Teramo Autostrada A25 - Roma-Pescara	281,4 Km	Abruzzo Lazio	Roma Rieti L'Aquila Teramo Pescara Chieti	<u>Roma</u> :  Roma Tivoli San Gregorio da Sassola Castel Madama Vicovaro Roviano Arsoli Riofreddo  <u>L'Aquila</u> :  Oricola Carsoli	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					Magliano dei Marsi Avezzano Celano Aielli Cerchio Collarmele Ortona dei Marsi Pratola Peligna L'Aquila  <u>Teramo</u> : Colledara Isola del Gran Sasso Basciano Penna Sant'Andrea Teramo <u>Rieti</u> :  Borgorose  <u>Pescara</u> :  Popoli Bussi sul Tirino Tocco da Casauria Castiglione a Casauria Torre dei Passeri Bolognano Scafa Alanno Manoppello Cepagatti	

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					<u>Chieti</u> : Chieti	
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>	A50 Tangenziale Ovest di Milano	31,5 Km	Lombardia	Milano	Milano Rho Pero Settimo Milanese Cesano Boscone Corsico Trezzano sul Naviglio Buccinasco Assago Rozzano Opera San Giuliano Milanese	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>	A51 Tangenziale Est di Milano	30,8 Km	Lombardia	- Milano - Monza e Brianza	<u>Milano</u> : Milano Cologno Monzese Carugate <u>Monza e Brianza</u> : Brugherio Agrate Brianza Vimercate Usmate-Velate	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi
<b>Milano Serravalle</b>	A52 Tangenziale Nord di Milano	12,9 Km	Lombardia	- Milano - Monza e	<u>Milano</u> :	Sono richiamati tutti

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
– Milano Tangenziali S.p.a.				Brianza	Sesto San Giovanni Cinisello Balsamo Paderno Dugnano  <i>Monza e Brianza</i>  Monza Muggiò	i principali riferimenti normativi
Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.	A54 Tangenziale Ovest di Pavia	8,4 Km	Lombardia	Pavia	Pavia	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi.
Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.	A7 Milano-Serravalle	86,3 Km	Piemonte Lombardia	Milano Pavia Alessandria	<i>Milano</i> :  Milano Assago Zibido Binasco Rognano Trivolzio  <i>Pavia</i> :  Bereguardo Zerbolò Groppello Cairoli Dorno Pieve Albignola Silvano Pietra Casei Gerola	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi

GESTORE	INFRASTRUTTURE GESTITE	Sviluppo complessivo del tratto autostradale	Regioni attraversate	Province attraversate	Comuni attraversati	Riferimenti normativi
					<i>Alessandria</i> : Castelnuovo Scivia Tortona Pozzolo Novi Ligure Serravalle Scivia	
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>	Raccordo Bereguardo-Pavia	12 Km	Lombardia	Pavia	Torre di Isola Pavia	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>	Variante di Lentate	5,5 Km	Lombardia	Monza e Brianza	Lentate sul Seveso	Sono richiamati tutti i principali riferimenti normativi



Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
<b>Autostrade per l'Italia</b>	<p>Il territorio interessato viene illustrato per mezzo di aerofotogrammetrie (a colori quando disponibili) o con uno sfondo desunto dalle carte tecniche regionali.</p> <p>Su ciascun elaborato sono riportate, con pallini colorati in giallo, tutte le ettometriche di ciascun tracciato. Per la realizzazione della cartografia vettoriale tridimensionale è stato impiegato il sistema LIDAR (Laser Impulse Detection And Ranking). I rilievi hanno riguardato una fascia di territorio, centrata sull'asse di ciascuna infrastruttura, di circa 550 m.</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono individuate con differenti colori sulle cartografie allegate.</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica delle sorgenti concorsuali presenti sono state riportate con diversi colori negli elaborati grafici. La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000. Gli effetti concorsuali delle varie sorgenti sono stati calcolati per tutti gli edifici che ricadono in zone</p>	<p>La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000. Sono state considerate le seguenti tipologie di infrastrutture concorsuali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- autostrade gestite da altre concessionarie;</li> <li>- strade extraurbane principali (S.S. e S.R.);</li> <li>- strade extraurbane secondarie (S.R. e S.P.);</li> <li>- strade urbane</li> </ul>	<p>Sono stati censiti e classificati, distinguendoli fra edifici abitativi, industriali/commerciali e ricettori sensibili, tutti i ricettori presenti nella fascia di 500 m posta a cavallo dell'infrastruttura. Tale attività è stata effettuata sulla base delle carte tecniche regionali, dei data base disponibili in rete e attraverso sopralluoghi effettuati, per i ricettori direttamente prospicienti l'infrastruttura autostradale, con veicoli muniti di telecamere.</p>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei recettori
			<p>in cui si verifica la sovrapposizione di una o più fasce concorsuali con quelle di competenza specifica di Autostrade per l'Italia. della A11 Firenze-Pisa e dell'A1 Milano-Napoli. Viene indicato che le strade comunali di grande comunicazione, non considerate in questa fase, saranno valutate nella fase di progettazione definitiva. La presenza di concorsualità, il numero di sorgenti</p>	<p>di scorrimento (S.R., S.S. o S.P.); - ferrovie.</p>	

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			concorsuali e l'eventuale variazione di limiti di un ricettore dovuta alla concorsualità sono deducibili dalla diversa campitura degli edifici, come riportato nella legenda delle tavole		
<b>ATIVA S.p.A</b>	Negli elaborati grafici di Fase I sono riportate le corografie di riferimento relative allo sviluppo complessivo dei tratti autostradali interessati dal Piano in scala 1:20.000 e 1:10.000. Sono inoltre riportate per ogni area critica/area di attenzione delle schede di documentazione composte da un stralcio cartografico dell'area in scala 1:10.000 e da ortofoto in scala 1:5.000.	Le fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture interessate dal Piano sono individuate negli elaborati grafici allegati	Negli elaborati grafici di Fase I allegati non risultano essere state rappresentate le fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture concorsuali.  Nella documentazione di Fase II non	Nella Relazione Gen. di Fase I viene indicato che, per la determinazione dei valori limite, è stato considerato l'apporto delle infrastrutture concorsuali. Viene dichiarato che al superamento dei limiti	I ricettori che risultano individuati sugli elaborati del Piano appartengono alle aree di criticità e di attenzione definite nel corso degli studi condotti, come dichiarato dal Gestore, in stretto coordinamento con la Provincia di Torino e tenendo conto dei risultati dei monitoraggi svolti dall'ARPA Piemonte. Le aree di criticità, poste all'interno di ciascuna macroarea, risultano così contrassegnate in relazione alla loro localizzazione: - aree A (ricadenti nella fascia 0-

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			sono evidenziati gli aspetti connessi alla considerazione delle situazioni di concorsualità che in alcuni casi può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento.	contribuiscono "entrambe (o tutte, nel caso di più di due) le infrastrutture presenti. In questi casi, in via preliminare, l'apporto delle infrastrutture compresenti, in genere due, è stato considerato equivalente, abbassando la soglia di determinazione della criticità di 3 dB(A)." Viene inoltre indicato che "Nella seconda fase del piano di contenimento e abbattimento del rumore questa assunzione verrà affinata,	100 m); - aree B (ricadenti nella fascia 100-250 m); - aree C (identificate come aree di attenzione, costituite da aree poste oltre i 250 m appartenenti alle classi I e II delle zonizzazioni acustiche comunali, nelle quali si verificano superamenti dei limiti). Nella Relazione Gen. Fase II è indicato che sono state individuate nel complesso 118 aree critiche sull'intera rete ATIVA, di cui viene riportato l'elenco.

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
				attraverso la ponderazione dell'effetto delle reali condizioni di traffico".	
<b>ATS Autostrada Torino Savona S.p.A</b>	Il territorio interessato viene illustrato per mezzo di aerofotogrammetrie a colori. Su ciascun elaborato sono riportate, con pallini colorati in giallo, tutte le ettometriche di ciascun tracciato, mentre l'indicazione numerica segue un passo di 500 m. Per la realizzazione della cartografia vettoriale tridimensionale è stato impiegato il sistema LIDAR (Laser Impulse Detection And Ranking). I rilievi hanno riguardato una fascia di territorio, centrata sull'asse di ciascuna infrastruttura, di circa 550 m.	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono individuate con differenti colori sulle cartografie allegate.	Viene indicato che sono state considerate le seguenti tipologie di infrastrutture concorsuali: autostrade gestite da altre concessionarie; strade extraurbane principali (S.S. e S.R.); strade extraurbane secondarie (S.R. e S.P.); strade urbane di scorrimento (S.R., S.S. o S.P.); ferrovie. Gli effetti	La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000.	Sono stati censiti e classificati, distinguendoli fra edifici abitativi, industriali/commerciali e ricettori sensibili, tutti i ricettori presenti nella fascia di 500 m posta a cavallo dell'infrastruttura. Tale attività è stata effettuata sulla base delle carte tecniche regionali, dei data base disponibili in rete e attraverso sopralluoghi effettuati, per i ricettori direttamente prospicienti l'infrastruttura autostradale, con veicoli muniti di telecamere.

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei recettori
			<p>concorsuali delle varie sorgenti sono stati calcolati per tutti gli edifici che ricadono in zone in cui si verifica la sovrapposizione di una o più fasce concorsuali con quelle di competenza specifica di ATS Autostrada Torino Savona S.p.A. Viene indicato che le strade comunali di grande comunicazione, non considerate in questa fase, saranno valutate nella fase di progettazione</p>		

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			definitiva. La presenza di concorsualità, il numero di sorgenti concorsuali e l'eventuale variazione di limiti di un ricettore dovuta alla concorsualità sono deducibili dalla diversa campitura degli edifici, come riportato nella legenda delle tavole.		
<b>Autostrada del Brennero A22 S.p.A.</b>	I risultati sono organizzati in Tavole: - planimetria area di intervento in formato A3 ed in scala ridotta (da 1:5.000 a 1:10.000); - mappe acustiche diurne e notturne in scala 1:10.000 Nella Relazione integrativa viene indicato che come cartografie di base sono state utilizzate le carte tecniche delle Regioni e Province	Sono individuate correttamente le 2 fasce di pertinenza: - prima fascia fino a 100 m dal ciglio esterno: Leq day 70 dB(A); Leq night 60 dB(A); - seconda fascia da 100 m fino a 250 m	Nella relazione descrittiva e negli allegati cartografici non sono state indicate, né riportate le fasce di pertinenza delle infrastrutture	La mancata considerazione nel piano delle situazioni di concorsualità può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni	Nella relazione descrittiva è indicato che i ricettori compresi nella fascia di pertinenza dei 250 m dall'infrastruttura non sono stati individuati e caratterizzati attraverso un censimento diretto, in quanto ciò avrebbe comportato un forte impegno economico. Pertanto, sono state individuate le aree potenzialmente disturbate

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
	<p>Autonome interessate in scala 1:10.000.</p> <p>L'aggiornamento al 2006 di queste cartografie è stato condotto mediante sopralluoghi diretti.</p> <p>Per riportare le carte nel sistema di riferimento UTM-WGS84 è stata effettuata un'unica trasformazione di coordinate per tutto il territorio di interesse in modo tale da garantire uniformità spaziale.</p>	<p>dal ciglio esterno: Leq day 65 dB(A); Leq night 55 dB(A)</p>	<p>concorsuali presenti.</p>	<p>acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento.</p> <p>Pertanto, tenuto conto che l'Art.2, comma 4 del DM 29/11/2000, lettera b), stabilisce che il Piano di risanamento deve contenere "l'indicazione delle eventuali altre infrastrutture dei trasporti concorrenti all'immissione nelle aree in cui si abbia il superamento dei limiti", sono state richieste al Gestore le necessarie integrazioni.</p>	<p>ubicata nella fascia di 250 m dall'asse stradale, associando ai ricettori compresi al loro interno un numero potenziale di abitanti o densità abitativa. Tale operazione è stata svolta utilizzando l'applicativo di Autocad denominato MapNoise.</p> <p>Dette aree sono state individuate assumendo come riferimento i limiti notturni.</p> <p>Nella relazione descrittiva è indicato che sono stati individuati i ricettori sensibili.</p>



Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei recettori
<b>Autostrada Brescia- Verona- Vicenza- Padova</b>	<p>Il territorio interessato viene illustrato per mezzo di aerofotogrammetrie.</p> <p>Per la realizzazione della cartografia vettoriale tridimensionale è stato impiegato il sistema LIDAR (Laser Impulse Detection And Ranking). I rilievi hanno riguardato una fascia di territorio di circa 550 m, centrata sull'asse di ciascun tratto in gestione di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd.</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono individuate con differenti colori sulle cartografie allegate.</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica delle sorgenti concorsuali presenti sono state riportate con diversi colori negli elaborati grafici di Fase 1.</p>	<p>La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000. Gli effetti concorsuali delle varie sorgenti sono stati calcolati per tutti gli edifici che ricadono in zone in cui si verifica la sovrapposizione di una o più fasce concorsuali con quelle di competenza specifica di Autostrada Bs-</p>	<p>Sono stati censiti e classificati, distinguendoli fra edifici abitativi, industriali/commerciali e recettori sensibili, tutti i recettori presenti nella fascia di 500 m posta a cavallo dell'infrastruttura. Tale attività è stata effettuata sulla base delle carte tecniche regionali, dei data base disponibili in rete e attraverso sopralluoghi effettuati, per i recettori direttamente prospicienti l'infrastruttura autostradale, con veicoli muniti di telecamere.</p>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
				Vr-Vi-Pd S.p.A.	
<b>Autocamionale della Cisa S.p.a.</b>	<p>Come cartografia di riferimento, per il tratto emiliano è stato utilizzata una restituzione 3D di un volo aereo eseguito nel novembre 2006 per conto dell'Autocamionale della Cisa S.p.A.; tale volo è stato realizzato per una fascia ampia 400 m circa per lato dell'infrastruttura, integrata con cartografia tecnica regionale raster utilizzata per punti quotati e isolivello al fine di definire il territorio oltre i 400 m di distanza dal tracciato</p> <p>Per il tratto toscano e ligure, come base cartografica, è stata utilizzata la cartografia vettoriale regionale che ha garantito le informazioni in 3D di tutto il territorio per più di 1 km per lato dall'infrastruttura. Tutta la cartografia è stata aggiornata con lo stato di edificazione al maggio 2007 nell'ambito della fascia di pertinenza, sulla base di sopralluoghi di campo.</p>	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono riportate negli elaborati cartografici presenti in ciascuna scheda comunale.	Sono state considerate 13 infrastrutture concorsuali (2 autostrade, 5 strade statali, 3 strade provinciali e 3 linee ferroviarie). Le relative fasce di pertinenza sono riportate, per ciascuna di esse, negli elaborati cartografici presenti per ciascun comune interessato.	La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000 nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi gli stessi limiti. Invece, nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi limiti differenti, la determinazione dei valori del	Per tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono riportate le destinazioni d'uso. Sono presenti tavole dove sono riportate le destinazioni d'uso di ciascun ricettore; sono presenti tavole dove sono riportate le altezze di tutti i ricettori residenziali e sensibili. Per il calcolo dell'indice di priorità sono stati considerati solo i ricettori sensibili e quelli residenziali.

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
				<p>livello di soglia è stata ottenuta attraverso una procedura non prevista dall'All. 4 del DM 29/11/2000, che dà luogo ad una riduzione paritetica dei valori limite da adottare. In relazione a ciò i valori limite adottati per gli interventi di risanamento, per il calcolo dell'indice di priorità degli interventi e, quindi, per il calcolo della percentuale dell'attività di risanamento dovuta alla singola sorgente, possono essere</p>	

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei recettori
				non conformi a quanto previsto dal DM 29/11/2000. Da ciò ne consegue, in particolar modo per la fascia A, una valutazione più contenuta degli interventi di risanamento necessari.	
<b>Autostrada dei Fiori S.p.a.</b>	Per la realizzazione del modello 3D dell'infrastruttura autostradale, dell'ambiente di propagazione e dell'edificato è stato utilizzato il rilievo svolto dalla AdF S.p.a. e la cartografia tecnica della Regione Liguria disponibile in scala 1:5.000. Viene indicato che la cartografia è stata aggiornata al mese di settembre-ottobre 2005 sulla base di specifici sopralluoghi che hanno permesso di riportare gli edifici di nuova costruzione.	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono individuate con differenti colori sulle cartografie riportate all'interno degli Allegati contenenti le schede di sintesi di ciascun comune interessato.	Nella Relazione tecnico descrittiva di Fase I viene indicato che la verifica di concorsualità è stata limitata alle infrastrutture stradali e ferroviarie maggiori per le quali gli enti gestori hanno fornito le	La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000 nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di	Per tutti i ricettori situati all'interno delle fasce di pertinenza acustica è stato svolto un censimento di dettaglio con restituzione di schede per tutti quelli a destinazione residenziale. Sono presenti tavole dove sono riportate le destinazioni d'uso di ciascun ricettore; sono presenti tavole dove sono riportate le altezze di tutti i ricettori residenziali o sensibili. Le verifiche svolte hanno permesso di individuare una serie di edifici classificati come disabitati o ruderi. E' stato

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			informazioni minime richieste in termini di dati di traffico (TGM, % traffico giorno/notte, % di veicoli pesanti, velocità di percorrenza, ...) e di esercizio ferroviario. Sono state considerate pertanto 11 infrastrutture (10 stradali e 1 ferroviaria) e le relative fasce di pertinenza sono riportate con differenti colori negli elaborati cartografici.	pertinenza aventi gli stessi limiti. Invece, nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi limiti differenti, la determinazione dei valori del livello di soglia è stata ottenuta attraverso una procedura non prevista dall'All. 4 del DM 29/11/2000, che dà luogo ad una riduzione paritetica dei valori limite da adottare.	ritenuto prudenziale non escludere dal piano di risanamento questi edifici a meno dei casi rappresentati dai ruderi.
<b>Autostrade di Venezia e Padova S.p.A.</b>	La cartografia utilizzata per la redazione degli elaborati grafici è stata realizzata sulla base di un rilievo digitale dell'intera rete di competenza effettuato, con il	Le fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture stradali interessate dal Piano sono individuate negli	Nella documentazione presentata dal Gestore non sono evidenziati	La non considerazione nel piano delle situazioni di concorsualità	Tutti i ricettori presenti nelle fasce A e B di pertinenza dell'infrastruttura, sono stati individuati e censiti sulla base della loro destinazione d'uso.

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
	sistema "Laser range finder", per una fascia di circa 300 m a partire dal ciglio autostradale	elaborati grafici allegati con colori non differenziati.	gli aspetti connessi alle situazioni di concorsualità. Anche negli elaborati grafici allegati non risultano essere state rappresentate le fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture concorsuali esistenti.	può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento. Pertanto, tenuto conto di quanto previsto dall'Art.2, comma 4 del DM 29/11/2000, lettera b), sono state richieste le necessarie integrazioni in merito agli aspetti di concorsualità.	
<b>Autovie Venete S.p.a.</b>	Nella relazione è dichiarato che relativamente alla fascia di competenza acustica (territorio compreso entro 250 m dall'asse autostradale) sono state digitalizzate e vettorializzate tutte le	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono descritte nella Relazione di sintesi e	E' stato preso in esame un corridoio di indagine di 500 metri a cavallo delle	Per il calcolo dei valori limite derivanti dall'interferenza di tutte le sorgenti	All'interno delle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture in concessione alla S.p.A Autovie Venete, per complessivi 250 m dal ciglio autostradale, nella regione Friuli

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
	<p>infrastrutture di trasporto ed è stato elaborato il materiale grafico originale (dati grezzi, dati laser, ortofoto, features, DTM) risultante dal rilievo eseguito con elicottero nel 1999, integrato con la carta tecnica numerica regionale. L'integrazione ha riguardato la features d'orografia del territorio, le infrastrutture di trasporto ed i principali elementi interferenti con la propagazione sonora nelle fasce di territorio adiacenti a quelle di competenza per ulteriori 100 m. Si rileva che alcune tipologie di elaborati grafici presentati sono privi della base cartografica di riferimento.</p>	sono individuate con colori differenti negli elaborati grafici allegati.	<p>infrastrutture oggetto di studio. All'interno di tale corridoio sono state individuate 31 sorgenti concorsuali. Tali infrastrutture concorsuali sono strade statali, provinciali e comunali di scorrimento. In questa fase dello studio non sono state considerate le sorgenti concorsuali definite come strade urbane di quartiere e locali. Negli elaborati grafici presentati non sono state</p>	<p>considerate è stato applicato quanto previsto dall'All. 4 del DM 29/11/2000. A tal fine, nel 2002, è stata effettuata una campagna di monitoraggio in 11 siti per caratterizzare, mediante rilievi acustici diretti e contemporanei rilievi di traffico, le infrastrutture concorsuali.</p>	<p>Venezia Giulia non è presente alcun ricettore sensibile, mentre nella regione Veneto è presente un solo edificio scolastico, individuato negli allegati grafici prodotti.</p> <p>Per il calcolo degli indici di priorità è stata seguita la procedura di cui all'All. 1 del DM 29/11/2000.</p> <p>Negli elaborati grafici sono individuati tutti i ricettori all'interno delle fasce di pertinenza di 250 m e tutti i ricettori sensibili nel corridoio di indagine di 500 metri, censiti ma non utilizzati al fine del calcolo delle priorità d'intervento.</p>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			riportate le infrastrutture concorsuali e le relative fasce di pertinenza.		
<b>Autostrade Centropadane S.p.a.</b>	<p>Come cartografia di riferimento, è stato utilizzato il rilievo aerofotogrammetrico 3D eseguito nella primavera del 2007 esteso fino a circa 1.000 m per lato, integrato sulla base di sopralluoghi di campo che hanno consentito anche il censimento delle barriere antirumore attualmente esistenti</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono riportate negli elaborati cartografici presenti in ciascuna scheda di sintesi comunale.</p>	<p>Sono state considerate 26 infrastrutture concorsuali (2 autostrade, 2 strade statali, 8 strade provinciali, 10 strade provinciali o comunali minori e 4 linee ferroviarie). Le relative fasce di pertinenza sono riportate, per ciascuna di esse, negli elaborati cartografici presenti nelle schede di sintesi di ciascun comune</p>	<p>La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000 nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi gli stessi limiti. Invece nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza</p>	<p>Per tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono riportate le destinazioni d'uso. Sono presenti tavole dove sono riportate le destinazioni d'uso di ciascun ricettore; sono presenti tavole dove sono riportate le altezze di tutti i ricettori residenziali e sensibili. Per il calcolo dell'indice di priorità sono stati considerati solo i ricettori sensibili e quelli residenziali.</p>



Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			interessato; Sono state considerate 26 infrastrutture concorsuali (2 autostrade, 2 strade statali, 8 strade provinciali, 10 strade provinciali o comunali minori e 4 linee ferroviarie). Le relative fasce di pertinenza sono riportate, per ciascuna di esse, negli elaborati cartografici presenti nelle schede di sintesi di ciascun comune interessato.	aventi limiti differenti, la determinazione dei valori del livello di soglia è stata ottenuta attraverso una procedura non prevista dall'All. 4 del DM 29/11/2000, che dà luogo ad una riduzione paritetica dei valori limite da adottare. In relazione a ciò i valori limite adottati per gli interventi di risanamento, per il calcolo dell'indice di priorità degli interventi e, quindi, per il calcolo della percentuale dell'attività di risanamento	

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
				dovuta alla singola sorgente, possono essere non conformi a quanto previsto dal DM 29/11/2000. Da ciò ne consegue, in particolar modo per la fascia A, una valutazione più contenuta degli interventi di risanamento necessari.	
<b>SALT - Autostrada Ligure Toscana S.p.a.</b>	Per la redazione degli elaborati grafici sono state utilizzate le carte tecniche regionali della Liguria e della Toscana in scala 1:10.000 e 1:5.000 e la base aerofotogrammetrica in scala 1:2.000 (ed in parte in scala 1:1.000) fornita dalla SALT.  Per la parte Toscana è stata effettuata anche un'indagine ricognitiva lungo i tracciati delle	Le fasce di pertinenza dell'infrastruttura sono riportate con colori diversi negli elaborati grafici relativi al territorio toscano.  Negli elaborati grafici relativi al tratto ligure non sono riportate le fasce di	Nella relazione generale, relativamente alla Regione Liguria, viene indicato che sono state prese in considerazione solo le emissioni relative all'infrastruttura	Relativamente al tratto toscano, tenuto conto di quanto evidenziato dal Gestore in merito alla mancata considerazione degli aspetti connessi alla	Per il tratto ligure viene indicato che sono stati presi in considerazione solo i ricettori ad uso residenziale.  Nel tratto toscano, a seguito dell'aggiornamento cartografico effettuato attraverso indagini ricognitive, sono state individuate le costruzioni realmente adibite ad uso residenziale. Nel complesso, sono stati individuati:

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
	autostrade A11 e A12 al fine di identificare le costruzioni adibite ad uso abitativo ed aggiornare la cartografia a disposizione.	pertinenza acustica	<p>stradale di interesse; a tale proposito viene dichiarato che le altre infrastrutture intersecanti o adiacenti la carreggiata autostradale (ferrovie, viabilità ordinaria, ...) non determinano contributi rilevanti rispetto ai livelli registrati nel corso delle misure effettuate in situ.</p> <p>Relativamente al tratto toscano, nella relazione generale, viene evidenziato che</p>	<p>presenza di un'altra infrastruttura concorsuale in corrispondenza delle aree Pisa 5, Pisa 6, Pisa 7 e Pisa 3, sono state richieste le necessarie integrazioni atte ad ottemperare a quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000.</p>	<p>4 strutture sanitarie; 5 strutture scolastiche; 2.935 edifici residenziali ed 1 area di particolare tutela ambientale. Negli elaborati grafici allegati i ricettori sensibili sono evidenziati con colore grigio.</p>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei recettori
			alcuni siti (Pisa 5, Pisa 6, Pisa 7 e Pisa 3) risultano interessati dall'immissione di rumore proveniente dall'infrastruttura a in oggetto e da una seconda infrastruttura di competenza ANAS. A tale riguardo la SALT ha rappresentato al Compartimento ANAS di Firenze la propria disponibilità a definire azioni congiunte per la misurazione, modellizzazione, progettazione, finanziamento e realizzazione delle opere necessarie per		

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			<p>conseguire i migliori effetti di contenimento e/o abbattimento, contenendo i relativi costi.</p> <p>In merito al tratto ligure è stato richiesto di fornire le necessarie informazioni atte verificare la non significatività delle sorgenti concorsuali presenti.</p>		
<b>SATAP S.p.a.</b>	Per la realizzazione del modello 3D dell'infrastruttura autostradale, dell'ambiente di propagazione e dell'edificato è stato utilizzato il rilievo svolto da SATAP S.p.a. nel 2001, integrato, per le zone non coperte da tale rilievo, dalla cartografia tecnica regionale disponibile in scala 1:5.000. II	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono individuate con differenti colori sulle cartografie riportate all'interno degli Allegati contenenti le	Nella Relazione tecnico descrittiva di Fase I viene indicato che la verifica di concorsualità è stata limitata alle	La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto	Per tutti i ricettori situati all'interno della fascia A di pertinenza acustica (100 m per lato dell'infrastruttura) è stato svolto un censimento di dettaglio con restituzione di schede per tutti quelli a destinazione residenziale. Una scheda analoga è stata predisposta anche per

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei recettori
	rilievo 3D, in scala 1:1000, copre una fascia di circa 60÷100 m dal ciglio autostradale, mentre il rilievo 2D è esteso fino a circa 500 m dallo stesso ciglio. Viene indicato che la cartografia è stata aggiornata al mese di ottobre-novembre 2005 sulla base di specifici sopralluoghi, svolti all'interno della fascia di pertinenza di 250 m, che hanno permesso di riportare gli edifici di nuova costruzione ed il rilievo delle altezze degli stessi.	schede di sintesi di ciascun comune interessato.	infrastrutture stradali e ferroviarie maggiori per le quali gli enti gestori hanno fornito le informazioni minime richieste in termini di dati di traffico (TGM, % traffico giorno/notte, % di veicoli pesanti, velocità di percorrenza, ...) e di esercizio ferroviario. Sono state considerate pertanto 15 infrastrutture (13 stradali e 2 ferroviarie) e le relative fasce di pertinenza sono riportate con differenti colori negli elaborati	richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000 nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi gli stessi limiti. Invece, nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi limiti differenti, la determinazione dei valori del livello di soglia è stata ottenuta attraverso una procedura non prevista dall'All. 4 del DM 29/11/2000, che dà luogo ad una riduzione paritetica dei valori limite da	tutti i recettori sensibili identificati nel corso dei sopralluoghi, sia in fascia A che in fascia B. Sono presenti tavole dove sono riportate le destinazioni d'uso di ciascun ricettore; sono presenti tavole dove sono riportate le altezze di tutti i recettori residenziali o sensibili. Le verifiche svolte hanno permesso di individuare una serie di edifici classificati come disabitati o ruderi. E' stato ritenuto prudentiale non escludere dal piano di risanamento questi edifici a meno dei casi rappresentati dai ruderi. Il controllo delle destinazioni d'uso è stato svolto tramite consultazione delle foto satellitari e sopralluoghi in campo.

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			cartografici.	adottare.	
<b>SAV S.p.a.</b>	La base cartografica utilizzata per la realizzazione del modello 3D dell'infrastruttura autostradale, dell'ambiente di propagazione e dell'edificato è derivata dalle carte tecniche delle Regioni Valle d'Aosta e Piemonte, integrate dai rilievi svolti dalla SAV e da censimenti di aggiornamento effettuati mediante verifiche in situ. Il rilievo planoaltimetrico della SAV in 3D è in scala 1:1.000 ed ha una copertura di circa 150 m dal ciglio autostradale. Viene indicato che la cartografia è stata aggiornata al mese di ottobre-novembre 2005 sulla base di specifici sopralluoghi, che hanno permesso di riportare gli edifici di nuova costruzione ed il rilievo delle altezze degli stessi.	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono individuate con differenti colori su tutti gli elaborati grafici allegati di Fase I e Fase II.	Nella Relazione tecnico descrittiva di Fase I viene indicato che le infrastrutture di trasporto principali che interessano acusticamente le fasce di pertinenza della A5 sono rappresentate da strade statali (SS26, SS27), strade provinciali (SP69), strade regionali (SR2, SR4, SR6, SR10), strade comunali e dalla linea ferroviaria Ivrea-Aosta e le relative fasce di pertinenza sono riportate con	La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000 nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi gli stessi limiti. Invece, nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi limiti differenti, la determinazione dei valori del	E' stato svolto un censimento dettagliato in Fascia A con restituzione di schede per tutti i ricettori residenziali presenti; in Fascia B, è stato attuato invece un riconoscimento generale delle destinazioni d'uso presenti e dei parametri necessari alla modellazione acustica non acquisibili direttamente dalle basi cartografiche. Una scheda di dettaglio è stata predisposta inoltre per tutti i ricettori sensibili identificati nel corso dei sopralluoghi, sia in fascia A che in fascia B. Nell'ambito della Fase II sono stati svolti ulteriori verifiche e aggiornamenti sui ricettori considerati.

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			differenti colori negli elaborati cartografici.	livello di soglia è stata ottenuta attraverso una procedura non prevista dall'All. 4 del DM 29/11/2000, che dà luogo ad una riduzione paritetica dei valori limite da adottare.	
<b>S.A.T. Società Autostrada Tirrenica S.p.a.</b>	Come base cartografica di riferimento è stata utilizzata una ortofoto in scala 1:5.000 derivata da una ripresa aerea a colori del luglio 2000 che copre una fascia di circa 1 km a cavallo del tracciato autostradale. Per l'elaborazione del modello del terreno è stata invece utilizzata una cartografia tridimensionale in scala 1:1.000 che copre una fascia di circa 160 m a cavallo dell'autostrada, integrata con cartografia numerica regionale in scala 1:10.000	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono descritte nella Relazione generale presentata dal Gestore e individuate con differenti colori sulle cartografie riportate all'interno degli Allegati	Sono presenti 9 sorgenti concorsuali (8 infrastrutture stradali e 1 ferroviaria). Le relative fasce di pertinenza sono riportate, per ciascuna di esse, negli elaborati cartografici.	La procedura seguita per la determinazione dei valori del livello di soglia in presenza di sorgenti concorsuali rispetta quanto richiesto dall'All. 4 del DM 29/11/2000 nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza	Per tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono riportate le destinazioni d'uso suddivise per edifici residenziali, edifici produttivi e altro (magazzini, depositi, baracche, etc.). Nella relazione generale viene dichiarato che all'interno della fascia di 250 m per lato dell'infrastruttura non sono presenti ricettori sensibili (scuole, ospedali e case di cura o di riposo).



Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei recettori
				<p>aventi gli stessi limiti. Invece, nei casi in cui il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza aventi limiti differenti, la determinazione dei valori del livello di soglia è stata ottenuta attraverso una procedura non prevista dall'All. 4 del DM 29/11/2000, che dà luogo ad una riduzione paritetica dei valori limite da adottare. In relazione a ciò i valori limite adottati per gli interventi di risanamento, per il calcolo dell'indice di</p>	

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
				priorità degli interventi e, quindi, per il calcolo della percentuale dell'attività di risanamento dovuta alla singola sorgente, possono essere non conformi a quanto previsto dal DM 29/11/2000. Da ciò ne consegue, in particolar modo per la fascia A, una valutazione più contenuta degli interventi di risanamento necessari.	
<b>Strada dei Parchi S.p.a.</b>	Tutte le corografie di riferimento riportate nelle cartelle di ciascun comune interessato sono in scala 1:100.000. Gli stralci dei PRG dei Comuni	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono descritte a pag. 15	Le fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture concorsuali	I valori limite adottati come riferimento in presenza di infrastrutture	L'individuazione dei ricettori è stata effettuata utilizzando le cartografie a disposizione ed effettuando un censimento in campo dei ricettori.

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
	<p>interessati e delle zonizzazioni acustiche (laddove presenti) sono stati riportati su cartografia tecnica regionale in scala 1:5.000. Le basi cartografiche utilizzate per le "Planimetrie generali dei ricettori e dei punti di misura" e per le "Planimetrie di intervento" sono in scala 1:2.000, ottenute come ingrandimento delle carte tecniche regionali in scala 1:5.000 delle Regioni Lazio e Abruzzo. Per l'analisi morfologica delle caratteristiche del territorio viene indicato che sono state utilizzate cartografie aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che dei comuni. Le scale cartografiche utilizzate non sono coerenti con quelle indicate nel DM 29/11/2000 All. 2. Inoltre delle carte tecniche regionali utilizzate non viene indicato l'anno di riferimento.</p> <p>Nella "Relazione Roma"<sup>3</sup> le uniche cartografie allegare sono le "Planimetrie di mitigazione acustica" costituite da una riduzione in formato A3 di un originale in scala</p>	<p>della Relazione e individuate con differenti colori sulle planimetrie allegate alle cartelle di ciascun comune.</p>	<p>sono state individuate per i seguenti comuni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Provincia di Roma: Vicovaro, Roviano, Arsoli, Riofreddo;</li> <li>- Provincia di Rieti: Borgorose;</li> <li>- Provincia di L'Aquila: Oricola, Carsoli, L'Aquila, Avezzano, Celano, Aielli, Collaromele, Ortona dei Marsi, Prato La Peligna;</li> <li>- Provincia di Teramo: Isola del Gran Sasso;</li> <li>- Provincia di Pescara: Popoli, Bussi sul Tirino, Castiglione a Casauria, Torre</li> </ul>	<p>concorsuali sono indicati nell'allegato B riportato nelle relazioni per ciascun comune. La metodologia utilizzata per la definizione di tali limiti non viene però esplicitata. Nella "Relazione Roma" non sono state individuate le fasce di pertinenza acustica sia dell'infrastruttura a principale sia delle infrastrutture concorsuali. Queste ultime sono solo citate nella relazione.</p>	<p>Nel corso di tale censimento, tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono stati caratterizzati sulla base delle seguenti destinazioni d'uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- residenziale,</li> <li>- produttivo/industriale,</li> <li>- sensibile,</li> <li>- terziario,</li> <li>- adibito a luogo di culto,</li> <li>- altro.</li> </ul> <p>La fascia di pertinenza acustica è stata estesa a 500 m dall'infrastruttura per l'individuazione dei ricettori sensibili (scuole, ospedali e case di cura o di riposo). Nella "Relazione Roma" i ricettori risultano individuati su una base cartografica ottenuta come riduzione fotografica di un elaborato originale in scala 1:2.000, senza scala metrica di riferimento e indicazione delle fasce di pertinenza acustica; pertanto non è stato possibile individuare la corretta collocazione dei ricettori considerati</p>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
	1:2.000		dei Passeri, Bolognano, Scafa, Alanno, Manoppello, Cepagatti - Provincia di Chieti: Chieti.		
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A50)</b>	<p>Le corografie relative allo sviluppo complessivo della infrastruttura sono in scala 1:10.000. Le corografie comunali riportate per ciascun comune interessato sono in scala 1:5.000. I PRG dei Comuni e le zonizzazioni acustiche (laddove presenti) sono stati riportati su stralci cartografici senza indicazione di scale di riferimento. Le basi cartografiche utilizzate per le "Planimetrie generali dei ricettori e dei punti di misura" sono in scala 1:5.000. Per le "Planimetrie di intervento", sono stati utilizzati stralci planimetrici che non riportano la scala di riferimento. Nelle cartografie utilizzate non viene indicata né la fonte né l'anno di riferimento.</p>	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono descritte nelle Relazioni e individuate con differenti colori sulle planimetrie allegate per ciascun comune.	Nella relazione metodologica generale, relativamente alle situazioni in cui sono presenti più infrastrutture lineari, viene indicato che in questa fase del piano ciascun Gestore deve verificare il rumore prodotto dalla propria infrastruttura e che la Regione interessata "... dovrà tenere conto dei Piani presentati dai	La mancata considerazione nel piano delle situazioni di concorsualità può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento.	L'individuazione dei ricettori è stata effettuata utilizzando le cartografie a disposizione ed effettuando un censimento dei ricettori contestualmente alla campagna di misure fonometriche. Nel corso di tale censimento, tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono stati caratterizzati sulla base delle destinazioni d'uso e così raggruppati: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ricettori residenziali,</li> <li>- ricettori sensibili,</li> <li>- altri ricettori.</li> </ul>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			<p>vari Gestori, stabilire i limiti, scegliere il tipo di intervento più adatto, attribuire a ciascuno le quote di spesa".</p> <p>Nelle relazioni di ciascun comune interessato dalla tangenziale viene indicata la presenza o meno di infrastrutture concorsuali nelle vicinanze delle aree indagate. L'indicazione delle fasce di pertinenza concorsuali è riportata solo sugli elaborati grafici dei Comuni</p>		

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			interessati.		
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A51)</b>	<p>Le corografie di riferimento relative allo sviluppo complessivo della infrastruttura sono in scala 1:10.000.</p> <p>Tutti gli elaborati grafici allegati (corografie comunali, stralci PRG, planimetrie ricettori e punti di misura, planimetrie di intervento, planimetrie e sezioni con isofoniche) sono costituiti da stralci cartografici senza alcuna indicazione delle scale di riferimento.</p> <p>Nelle cartografie utilizzate non viene indicata né la fonte né l'anno di riferimento.</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono individuate con differenti colori sulla corografia generale e sugli stralci cartografici allegati.</p>	<p>Nella relazione metodologica generale, relativamente alle situazioni in cui sono presenti più infrastrutture lineari, viene indicato che in questa fase del piano ciascun Gestore deve verificare il rumore prodotto dalla propria infrastruttura. Viene altresì dichiarato che la Regione, come previsto dall'art. 4 comma 3 del decreto, "... dovrà tener conto dei Piani presentati dai vari Gestori e procedere al</p>	<p>La mancata considerazione nel piano delle situazioni di concorsualità può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento.</p>	<p>L'individuazione dei ricettori è stata effettuata utilizzando le cartografie a disposizione ed effettuando un censimento dei ricettori contestualmente alla campagna di misure fonometriche. Nel corso di tale censimento, tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono stati caratterizzati sulla base delle destinazioni d'uso e così raggruppati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ricettori residenziali,</li> <li>- ricettori sensibili,</li> <li>- altri ricettori</li> </ul>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			<p>coordinamento promuovendo un accordo fra i soggetti finalizzato a stabilire i limiti precisi, scegliere il tipo di intervento più adatto, attribuire a ciascuno le quote di spesa". Nello studio non sono state considerate le infrastrutture concorsuali presenti anche in corrispondenza delle aree indagate. In nessun elaborato è riportata l'indicazione grafica di fasce di pertinenza concorsuali.</p>		

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A52)</b>	<p>Le corografie di riferimento relative allo sviluppo complessivo della Tangenziale Nord sono in scala 1: 20.000.</p> <p>Le corografie comunali riportate per ciascun comune interessato sono in scala 1: 10.000.</p> <p>I stralci dei PRG dei Comuni e delle zonizzazioni acustiche (laddove presenti) sono stati riportati su cartografia tecnica regionale ingrandita alla scala 1: 5.000.</p> <p>Le basi cartografiche utilizzate per le "Planimetrie generali dei ricettori e dei punti di misura" e per le "Planimetrie di intervento" sono in scala 1: 2.000, ottenute come ingrandimento della carta tecnica regionale.</p> <p>Nelle cartografie utilizzate non viene indicata né la fonte né l'anno di riferimento.</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono descritte nella Relazione e individuate con differenti colori sulle planimetrie allegate per ciascun comune.</p>	<p>Nella relazione metodologica generale, relativamente alle situazioni in cui sono presenti più infrastrutture lineari, viene indicato che in questa fase del piano ciascun Gestore deve verificare il rumore prodotto dalla propria infrastruttura e che la Regione interessata "... dovrà tenere conto dei Piani presentati dai vari Gestori e procedere al coordinamento promuovendo, come previsto dall'art. 4 comma 3 del decreto, un</p>	<p>La mancata considerazione nel piano delle situazioni di concorsualità può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento.</p>	<p>L'individuazione dei ricettori è stata effettuata utilizzando le cartografie a disposizione ed effettuando un censimento dei ricettori contestualmente alla campagna di misure fonometriche.</p> <p>Nel corso di tale censimento, tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono stati caratterizzati sulla base delle destinazioni d'uso e così raggruppati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ricettori residenziali,</li> <li>- ricettori sensibili,</li> <li>- altri ricettori.</li> </ul>



Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			<p>accordo fra i soggetti finalizzato a stabilire i limiti precisi, scegliere il tipo di intervento più adatto, attribuire a ciascuno le quote di spesa".</p> <p>Infrastrutture concorsuali nelle vicinanze delle aree indagate sono state individuate nei Comuni di Sesto San Giovanni, Monza e Cinisello Balsamo.</p> <p>L'indicazione delle fasce di pertinenza concorsuali è riportata sugli elaborati grafici dei comuni</p>		

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			interessati.		
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A54)</b>	<p>La corografia di riferimento relativa allo sviluppo complessivo dell'infrastruttura è in scala 1:10.000.</p> <p>Tutti gli elaborati grafici allegati (corografia comunale, stralcio PRG, planimetrie ricettori e punti di misura, planimetrie di intervento, planimetria e sezioni con isofoniche) sono costituiti da stralci cartografici senza alcuna indicazione delle scale di riferimento.</p> <p>Nelle cartografie utilizzate non viene indicata né la fonte né l'anno di riferimento.</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono individuate con differenti colori sulla corografia generale e sugli stralci cartografici allegati.</p>	<p>Nella relazione metodologica generale, relativamente alle situazioni in cui sono presenti più infrastrutture lineari, viene indicato che in questa fase del piano ciascun Gestore deve verificare il rumore prodotto dalla propria infrastruttura. Viene altresì dichiarato che la Regione, come previsto dall'art. 4 comma 3 del decreto, "... dovrà tener conto dei Piani presentati dai vari Gestori e procedere al</p>	<p>La mancata considerazione nel piano delle situazioni di concorsualità può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento.</p>	<p>L'individuazione dei ricettori è stata effettuata utilizzando le cartografie a disposizione ed effettuando un censimento dei ricettori contestualmente alla campagna di misure fonometriche.</p> <p>Nel corso di tale censimento, tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono stati caratterizzati sulla base delle destinazioni d'uso e così raggruppati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ricettori residenziali,</li> <li>- ricettori sensibili,</li> <li>- altri ricettori.</li> </ul>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			<p>coordinamento promuovendo un accordo fra i soggetti finalizzato a stabilire i limiti precisi, scegliere il tipo di intervento più adatto, attribuire a ciascuno le quote di spesa". Nello studio non sono state considerate le infrastrutture concorsuali presenti anche in corrispondenza delle aree indagate. In nessun elaborato è riportata l'indicazione grafica di fasce di pertinenza concorsuali.</p>		

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A7)</b>	<p>Le corografie di riferimento relative allo sviluppo complessivo della infrastruttura sono in scala 1: 20.000. Le corografie comunali riportate per ciascun comune interessato sono in scala 1: 10.000. Gli stralci dei PRG dei Comuni e delle zonizzazioni acustiche (laddove presenti) sono stati riportati su cartografia tecnica regionale ingrandita alla scala 1: 5.000. Le basi cartografiche utilizzate per le "Planimetrie generali dei ricettori e dei punti di misura" e per le "Planimetrie di intervento" sono in scala 1: 2.000, ottenute come ingrandimento delle carte tecniche regionali. Nelle cartografie utilizzate non viene indicata né la fonte né l'anno di riferimento.</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono descritte nelle Relazioni e individuate con differenti colori sulle planimetrie allegate per ciascun comune.</p>	<p>Nella relazione metodologica generale, relativamente alle situazioni in cui sono presenti più infrastrutture lineari, viene indicato che in questa fase del piano ciascun Gestore deve verificare il rumore prodotto dalla propria infrastruttura e che la Regione interessata "... dovrà tenere conto dei Piani presentati dai vari Gestori e procedere al coordinamento promuovendo, come previsto dall'art. 4 comma 3 del decreto, un</p>	<p>Non è stata indicata chiaramente ma da quanto riportato nella colonna precedente si evince che i limiti a cui ci si è riferiti siano quelli previsti per la singola infrastruttura considerata nel piano. La mancata considerazione nel piano delle situazioni di concorsualità può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento.</p>	<p>L'individuazione dei ricettori è stata effettuata utilizzando le cartografie a disposizione ed effettuando un censimento dei ricettori contestualmente alla campagna di misure fonometriche. Nel corso di tale censimento, tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono stati caratterizzati sulla base delle destinazioni d'uso e così raggruppati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ricettori residenziali,</li> <li>- ricettori sensibili,</li> <li>- altri ricettori.</li> </ul>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			<p>accordo fra i soggetti finalizzato a stabilire i limiti precisi, scegliere il tipo di intervento più adatto, attribuire a ciascuno le quote di spesa". Nelle relazioni di ciascun comune interessato dall'infrastruttura a viene indicato che non sono state riscontrate altre infrastrutture concorsuali nelle vicinanze delle aree indagate ad eccezione dei Comuni di Assago e di Tortona. L'indicazione</p>		

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			delle fasce di pertinenza concorsuali è riportata solo sugli elaborati grafici relativi al Comune di Tortona.		
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(Raccordo Bereguardo – Pavia)</b>	<p>La corografia di riferimento relative allo sviluppo complessivo del raccordo autostradale è in scala 1:10.000.</p> <p>Tutti gli elaborati grafici allegati (corografia comunale, stralcio PRG, planimetrie ricettori e punti di misura, planimetrie di intervento, planimetria e sezioni con isofoniche) sono riferiti al solo Comune di Torre d'Isola e sono costituiti da stralci cartografici senza alcuna indicazione delle scale di riferimento.</p> <p>Nelle cartografie utilizzate non viene indicata né la fonte né l'anno di riferimento.</p>	<p>Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono descritte nella Relazione e individuate con differenti colori sugli stralci planimetrici allegati per il comune di Torre d'Isola.</p>	<p>Nella relazione metodologica generale, relativamente alle situazioni in cui sono presenti più infrastrutture lineari, viene indicato che in questa fase del piano ciascun Gestore deve verificare il rumore prodotto dalla propria infrastruttura. Viene altresì dichiarato che la Regione, come previsto dall'art.</p>	<p>La mancata considerazione nel piano delle situazioni di concorsualità può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento.</p>	<p>L'individuazione dei ricettori è stata effettuata utilizzando le cartografie a disposizione ed effettuando un censimento dei ricettori contestualmente alla campagna di misure fonometriche.</p> <p>Nel corso di tale censimento, tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono stati caratterizzati sulla base delle destinazioni d'uso e così raggruppati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ricettori residenziali,</li> <li>- ricettori sensibili,</li> <li>- altri ricettori.</li> </ul>

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			4 comma 3 del decreto, "... dovrà tener conto dei Piani presentati dai vari Gestori e procedere al coordinamento promuovendo un accordo fra i soggetti finalizzato a stabilire i limiti precisi, scegliere il tipo di intervento più adatto, attribuire a ciascuno le quote di spesa". Nello studio non sono state considerate le infrastrutture concorsuali presenti anche in corrispondenza delle aree indagate.		

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazione e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			In nessun elaborato è riportata l'indicazione grafica di fasce di pertinenza concorsuali.		
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b> <b>(Variante di Lentate)</b>	La corografia comunale riportata per il comune di Lentate sul Seveso è in scala 1:10.000. Lo stralcio del PRG e della zonizzazione acustica del Comune interessato sono riportati su cartografia tecnica regionale ingrandita alla scala 1:5.000. Le basi cartografiche utilizzate per le "Planimetrie generali dei ricettori e dei punti di misura" e per le "Planimetrie di intervento" sono in scala 1:2.000, ottenute come ingrandimento delle carte tecniche regionali. Nelle cartografie utilizzate non viene indicata né la fonte né l'anno di riferimento.	Le fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura di interesse sono descritte nella Relazione e individuate con differenti colori sulle planimetrie allegate per il comune interessato.	Nella relazione metodologica generale, relativamente alle situazioni in cui sono presenti più infrastrutture lineari, viene indicato che in questa fase del piano ciascun Gestore deve verificare il rumore prodotto dalla propria infrastruttura e che la Regione interessata "... dovrà tenere conto dei Piani presentati dai	La mancata considerazione nel piano delle situazioni di concorsualità può aver comportato una sottostima dei livelli delle emissioni acustiche e del numero delle aree oggetto di intervento	L'individuazione dei ricettori è stata effettuata utilizzando le cartografie a disposizione ed effettuando un censimento dei ricettori contestualmente alla campagna di misure fonometriche. Nel corso di tale censimento, tutti i ricettori situati all'interno della fascia di pertinenza acustica (250 m per lato dell'infrastruttura) sono stati caratterizzati sulla base delle destinazioni d'uso e così raggruppati: - ricettori residenziali, - ricettori sensibili, - altri ricettori.



Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
		Sorgenti concorsuali			
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			<p>vari Gestori e procedere al coordinamento promuovendo, come previsto dall'art. 4 comma 3 del decreto, un accordo fra i soggetti finalizzato a stabilire i limiti precisi, scegliere il tipo di intervento più adatto, attribuire a ciascuno le quote di spesa". Nella relazione del comune interessato dall'infrastruttura a viene indicato che in corrispondenza delle tre aree indagate nell'ambito dello studio di Fase 2</p>		

Caratterizzazione del territorio, delle sorgenti emmissive, dei recettori					
			Sorgenti concorsuali		
GESTORE	Cartografia di riferimento utilizzata	Fasce di pertinenza acustica (infrastruttura di interesse)	Fasce di pertinenza acustica (infrastrutture concorsuali) <sup>1</sup>	Procedura per determinazioni e valori limite adottati <sup>2</sup>	Individuazione e collocazione dei ricettori
			non sono state riscontrate altre infrastrutture concorsuali nelle vicinanze delle stesse.		

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
<b>Autostrade per l'Italia</b>	<p>Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato un modello previsionale sviluppato sulla base della "procedura DISIA", messa a punto dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del Piano Triennale di Tutela Ambientale (PTTA) 1989÷91. Il modello di simulazione utilizzato, consente di rappresentare l'ambiente di propagazione in modo vettoriale tridimensionale e di disporre di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento, in bande di ottava, dei materiali usati in edilizia e per le barriere antirumore</p>	<p>Il modello opera su una banca dati di valori di emissione sonora, sia di veicoli stradali che di convogli ferroviari, acquisita tramite specifiche campagne di rilievi sperimentali; pertanto, i dati di input sono rappresentativi delle varie tipologie di veicoli su gomma e su rotaia circolanti sul territorio nazionale. Per l'aggiornamento dell'archivio di dati sono state eseguite campagne di misura, fra il 2003 ed il 2006, allo scopo di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- determinare l'emissione acustica delle diverse tipologie di veicoli, in condizioni tipiche di impiego rappresentative delle modalità di traffico autostradale e tenendo conto delle diverse tipologie di pavimentazione impiegate sulla rete;</li> <li>- calibrare e verificare il modello di calcolo.</li> </ul> <p>Al fine di aggiornare le banche dati del modello,</p>	<p>Il modello utilizzato dispone di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento, in bande di ottava, dei materiali usati in edilizia e per le barriere antirumore.</p>	<p>Il modello utilizzato permette di valutare, mediante opportuni algoritmi analitici, i principali fenomeni caratterizzanti la propagazione del rumore dalla sorgente al ricevitore considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il fattore di direttività;</li> <li>- l'attenuazione per divergenza geometrica;</li> <li>- il fattore che tiene conto delle riflessioni, su superfici di ogni forma e comunque disposte (verticali, orizzontali, oblique);</li> <li>- l'attenuazione per diffrazione, su bordi verticali, orizzontali ed obliqui;</li> <li>- l'effetto del suolo,</li> <li>- l'attenuazione per assorbimento atmosferico.</li> </ul>	<p>Il modello consente di restituire i risultati di output sia come curve di isolivello che sotto forma di valori puntuali calcolati sui singoli ricettori o sui vertici di una rete di punti di maglia opportuna.</p>

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
		sono state eseguite, sulle rete di Autostrade per l'Italia, ulteriori misure di "Statistical pass-by" secondo la norma ISO 11819-1. Infine, sono stati eseguiti anche rilievi con schiere di microfoni, in modo da aggiornare i dati originali del DISIA per la direttività verticale e di creare una nuova banca dati di direttività orizzontale. Con tali dati si sono ricavati i valori di emissione per le diverse categorie di veicoli prese in esame nella procedura DISIA.			
<b>ATIVA S.p.A</b>	Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc. Il software del modello è stato sviluppato in accordo con le indicazioni degli standard ISO 9613. Per la previsione	Per la definizione delle sorgenti di rumore viene indicato che è stata utilizzata la relazione proposta dalla normativa tedesca ( <b>RLS90 – DIN 18005</b> ). Per determinare la ripartizione spettrale (in bande di ottava) della potenza acustica globale è stata utilizzata la procedura suggerita dalla norma europea EN 1793-3.	Il modello, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, tiene conto delle caratteristiche acustiche dei materiali utilizzati in edilizia e per la realizzazione degli interventi di contenimento.	SoundPlan si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il modello fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.	Il modello consente la simulazione dei livelli di rumore attuali e previsti e permette di restituire su base cartografica le mappature acustiche ante e post operam. Nel caso specifico sono state prodotte anche delle viste 3D.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN versione 6.3.</b>				
<b>ATS Autostrada Torino Savona S.p.A</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato un modello previsionale sviluppato sulla base della " <b>procedura DISIA</b> ", messa a punto dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del Piano Triennale di Tutela Ambientale (PTTA) 1989÷91. Il modello di simulazione utilizzato, consente di rappresentare l'ambiente di propagazione in modo vettoriale tridimensionale e di disporre di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento, in bande di ottava, dei materiali usati in edilizia e per le barriere antirumore.	Il modello opera su una banca dati di valori di emissione sonora, sia di veicoli stradali che di convogli ferroviari, acquisita tramite specifiche campagne di rilievi sperimentali; pertanto, i dati di input sono rappresentativi delle varie tipologie di veicoli su gomma e su rotaia circolanti sul territorio nazionale. Sono state eseguite da ATS Autostrada Torino Savona campagne di monitoraggio in diversi punti della propria rete nel 2007 allo scopo di: determinare l'emissione acustica delle diverse tipologie di veicoli, in condizioni tipiche di impiego rappresentative delle modalità di traffico autostradale e tenendo conto delle diverse tipologie di pavimentazione impiegate	Il modello utilizzato dispone di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento, in bande di ottava, dei materiali usati in edilizia e per le barriere antirumore.	Il modello utilizzato permette di valutare, mediante opportuni algoritmi analitici, i principali fenomeni caratterizzanti la propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore considerando: il fattore di direttività; l'attenuazione e per divergenza geometrica; il fattore che tiene conto delle riflessioni, su superfici di ogni forma e comunque disposte (verticali, orizzontali, oblique); l'attenuazione per diffrazione, su bordi verticali, orizzontali ed obliqui; l'effetto del suolo, l'attenuazione per assorbimento atmosferico.	Il modello consente di restituire i risultati di output sia come curve di isolivello che sotto forma di valori puntuali calcolati sui singoli ricettori o sui vertici di una rete di punti di maglia opportuna.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
		sulla rete; calibrare e verificare il modello di calcolo. Al fine di aggiornare le banche dati del modello, sono state eseguite, sulle rete di ATS Autostrada Torino Savona, ulteriori misure di "Statistical pass-by" secondo la norma ISO 11819-1. Infine, sono stati eseguiti anche rilievi con schiere di microfoni, in modo da aggiornare i dati originali del DISIA per la direttività verticale e di creare una nuova banca dati di direttività orizzontale. Con tali dati si sono ricavati i valori di emissione per le diverse categorie di veicoli prese in esame nella procedura DISIA.			
<b>Autostrada del Brennero A22 S.p.A.</b>	Non esplicitato nella documentazione presentata. Comunque è da evidenziare che il modello utilizzato <b>Cadna-A</b> consente di rispondere, se opportunamente implementato, a tale requisito.	Non esplicitato nella documentazione presentata. Comunque è da evidenziare che il modello utilizzato Cadna-A consente di rispondere, se opportunamente implementato, a tale requisito.	Non esplicitato nella documentazione presentata. Comunque è da evidenziare che il modello utilizzato Cadna-A consente di rispondere, se opportunamente	Nel modello di simulazione è stato utilizzato l'algoritmo di calcolo <b>NMPB 96</b> , ormai riconosciuto a livello europeo. Viene indicato che il Cadna-A adotta come tecnica principale quella denominata Ray	Non esplicitato nella documentazione presentata. Comunque è da evidenziare che il modello utilizzato Cadna-A consente di rispondere, se opportunamente implementato, a tale requisito.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
			implementato, a tale requisito.	Tracing, ma può adottare anche quella cosiddetta "Winkelscan". Nella relazione è riportato che tali tecniche sono state associate nel modello utilizzato, in modo che la ricerca dei percorsi di propagazione (raggi) viene effettuata partendo dal ricettore e non dalla sorgente.	
<b>Autostrada Brescia- Verona- Vicenza- Padova</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato un modello previsionale sviluppato sulla base della " <b>procedura DISIA</b> ", messa a punto dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del Piano Triennale di Tutela Ambientale (PTTA) 1989÷91. Il modello di simulazione utilizzato, consente di rappresentare l'ambiente di propagazione in modo vettoriale tridimensionale e di disporre di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento, in bande di ottava, dei materiali usati in edilizia e per le barriere	Il modello opera su una banca dati di valori di emissione sonora, sia di veicoli stradali che di convogli ferroviari, acquisita tramite specifiche campagne di rilievi sperimentali; pertanto, i dati di input sono rappresentativi delle varie tipologie di veicoli su gomma e su rotaia circolanti sul territorio nazionale. Sono state eseguite da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd campagne di monitoraggio in diversi punti della propria rete tra il 2006 e il 2007 allo scopo di:	Il modello utilizzato dispone di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento, in bande di ottava, dei materiali usati in edilizia e per le barriere antirumore.	Il modello utilizzato permette di valutare, mediante opportuni algoritmi analitici, i principali fenomeni caratterizzanti la propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore considerando: - il fattore di direttività; - l'attenuazione per divergenza geometrica; - il fattore che tiene conto delle riflessioni, su superfici di ogni forma e comunque disposte (verticali, orizzontali, oblique);	Il modello consente di restituire i risultati di output sia come curve di isolivello che sotto forma di valori puntuali calcolati sui singoli ricettori o sui vertici di una rete di punti di maglia opportuna.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	antirumore.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- determinare l'emissione acustica delle diverse tipologie di veicoli, in condizioni tipiche di impiego rappresentative delle modalità di traffico autostradale e tenendo conto delle diverse tipologie di pavimentazione impiegate sulla rete;</li> <li>- calibrare e verificare il modello di calcolo.</li> </ul> <p>Al fine di aggiornare le banche dati del modello, sono state eseguite, sulle rete di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd, ulteriori misure di "Statistical pass-by" secondo la norma ISO 11819-1.</p> <p>Infine, sono stati eseguiti anche rilievi con schiere di microfoni, in modo da aggiornare i dati originali del DISIA per la direttività verticale e di creare una nuova banca dati di direttività orizzontale.</p> <p>Con tali dati si sono ricavati i valori di emissione per le diverse categorie di veicoli prese in esame nella procedura DISIA.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'attenuazione per diffrazione, su bordi verticali, orizzontali ed obliqui;</li> <li>- l'effetto del suolo,</li> <li>- l'attenuazione per assorbimento atmosferico.</li> </ul>	



**Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)**

GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
<p><b>Autocamionale della Cisa S.p.a.</b></p>	<p>Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN</b>. Il modello SoundPLAN, consente di tenere conto delle caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, della tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, dei traffici e dei relativi livelli sonori indotti, della presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore. Inoltre consente l'inserimento di appositi coefficienti legati alle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati e dell'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive.</p>	<p>L' archivio deve essere rappresentativo ad esempio delle tipologie delle autovetture circolanti, delle pavimentazioni. I calcoli sono stati svolti utilizzando i valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale francese <b>NMPB-Routes-96</b></p>	<p>Il modello utilizzato, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, è in grado di tenere conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.</p>	<p>Il modello utilizzato si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Il modello tiene inoltre conto dei parametri che influenzano la propagazione del rumore, quali l'attenuazione dovuta a divergenza geometrica, assorbimento atmosferico ed effetto del terreno.</p>	<p>Nel tratto emiliano è stata utilizzata una restituzione 3D del volo aereo eseguito nel novembre 2006 per conto dell'Autocamionale della Cisa S.p.A.; tale volo è stato realizzato per una fascia ampia 400 m circa per lato dell'infrastruttura, integrata con cartografia tecnica regionale raster. Nei tratti toscano e ligure è stata utilizzata la cartografia vettoriale regionale che ha garantito le informazioni in 3D di tutto il territorio per più di 1 km per lato dall'infrastruttura. Le cartografie sono state aggiornate con il nuovo edificato al maggio 2007 sulla base di sopralluoghi di campo</p>
<p><b>Autostrada dei Fiori S.p.a.</b></p>	<p>Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN</b>.</p>	<p>Per quanto concerne le emissioni viene indicato che i calcoli sono stati svolti utilizzando i valori tabellari contenuti nel</p>	<p>Anche se non indicato nella documentazione esaminata, il modello utilizzato,</p>	<p>Il modello utilizzato si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa</p>	<p>Per l'elaborazione del modello 3D del terreno è stato utilizzato il rilievo effettuato da AdF S.p.a., integrato</p>

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	Il modello di simulazione utilizzato, consente di tenere conto delle caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, della tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, dei traffici e dei relativi livelli sonori indotti, della presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore. Inoltre consente l'inserimento di appositi coefficienti legati alle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati e dell'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive.	metodo di calcolo ufficiale francese <b>NMPB-Routes-96</b>	prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, è in grado di tenere conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.	dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Il modello tiene inoltre conto dei parametri che influenzano la propagazione del rumore, quali le condizioni meteorologiche e l'attenuazione dovuta a divergenza geometrica, assorbimento atmosferico ed effetto del terreno.	con la carta tecnica vettorializzata regionale.
<b>Autostrade di Venezia e Padova S.p.A.</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN</b> . Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva	Il modello si basa su valori di emissione sonora acquisiti nell'ambito di campagne di rilievi sperimentali; pertanto la banca dati input è rappresentativa delle varie tipologie di veicoli su gomma circolanti sul nostro territorio nazionale.	Il modello, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, tiene conto delle caratteristiche acustiche dei materiali utilizzati in edilizia e per la realizzazione degli interventi di contenimento.	SoundPlan si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il modello fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Nella relazione generale viene indicato	Il modello consente la simulazione dei livelli di rumore attuali e previsti e permette di restituire su base cartografica le mappature acustiche ante e post operam.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc.			che la propagazione è stata considerata di tipo sferico con l'aggiunta di un termine esponenziale di estinzione con la distanza per tenere conto dell'attenuazione.	
<b>Autovie Venete S.p.a.</b>	E' stato utilizzato il modello <b>CityMap</b> , sviluppato per conto del MATTM nell'ambito del progetto DISIA, per il calcolo dei livelli di pressione sonora in facciata agli edifici e per le mappature con curve isolivello. Parallelamente è stato utilizzato il modello di calcolo di dettaglio <b>DisiaPyr</b> per la progettazione acustica. E' stato inoltre utilizzato un tool gestionale denominato <b>HIGWAYMap</b> sviluppato per gestire in piattaforma GIS gli elementi grafici e per memorizzare i dati sui ricettori. Nei modelli CityMap e DisiaPyr sono importati un disegno CAD in formato .dxf. In tale disegno sono definite la geometria delle sorgenti sonore e di tutte le superfici schermanti o riflettenti presenti. Il modello CityMap considera in maniera approssimata l'effetto di	I modelli CityMap e DisiaPyr sono stati sviluppati su una banca dati italiana acquisita nell'ambito del progetto DISIA. Tale banca dati contiene i dati di emissione in SEL di tutte le tipologie di veicoli su gomma e su rotaia circolanti sul territorio nazionale. Il modello Citymap consente di associare a ciascuna sorgente sonora gli opportuni dati necessari a descriverne l'emissione sonora. In DisiaPyr si tiene conto anche dello spettro in ottave del SEL e della direttività delle sorgenti sonore.	Il modello DisiaPyr, utilizzato per la progettazione acustica implementato con opportuni valori, alle varie frequenze, del potere fonoisolante e del coefficiente di assorbimento acustico dei materiali, tiene conto in dettaglio di tutti i fenomeni di acustica geometrica.	Il modello CityMap considera in maniera approssimata l'effetto di schermatura da parte di edifici, le riflessioni multiple fra facciate contrapposte e in generale gli effetti legati alle ipotesi di acustica geometrica; il modello DisiaPyr, si fonda invece sulla teoria dei fasci di piramidi rappresentanti l'energia trasmessa alla sorgente ed è in grado di calcolare le alterazioni di segnale dovute alle riflessioni e diffrazioni multiple e alla trasmissione attraverso le superfici.	Al termine del calcolo il modello CityMap crea un file in formato .grd contenente una griglia di valori. Da tale file è possibile, grazie a software dedicati come SURFER, ottenere rappresentazioni grafiche di alta qualità, quali mappature isolivello a colori. Tramite SURFER è inoltre possibile sovrapporre la mappatura acustica alla cartografia in CAD.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	schermatura da parte di edifici, le riflessioni multiple fra facciate contrapposte e, in generale, gli effetti legati alle ipotesi di acustica geometrica; il modello DisiaPyr, implementato con opportuni valori, alle varie frequenze, del potere fonoisolante e del coefficiente di assorbimento acustico dei materiali, tiene conto in dettaglio di tutti i fenomeni di acustica geometrica.				
<b>Autostrade Centropadane S.p.a.</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN versione 6.4</b> . Il modello SoundPLAN, consente di tenere conto delle caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificio, della tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, dei traffici e dei relativi livelli sonori indotti, della presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore. Inoltre consente l'inserimento di appositi coefficienti legati alle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati e dell'assorbimento	Per quanto concerne le emissioni viene indicato che i calcoli sono stati svolti utilizzando i valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale francese <b>NMPB-Routes-96</b> con il database relativo alle emissioni veicolari "Guide de Bruit" aggiornato al 2002.	Anche se non indicato nella documentazione fornita, il modello utilizzato, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, è in grado di tenere conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.	Il modello utilizzato si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Il modello tiene inoltre conto dei parametri che influenzano la propagazione del rumore, quali l'attenuazione dovuta a divergenza geometrica, assorbimento	La disponibilità di un rilievo aerofotogrammetrico 3D eseguito nella primavera del 2007 esteso fino a circa 1.000 m per lato, integrato sulla base di sopralluoghi di campo, consente al modello utilizzato di ottenere restituzioni su base cartografica e sezioni, sia per singoli punti sia per curve di isolivello.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	dovuto alla presenza di aree boschive.			atmosferico ed effetto del terreno.	
<b>SALT - Autostrada Ligure Toscana S.p.a.</b>	Per la modellizzazione acustica è stato utilizzato il software previsionale <b>SoundPLAN</b> con l'algoritmo di calcolo <b>RLS-90</b> . SoundPLAN richiede in ingresso la definizione della mappa; tale operazione è effettuata importando in formato .dxf una cartina digitalizzata della zona di interesse. La mappa deve contenere tutti gli oggetti necessari per il calcolo della generazione e della propagazione del rumore. Per ogni oggetto devono essere definiti i parametri geometrici e acustici.	L'algoritmo di calcolo utilizzato (presente nel software SoundPLAN) è RLS -90, definito in Germania. RLS-90 richiede come input: il numero medio giornaliero di veicoli; la % dei mezzi pesanti; la velocità media; il tipo di strada; larghezza e numero di carreggiate; tipologia di asfalto. A partire da questi dati il modello fornisce il livello di emissione acustica.	Non esplicitato nella documentazione presentata. Comunque è da evidenziare che il software utilizzato SoundPLAN consente di rispondere, se opportunamente implementato, a tale requisito.	Non esplicitato nella documentazione presentata. Comunque è da evidenziare che il software utilizzato SoundPLAN consente di rispondere, se opportunamente implementato, a tale requisito.	Il software fornisce in uscita vari tipi di risultati: mappatura del rumore entro il perimetro della zona interessata e calcolo del livello di rumore in facciata agli edifici, in corrispondenza di ogni piano dell'edificio.
<b>SATAP S.p.a.</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN</b> . Il modello di simulazione utilizzato, consente di tenere conto delle caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, della tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, dei traffici e dei relativi livelli sonori indotti, della presenza di	Per quanto concerne le emissioni viene indicato che i calcoli sono stati svolti utilizzando i valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale francese <b>NMPB-Routes-96</b>	Anche se non indicato nella documentazione esaminata, il modello utilizzato, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, è in grado di tenere conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei	Il modello utilizzato si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Il modello tiene inoltre conto dei	Per l'elaborazione del modello tridimensionale del terreno è stata utilizzato il rilievo effettuato da SATAP S.p.a. nel 2001 in scala 1:1.000 che copre una fascia di circa 60÷100 m dal ciglio autostradale, integrato per le restanti parti con la cartografia numerica regionale.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	schermi naturali alla propagazione del rumore. Inoltre consente l'inserimento di appositi coefficienti legati alle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati e dell'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive.		fabbricati	parametri che influenzano la propagazione del rumore, quali l'attenuazione dovuta a divergenza geometrica, assorbimento atmosferico ed effetto del terreno.	
<b>SAV S.p.a.</b>	Il modello di simulazione utilizzato, consente di tenere conto delle caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, della tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, dei traffici e dei relativi livelli sonori indotti, della presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore. Inoltre consente l'inserimento di appositi coefficienti legati alle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati e dell'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive. Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN</b> .	Per quanto concerne le emissioni viene indicato che i calcoli sono stati svolti utilizzando i valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale francese <b>NMPB-Routes-96</b>	Anche se non indicato nella documentazione esaminata, il modello utilizzato, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, è in grado di tenere conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.	Il modello utilizzato si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Il modello tiene inoltre conto dei parametri che influenzano la propagazione del rumore, quali l'attenuazione dovuta a divergenza geometrica, assorbimento atmosferico ed effetto del terreno.	Per l'elaborazione del modello tridimensionale del terreno è stata utilizzato il rilievo effettuato da SAV S.p.a. in scala 1:1.000 che copre una fascia di circa 150 m dal ciglio autostradale, integrato per le restanti parti con la cartografia numerica regionale.
<b>S.A.T.</b>	Per la previsione dell'impatto	Per quanto concerne le	Nella relazione	Il modello utilizzato si	Per l'elaborazione del

**Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)**

<b>GESTORE</b>	<b>Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore<sup>4</sup></b>	<b>Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti<sup>5</sup></b>	<b>Archivio di dati materiali<sup>6</sup></b>	<b>Propagazione del rumore<sup>7</sup></b>	<b>Risultati su base cartografica<sup>8</sup></b>
<b>Società Autostrada Tirrenica S.p.a.</b>	acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN rel. 6.3</b> . Il modello di simulazione utilizzato, opportunamente implementato da cartografia tridimensionale, contenente i dati relativi alla morfologia del territorio, ai ricettori ed alle infrastrutture esistenti, consente di schematizzare correttamente lo stato dei luoghi. Esso inoltre consente l'inserimento di appositi coefficienti che tengono anche conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati e dell'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive.	emissioni viene indicato che sono state utilizzate quelle riferite alla "Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prevision des niveaux sonores, CETUR 1980", che già sono implementate nel modello SoundPLAN	viene evidenziato che il modello, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, tiene conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.	basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Nella relazione viene indicato che nei parametri di calcolo sono stati utilizzati: - numero delle riflessioni multiple da considerare nella stima dei livelli acustici pari a 5; - perdita massima per riflessione pari a 15 dB(A); - incremento angolare dei raggi pari a 1 grado.	modello tridimensionale del terreno è stata utilizzata una cartografia numerica tridimensionale in scala 1:1.000 (per una fascia di circa 160 m a cavallo dell'autostrada) integrata con la cartografia numerica regionale in scala 1:10.000
<b>Strada dei Parchi S.p.a.</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>MITHRA</b> . Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione	Il modello di simulazione MITHRA prende anche in considerazione parametri legati alle caratteristiche acustiche della sorgente. Infatti, nel modello sono stati implementati tre metodi di calcolo della propagazione acustica tra	Il modello di simulazione MITHRA è in grado di tenere conto nel calcolo della propagazione acustica anche di parametri e	MITHRA utilizza un algoritmo veloce per la ricerca dei percorsi acustici tra sorgenti e ricettori, basato su un metodo inverso di tracciamento dei raggi. I percorsi sono rappresentati da raggi	Dall'opportuna implementazione del MITHRA sarà possibile ottenere tali risultati.



Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc. Il software del modello è stato sviluppato in accordo con le indicazioni degli standard ISO 9613-2.	la sorgente e il ricettore: - CSTB.92- ISO9613- NMBP96. Tale requisito è stato soddisfatto anche attraverso una caratterizzazione acustica della sorgente effettuata mediante l'acquisizione dei livelli sonori ed altri descrittori nel corso delle campagne di misura svolte.	fattori legati alle caratteristiche acustiche dei materiali schermanti in genere.	di tipo diretto, diffratto, riflesso o da una combinazione degli ultimi due. Non presenta limiti nell'ordine di riflessioni o diffrazioni.	
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A50)</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>IMMI 5.2</b> . Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc. Il software del modello è stato sviluppato in accordo con le indicazioni degli standard ISO 9613-2.	IMMI 5.2 prende in considerazione parametri legati anche alle caratteristiche acustiche della sorgente. Infatti, nel modello è stato implementato il metodo di calcolo della norma ISO9613 relativo alla propagazione acustica tra la sorgente e il ricettore. I dati d'ingresso nel modello sono costituiti anche dai dati classificati dei flussi di traffico che, inseriti negli archivi del modello commerciale, forniscono i valori di potenza sonora media oraria richiesti dalla norma di calcolo utilizzata. Tale requisito è stato soddisfatto anche	IMMI 5.2 è in grado di tenere conto nel calcolo della propagazione acustica anche di parametri e fattori legati alle caratteristiche acustiche dei materiali schermanti in genere.	IMMI 5.2 si serve del metodo del "ray tracing". Con esso si contraddistingue una sorgente lineare, attraverso l'utilizzo di un numero finito di raggi sonori emessi, che rappresentano la propagazione delle onde sonore. Il campo acustico risultante, dipende dagli assorbimenti e dalle riflessioni contro il fondo stradale, il terreno e gli ostacoli incontrati lungo il cammino. Ogni raggio porta con sé una parte dell'energia acustica della sorgente sonora.	Le planimetrie e sezioni trasversali con le isofoniche presenti nella documentazione sono state ottenute come risultato di output del modello IMMI 5.2 utilizzato.



Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
		attraverso una caratterizzazione acustica della sorgente effettuata mediante l'acquisizione dei livelli sonori ed altri descrittori nel corso delle campagne di misura svolte.		L'energia emessa viene perduta lungo il percorso per effetto dell'assorbimento delle superfici presenti, per divergenza geometrica e per assorbimento atmosferico	
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A51)</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN</b> . Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc. Il software del modello è stato sviluppato in accordo con le indicazioni degli standard ISO 9613-1/2.	SoundPLAN prende anche in considerazione parametri legati alle caratteristiche acustiche della sorgente. Tale requisito è stato soddisfatto anche attraverso una caratterizzazione acustica della sorgente effettuata mediante l'acquisizione dei livelli sonori ed altri descrittori nel corso delle campagne di misura svolte.	Nella relazione viene evidenziato che il modello, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, tiene conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.	Il modello utilizzato si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.	Non esplicitato nella documentazione presentata. Comunque è da evidenziare che il modello utilizzato SoundPLAN consente di rispondere, se opportunamente implementato, a tale requisito.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>MITHRA</b> .	MITHRA prende anche in considerazione parametri legati alle caratteristiche acustiche della sorgente. Infatti, nel modello sono	MITHRA è in grado di tenere conto nel calcolo della propagazione	MITHRA utilizza un algoritmo veloce per la ricerca dei percorsi acustici tra sorgenti e ricettori, basato su un	Le planimetrie e sezioni trasversali con le isofoniche presenti nella documentazioni sono state ottenute

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
(A52)	Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc. Il software del modello è stato sviluppato in accordo con le indicazioni degli standard ISO 9613-2.	stati implementati tre metodi di calcolo della propagazione acustica tra la sorgente e il ricettore: - CSTB.92- ISO9613- NMBP96. Tale requisito è stato soddisfatto anche attraverso una caratterizzazione acustica della sorgente effettuata mediante l'acquisizione dei livelli sonori ed altri descrittori nel corso delle campagne di misura svolte.	acustica anche di parametri e fattori legati alle caratteristiche acustiche dei materiali schermanti in genere.	metodo inverso di tracciamento dei raggi. I percorsi sono rappresentati da raggi di tipo diretto, diffratto, riflesso o da una combinazione degli ultimi due. Non presenta limiti nell'ordine di riflessioni o diffrazioni.	come risultato di output del modello MITHRA utilizzato.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  (A54)	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN</b> . Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc. Il software del modello è stato sviluppato in accordo con le indicazioni degli standard ISO	SoundPLAN prende anche in considerazione parametri legati alle caratteristiche acustiche della sorgente. Tale requisito è stato soddisfatto anche attraverso una caratterizzazione acustica della sorgente effettuata mediante l'acquisizione dei livelli sonori ed altri descrittori nel corso delle campagne di misura svolte.	Nella relazione viene evidenziato che il modello, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, tiene conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.	Il modello utilizzato si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.	Non esplicitato nella documentazione presentata. Comunque è da evidenziare che il modello utilizzato SoundPLAN consente di rispondere, se opportunamente implementato, a tale requisito.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	9613-1/2.				
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(A7)</b>	Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc. Il software del modello è stato sviluppato in accordo con le indicazioni degli standard ISO 9613-2. Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>MITHRA</b> .	MITHRA prende anche in considerazione parametri legati alle caratteristiche acustiche della sorgente. Infatti, nel modello sono stati implementati tre metodi di calcolo della propagazione acustica tra la sorgente e il ricettore: - CSTB-92- ISO9613- NMBP96. Tale requisito è stato soddisfatto anche attraverso una caratterizzazione acustica della sorgente effettuata mediante l'acquisizione dei livelli sonori ed altri descrittori nel corso delle campagne di misura svolte.	MITHRA è in grado di tenere conto nel calcolo della propagazione acustica anche di parametri e fattori legati alle caratteristiche acustiche dei materiali schermanti in genere.	MITHRA utilizza un algoritmo veloce per la ricerca dei percorsi acustici tra sorgenti e ricettori, basato su un metodo inverso di tracciamento dei raggi. I percorsi sono rappresentati da raggi di tipo diretto, diffratto, riflesso o da una combinazione degli ultimi due. Non presenta limiti nell'ordine di riflessioni o diffrazioni.	Le planimetrie e sezioni trasversali con le isofoniche presenti nella documentazione sono state ottenute come risultato di output del modello MITHRA utilizzato.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(Raccordo Bereguardo – Pavia)</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>SoundPLAN</b> . Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli	SoundPLAN prende anche in considerazione parametri legati alle caratteristiche acustiche della sorgente. Tale requisito è stato soddisfatto anche attraverso una caratterizzazione acustica della sorgente effettuata mediante l'acquisizione dei livelli sonori ed altri	Nella relazione viene evidenziato che il modello, prevedendo l'inserimento di appositi coefficienti, tiene conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.	Il modello utilizzato si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza	Non esplicitato nella documentazione presentata. Comunque è da evidenziare che il modello utilizzato SoundPLAN consente di rispondere, se opportunamente implementato, a tale requisito.

Modello di simulazione utilizzato (allegato 2 del DM 29/11/2000)					
GESTORE	Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore <sup>4</sup>	Archivio di dati potenza sonora delle sorgenti <sup>5</sup>	Archivio di dati materiali <sup>6</sup>	Propagazione del rumore <sup>7</sup>	Risultati su base cartografica <sup>8</sup>
	edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc. Il software del modello è stato sviluppato in accordo con le indicazioni degli standard ISO 9613-1/2.	descrittori nel corso delle campagne di misura svolte.		di schermi.	
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (Variante di Lentate)</b>	Per la previsione dell'impatto acustico prodotto dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello di simulazione <b>MITHRA</b> . Il modello di simulazione utilizzato, è progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Sono presi in considerazione fattori e parametri legati alla disposizione e forma degli edifici, topografia del sito, tipologia costruttiva dell'infrastruttura, presenza di ostacoli schermanti, etc. Il software del modello è stato sviluppato in accordo con le indicazioni degli standard ISO 9613-2.	MITHRA prende anche in considerazione parametri legati alle caratteristiche acustiche della sorgente. Infatti, nel modello sono stati implementati tre metodi di calcolo della propagazione acustica tra la sorgente e il ricettore: - CSTB.92- ISO9613-NMBP96. Tale requisito è stato soddisfatto anche attraverso una caratterizzazione acustica della sorgente effettuata mediante l'acquisizione dei livelli sonori ed altri descrittori nel corso delle campagne di misura svolte.	MITHRA è in grado di tenere conto nel calcolo della propagazione acustica anche di parametri e fattori legati alle caratteristiche acustiche dei materiali schermanti in genere.	MITHRA utilizza un algoritmo veloce per la ricerca dei percorsi acustici tra sorgenti e ricettori, basato su un metodo inverso di tracciamento dei raggi. I percorsi sono rappresentati da raggi di tipo diretto, diffratto, riflesso o da una combinazione degli ultimi due. Non presenta limiti nell'ordine di riflessioni o diffrazioni.	Le planimetrie e sezioni trasversali con le isofoniche presenti nella documentazioni sono state ottenute come risultato di output del modello MITHRA utilizzato.

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
<p><b>Autostrade per l'Italia</b></p>	<p>Per la realizzazione del modello 3D del terreno è stata utilizzata la cartografia tridimensionale acquisita attraverso i rilievi effettuati con il sistema LIDAR (Laser Impulse Detection And Ranking) in successive campagne di acquisizione dal 2004 al 2006, per una fascia di circa 550 m, centrata sull'asse stradale, lungo oltre 2.500 km della rete gestita da Autostrade per l'Italia.</p> <p>Ultimata la restituzione matematica vettoriale georeferenziata degli elementi base, sono stati definiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il corridoio di indagine;</li> <li>- le fasce di rispetto delle sorgenti (principale e concorsuali);</li> <li>- le destinazioni d'uso dei ricettori.</li> </ul>	<p>Per la caratterizzazione delle aree interessate, è stata condotta una campagna di misure di taratura e di verifica lungo la rete in concessione di Autostrade per l'Italia. I monitoraggi presso ricettori detti di "riferimento" sono stati svolti in maniera continuativa per almeno una settimana. I punti di "riferimento" PR sono stati scelti in modo da rappresentare le diverse combinazioni di tipologia di infrastruttura con ambienti di propagazione/ricezione. In contemporanea ai punti PR sono stati effettuati monitoraggi in punti "significativi" PS allo scopo di rappresentare le diverse situazioni in cui un ricettore può venirsi a trovare rispetto alla sorgente.</p>	<p>Nel modello di simulazione adottato, la sorgente autostradale è caratterizzata dalla potenza sonora per metro lineare di infrastruttura emessa dal traffico (diurno e notturno), così calcolata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suddivisione dell'intera rete in "tratte base", ovvero da casello a casello;</li> <li>- definizione per ciascuna "tratta base" dei volumi di traffico a consuntivo per l'anno 2006, disaggregati per fascia oraria, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo;</li> <li>- proiezione dei flussi di traffico al 2012, assumendo un tasso annuale di crescita calcolato dal trend degli ultimi 5 anni;</li> <li>- suddivisione di ciascuna "tratta base" in più "tratte elementari" in funzione della tipologia di pavimentazione e della pendenza longitudinale;</li> <li>- attribuzione a ciascuna tratta elementare delle velocità caratteristiche di percorrenza;</li> <li>- calcolo del livello di potenza per metro lineare e dello spettro in ottave per la singola "tratta elementare", tramite interpolazione dei data base dei livelli di emissione;</li> <li>- segmentazione geometrica della tratta elementare in N parti uguali</li> </ul>	<p>La verifica dell'accuratezza del modello è stata effettuata confrontando i valori sperimentali dei monitoraggi acustici effettuati nella campagna di taratura e verifica con i valori calcolati, utilizzando come input i valori della banca dati aggiornata con i rilievi effettuati e come parametri descrittivi del traffico i dati degli specifici monitoraggi di traffico rilevati durante i monitoraggi acustici. E' riportata una sovrastima media di circa 0.4 dB(A) e 0.3 dB(A), rispettivamente nel periodo diurno ed in quello notturno.</p>

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
			<p>ed equiripartizione in ragione di 1/N della potenza lineare;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- attribuzione a ciascuna tratta elementare di una sorgente puntiforme di potenza sonora equivalente, posizionata nel centro del segmento ad un'altezza dal suolo di 0.5 m.;</li> <li>- propagazione del livello ponderato A dalla sorgente verso il ricettore, dopo aver calcolato la frequenza rappresentativa dello spettro tipico.</li> </ul>	
<b>ATIVA S.p.A</b>	<p>Al fine di effettuare le simulazioni acustiche nelle configurazioni ante e post operam, sono stati elaborati, in formato utile all'utilizzo in ambiente SoundPLAN e sulla base del rilievo topografico 3D delle infrastrutture considerate, i modelli geometrici tridimensionali delle diverse aree considerate.</p>	<p>Nella relazione viene dichiarato che una serie di campagne di misurazioni fonometriche sono state effettuate dall'ARPA Piemonte a seguito di quanto concordato dall'apposita Commissione Tecnica istituita dalla Provincia di Torino e costituita dai tecnici della stessa Provincia, dei Comuni interessati e dell'ATIVA. Le misurazioni sono state effettuate prendendo in considerazione soltanto i livelli di rumore notturno (dalle ore 22.00 alle ore 6.00) in quanto maggiormente critici per il rispetto dei limiti fissati dalla legislazione vigente.</p>	<p>Per le simulazioni sono stati considerati tre scenari temporali: 1) scenario 2006 ante operam, situazione attuale (livelli di traffico 2006 e assenza di barriere acustiche); 2) scenario 2006 post operam, (livelli di traffico 2006 e presenza di barriere di protezione acustica); 3) scenario 2016, verifica dell'efficacia delle mitigazioni a fronte dei livelli di traffico previsti per tale anno.</p>	<p>La procedura di calcolo è stata calibrata mediante il confronto dei dati di calcolo con i dati provenienti dai seguenti monitoraggi acustici: - periodo 1998 – 2001, a cura della Commissione Tecnica; - monitoraggio acustico del sistema Tangenziale di Torino, realizzato da ARPA Piemonte nel marzo 2007.</p>
<b>ATS</b>	Per la realizzazione del modello	Per la caratterizzazione delle	Nel modello di simulazione adottato,	La verifica dell'accuratezza

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
<b>Autostrada Torino Savona S.p.A</b>	3D del terreno è stata utilizzata la cartografia tridimensionale acquisita attraverso i rilievi effettuati con il sistema LIDAR (Laser Impulse Detection And Ranking). Ultimata la restituzione matematica vettoriale georeferenziata degli elementi base, sono stati definiti: il corridoio di indagine; le fasce di rispetto delle sorgenti (principale e concorsuali); le destinazioni d'uso dei ricettori.	aree interessate, è stata condotta una campagna di misure di taratura e di verifica lungo gli oltre 120 km dell'Autostrada Torino Savona. I monitoraggi presso ricettori detti di "riferimento" sono stati svolti in maniera continuativa per almeno una settimana. I punti di "riferimento" PR sono stati scelti in modo da rappresentare le diverse combinazioni di tipologia di infrastruttura con ambienti di propagazione/ricezione. In contemporanea ai punti PR sono stati effettuati monitoraggi in punti "significativi" PS allo scopo di rappresentare le diverse situazioni in cui un ricettore può venirsi a trovare rispetto alla sorgente.	la sorgente autostradale è caratterizzata dalla potenza sonora per metro lineare di infrastruttura emessa dal traffico (diurno e notturno), così calcolata: suddivisione dell'intera rete in "tratte base", ovvero da casello a casello; definizione per ciascuna "tratta base" dei volumi di traffico a consuntivo per l'anno 2006, disaggregati per fascia oraria, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo; proiezione dei flussi di traffico al 2012, assumendo un tasso annuale di crescita calcolato dal trend degli ultimi 5 anni; suddivisione di ciascuna "tratta base" in più "tratte elementari" in funzione della tipologia di pavimentazione e della pendenza longitudinale; attribuzione a ciascuna tratta elementare delle velocità caratteristiche di percorrenza; calcolo del livello di potenza per metro lineare e dello spettro in ottave per la singola "tratta elementare", tramite interpolazione dei data base dei livelli di emissione; segmentazione geometrica della tratta elementare in N parti uguali ed equiripartizione in ragione di 1/N della potenza lineare; attribuzione a ciascuna tratta elementare di una sorgente puntiforme di potenza sonora equivalente, posizionata nel centro del segmento ad un'altezza dal suolo di 0.5 m.; propagazione del livello ponderato A dalla sorgente verso il	del modello è stata effettuata confrontando i valori sperimentali dei monitoraggi acustici effettuati nella campagna di taratura e verifica con i valori calcolati, utilizzando come input i valori della banca dati aggiornata con i rilievi effettuati e come parametri descrittivi del traffico i dati degli specifici monitoraggi di traffico rilevati durante i monitoraggi acustici. E' riportata una sovrastima media di circa 0.1 dB(A) e 0.6 dB(A), rispettivamente nel periodo diurno ed in quello notturno.



GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
			ricettore, dopo aver calcolato la frequenza rappresentativa dello spettro tipico.	
<b>Autostrada del Brennero A22 S.p.A.</b>	È stato effettuato un rilievo dell'Autostrada A22 con sistema GPS per l'individuazione delle quote altimetriche del tracciato ed elaborazione di un modello 3D di tutto il tracciato autostradale, georeferenziato con il sistema WGS; tale modello 3D è stato implementato nel software di calcolo Cadna-A.	Dalla Relazione integrativa si deduce che la Società Autobrennero ha svolto nel 2005 alcune misure acustiche di durata settimanale lungo l'asse dell'infrastruttura in maniera da tenere in debita considerazione le diverse condizioni orografiche presenti.	Tale argomento non è stato esplicitato nella documentazione presentata. E' comunque da evidenziare che il modello Cadna-A, se opportunamente implementato (dati geometrici dell'infrastruttura, flussi di traffico, etc.), è in grado di modellizzare tali tipologie di sorgenti.	Nella relazione integrativa è indicato che la taratura del modello è stata effettuata utilizzando le misure fonometriche svolte nel 2005 dalla Società Autobrennero.
<b>Autostrada Brescia-Verona-Vicenza-Padova</b>	Per la realizzazione del modello 3D del terreno è stata utilizzata la cartografia tridimensionale acquisita attraverso i rilievi effettuati con il sistema LIDAR (Laser Impulse Detection And Ranking). Ultimata la restituzione matematica vettoriale georeferenziata degli elementi base, sono stati definiti: - il corridoio di indagine; - le fasce di rispetto delle sorgenti (principale e concorsuali); - le destinazioni d'uso dei ricettori.	Per la caratterizzazione delle aree interessate, è stata condotta una campagna di misure di taratura e di verifica lungo gli oltre 240 km della rete in concessione della Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd. I monitoraggi presso ricettori detti di "riferimento" sono stati svolti in maniera continuativa per almeno una settimana. I punti di "riferimento" PR sono stati scelti in modo da rappresentare le diverse combinazioni di tipologia di infrastruttura con ambienti di propagazione/ricezione. In contemporanea ai punti PR sono stati effettuati	Nel modello di simulazione adottato, la sorgente autostradale è caratterizzata dalla potenza sonora per metro lineare di infrastruttura emessa dal traffico (diurno e notturno), così calcolata: - suddivisione dell'intera rete in "tratte base", ovvero da casello a casello; - definizione per ciascuna "tratta base" dei volumi di traffico a consuntivo per l'anno 2006, disaggregati per fascia oraria, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo; - proiezione dei flussi di traffico al 2012, assumendo un tasso annuale di crescita calcolato dal trend degli ultimi 5 anni; - suddivisione di ciascuna "tratta base" in più "tratte elementari" in	La verifica dell'accuratezza del modello è stata effettuata confrontando i valori sperimentali dei monitoraggi acustici effettuati nella campagna di taratura e verifica con i valori calcolati, utilizzando come input i valori della banca dati aggiornata con i rilievi effettuati e come parametri descrittivi del traffico i dati degli specifici monitoraggi di traffico rilevati durante i monitoraggi acustici. E' riportata una sovrastima media di circa 1.2 dB(A).



GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
		<p>monitoraggi in punti "significativi" PS allo scopo di rappresentare le diverse situazioni in cui un ricettore può venirsi a trovare rispetto alla sorgente.</p>	<p>funzione della tipologia di pavimentazione e della pendenza longitudinale;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- attribuzione a ciascuna tratta elementare delle velocità caratteristiche di percorrenza;</li> <li>- calcolo del livello di potenza per metro lineare e dello spettro in ottave per la singola "tratta elementare", tramite interpolazione dei data base dei livelli di emissione;</li> <li>- segmentazione geometrica della tratta elementare in N parti uguali ed equiripartizione in ragione di 1/N della potenza lineare;</li> <li>- attribuzione a ciascuna tratta elementare di una sorgente puntiforme di potenza sonora equivalente, posizionata nel centro del segmento ad un'altezza dal suolo di 0.5 m.;</li> <li>- propagazione del livello ponderato A dalla sorgente verso il ricettore, dopo aver calcolato la frequenza rappresentativa dello spettro tipico.</li> </ul>	
<p><b>Autocamionale della Cisa S.p.a.</b></p>	<p>Per la geometria del corpo stradale e delle aree adiacenti, è stato utilizzata, per il tratto emiliano, la restituzione 3D del volo aereo eseguito nel novembre 2006 per conto dell'Autocamionale della Cisa S.p.A.; mentre per i tratti ligure e toscano è stata utilizzata la</p>	<p>Come misure fonometriche viene indicato che sono stati utilizzati esclusivamente i risultati di rilievi svolti nel periodo 1991 ÷ 2004 in corrispondenza dei seguenti comuni: - tratto emiliano (Fontevivo, Noceto, Medesano, Varano de'</p>	<p>La modellizzazione della geometria dell'infrastruttura deriva, per il tratto emiliano, dalla restituzione del volo aerofotogrammetrico effettuato dalla Autocamionale della Cisa nel novembre 2006, mentre, per i tratti toscano e ligure, dall'utilizzo delle cartografie tecniche regionali, che hanno permesso la restituzione in</p>	<p>La calibrazione del modello previsionale è stata effettuata utilizzando gli esiti di rilievi fonometrici e di traffico relativi ad un punto di misura settimanale localizzato nel tratto emiliano. Il confronto tra i valori dei livelli di</p>

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
	<p>cartografia vettoriale regionale esistente. L'integrazione tra le informazioni cartografiche ha permesso la produzione di un modello digitale tridimensionale del terreno (DTM, digital terrain model) e di un modello tridimensionale dell'edificato DBM (Digital Building Model) in formato vettoriale, ottenuto mediante tracciatura dei poligoni che individuano gli edifici e le costruzioni di ogni tipo, con l'assegnazione della quota media di gronda di tutti gli edifici. La cartografia permette altresì di restituire in formato vettoriale tridimensionale georeferenziato i cigli e l'asse del tracciato autostradale, i cigli e linee d'asse delle sorgenti concorsuali, i confini amministrativi dei Comuni interessati.</p>	<p>Melegari, Solignano, Fornovo di Taro, Terenzo, Berceto); - tratto toscano (Pontremoli, Mulazzo, Tresana, Podenzana, Aulla)- tratto ligure (Santo Stefano di Magra). La localizzazione di tali punti di misura è riportata su planimetrie relative a tali comuni. Nella documentazione presentata non viene fornita, ad esclusione della localizzazione dei punti di misura, alcuna ulteriore indicazione sulle misure fonometriche effettuate (tipologia, modalità, risultati, etc.).</p>	<p>formato vettoriale tridimensionale georeferenziato dei cigli e dell'asse del tracciato autostradale, nonché dei cigli e delle linee d'asse delle sorgenti concorsuali. Per ciascun asse sono stati poi assegnati i dati relativi ai flussi di traffico.</p>	<p>campo pregressi e di quelli calcolati mostrano un'accuratezza di <math>\pm 2</math> dB(A). Per i tratti toscano e ligure, nella relazione viene indicato che la taratura è stata effettuata attraverso un "confronto di massima" tra i livelli acustici calcolati tramite simulazione e i livelli acustici settimanali misurati in periodi diversi in tre punti per i quali, tra l'altro, non sono disponibili né dati di traffico né velocità di percorrenza.</p>
<p><b>Autostrada dei Fiori S.p.a.</b></p>	<p>La geometria (forma e dimensioni) del corpo stradale e delle aree ad esso adiacenti, è stata definita in base al rilievo 3D della AdF S.p.A.. L'integrazione tra le informazioni cartografiche disponibili ha permesso la produzione di un modello digitale tridimensionale del terreno (DTM, digital terrain model) e di un modello</p>	<p>Per la valutazione dei livelli acustici delle aree interessate dall'infrastruttura sono state svolte nel 2005 delle campagne di monitoraggio in corrispondenza di 2 sezioni autostradali nei Comuni di Albenga e Andora. Sono state effettuate misure in continuo</p>	<p>La modellizzazione della geometria dell'infrastruttura deriva dalla restituzione del volo aerofotogrammetrico effettuato da AdF S.p.A. integrato con carta tecnica regionale. La cartografia utilizzata permette la restituzione in formato vettoriale tridimensionale georeferenziato dei cigli e dell'asse del tracciato autostradale, nonché dei cigli e delle linee d'asse delle sorgenti</p>	<p>La calibrazione del modello previsionale è stata svolta in base ai risultati delle campagne di monitoraggio realizzate nel 2005 in corrispondenza di 2 sezioni autostradali. In tali sezioni sono state effettuate misure in continuo di durata settimanale, integrate con misure</p>

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
	<p>tridimensionale dell'edificato DBM (Digital Building Model) in formato vettoriale, ottenuto mediante tracciatura dei poligoni che individuano gli edifici e le costruzioni di ogni tipo, con l'assegnazione della quota media di gronda di tutti gli edifici. La cartografia permette altresì di restituire in formato vettoriale tridimensionale georeferenziato i cigli e l'asse del tracciato autostradale, i cigli e linee d'asse delle sorgenti concorsuali, i confini amministrativi dei Comuni interessati.</p>	<p>di durata settimanale nei periodi 30/11-7/12, 13-20/12. Le misure in continuo sono state poi integrate con misure effettuate con tecnica spot. I rilievi acustici sono stati affiancati da misure meteorologiche in continuo e da misure di traffico. Sono state inoltre considerate delle misure pregresse derivanti da una campagna di monitoraggio a lungo termine svolta nel 2003 presso il Comune di Pietra Ligure. Nella Fase 2 sono state svolte delle verifiche delle previsioni del modello di calcolo in un campione di aree di superamento. A tal fine sono state individuate 4 aree, in ciascuna delle quali sono state svolte misure di rumore di durata settimanale, tramite postazioni fisse operanti in continuo e, in parallelo, misure in continuo meteorologiche. Le misure sono state svolte nei periodi 30/03÷6/04/2007 e 22÷29/03/2007. Nella documentazione non sono riportati i certificati previsti dal DM 16/03/1998.</p>	<p>concorsuali. Per ciascun asse sono stati poi assegnati i dati relativi ai flussi di traffico.</p>	<p>svolte con tecnica spot, e affiancate da misure meteorologiche in continuo e da rilievi di traffico. Il confronto tra i livelli di campo e i livelli calcolati nelle condizioni meteorologiche contestuali alle misure di rumore mostrano nelle postazioni settimanali un'accuratezza di <math>\pm 2</math> dB(A). Le misure di rumore svolte in 4 aree distinte da differenti problematiche acustiche, e il confronto con le previsioni del modello di calcolo, hanno evidenziato degli scarti contenuti all'interno dell'accuratezza di stima di <math>\pm 2</math> dBA; solo in un caso viene documentata una tendenza alla sovrastima.</p>

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
<p><b>Autostrade di Venezia e Padova S.p.A.</b></p>	<p>Per la realizzazione del modello 3D del terreno è stata utilizzata la cartografia tridimensionale acquisita attraverso i rilievi effettuati con il sistema Laser Range Finder. Nel modello sono state considerati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il corridoio di indagine;</li> <li>- le fasce di rispetto dell'infrastruttura;</li> <li>- le destinazioni d'uso dei ricettori.</li> </ul>	<p>Sono state considerate nello studio le diverse campagne di misura effettuate dal Gestore in vari anni (a partire dal 1992). Ai fini del presente studio sono state condotte delle specifiche campagne nel periodo gennaio/maggio del 2005. In particolare sono state effettuate misurazioni settimanali che hanno riguardato: 3 siti lungo la Tangenziale Ovest di Mestre, 2 siti lungo l'Autostrada Venezia-Padova e 1 sito lungo il Raccordo Autostradale per l'Aeroporto Marco Polo. Inoltre sono state effettuate misurazioni spot che hanno interessato altri 14 siti. Tutti i punti di misura sono stati posizionati all'interno delle fasce di pertinenza A e B dell'infrastruttura. Nel corso delle misure sono stati effettuati anche rilievi meteo ed acquisiti i dati di traffico tramite la rete Marco T3 che è attiva lungo l'infrastruttura. Nella documentazione esaminata non sono riportati i certificati previsti dal DM</p>	<p>Per la modellizzazione delle sorgenti lineari sono stati considerati tutti gli opportuni dati atti a descriverne l'emissione sonora: flussi orari, percentuali di veicoli leggeri e pesanti, tipologia di pavimentazione, pendenza del tracciato, etc.</p>	<p>Per la calibrazione del modello si è operato raffrontando i dati calcolati con i dati provenienti dalle misure effettuate nel 2005. La verifica effettuata ha evidenziato, per quanto riguarda i monitoraggi settimanali, che la differenza tra detti valori è compresa tra -2.2 dB(A) e 1.1 dB(A); mentre, per quanto riguarda i monitoraggi a breve termine, sono state riscontrate differenze fino a 5.6 dB(A) che risultano sufficientemente cautelative.</p>

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
		16/03/1998. Sono state richieste le necessarie integrazioni in merito a quanto sopra indicato.		
Autovie Venete S.p.a.	Relativamente alla fascia di competenza acustica (territorio compreso entro 250 m. dall'asse dell'autostrada) è stato elaborato il materiale cartografico mediante rilievo con elicottero integrato con la carta numerica regionale. L'integrazione ha riguardato in particolare la features d'orografia del territorio, le infrastrutture di trasporto e i principali elementi interferenti con la propagazione sonora.	Per caratterizzare le infrastrutture concorsuali sono stati effettuati n. 11 monitoraggi acustici nel periodo compreso tra metà maggio e inizio luglio del 2002. Tale periodo è considerato rappresentativo di una situazione media che prescinde da volumi e tipologie di traffico singolari. I monitoraggi acustici riportati nella documentazione presentata sono riferiti alla descrizione delle concorsualità presenti. Da detta documentazione non si evincono informazioni circa misure fonometriche effettuate per caratterizzare le aree interessate dalle infrastrutture in esame. Nella documentazione non sono riportate informazioni sulla taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi acustici e, inoltre, non sono riportati i certificati previsti dal DM 16/03/1998. Si richiede pertanto di fornire in merito	Ogni tratto stradale è costituito da polilinee divise in numero di tratti. Dal punto di vista geometrico ciascun tratto è caratterizzato dalle coordinate dei suoi estremi e dalla larghezza. Le informazioni sono desunte da file .dxf. A tal fine sono state digitalizzate e vettorializzate tutte le infrastrutture di trasporto relativamente alla fascia di competenza acustica (territorio compreso entro 250 m dall'asse autostradale).	Si è proceduto ad una campagna sperimentale di taratura del modello, attraverso monitoraggi di lungo termine e rilievi fonometrici a campione. Sono stati effettuati 56 giorni di monitoraggio continuativo di 24 ore in 8 differenti punti ed oltre 30 rilievi fonometrici spot. Dal confronto fra dati calcolati e misure, si evince che l'approssimazione del modello è contenuta nell'ambito $\pm 2$ dB(A).

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
		le necessarie integrazioni.		
<b>Autostrade Centropadane S.p.a.</b>	Per la geometria del corpo stradale e delle aree adiacenti, è stata utilizzata la restituzione 3D del volo aereo eseguito nel 2007. L'integrazione tra le informazioni cartografiche disponibili ed i rilievi in campo ha permesso la messa a punto di un modello digitale tridimensionale del terreno (DTM, digital terrain model) e di un modello tridimensionale dell'edificato DBM (Digital Building Model) in formato vettoriale, ottenuto mediante tracciatura dei poligoni che individuano gli edifici e le costruzioni di ogni tipo, con l'assegnazione della quota media di gronda di tutti gli edifici. La cartografia permette altresì di restituire in formato vettoriale tridimensionale georeferenziato i cigli e l'asse del tracciato autostradale, i cigli e linee d'asse delle sorgenti concorsuali, i confini amministrativi dei Comuni interessati.	Come misure fonometriche viene indicato che sono stati utilizzati i dati di misure di rumore pregresse (periodo 1996-2006) nonché i risultati di 2 campagne di monitoraggio (rilievi settimanali e spot) effettuate, tra Piacenza e Manerbio e tra Manerbio e Brescia, nel periodo aprile-maggio 2007. La localizzazione di tali punti di misura è riportata nelle planimetrie ACU2 allegate nelle schede di sintesi comunali. Nella documentazione non sono riportate le informazioni relative alla taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi acustici e, inoltre, non sono riportati i certificati previsti dal DM 16/03/1998. Sono state richieste le necessarie integrazioni in merito a quanto sopra indicato.	La modellizzazione della geometria dell'infrastruttura deriva dalla restituzione del volo aerofotogrammetrico effettuato nel 2007, che ha permesso la restituzione in formato vettoriale tridimensionale georeferenziato dei cigli e dell'asse del tracciato autostradale, nonché dei cigli e delle linee d'asse delle sorgenti concorsuali. Per ciascun asse sono stati poi assegnati i dati relativi ai flussi di traffico.	La calibrazione del modello previsionale è stata effettuata utilizzando gli esiti di rilievi fonometrici e di traffico relativi alle due campagne di monitoraggio eseguite nel periodo aprile-maggio 2007. Il confronto tra i risultati delle misure ed i risultati delle simulazioni acustiche evidenziano che i valori stimati risultano sempre superiori ai valori misurati. Pertanto, la metodologia adottata sembra comportare un adeguato margine di sicurezza per i ricettori.
<b>SALT - Autostrada Ligure Toscana S.p.a.</b>	Per la modellizzazione del territorio ligure interessato dall'infrastruttura in oggetto, tra Sestri Levante e La Spezia, data la particolare orografia, è stata	Nel tratto ligure sono state condotte nel periodo autunno-inverno 2005-2006 una serie di indagini fonometriche per accertare i	Per la modellizzazione della sorgente acustica sono stati considerati tratti stradali omogenei. Per ciascun tratto sono stati considerati: il numero totale di veicoli; la % di veicoli	Negli Allegati viene sinteticamente indicato che sono state effettuate misure di rumore anche al fine della taratura del

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
	considerata una fascia di 100÷130 m da entrambi i lati dell'infrastruttura stradale; mentre nella tratta La Spezia-Luni è stata indagata una fascia di 250 m dall'Autostrada, in quanto più antropizzata e con maggiori flussi di traffico indotti dalla interconnessione con l'A15 Parma-La Spezia. Per la modellizzazione del territorio toscano è stata invece considerata una fascia di 300 m da entrambi i lati dell'infrastruttura.	livelli di immissione di pertinenza dell'A12 tra Sestri Levante e il confine toscano. Il lavoro è stato completato con la verifica dei siti in cui SALT ha realizzato, in accordo con Arpal, Provincia della Spezia e Comune di Sestri Levante, opere di mitigazione acustica. Nel tratto toscano sono state condotte campagne di misura in continuo al fine di redigere il piano conoscitivo del clima acustico prodotto dall'infrastruttura e individuare conseguentemente i ricettori esposti a livelli superiori ai limiti normativi. I dati relativi alle indagini fonometriche effettuate sono stati riportati solo per il tratto ligure dell'infrastruttura, mentre per il tratto toscano non viene fornita la relativa documentazione.	transitante nel periodo notturno; la % dei mezzi pesanti; la velocità media; il livello di emissione acustica per il traffico del periodo diurno e notturno. È stata considerata nella modellizzazione la presenza di una pavimentazione drenante ordinaria [con coefficiente di assorbimento stimato nel DB del software pari a 2,5 dB(A)]	modello. Metodo e esiti della taratura non sono riportati.
<b>SATAP S.p.a.</b>	La geometria (forma e dimensioni) del corpo stradale e delle aree ad esso adiacenti, è stata definita in base al rilievo 3D della SATAP del 2001. L'integrazione tra le informazioni	Per la valutazione dei livelli acustici delle aree interessate dall'infrastruttura sono state svolte nel 2005 delle campagne di monitoraggio	La modellizzazione della geometria dell'infrastruttura deriva dalla restituzione del volo aerofotogrammetrico effettuato da SATAP nel 2001 in scala 1:1.000, integrato, laddove necessario con	La calibrazione del modello previsionale è stata svolta in base ai risultati delle campagne di monitoraggio realizzate nel 2005 in corrispondenza di 4 sezioni

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
	<p>cartografiche disponibili ha permesso la produzione di un modello digitale tridimensionale del terreno (DTM, digital terrain model) e di un modello tridimensionale dell'edificato DBM (Digital Building Model) in formato vettoriale, ottenuto mediante tracciatura dei poligoni che individuano gli edifici e le costruzioni di ogni tipo, con l'assegnazione della quota media di gronda di tutti gli edifici. La cartografia permette altresì di restituire in formato vettoriale tridimensionale georeferenziato i cigli e l'asse del tracciato autostradale, i cigli e linee d'asse delle sorgenti concorsuali, i confini amministrativi dei Comuni interessati.</p>	<p>in corrispondenza di 4 sezioni autostradali (3 in Piemonte e 1 in Lombardia). Sono state effettuate misure in continuo di durata settimanale nei periodi 14-21/10, 24-21/10, 21-28/11 e 11-18/11. Le misure in continuo sono state poi integrate con misure effettuate con tecnica spot. I rilievi acustici sono stati affiancati da misure meteorologiche in continuo e da misure di traffico. Nella Fase2 sono state svolte delle verifiche delle previsioni del modello di calcolo in un campione di aree di superamento. A tal fine sono state individuate 5 aree, in ciascuna delle quali sono state svolte misure di rumore di durata settimanale, tramite postazioni fisse operanti in continuo e, in parallelo, misure in continuo meteorologiche. Le misure sono state svolte nei periodi 12÷19/04/2007, 13÷20/04/2007 e 3÷10/05/2007. Nella documentazione esaminata non sono riportate le informazioni relative alla</p>	<p>cartografia tecnica regionale. La cartografia utilizzata permette la restituzione in formato vettoriale tridimensionale georeferenziato dei cigli e dell'asse del tracciato autostradale, nonché dei cigli e delle linee d'asse delle sorgenti concorsuali. Per ciascun asse sono stati poi assegnati i dati relativi ai flussi di traffico.</p>	<p>autostradali (3 in Piemonte e 1 in Lombardia). In tali sezioni sono state effettuate misure in continuo di durata settimanale, integrate con misure svolte con tecnica spot, e affiancate da misure meteorologiche in continuo e da rilievi di traffico. Il confronto tra i livelli di campo e i livelli calcolati nelle condizioni meteorologiche contestuali alle misure di rumore mostrano nelle postazioni settimanali un'accuratezza di <math>\pm 2</math> dB(A) nella maggior parte delle situazioni. Le misure di rumore svolte in 5 aree distinte da differenti problematiche acustiche, e il confronto con le previsioni del modello di calcolo, hanno evidenziato degli scarti contenuti all'interno dell'accuratezza di stima di <math>\pm 1-2</math> dBA e una prevalente tendenza alla sovrastima.</p>



GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
		taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi acustici e, inoltre, non sono riportati i certificati previsti dal DM 16/03/1998. Sono state richieste le necessarie integrazioni in merito a quanto sopra indicato.		
SAV S.p.a.	La geometria (forma e dimensioni) del corpo stradale e delle aree ad esso adiacenti, è stata definita in base al rilievo 3D della SAV S.p.a. L'integrazione tra le informazioni cartografiche disponibili ha permesso la produzione di un modello digitale tridimensionale del terreno (DTM, digital terrain model) e di un modello tridimensionale dell'edificato DBM (Digital Building Model) in formato vettoriale, ottenuto mediante tracciatura dei poligoni che individuano gli edifici e le costruzioni di ogni tipo, con l'assegnazione della quota media di gronda di tutti gli edifici. La cartografia permette altresì di restituire in formato vettoriale tridimensionale georeferenziato i cigli e l'asse del tracciato autostradale, i cigli e linee d'asse delle sorgenti concorsuali, i confini	Per la valutazione dei livelli acustici delle aree interessate dall'infrastruttura sono state svolte nel 2005 delle campagne di monitoraggio in corrispondenza di 2 sezioni autostradali nel territorio della Regione Valle d'Aosta nei comuni di Verres e Brissogne. Sono state effettuate misure in continuo di durata settimanale nei periodi 26 settembre-5 ottobre e 5/12 ottobre. Le misure in continuo sono state poi integrate con misure effettuate con tecnica spot. I rilievi acustici sono stati affiancati da misure meteorologiche in continuo e da misure di traffico. Nella documentazione presentata non sono riportate le informazioni relative alla	La modellizzazione della geometria dell'infrastruttura deriva dal rilievo planoaltimetrico fornito da SAV S.p.a. in scala 1:1.000, integrato, laddove necessario con le cartografie tecniche regionali. La cartografia utilizzata permette la restituzione in formato vettoriale tridimensionale georeferenziato dei cigli e dell'asse del tracciato autostradale, nonché dei cigli e delle linee d'asse delle sorgenti concorsuali. Per ciascun asse sono stati poi assegnati i dati relativi ai flussi di traffico.	La calibrazione del modello previsionale è stata svolta in base ai risultati delle campagne di monitoraggio realizzate nel 2005 in corrispondenza di 2 sezioni autostradali. In tali sezioni sono state effettuate misure in continuo di durata settimanale, integrate con misure svolte con tecnica spot, e affiancate da misure meteorologiche in continuo e da rilievi di traffico. Il confronto tra i livelli di campo e i livelli calcolati nelle condizioni meteorologiche contestuali alle misure di rumore mostrano nelle postazioni settimanali un'accuratezza di $\pm 2$ dB(A) nella maggior parte delle situazioni.

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
	amministrativi dei Comuni interessati.	taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi acustici e, inoltre, non sono riportati i certificati previsti dal DM 16/03/1998.		
S.A.T. Società Autostrada Tirrenica S.p.a.	I dati geometrici relativi alla morfologia del sito derivano da un volo aerofotogrammetrico effettuato per una fascia di circa 160 m a cavallo del tracciato (scala 1:1.000) integrato con i dati della cartografia regionale (scala 1:10.000) per la parte non coperta. Per l'elaborazione del DGM nel modello sono stati implementati i punti quota e le curve di livello.	Per valutare i livelli acustici attualmente presenti è stata effettuata un'apposita campagna di rilievi fonometrici in continuo per una settimana dal 14 al 21 luglio 2006. Sono state indagate 4 postazioni di misura per verificare la propagazione anche a diverse distanze dalla sede stradale e in diverse situazioni al contorno. Criteri utilizzati per la scelta delle postazioni: 1. criticità e rappresentatività per la posizione rispetto alla sede autostradale; 2. rappresentatività per la percentuale di soggetti interessati. Nella Relazione generale è indicato che la strumentazione utilizzata per i rilievi fonometrici è in possesso dell'apposita certificazione di taratura emessa da un centro SIT; nella documentazione esaminata non si evince la	La modellizzazione della geometria dell'infrastruttura deriva dalla restituzione del volo aerofotogrammetrico effettuato dall'ente gestore per una fascia di circa 160 m a cavallo della sede (scala 1:1.000). Per l'elaborazione del DGM sono stati implementati nel modello i seguenti elementi: - bordi della carreggiata stradale- top e base di rilevati e tincee- barriere di sicurezza new jersey in c.a. in mezzzeria e a bordo carreggiata- barriere antirumore esistenti. Sono stati poi inseriti gli assi relativi alle mezzzerie delle 2 carreggiate. Per ciascun asse sono stati inseriti i valori medi orari dei mezzi leggeri e pesanti.	L'affidabilità del modello di simulazione (taratura) è stata verificata raffrontando gli output teorici con i valori rilevati sperimentalmente con la campagna di monitoraggio. Per il confronto tra i valori misurati e quelli calcolati sono stati utilizzati i dati rilevati su 3 delle 4 stazioni di misura interessate; la postazione PM01 è stata esclusa dalla verifica, poiché in corrispondenza di questo punto di misura risulta preponderante il rumore prodotto dalla S.R. 67b. Gli scostamenti tra valori rilevati e valori simulati hanno evidenziato variazioni comprese tra - 0,6 (livello notturno nel punto PM3) e + 1,4 (livello diurno nel punto PM4). I risultati teorici ottenuti sono stati quindi

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
		<p>data di tale taratura né sono riportati i certificati previsti dal DM 16/03/1998. Sono state richieste le necessarie integrazioni in merito a quanto sopra indicato.</p>		<p>considerati corretti in quanto ricompresi nell'ambito delle approssimazioni correntemente accertate in analisi di questo tipo.</p>
<p><b>Strada dei Parchi S.p.a.</b></p>	<p>Nella relazione viene genericamente indicato che per l'analisi del territorio sono state utilizzate mappe cartografiche aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che dei comuni al fine di avere una corretta rappresentazione del territorio. Non sono presenti indicazioni sul dettaglio adottato nel modello 3D del terreno.</p>	<p>Per valutare i livelli acustici attualmente presenti sono state effettuate delle apposite campagne di rilievi fonometrici in continuo per una settimana, integrate con indagini fonometriche a Spot della durata di 15 minuti, ripetute 4 volte nell'arco della stessa giornata. La scelta delle postazioni è stata effettuata in funzione della densità dei ricettori, del grado di sensibilità degli stessi e comunque in corrispondenza di punti e/o zone rappresentative delle situazioni urbanistiche presenti lungo l'infrastruttura. Si evidenzia che le misure in continuo per una settimana non sono state effettuate nei Comuni di Bussi sul Tirino (PE) e di Basciano (TE). Non è allegata la certificazione di taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi fonometrici.</p>	<p>Il modello di simulazione è stato implementato con i dati relativi ai flussi veicolari, per ciascun comune interessato, desunti dalle indagini di traffico che il Gestore dell'infrastruttura svolge abitualmente su diverse sezioni del tracciato. Non vengono però fornite indicazioni sugli aspetti relativi alla modellazione geometrica dell'infrastruttura.</p>	<p>La calibrazione del modello è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalle misure fonometriche e dei dati relativi alle indagini di traffico.</p>

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b> <b>(A50)</b>	<p>Nella relazione viene genericamente indicato che per l'analisi del territorio sono state utilizzate mappe cartografiche aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che dei comuni al fine di avere una corretta rappresentazione del territorio. Non viene fornita alcuna indicazione sul dettaglio adottato nel modello 3D del terreno.</p>	<p>Per valutare i livelli acustici attualmente presenti sono state effettuate delle apposite campagne di rilievi fonometrici in continuo per una settimana, integrate con indagini fonometriche a Spot. Viene indicato che la scelta dei punti è stata eseguita in modo da rendere massima la precisione del dato, non avere interferenze di altre sorgenti, disporre ove possibile di una morfologia semplice tra la tangenziale ed il microfono, in modo che le riflessioni non diventassero predominanti. Nella documentazione presentata non è allegata la certificazione di taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi fonometrici.</p>	<p>Il modello di simulazione è stato implementato con i dati relativi ai flussi veicolari, desunti dalle indagini di traffico che il Gestore dell'infrastruttura svolge abitualmente su diverse sezioni del tracciato. In alcuni nodi particolari sono stati eseguiti specifici rilievi del traffico in contemporanea alle misure fonometriche. Non vengono fornite indicazioni sugli aspetti relativi alla modellazione geometrica dell'infrastruttura.</p>	<p>La calibrazione del modello è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalle misure fonometriche e dei dati relativi alle indagini di traffico.</p>
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b> <b>(A51)</b>	<p>Nella relazione viene genericamente indicato che per l'analisi del territorio sono state utilizzate mappe cartografiche aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che dei comuni al fine di avere una corretta rappresentazione del territorio. Analogamente per la comprensione del territorio</p>	<p>Per valutare i livelli acustici attualmente presenti sono state effettuate delle apposite campagne di rilievi fonometrici in continuo per una settimana, integrate con indagini fonometriche a Spot per una caratterizzazione puntuale della zona lungo il tratto della Tangenziale Est,</p>	<p>Il modello di simulazione è stato implementato con i dati relativi ai flussi veicolari, desunti dalle indagini di traffico che il Gestore dell'infrastruttura svolge abitualmente su diverse sezioni del tracciato. In alcuni nodi particolari sono stati eseguiti specifici rilievi del traffico in contemporanea alle misure fonometriche. Non vengono fornite</p>	<p>La calibrazione del modello è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalle misure fonometriche e dei dati relativi alle indagini di traffico.</p>

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
	finalizzata allo studio, sono stati poi esaminati sia i P.R.G. sia i Piani di zonizzazione acustica comunali laddove presenti. Non viene fornita alcuna indicazione sul dettaglio adottato nel modello 3D del terreno.	della durata compresa tra 24 e 72 ore, oppure tra 20 e 60 minuti. Nel caso di prossimità ad altre strutture (ferrovie o altri canali di traffico stradale di grande importanza), è stata rilevata, direttamente dalle misure in sito, l'influenza della sola Tangenziale Est, scegliendo appositi punti di misura e orientando il microfono verso la struttura in esame (come previsto dal DPR 30/4/2004 n. 142). Nella documentazione presentata non è allegata la certificazione di taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi fonometrici.	indicazioni sugli aspetti relativi alla modellazione geometrica dell'infrastruttura.	
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(A52)</b>	Nella relazione viene genericamente indicato che per l'analisi del territorio sono state utilizzate mappe cartografiche aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che dei comuni al fine di avere una corretta rappresentazione del territorio. Non viene fornita alcuna indicazione sul dettaglio adottato nel modello 3D del terreno.	Per valutare i livelli acustici attualmente presenti sono state effettuate delle apposite campagne di rilievi fonometrici in continuo per una settimana, integrate con indagini fonometriche a Spot della durata di 15 minuti. I punti di misura sono stati scelti, oltre per la facilità di reperimento, in quanto punti indicativi quasi esclusivamente del rumore provocato dalla sorgente in	Il modello di simulazione è stato implementato con i dati relativi ai flussi veicolari, desunti dalle indagini di traffico che il Gestore dell'infrastruttura svolge abitualmente su diverse sezioni del tracciato. In alcuni nodi particolari sono stati eseguiti specifici rilievi del traffico in contemporanea alle misure fonometriche. Non vengono fornite indicazioni sugli aspetti relativi alla modellazione geometrica dell'infrastruttura.	La calibrazione del modello è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalle misure fonometriche e dei dati relativi alle indagini di traffico.

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
		esame, cercando di evitare altre fonti di rumore che avrebbero influito sulla corretta caratterizzazione della sorgente, richiedendo delicate operazioni di pulitura delle misure. Nei casi in cui non è stato possibile effettuare misure senza altre interferenze sonore si è dovuti ricorrere a misurazioni effettuate direttamente ai bordi dell'infrastruttura in esame tramite metodologia MCS. Nella documentazione presentata non è allegata la certificazione di taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi fonometrici.		
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(A54)</b>	Nella relazione viene genericamente indicato che per l'analisi del territorio sono state utilizzate mappe cartografiche aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che dei comuni al fine di avere una corretta rappresentazione del territorio. Analogamente per la comprensione del territorio finalizzata allo studio, sono stati poi esaminati il P.R.G. ed il Piano di zonizzazione acustica comunale. Non viene fornita	Per valutare i livelli acustici attualmente presenti sono state effettuate delle apposite campagne di rilievi fonometrici in continuo per una settimana, integrate con indagini fonometriche a Spot per una caratterizzazione puntuale della zona lungo la Tangenziale, della durata compresa tra 24 e 72 ore, oppure tra 20 e 60 minuti. Nel caso di prossimità ad altre strutture (ferrovie o	Il modello di simulazione è stato implementato con i dati relativi ai flussi veicolari, desunti dalle indagini di traffico che il Gestore dell'infrastruttura svolge abitualmente su diverse sezioni del tracciato. In alcuni nodi particolari sono stati eseguiti specifici rilievi del traffico in contemporanea alle misure fonometriche. Non vengono fornite indicazioni sugli aspetti relativi alla modellazione geometrica dell'infrastruttura.	La calibrazione del modello è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalle misure fonometriche e dei dati relativi alle indagini di traffico.

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
	alcuna indicazione sul dettaglio adottato nel modello 3D del terreno.	altri canali di traffico stradale di grande importanza), è stata rilevata, direttamente dalle misure in sito, l'influenza della sola Tangenziale, scegliendo appositi punti di misura e orientando il microfono verso la struttura in esame (come previsto dal DPR 30/4/2004 n. 142). Nella documentazione presentata non è allegata la certificazione di taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi fonometrici.		
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(A7)</b>	Non viene fornita alcuna indicazione sul dettaglio adottato nel modello 3D del terreno. Nella relazione viene genericamente indicato che per l'analisi del territorio sono state utilizzate mappe cartografiche aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che dei comuni al fine di avere una corretta rappresentazione del territorio.	Per valutare i livelli acustici attualmente presenti sono state effettuate delle apposite campagne di rilievi fonometrici in continuo per una settimana, integrate con indagini fonometriche a Spot della durata di 15 minuti. I punti di misura sono stati scelti, oltre per la facilità di reperimento, in quanto punti indicativi quasi esclusivamente del rumore provocato dalla sorgente in esame, cercando di evitare altre fonti di rumore che avrebbero influito sulla corretta caratterizzazione	Non vengono fornite indicazioni sugli aspetti relativi alla modellazione geometrica dell'infrastruttura. Il modello di simulazione è stato implementato con i dati relativi ai flussi veicolari, desunti dalle indagini di traffico che il Gestore dell'infrastruttura svolge abitualmente su diverse sezioni del tracciato. In alcuni nodi particolari sono stati eseguiti specifici rilievi del traffico in contemporanea alle misure fonometriche	La calibrazione del modello è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalle misure fonometriche e dei dati relativi alle indagini di traffico.

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
		<p>della sorgente, richiedendo delicate operazioni di pulitura delle misure. Nei casi in cui non è stato possibile effettuare misure senza altre interferenze sonore si è dovuti ricorrere a misurazioni effettuate direttamente ai bordi dell'infrastruttura in esame tramite metodologia MCS. Nella documentazione presentata non è allegata la certificazione di taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi fonometrici.</p>		
<p><b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(Raccordo Bereguardo – Pavia)</b></p>	<p>Nella relazione viene genericamente indicato che per l'analisi del territorio sono state utilizzate mappe cartografiche aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che dei comuni al fine di avere una corretta rappresentazione del territorio. Non viene fornita alcuna indicazione sul dettaglio adottato nel modello 3D del terreno.</p>	<p>Per valutare i livelli acustici attualmente presenti sono state effettuate delle apposite campagne di rilievi fonometrici in continuo per una settimana, integrate con indagini fonometriche a Spot per una caratterizzazione puntuale della zona lungo il tracciato, della durata compresa tra 24 e 72 ore, oppure tra 20 e 60 minuti. Nel caso di prossimità ad altre strutture (ferrovie o altri canali di traffico stradale di grande importanza), è stata rilevata, direttamente dalle</p>	<p>Il modello di simulazione è stato implementato con i dati relativi ai flussi veicolari, desunti dalle indagini di traffico che il Gestore dell'infrastruttura svolge abitualmente su diverse sezioni del tracciato. In alcuni nodi particolari sono stati eseguiti specifici rilievi del traffico in contemporanea alle misure fonometriche. Non vengono fornite indicazioni sugli aspetti relativi alla modellazione geometrica dell'infrastruttura.</p>	<p>La calibrazione del modello è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalle misure fonometriche e dei dati relativi alle indagini di traffico.</p>



GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
		<p>misure in sito, l'influenza del solo raccordo autostradale, scegliendo appositi punti di misura e orientando il microfono verso la struttura in esame (come previsto dal DPR 30/4/2004 n. 142). Nella documentazione presentata non è allegata la certificazione di taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi fonometrici.</p>		
<p><b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(Variante di Lentate)</b></p>	<p>Nella relazione viene genericamente indicato che per l'analisi del territorio sono state utilizzate mappe cartografiche aerofotogrammetriche sia dell'infrastruttura che dei comuni al fine di avere una corretta rappresentazione del territorio. Non viene fornita alcuna indicazione sul dettaglio adottato nel modello 3D del terreno.</p>	<p>Per valutare i livelli acustici attualmente presenti sono state effettuate delle apposite campagne di rilievi fonometrici in continuo per una settimana, integrate con indagini fonometriche a Spot della durata di 15 minuti. I punti di misura sono stati scelti, oltre per la facilità di reperimento, in quanto punti indicativi quasi esclusivamente del rumore provocato dalla sorgente in esame, cercando di evitare altre fonti di rumore che avrebbero influito sulla corretta caratterizzazione della sorgente, richiedendo delicate operazioni di pulitura delle misure. Nella documentazione presentata</p>	<p>Il modello di simulazione è stato implementato con i dati dei rilievi di traffico registrati in contemporanea alle misure fonometriche svolte. Non vengono fornite indicazioni sugli aspetti relativi alla modellazione geometrica dell'infrastruttura.</p>	<p>La calibrazione del modello è stata effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalle misure fonometriche e dei dati relativi ai rilievi di traffico.</p>

GESTORE	Modello 3D del terreno <sup>9</sup>	Misure fonometriche <sup>10</sup>	Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari <sup>11</sup>	Calibrazione del modello <sup>12</sup>
		non è allegata la certificazione di taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi fonometrici.		

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
<p><b>Autostrade per l'Italia</b></p>	<p>Il codice di calcolo adottato consente la rappresentazione dei fenomeni acustici che si verificano durante la propagazione del rumore in ambiente esterno, in situazioni di orografia e urbanizzazione complesse.</p>	<p>E' stata effettuata la determinazione planimetrica della facciata più esposta, in base ai criteri di minima distanza del punto medio di ogni parete dall'infrastruttura stradale e dall'angolo solido sotto cui la stessa infrastruttura viene "vista" dai singoli ricettori.</p> <p>E' stato posizionato, ad 1 m dalla facciata più esposta il punto di calcolo in corrispondenza di ogni piano, partendo da un'altezza di 1.5 m dalla quota di base dell'edificio stesso, e procedendo verso l'alto con passo di 3 metri.</p> <p>Sono stati valutati, in ciascun punto di ricezione, i livelli continui di pressione sonora ponderata A generati dal traffico autostradale fluente sulla tratta in esame, nei periodi diurno e notturno: è stato identificato il punto di calcolo in corrispondenza del quale risultano i livelli di impatto diurno o notturno massimi; tali valori sono stati quindi associati all'edificio come livello di massima esposizione sul periodo di riferimento.</p> <p>Nelle mappe prodotte sono riportati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gli edifici che rientrano nei limiti di riferimento;</li> <li>- gli edifici fuori limite (critici) ed ogni edificio critico riporta al suo interno, nel formato "n/m", il numero di piani fuori limite "n" rispetto al</li> </ul>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
		<p>numero totale di piani "m". Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>		
<b>ATIVA S.p.A</b>	<p>Il modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata un porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio. Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto le sorgenti lineari vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricettore.</p>	<p>Con l'utilizzo del modello di simulazione sono stati stimati i livelli sonori in corrispondenza dei vari piani dei ricettori presenti nelle aree critiche considerate. Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>
<b>ATS Autostrada Torino Savona S.p.A</b>	<p>Il codice di calcolo adottato consente la rappresentazione dei fenomeni acustici che si verificano durante la propagazione del rumore in ambiente esterno, in situazioni di orografia e urbanizzazione complesse.</p>	<p>E' stata effettuata la determinazione planimetrica della facciata più esposta, in base ai criteri di minima distanza del punto medio di ogni parete dall'infrastruttura stradale e dall'angolo solido sotto cui la stessa infrastruttura viene "vista" dai singoli ricettori. E' stato posizionato, ad 1 m dalla</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui</p>

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
		<p>facciata più esposta il punto di calcolo in corrispondenza di ogni piano, partendo da un'altezza di 1.5 m dalla quota di base dell'edificio stesso, e procedendo verso l'alto con passo di 3 metri.</p> <p>Sono stati valutati, in ciascun punto di ricezione, i livelli continui di pressione sonora ponderata A generati dal traffico autostradale fluente sulla tratta in esame, nei periodi diurno e notturno.</p> <p>Nelle mappe prodotte sono riportati: gli edifici che rientrano nei limiti di riferimento;</p> <p>gli edifici fuori limite (critici) ed ogni edificio critico riporta al suo interno, nel formato "n/m", il numero di piani fuori limite "n" rispetto al numero totale di piani "m".</p> <p>Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>	di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	ricettori.
<b>Autostrada del Brennero A22 S.p.A.</b>	Tale aspetto non risulta esplicitato nella relazione descrittiva. E' comunque da evidenziare che il modello Cadna-A è in grado di simulare tutte le sorgenti sonore, tenendo in considerazione i principali parametri che influenzano l'emissione di rumore e la propagazione in ambiente esterno.	Nelle tabelle degli Allegati alla relazione descrittiva sono riportati i livelli $Leq_{night}$ dei ricettori individuati con grado di priorità $\neq 0$ . Non sono riportati i livelli sonori calcolati in facciata a tutti gli edifici all'interno della fascia di pertinenza e non risulta essere stato caratterizzato lo spettro medio del rumore.	Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase	Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
			di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	ricettori.
<b>Autostrada a Brescia- Verona- Vicenza- Padova</b>	<p>Il codice di calcolo adottato consente la rappresentazione dei fenomeni acustici che si verificano durante la propagazione del rumore in ambiente esterno, in situazioni di orografia e urbanizzazione complesse.</p>	<p>E' stata effettuata la determinazione planimetrica della facciata più esposta, in base ai criteri di minima distanza del punto medio di ogni parete dall'infrastruttura stradale e dall'angolo solido sotto cui la stessa infrastruttura viene "vista" dai singoli ricettori.</p> <p>E' stato posizionato, ad 1 m dalla facciata più esposta il punto di calcolo in corrispondenza di ogni piano, partendo da un'altezza di 1.5 m dalla quota di base dell'edificio stesso, e procedendo verso l'alto con passo di 3 metri.</p> <p>Sono stati valutati, in ciascun punto di ricezione, i livelli continui di pressione sonora ponderata A generati dal traffico autostradale fluente sulla tratta in esame, nei periodi diurno e notturno.</p> <p>Nelle mappe prodotte sono riportati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gli edifici che rientrano nei limiti di riferimento;</li> <li>- gli edifici fuori limite (critici) ed ogni edificio critico riporta al suo interno, nel formato "n/m", il numero di piani fuori limite "n" rispetto al numero totale di piani "m".</li> </ul> <p>Nella documentazione presentata</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
		non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.		
<b>Autocamionale della Cisa S.p.a.</b>	Il modello SoundPLAN, basato sul metodo del Ray Tracing, tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale. Il modello tiene conto inoltre dell'influenza delle condizioni meteorologiche sulla propagazione del rumore, nonché degli effetti di attenuazione dovuti alla divergenza geometrica, all'assorbimento atmosferico, all'effetto del terreno e alla riflessione e diffrazione delle onde sonore.	L'identificazione della facciata più esposta e del punto di massima esposizione, limitatamente agli edifici residenziali e sensibili, è stata svolta disponendo un punto di calcolo su ogni facciata dell'edificio e in corrispondenza di ogni piano (localizzato a quota +1.5 m sul solaio corrispondente). In seguito ai risultati delle simulazioni è stato identificato il punto di calcolo in corrispondenza del quale risultano i livelli di impatto diurno o notturno massimi. Tali valori sono stati quindi associati all'edificio come livello di massima esposizione sul periodo di riferimento. Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.	Tale dimensionamento dovrà essere effettuato nella fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	Tale verifica dovrà essere effettuata nella fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.
<b>Autostrada dei Fiori S.p.a.</b>	Il modello SoundPLAN, basato sul metodo del Ray Tracing, tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale. Il modello tiene conto inoltre dell'influenza	L'identificazione della facciata più esposta e del punto di massima esposizione, limitatamente agli edifici residenziali e sensibili, è stata svolta disponendo un punto di calcolo su ogni facciata dell'edificio e in corrispondenza di ogni piano (localizzato a quota +1.5 m sul solaio corrispondente). In seguito ai risultati delle simulazioni	Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella fase di progettazione	Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
	delle condizioni meteorologiche sulla propagazione del rumore, nonché degli effetti di attenuazione dovuti alla divergenza geometrica, all'assorbimento atmosferico, all'effetto del terreno e alla riflessione e diffrazione delle onde sonore.	<p>è stato identificato il punto di calcolo in corrispondenza del quale risultano i livelli di impatto diurno o notturno massimi. Tali valori sono stati quindi associati all'edificio come livello di massima esposizione sul periodo di riferimento.</p> <p>Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>	esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	
<b>Autostrade di Venezia e Padova S.p.A.</b>	Il modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata un porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio. Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto le sorgenti lineari vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricettore.	Con l'utilizzo del modello di simulazione sono stati stimati i livelli sonori in corrispondenza dei vari piani dei ricettori presenti lungo il corridoio di indagine.	Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.
<b>Autovie Venete</b>	Il modello utilizza la topografia in formato vettoriale attraverso cui si	Le informazioni relative alle proprietà geometriche ed alle caratteristiche	Tale dimensionamento si	Tale verifica si può ritenere non essenziale in



GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
<b>S.p.a.</b>	definisce la geometria delle sorgenti sonore (strade, ferrovie), delle singole superfici schermanti o riflettenti (facciate degli edifici, barriere antirumore, etc.), della orografia del terreno e degli ostacoli naturali presenti nell'area in esame. La propagazione è considerata di tipo sferico con l'aggiunta di un termine esponenziale di estinzione con la distanza per tener conto dell'attenuazione in eccesso. L'effetto di schermatura causato dagli edifici situati lungo la strada, caratterizzati da una opportuna altezza media, viene considerato attraverso la formula di Maekawa.	acustiche dei ricettori, con l'assegnazione dei livelli di soglia e del livello massimo di rumore esterno sono state implementate mediante il software GIS HIGWAYMap.  Nelle schede dei singoli comuni sono riportati in dettaglio per ogni piano dell'edificio, il livello limite, i livelli relativi alla situazione attuale e alla situazione post operam. Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.	può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.
<b>Autostrade e Centropadane S.p.a.</b>	Il modello SoundPLAN, basato sul metodo del Ray Tracing, tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale. Il modello tiene conto inoltre dell'influenza delle condizioni meteorologiche sulla propagazione del rumore, nonché degli effetti di attenuazione dovuti alla divergenza geometrica, all'assorbimento atmosferico, all'effetto del terreno e alla riflessione e diffrazione delle onde sonore.	L'identificazione della facciata più esposta e del punto di massima esposizione, limitatamente agli edifici residenziali e sensibili, è stata svolta disponendo un punto di calcolo su ogni facciata dell'edificio e in corrispondenza di ogni piano (localizzato a quota +1.5 m sul solaio corrispondente). In seguito ai risultati delle simulazioni è stato identificato il punto di calcolo in corrispondenza del quale risultano i livelli di impatto diurno o notturno massimi. Tali valori sono stati quindi associati all'edificio come livello di massima esposizione sul periodo di riferimento. Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la	Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
		caratterizzazione dello spettro medio del rumore.		
<b>SALT - Autostrada Ligure Toscana S.p.a.</b>	Tale aspetto non risulta esplicitato nella relazione descrittiva. E' comunque da evidenziare che il software SoundPLAN è in grado di simulare tutte le sorgenti sonore, tenendo in considerazione i principali parametri che influenzano l'emissione di rumore e la propagazione in ambiente esterno.	Per la Regione Toscana, negli allegati della documentazione, sono riassunti, suddivisi per comune, il numero totale di edifici che presentano superamenti dei limiti. Questi riguardano n. 1556 edifici residenziali, per un totale di 200 siti (aree di criticità). Sono presenti tabelle che riepilogano i dati per ciascun sito e comune di appartenenza. Negli stralci cartografici delle schede comunali allegate sono indicati in giallo gli edifici con superamenti. Per la Regione Liguria nella relazione generale viene indicato che per 19 siti è stato riscontrato il superamento dei limiti (un elenco di tali siti è riportato in forma tabellare). Non sono riportati i livelli sonori calcolati in facciata agli edifici all'interno della fascia di pertinenza. Nella documentazione presentata, relativamente al tratto toscano, non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.	Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.
<b>SATAP S.p.a.</b>	Il modello SoundPLAN, basato sul metodo del Ray Tracing, tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, la tipologia delle superfici	L'identificazione della facciata più esposta e del punto di massima esposizione, limitatamente agli edifici residenziali e sensibili, è stata svolta disponendo un punto di calcolo su	Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della	Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
	<p>e della pavimentazione stradale, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale. Il modello tiene conto inoltre dell'influenza delle condizioni meteorologiche sulla propagazione del rumore, nonché degli effetti di attenuazione dovuti alla divergenza geometrica, all'assorbimento atmosferico, all'effetto del terreno e alla riflessione e diffrazione delle onde sonore.</p>	<p>ogni facciata dell'edificio e in corrispondenza di ogni piano (localizzato a quota +1.5 m sul solaio corrispondente). In seguito ai risultati delle simulazioni è stato identificato il punto di calcolo in corrispondenza del quale risultano i livelli di impatto diurno o notturno massimi. Tali valori sono stati quindi associati all'edificio come livello di massima esposizione sul periodo di riferimento. Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>	<p>progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>nella fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>
<p><b>SAV S.p.a.</b></p>	<p>Il modello SoundPLAN, basato sul metodo del Ray Tracing, tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale. Il modello tiene conto inoltre dell'influenza delle condizioni meteorologiche sulla propagazione del rumore, nonché degli effetti di attenuazione dovuti alla divergenza geometrica, all'assorbimento atmosferico, all'effetto del terreno e alla riflessione e diffrazione delle onde sonore.</p>	<p>L'identificazione della facciata più esposta e del punto di massima esposizione, limitatamente agli edifici residenziali e sensibili, è stata svolta disponendo un punto di calcolo su ogni facciata dell'edificio e in corrispondenza di ogni piano (localizzato a quota +1.5 m sul solaio corrispondente). In seguito ai risultati delle simulazioni è stato identificato il punto di calcolo in corrispondenza del quale risultano i livelli di impatto diurno o notturno massimi. Tali valori sono stati quindi associati all'edificio come livello di massima esposizione sul periodo di riferimento. Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
<p><b>S.A.T. Società Autostrada Tirrenica S.p.a.</b></p>	<p>Il modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata un porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio. Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto le sorgenti lineari vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricettore.</p>	<p>del rumore.</p> <p>Con l'utilizzo del modello di simulazione sono stati stimati i livelli sonori in corrispondenza dei vari piani dei ricettori presenti nella fascia di indagine. Vengono riportate le planimetrie con le curve isofoniche sull'intera tratta autostradale relative al periodo diurno e notturno nello scenario 2022 senza interventi di mitigazione. Non risulta essere stata effettuata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>La verifica della condizione che l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata sia maggiore o eguale a quello stabilito nel D.P.C.M. 5/12/1997, allegato A, tabella B. si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori</p>
<p><b>Strada dei Parchi S.p.a.</b></p>	<p>In MITHRA gli algoritmi di ricerca per il percorso di propagazione acustica tra sorgente e ricettore, tenendo conto del tipo di configurazione urbana, delle sorgenti di rumore schematizzate come elementi lineari e con potenza acustica definita, quindi, in funzione dell'unità di lunghezza, consentono di individuare le vie di propagazione del rumore sulla base della disposizione e forma degli edifici, della topografia del sito, delle eventuali barriere acustiche e della tipologia del terreno che caratterizza</p>	<p>Negli allegati alle relazioni di ciascun comune sono riportati i valori delle stime dei livelli sonori esterni agli edifici in dB(A). Nelle relazioni sono indicati i valori di calcolo degli indici di priorità. Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Tale verifica, non essenziale in questa fase della progettazione acustica, dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
	l'area.			
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenzi ali S.p.a.</b>  <b>(A50)</b>	<p>In IMMI 5.2 gli algoritmi di ricerca per il percorso di propagazione acustica tra sorgente e ricettore, tenendo conto del tipo di configurazione urbana, delle sorgenti di rumore schematizzate come elementi lineari e con potenza acustica definita, quindi, in funzione dell'unità di lunghezza, consentono di individuare le vie di propagazione del rumore sulla base della disposizione e forma degli edifici, della topografia del sito, delle eventuali barriere acustiche e della tipologia del terreno che caratterizza l'area.</p>	<p>Negli allegati delle relazioni di ciascun comune sono riportati i valori delle stime dei livelli sonori esterni agli edifici in dB(A).</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenzi ali S.p.a.</b>  <b>(A51)</b>	<p>Nel calcolo del livello presente nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento. Vengono in sostanza sparati dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme. Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.</p>	<p>Negli allegati delle relazioni di ciascun comune sono riportati i valori delle stime dei livelli sonori esterni agli edifici in dB(A). Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenzi ali S.p.a.</b>	<p>In MITHRA gli algoritmi di ricerca per il percorso di propagazione acustica tra sorgente e ricettore, tenendo conto del tipo di configurazione urbana, delle sorgenti di rumore schematizzate come</p>	<p>Negli allegati A delle relazioni di ciascun comune sono riportati i valori delle stime dei livelli sonori esterni agli edifici in dB(A). Nella documentazione presentata non</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata</p>

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
(A52)	elementi lineari e con potenza acustica definita, quindi, in funzione dell'unità di lunghezza, consentono di individuare le vie di propagazione del rumore sulla base della disposizione e forma degli edifici, della topografia del sito, delle eventuali barriere acustiche e della tipologia del terreno che caratterizza l'area.	risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.	progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.
Milano Serravalle – Milano Tangenzi ali S.p.a. (A54)	Nel calcolo del livello presente nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento. Vengono in sostanza sparati dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme. Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.	Negli allegati della relazione comunale sono riportati i valori delle stime dei livelli sonori esterni agli edifici in dB(A). Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.	Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.	Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.
Milano Serravalle – Milano Tangenzi ali S.p.a. (A7)	In MITHRA gli algoritmi di ricerca per il percorso di propagazione acustica tra sorgente e ricettore, tenendo conto del tipo di configurazione urbana, delle sorgenti di rumore schematizzate come elementi lineari e con potenza acustica definita, quindi, in funzione dell'unità di lunghezza, consentono di individuare le vie di propagazione del rumore sulla base della disposizione e forma degli edifici, della topografia del sito, delle eventuali barriere acustiche e della	Negli allegati A delle relazioni di ciascun comune sono riportati i valori delle stime dei livelli sonori esterni agli edifici in dB(A). Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.	Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi	Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.

GESTORE	Individuazione delle vie di propagazione del rumore <sup>13</sup>	Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici <sup>14</sup>	Dimensionamento delle pareti delle facciate	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
	tipologia del terreno che caratterizza l'area.		diretti sui ricettori.	
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenzi ali S.p.a.</b>  <b>(Raccordo o Bereguardo – Pavia)</b>	<p>Nel calcolo del livello presente nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento. Vengono in sostanza sparati dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme. Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.</p>	<p>Negli allegati della relazione comunale sono riportati i valori delle stime dei livelli sonori esterni agli edifici in dB(A). Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenzi ali S.p.a.</b>  <b>(Variante di Lentate)</b>	<p>In MITHRA gli algoritmi di ricerca per il percorso di propagazione acustica tra sorgente e ricettore, tenendo conto del tipo di configurazione urbana, delle sorgenti di rumore schematizzate come elementi lineari e con potenza acustica definita, quindi, in funzione dell'unità di lunghezza, consentono di individuare le vie di propagazione del rumore sulla base della disposizione e forma degli edifici, della topografia del sito, delle eventuali barriere acustiche e della tipologia del terreno che caratterizza l'area.</p>	<p>Negli allegati A della relazione del comune interessato sono riportati i valori delle stime dei livelli sonori esterni agli edifici in dB(A). Nella documentazione presentata non risulta essere stata riportata la caratterizzazione dello spettro medio del rumore.</p>	<p>Tale dimensionamento si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuato nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Tale verifica si può ritenere non essenziale in questa fase della progettazione acustica, ma dovrà essere effettuata nella successiva fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda gli interventi diretti sui ricettori.</p>



GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
<b>Autostrade per l'Italia</b>	<p>Durante la campagna di misure di taratura e verifica del modello effettuate in 60 zone della rete, sono stati condotti anche rilievi di traffico (volumi e velocità medie su tutte le corsie).</p> <p>Sono stati definiti per ciascuna "tratta base" dei volumi di traffico a consuntivo relativamente all'anno 2006, disaggregati per fascia oraria, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo, con proiezione dei flussi di traffico al 2012, assumendo un tasso annuale di crescita calcolato dal trend degli ultimi 5 anni.</p>	<p>Le campagne di misura eseguite in diversi punti della rete fra il 2003 e il 2006, hanno avuto anche lo scopo di determinare l'emissione acustica delle diverse tipologie di veicoli in condizioni rappresentative delle modalità di traffico autostradale, tenendo conto anche dei tipi di pavimentazione presenti sulla rete.</p>	<p>Sono stati individuati gli edifici fuori limite (critici) e, per ciascun edificio, viene riportato il numero dei piani fuori limite/sul numero totale (n/m).</p>	<p>L'individuazione delle aree critiche è resa nota attraverso valori puntuali calcolati sui singoli ricettori. In particolare il calcolo è stato effettuato in un punto per ogni piano in corrispondenza della mezzeria delle facciate più esposte di tutti gli edifici abitativi e sensibili presenti.</p> <p>Si rileva l'assenza nella documentazione esaminata di mappe acustiche con la rappresentazione delle curve isolivello.</p>	<p>Le soluzioni progettuali adottate nel piano sono di tipo parametrico, ossia barriere antirumore totalmente fonoassorbenti di altezza variabile, con passo di un metro ed altezze standard di 2, 3, 4, 5 e 6 m. In alcuni casi particolarmente critici sono state ipotizzate coperture totali o coperture a cielo aperto (baffles).</p> <p>Inoltre, sono riportati gli interventi diretti previsti sui ricettori.</p>
<b>ATIVA S.p.A</b>	<p>I flussi di traffico sono stati elaborati in base ai dati delle entrate e delle uscite (Fonte ATIVA) articolati in flussi di veicoli leggeri e pesanti. In considerazione del fatto che gli interventi del Piano di risanamento saranno realizzati entro</p>	<p>Per la definizione delle sorgenti di rumore viene indicato che è stata utilizzata la relazione proposta dalla normativa tedesca (RLS90 – DIN 18005). Per determinare la ripartizione</p>	<p>Le indicazioni in merito agli edifici da risanare sono riportate su specifiche planimetrie di intervento redatte per ciascun area di criticità acustica e sono riportate su stralci planimetrici</p>	<p>Sono riportati degli stralci delle mappature acustiche, ottenute come output delle elaborazioni del modello utilizzato, nelle situazioni ante e post operam.</p>	<p>Nel Piano sono state individuate n. 23 macroaree di criticità. La localizzazione degli interventi di mitigazione è riportata sia negli stralci delle mappe acustiche post operam sia nelle planimetrie di intervento allegate.</p>



GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	<p>il 2016, nelle simulazioni i flussi sono stati proiettati a tale orizzonte temporale, attraverso un coefficiente calcolato sui tassi di incremento medio annuo:</p> <p>periodo 2006 – 2009:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- veicoli leggeri 2,7 %,</li> <li>- veicoli pesanti 3,6 %;</li> </ul> <p>periodo 2009 – 2016:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- veicoli leggeri 2 %</li> <li>- veicoli pesanti 2,7 %.</li> </ul>	<p>spettrale (in bande di ottava) della potenza acustica globale è stata utilizzata la procedura suggerita dalla norma europea EN 1793-3.</p>	<p>in scala 1:2.000 e 1:5.000.</p>		
<p><b>ATS Autostrada Torino Savona S.p.A</b></p>	<p>Durante la campagna di misure di taratura e verifica del modello lungo gli oltre 120 km di rete in concessione di ATS, sono stati condotti anche rilievi di traffico (volumi e velocità medie su tutte le corsie). Sono stati definiti per ciascuna "tratta base" dei volumi di traffico a consuntivo relativamente all'anno 2006, disaggregati per fascia oraria, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo, con proiezione dei flussi di traffico al 2012,</p>	<p>Le campagne di misura eseguite da ATS in diversi punti della rete nel 2007, hanno avuto anche lo scopo di determinare l'emissione acustica delle diverse tipologie di veicoli in condizioni rappresentative delle modalità di traffico autostradale, tenendo conto anche dei tipi di pavimentazione presenti sulla rete.</p>	<p>Nelle Appendici fornite sono individuati gli edifici fuori limite (critici) e, per ciascun edificio, viene riportato il numero dei piani fuori limite/sul numero totale (n/m).</p>	<p>L'individuazione delle aree critiche è resa nota attraverso valori puntuali calcolati sui singoli ricettori. In particolare il calcolo è stato effettuato in un punto per ogni piano in corrispondenza della mezzera delle facciate più esposte di tutti gli edifici abitativi e sensibili presenti.</p> <p>Si rileva l'assenza di mappe acustiche con la rappresentazione delle curve isolivello</p>	<p>Le soluzioni progettuali adottate nel piano sono di tipo parametrico, ossia barriere antirumore totalmente fonoassorbenti di altezza variabile, con passo di un metro ed altezze standard di 2, 3, 4, 5 e 6 m.</p>

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	assumendo un tasso annuale di crescita calcolato dal trend degli ultimi 5 anni.				
<b>Autostrada del Brennero A22 S.p.A.</b>	Nella relazione descrittiva sono allegatae due tabelle sui flussi di traffico. Nella prima tabella sono riportati i volumi di traffico annuale per tratta elementare in entrata e uscita, suddivisi in leggeri e pesanti; nella seconda tabella è riportato il calcolo proporzionale del volume di traffico (veicoli/h) riferito al 2006 per tratta autostradale, suddiviso per carreggiata e per periodo giorno-notte, con indicazione della percentuale dei pesanti e della velocità media.	I dati acquisiti con le misure fonometriche effettuate nel 2005 insieme ai parametri considerati hanno consentito la caratterizzazione acustica della sorgente.	I risultati sono organizzati in Tavole: - planimetria area di intervento in formato A3 ed in scala ridotta (da 1:5.000 a 1:10.000); - mappe acustiche diurne e notturne in scala 1:10.000 Nelle planimetrie delle aree di intervento sono individuati e codificati le aree/edifici con priorità di intervento ≠ 0.	Negli Allegati 4 e 5 sono riportate rispettivamente le mappe acustiche diurne e notturne relative alla situazione attuale. Nelle mappe acustiche la dicitura Lday e Lnight riportata nella legenda potrebbe creare dei problemi interpretativi alla luce dei descrittori acustici introdotti dal D.Lgs 194/2005.	Nel cap. 7 della relazione descrittiva è riportata la stima provvisoria in ml. di impianti antirumore (barriere) suddivisi per regione/provincia autonoma e per carreggiata nord/sud e il numero di interventi proposti diretti sul ricettore (n. 40 interventi con previsione di finestre antirumore). Negli Allegati della relazione descrittiva si riportano le tabelle con l'indicazione delle aree critiche e il tipo di intervento proposto per regione/provincia autonoma attraversata e la tabella riassuntiva con il dettaglio degli interventi (numero di tavola, direttrice, area critica, tipo di intervento, lunghezza, località e chilometrica). L'individuazione degli interventi proposti non è supportata da informazioni in merito all'efficacia degli stessi (livelli acustici in facciata prodotti dall'infrastruttura nella situazione post operam).
<b>Autostrada Brescia-Verona-Vicenza-Padova</b>	Durante la campagna di misure di taratura e verifica del modello sono stati condotti anche rilievi di traffico (volumi e velocità medie su tutte le corsie).	Le campagne di misura eseguite da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd in diversi punti nel 2007, hanno avuto anche lo scopo di determinare	Nelle Appendici fornite sono individuati gli edifici fuori limite (critici) e, per ciascun edificio, viene riportato il numero dei piani fuori	L'individuazione delle aree critiche è resa nota attraverso valori puntuali calcolati sui singoli ricettori. In particolare il calcolo è stato effettuato in un punto per ogni piano	Le soluzioni progettuali adottate nel piano sono di tipo parametrico, ossia barriere antirumore totalmente fonoassorbenti di altezza variabile, con passo di un metro ed altezze standard di 2, 3, 4, 5 e 6 m.

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	Sono stati definiti per ciascuna "tratta base" dei volumi di traffico a consuntivo relativamente all'anno 2006, disaggregati per fascia oraria, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo, con proiezione dei flussi di traffico al 2012, assumendo un tasso annuale di crescita calcolato dal trend degli ultimi 5 anni.	l'emissione acustica delle diverse tipologie di veicoli in condizioni rappresentative delle modalità di traffico autostradale, tenendo conto anche dei tipi di pavimentazione presenti.	limite/sul numero totale (n/m).	in corrispondenza della mezzeria delle facciate più esposte di tutti gli edifici abitativi e sensibili presenti. Si rileva l'assenza di mappe acustiche con la rappresentazione delle curve isolivello	
<b>Autocamionale della Cisa S.p.a.</b>	I dati di traffico utilizzati fanno riferimento all'anno 2006 e riguardano 8 tratti autostradali. I dati sono stati rielaborati al fine di ottenere il dato di traffico medio per i periodi di riferimento day e night; per ottenere la distribuzione temporale media giornaliera delle due categorie di veicoli si è fatto riferimento alle distribuzioni media oraria calcolata dalla Autocamionale per l'anno 2006.	I calcoli sono basati sugli algoritmi e sui valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96 che tiene conto anche dei traffici e dei relativi livelli sonori indotti.	Tutte le planimetrie presenti nella documentazione sono in scala 1:5.000. La base cartografica utilizzata deriva, per il tratto emiliano, dal rilievo aerofotogrammetrico del novembre 2006, mentre, per i tratti toscano e ligure, sono state utilizzate le carte tecniche regionali. Le cartografie sono state aggiornate al maggio 2007 con gli edifici di nuova	La mappatura è stata svolta sull'intero ambito di studio di 250 m dal ciglio autostradale, considerando come estremi i confini comunali e il limite di Fascia B di pertinenza. Le mappe acustiche sono contenute nelle schede di sintesi comunali e riportano anche l'indicazione delle aree di superamento.	La localizzazione degli interventi di mitigazione è riportata in apposite planimetrie presenti nelle schede di sintesi comunali. Gli interventi individuati, in alcuni casi, risentono della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati, così come evidenziato nella colonna K della presente scheda.

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	<p>Nella relazione acustica generale sono riportati i dati di traffico orari, suddivisi per periodo temporale (D=day, N=night), per ogni tratta casello-casello e per tipologia di veicolo. Come velocità media sono state considerate le seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 120 Km/h per i veicoli leggeri e 80 Km/h per i veicoli pesanti sulla corsia di marcia;</li> <li>- 130 Km/h per i veicoli leggeri e 90 Km/h per i veicoli pesanti sulla corsia di sorpasso.</li> </ul>		<p>costruzione sulla base di sopralluoghi di campo. Negli planimetrie riportate nelle schede di sintesi comunali sono indicati tutti i ricettori interessati dai superamenti e nelle tabelle di sintesi di ciascun comune sono evidenziati per ciascun ricettore i livelli acustici calcolati, gli esuberi e le aree di superamento. Non sono presenti nella documentazione fornita planimetrie in scala non inferiore a 1:1.000</p>		
<p><b>Autostrada dei Fiori S.p.a.</b></p>	<p>I dati di traffico utilizzati sono quelli forniti da AdF S.p.A., riferiti all'anno 2004. Il Gestore ha fornito i volumi annuali di traffico suddivisi per tratta, per direzione di marcia e per classe di veicoli, dai quali sono</p>	<p>Il metodo di calcolo utilizzato, NMPB-Routes-96, basa il calcolo dell'emissione sul livello di potenza sonora del singolo veicolo, che implica pertanto la suddivisione della</p>	<p>Tutte le planimetrie presenti nella documentazione sono in scala 1:5.000 e/o 1:2.000. La base cartografica utilizzata deriva dal rilievo svolto da AdF S.p.a.,</p>	<p>La mappatura è stata svolta sull'intero ambito di studio di 250 m dal ciglio autostradale, considerando come estremi i confini comunali e il limite di Fascia B di pertinenza.</p>	<p>L'estensione longitudinale totale e la superficie totale schermante delle barriere antirumore previste dal Piano sono riportate in apposite tabelle presenti nella documentazione. Gli interventi di mitigazione sono riportati nelle planimetrie presenti nelle schede di sintesi comunali; sono indicate anche la localizzazione delle barriere antirumore e la loro</p>

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	<p>stati ricavati i valori di TGM. Le velocità medie orarie considerate sono riportate in apposita tabella presente nella documentazione. Per gli svincoli sono state considerate velocità di 50 km/h per i veicoli leggeri, 40 km/h per i veicoli pesanti.</p> <p>Nell'ambito della Fase 2 sono stati adottati i dati di traffico forniti da AdF S.p.A. sulla base dell'esercizio dell'anno 2006 indicati in apposite tabelle presenti nella documentazione.</p>	<p>sorgente stradale in singole sorgenti di rumore assimilate a sorgenti puntiformi. Il livello di potenza sonora è ricavato a partire da un nomogramma che riporta il livello equivalente orario all'isofonica di riferimento dovuto a un singolo veicolo in funzione della velocità del veicolo per differenti categorie di veicoli, classi di gradiente e caratteristiche del traffico. Il livello di potenza sonora, corretto in funzione del numero di veicoli leggeri e di veicoli pesanti nel periodo di riferimento e della lunghezza della sorgente stradale, viene a sua volta scomposto in bande di ottava.</p>	<p>integrato con la carta tecnica regionale e aggiornata, a seguito di sopralluoghi, con gli edifici di nuova costruzione. Negli elaborati riportati negli Allegati forniti sono indicati tutti i ricettori interessati dai superamenti e nelle tabelle di sintesi di ciascun comune sono evidenziati per ciascun ricettore i livelli acustici calcolati, gli esuberi e le aree di superamento.</p> <p>Non sono presenti nella documentazione fornita planimetrie in scala non inferiore a 1:1.000</p>	<p>Le mappe sono contenute nelle sintesi comunali. In particolare gli allegati contengono le planimetrie - Livelli di rumore periodo diurno, e le planimetrie Livelli di rumore periodo notturno, con l'indicazione delle aree di superamento.</p>	<p>geometria.</p>
<p><b>Autostrade di Venezia e Padova</b></p>	<p>I flussi di traffico sono stati elaborati in base ai dati forniti dal</p>	<p>Per l'elaborazione dei dati viene indicato che è stato</p>	<p>Sono presenti nella documentazione delle planimetrie in</p>	<p>Nella Relazione Generale sono riportati alcuni stralci</p>	<p>La localizzazione delle aree critiche con l'individuazione degli interventi di mitigazione esistenti e da realizzare è</p>

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
<b>S.p.A.</b>	Gestore in corrispondenza di ciascun punto interessato dai rilievi fonometrici settimanali e spot.	utilizzato lo standard di emissione RLS90. I valori di emissione sonora delle sorgenti sono stati aggiornati tramite specifiche campagne di misura sperimentali, dalle quali sono stati ricavati i livelli di potenza sonora, il contenuto spettrale tipico e l'indice di direttività acustica.	scala 1:5.000 con l'indicazione delle aree critiche individuate nello studio. Non sono presenti nella documentazione fornita planimetrie dell'area interessata e della infrastruttura, con l'indicazione degli edifici da risanare, in scala non inferiore a 1:1.000	delle mappature acustiche, ottenute come output delle elaborazioni del modello utilizzato, nelle tre situazioni: - stato attuale, - con interventi ad oggi realizzati - post operam comprensivo degli interventi da realizzare). Negli elaborati grafici allegati sono inoltre riportate delle mappe del rumore Day e Night, in scala 1:2.000, riferite allo stato attuale, con interventi già realizzati.	riportata nelle planimetrie allegate in scala 1:5.000. Anche nella Relazione generale sono riportate le tabelle con l'elenco delle aree ed il numero identificativo delle stesse. Gli interventi individuati, in alcuni casi, possono risentire della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati, così come precedentemente evidenziato per questo Gestore a pag. 37.
<b>Autovie Venete S.p.a.</b>	La determinazione dei dati di traffico è stata effettuata per la caratterizzazione delle sorgenti concorsuali. Negli elaborati è dichiarato che i rilievi di traffico sono stati rilevati in coincidenza con quelli fonometrici "con tecnologia tale da fornire informazioni	Entrambi i modelli utilizzati (CityMap e DisiaPyr) utilizzano una banca dati Italiana delle sorgenti sonore acquisita nell'ambito del progetto DISIA. La banca dati contiene i dati di emissione di tutte le tipologie	Negli elaborati grafici (scala 1:5000) sono presenti: le infrastrutture oggetto d'esame, gli edifici compresi nelle fasce di pertinenza e quelli sensibili nel corridoio di indagine. Sono	Nella documentazione esaminata non sono presenti mappe acustiche dell'area circostante l'infrastruttura.	Nella Relazione tecnica illustrativa e programmazione degli interventi sono riportati, aggregati per comune, l'elenco degli interventi (con i relativi costi) e gli interventi diretti sui ricettori (n. di finestre antirumore e relativi costi). Negli elaborati grafici sono riportate le lunghezze, le progressive e le altezze degli interventi di mitigazione (barriere artificiali) proposti.

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	<p>disaggregate di tipologia di veicolo, quantità e velocità di transito".</p> <p>Nelle tabelle è riportata una sintesi del numero di veicoli distinti per classi, proiettati nelle 24 ore e successivamente disaggregati per periodo di riferimento diurno e notturno.</p> <p>Le informazioni sui dati di traffico sono state attualizzate al 2005 attraverso un fattore incrementale.</p> <p>Non sono forniti dati di traffico relativi alle infrastrutture oggetto d'esame (A4, A23 e A28).</p> <p>Nella documentazione presentata non sono riportate informazioni circa la tipologia delle categorie adottate (classe 1, 2 e 3) e le velocità medie dei veicoli in transito sulle infrastrutture, implementate nel modello di calcolo.</p>	<p>di veicoli su gomma e su rotaia circolanti sul territorio nazionale. Attraverso campagne di misura sono stati ricavati i livelli di potenza sonora di dette sorgenti e gli indici di direttività acustica.</p> <p>Al fine di poter prendere in considerazione particolari peculiarità del traffico presente sulla rete della S.p.A. Autovie Venete (in particolare il traffico medio e pesante di provenienza dai Paesi dell'Est), si è proceduto ad una campagna sperimentale di taratura del modello.</p>	<p>inoltre riportati gli interventi previsti e quelli già realizzati. Gli elaborati grafici presentati, sono privi della base cartografica di riferimento.</p>		
<b>Autostrade</b>	I dati di traffico	I calcoli sono basati	Tutte le planimetrie	La mappatura è stata	La localizzazione degli interventi di

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
<b>Centropadane S.p.a.</b>	utilizzati fanno riferimento all'anno 2006, rilevati mediante estrapolazione dai dati relativi alle uscite dei caselli. I dati sono stati rielaborati al fine di ottenere il dato di traffico per i periodi di riferimento diurno e notturno. Come velocità media sono state considerate le seguenti: 120 Km/h per i veicoli leggeri e 80 Km/h per i veicoli pesanti sulla corsia di marcia; 130 Km/h per i veicoli leggeri e 90 Km/h per i veicoli pesanti sulla corsia di sorpasso; 50 Km/h per i veicoli leggeri e 40 Km/h per i veicoli pesanti per gli svincoli. Nel tratto Manerbio-Brescia sono state considerate 6 corsie.	sugli algoritmi e sui valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96 che tiene conto anche dei traffici e dei relativi livelli sonori indotti.	presenti nella documentazione sono in scala 1:5.000. La base cartografica utilizzata deriva dal rilievo aerofotogrammetrico del 2007 aggiornato con la nuova edificazione sulla base di sopralluoghi di campo. Negli planimetrie riportate nelle schede di sintesi comunali sono indicati tutti i ricettori interessati dai superamenti e nelle tabelle di sintesi di ciascun comune sono evidenziati per ciascun ricettore i livelli acustici calcolati, gli esuberanti e le aree di superamento.	svolta sull'intero ambito di studio di 250 m dal ciglio autostradale, considerando come estremi i confini comunali e il limite di Fascia B di pertinenza. Le mappe acustiche sono contenute nelle schede di sintesi comunali e riportano anche l'indicazione delle aree di superamento.	mitigazione è riportata nelle planimetrie fornite con le schede di sintesi comunali. Gli interventi individuati, in alcuni casi, risentono della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati, così già evidenziato per questo Gestore a pag. 40.
<b>SALT - Autostrada Ligure Toscana S.p.a.</b>	Per il tratto ligure, partendo dai dati forniti da SALT, sono stati considerati i flussi medi del periodo di punta	La sorgente sonora è stata caratterizzata definendo per ogni tratto omogeneo: il	Gli elaborati sono costituiti da stralci cartografici delle aree interessate nei diversi comuni	Sono riportate le planimetrie con isofoniche per tutte le aree di criticità interessate.	Sono riportate in tabella le aree di superamento (aree di criticità acustica) individuate nel tratto ligure e il riepilogo generale degli interventi di Fase I e di Fase II individuati nel tratto



GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	(stagione estiva), i valori di minima del periodo invernale e le rilevazioni di controllo, simulando con tali dati la situazione media del periodo di punta. Nel tratto toscano, per ciascun tratto omogeneo dell'infrastruttura, sono riportati: il numero totale di veicoli; la % transitante nel periodo notturno; la % dei mezzi pesanti e la velocità media.	numero medio giornaliero di veicoli; la % dei mezzi pesanti; la velocità media; il tipo di strada; la larghezza e numero di carreggiate; la tipologia di asfalto. A partire da questi dati il modello fornisce il livello di emissione acustica per il periodo diurno e per il periodo notturno.	attraversati.		toscano. Sono inoltre riportati gli interventi di mitigazione acustica non inseriti nelle priorità del Piano perché già completati da SALT, e/o in corso di esecuzione, e/o in corso di progettazione e/o di prossimo inizio di costruzione e gli interventi previsti dal Piano (con relativo ordine di priorità) per le Regioni Liguria e Toscana. Dall'esame degli interventi proposti non risulta definito alcun intervento a tutela dell'area interessata dal Parco Regionale Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli.
<b>SATAP S.p.a.</b>	I dati di traffico utilizzati sono quelli forniti da SATAP, riferiti all'anno 2004. Il Gestore ha fornito i volumi annuali di traffico suddivisi per tratta, per direzione di marcia e per classe di veicoli, dai quali sono stati ricavati i valori di TGM. A partire dalle percentuali di traffico note nel periodo notturno relativamente ai veicoli leggeri e pesanti, sono stati elaborati i valori di TGM	Il metodo di calcolo utilizzato, NMPB-Routes-96, basa il calcolo dell'emissione sul livello di potenza sonora del singolo veicolo, che implica pertanto la suddivisione della sorgente stradale in singole sorgenti di rumore assimilate a sorgenti puntiformi. Il livello di potenza sonora è ricavato a partire da un nomogramma che	Tutte le planimetrie presenti nella documentazione sono in scala 1:5.000. La base cartografica utilizzata deriva dal rilievo (in scala 1:1.000) svolto da SATAP S.p.a. nel 2001, integrato con le cartografie tecniche regionali in scala 1:5.000, aggiornate con gli edifici di nuova costruzione al mese di ottobre-	La mappatura è stata svolta sull'intero ambito di studio di 250 m dal ciglio autostradale, considerando come estremi i confini comunali e il limite di Fascia B di pertinenza. Le mappe sono contenute nelle sintesi comunali. In particolare, gli allegati forniti con la documentazione contengono le planimetrie dei Livelli di rumore periodo	L'estensione longitudinale totale e la superficie totale schermante delle barriere antirumore previste dal PRA sono riportate in apposita tabella. Gli interventi di mitigazione sono riportati nelle planimetrie fornite con la documentazione; nelle schede di sintesi comunali sono indicate anche la localizzazione delle barriere antirumore e la loro geometria.

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	<p>(6-22) e TGM (22-6) scomposti per classe di veicoli. Le percentuali di traffico derivano in parte dai flussi acquisiti nelle sezioni di taratura del modello, in parte da studi acustici svolti nel passato. Per i veicoli leggeri sono state considerate percentuali di traffico tra il 9% e il 15%; per i veicoli pesanti percentuali tra l'11% e il 19%. Sono state considerate velocità di 120 Km/h per i veicoli leggeri e 80 Km/h per i veicoli pesanti sulla corsia di marcia, di 130 Km/h per i veicoli leggeri e 90 Km/h per i veicoli pesanti sulla corsia di sorpasso. Per gli svincoli sono state considerate velocità di 50 km/h per i veicoli leggeri, 40 km/h per i veicoli pesanti. Rispetto allo scenario di traffico di Fase 1 l'unico aggiornamento apportato in Fase 2 riguarda il traffico sugli svincoli autostradali,</p>	<p>riporta il livello equivalente orario all'isofonica di riferimento dovuto a un singolo veicolo in funzione della velocità del veicolo per differenti categorie di veicoli, classi di gradiente e caratteristiche del traffico. Il livello di potenza sonora, corretto in funzione del numero di veicoli leggeri e di veicoli pesanti nel periodo di riferimento e della lunghezza della sorgente stradale, viene a sua volta scomposto in bande di ottava.</p>	<p>novembre 2005, a seguito di sopralluoghi, svolti all'interno della fascia di pertinenza di 250 m. Negli elaborati riportati nell'Allegato 4 sono indicati tutti i ricettori interessati dai superamenti e nelle tabelle di sintesi (Allegato I) di ciascun comune sono evidenziati per ciascun ricettore i livelli acustici calcolati, gli esuberi e le aree di superamento. Non sono presenti nella documentazione fornita planimetrie in scala non inferiore a 1:1.000.</p>	<p>diurno, e le planimetrie dei Livelli di rumore periodo notturno, con l'indicazione delle aree di superamento.</p>	

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	che è stato definito con modalità più accurate in base ai dati dell'esercizio anno 2006.				
SAV S.p.a.	I dati di traffico utilizzati sono quelli forniti da SAV S.p.a., riferiti all'anno 2004. Il Gestore ha fornito i volumi annuali di traffico suddivisi per tratta, per direzione di marcia e per classe di veicoli, dai quali sono stati ricavati i valori di TGM. A partire dalle percentuali di traffico note nel periodo notturno relativamente ai veicoli leggeri e pesanti, sono stati elaborati i valori di TGM (6-22) e TGM (22-6) scomposti per classe di veicoli. Le percentuali di traffico derivano in parte dai flussi acquisiti nelle sezioni di taratura del modello. Sono state considerate velocità di 120 Km/h per i veicoli leggeri e 80 Km/h per i veicoli pesanti sulla corsia di marcia, di 130	Il metodo di calcolo utilizzato, NMPB-Routes-96, basa il calcolo dell'emissione sul livello di potenza sonora del singolo veicolo, che implica pertanto la suddivisione della sorgente stradale in singole sorgenti di rumore assimilate a sorgenti puntiformi. Il livello di potenza sonora è ricavato a partire da un nomogramma che riporta il livello equivalente orario all'isofonica di riferimento dovuto a un singolo veicolo in funzione della velocità del veicolo per differenti categorie di veicoli, classi di gradiente e caratteristiche del traffico. Il livello di	Tutte le planimetrie presenti nella documentazione sono in scala 1:5.000. La base cartografica utilizzata deriva dal rilievo (in scala 1:1.000) fornito da SAV S.p.a., integrato con le cartografie tecniche regionali, aggiornate con gli edifici di nuova costruzione al mese di ottobre-novembre 2005, a seguito di sopralluoghi, svolti all'interno della fascia di pertinenza di 250 m. Negli elaborati forniti sono indicati tutti i ricettori interessati dai superamenti e nelle tabelle di sintesi di ciascun comune sono	La mappatura è stata svolta sull'intero ambito di studio di 250 m dal ciglio autostradale, considerando come estremi i confini comunali e il limite di Fascia B di pertinenza. Le mappe di rumore sono contenute nelle sintesi comunali: le planimetrie "Livelli di rumore periodo diurno Leq(6-22) e le planimetrie "Livelli di rumore periodo notturno Leq(22-6) e aree di superamento"	L'estensione longitudinale totale e la superficie totale schermante delle barriere antirumore previste dal Piano sono riportate in un'apposita Tabella. Gli interventi di mitigazione sono riportati nelle planimetrie fornite con la documentazione; nelle schede di sintesi comunali sono indicate anche la localizzazione delle barriere antirumore e la loro geometria.

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	Km/h per i veicoli leggeri e 90 Km/h per i veicoli pesanti sulla corsia di sorpasso. Per gli svincoli sono state considerate velocità di 60 km/h per i veicoli leggeri, 40 km/h per i veicoli pesanti.	potenza sonora, corretto in funzione del numero di veicoli leggeri e di veicoli pesanti nel periodo di riferimento e della lunghezza della sorgente stradale, viene a sua volta scomposto in bande di ottava.	evidenziati per ciascun ricettore i livelli acustici calcolati, gli esuberi e le aree di superamento.		
<b>S.A.T. Società Autostrada Tirrenica S.p.a.</b>	Da un punto di vista del traffico l'infrastruttura in esame è articolata in due tratti: - dallo svincolo di Livorno allo svincolo di Collesalvetti - dallo svincolo di Collesalvetti allo svincolo di Rosignano Marittimo. I dati di traffico sono stati elaborati in base ai dati delle entrate e delle uscite (Fonte SAT) articolati in flussi di veicoli leggeri e pesanti per ciascuna carreggiata. Tenuto conto della forte variabilità dei flussi nei diversi mesi dell'anno e	Per quanto concerne le emissioni viene indicato che sono state utilizzate quelle riferite alla "Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prevision des niveaux sonores, CETUR 1980", che già sono implementate nel modello SoundPLAN	Come base cartografica di riferimento è stata utilizzata una ortofoto in scala 1:5.000 derivata da una ripresa aerea a colori del luglio 2000 che copre una fascia di circa 1 km a cavallo del tracciato autostradale. Per l'elaborazione del modello del terreno è stata invece utilizzata una cartografia tridimensionale in scala 1:1.000 che copre una fascia di circa 160 m a cavallo	Sulla base delle indicazioni contenute nel D.Lgs. 194/2005 nello studio in esame è stata sviluppata una proposta di mappatura. In particolare, oltre alle planimetrie con curve isofoniche relative al periodo diurno e notturno riportate negli allegati 1b e 1c, sono state elaborate delle schede contenenti una descrizione sintetica della mappatura acustica del territorio	Nel Piano sono state individuate n. 12 aree di criticità. La localizzazione degli interventi di mitigazione è riportata nelle planimetrie di intervento  Gli interventi individuati, in alcuni casi, risentono della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati, così come precedentemente evidenziato per questo Gestore a pag.

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	<p>del fatto che su questa autostrada il traffico maggiore si rileva nel periodo estivo, a livello cautelativo sono stati utilizzati quelli ottenuti dalla media dei transiti registrati nei mesi di luglio e agosto.</p> <p>In considerazione del fatto che gli interventi del Piano di risanamento saranno realizzati entro il 2022, nelle simulazioni i flussi sono stati proiettati a tale orizzonte temporale, attraverso un coefficiente calcolato sul tasso di incremento tra il 2000 e il 2005; tale tasso è risultato pari allo 0,6% annuo.</p>		<p>dell'autostrada, integrata con cartografia numerica regionale in scala 1:10.000. Le aree di criticità acustica sono riportate su stralci planimetrici delle ortofoto in scala 1:5000.</p> <p>Non sono presenti nella documentazione fornita planimetrie dell'area interessata e della infrastruttura, con l'indicazione degli edifici da risanare, in scala non inferiore a 1:1.000</p>		
<p><b>Strada dei Parchi S.p.a.</b></p>	<p>I dati relativi ai flussi di traffico derivano dalle indagini che la Strada dei Parchi S.p.A. svolge abitualmente in diverse sezioni del tracciato. Nella documentazione presentata non è indicata la data di riferimento delle</p>	<p>Nelle relazioni di ciascun comune è indicato che nel corso delle indagini di campo sono stati effettuati dei rilievi specifici atti a caratterizzare adeguatamente la sorgente sonora.</p>	<p>Le indicazioni in merito agli edifici da risanare sono riportate su specifiche planimetrie di intervento redatte per ciascun comune. Le basi cartografiche</p>	<p>Non è presente la mappa acustica. Gli edifici da risanare sono riportati, raggruppati per aree critiche, per ciascun comune solo sulle planimetrie di intervento. La documentazione</p>	<p>Attraverso l'utilizzo del modello MITHRA sono stati individuati, per ciascun ricettore, i rispettivi livelli di pressione sonora per i diversi piani degli stessi. Laddove sono stati riscontrati valori di pressione sonora superiore ai limiti di legge, è stato previsto l'inserimento di interventi di mitigazione. Nel capitolo "Conclusioni" delle</p>

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	indagini di traffico; inoltre non risulta essere stata riportata la velocità media considerata per i flussi di traffico (tranne che nella "Relazione Roma" <sup>18</sup> .		utilizzate per le "Planimetrie di intervento" sono in scala 1:2.000, ottenute come ingrandimento delle carte tecniche regionali in scala 1:5.000 delle Regioni Lazio e Abruzzo. Non è indicato l'anno di riferimento delle cartografie utilizzate.	esaminata non contiene mappe acustiche.	relazioni sono riportate le tipologie di intervento previste per ciascuna area critica individuata. Tutti gli interventi sono stati cartografati negli elaborati "Planimetrie di intervento" redatte per ciascun comune.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A50)</b>	I dati relativi ai flussi di traffico derivano dalle indagini che il Gestore svolge abitualmente in diverse sezioni del tracciato. Nella documentazione presentata sono riportati i valori dei dati di traffico utilizzati suddivisi per tipologia di veicolo, corsia di marcia e velocità media	Nel corso delle indagini di campo sono stati effettuati dei rilievi specifici atti a caratterizzare adeguatamente la sorgente sonora.	Le indicazioni in merito agli edifici da risanare sono riportate su stralci planimetrici per ciascun comune interessato.	Gli edifici da risanare sono riportati, per ciascun comune, sia sulle planimetrie e sezioni con isofoniche che sulle planimetrie di intervento.	Attraverso l'utilizzo del modello IMMI 5.2 sono stati individuati, per ciascun ricettore, i rispettivi livelli di pressione sonora per i diversi piani degli stessi. Laddove sono stati riscontrati valori di pressione sonora superiore ai limiti di legge, è stato previsto l'inserimento di interventi di mitigazione. Nella relazione metodologica generale è riportata una tabella riepilogativa delle tipologie di intervento previste per le diverse aree individuate. Tutti gli interventi sono stati cartografati negli elaborati "Planimetrie di intervento" redatte per ciascun comune interessato.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali</b>	Viene indicato che i dati relativi ai flussi di traffico derivano dalle indagini che il Gestore	Nel corso delle indagini di campo sono stati effettuati dei rilievi specifici	Gli elaborati sono costituiti da stralci cartografici delle aree interessate nei	Sono riportate le planimetrie con isofoniche, con le relative sezioni, per i	Attraverso le simulazioni modellistiche sono stati individuati, per ciascun ricettore, i rispettivi livelli di pressione sonora per i diversi piani degli stessi

<b>GESTORE</b>	<b>Flussi di traffico</b>	<b>Caratterizzazione della sorgente</b>	<b>Corografia della zona, ...<sup>15</sup></b>	<b>Mappa acustica<sup>16</sup></b>	<b>Individuazione degli interventi per il contenimento<sup>17</sup></b>
<b>S.p.a. (A51)</b>	svolge abitualmente in diverse sezioni del tracciato. Nelle relazioni comunali sono riportati i valori dei dati di traffico utilizzati e le velocità medie considerate. Nella documentazione esaminata non viene indicata la data di riferimento delle indagini di traffico.	atti a caratterizzare adeguatamente la sorgente sonora.	diversi comuni attraversati. Le "Planimetrie di intervento" sono costituite da stralci cartografici senza alcuna indicazione della scala di riferimento e della cartografia utilizzata. Negli elaborati non risultano ben identificati i ricettori interessati dagli interventi di risanamento.	diversi comuni attraversati.	(riportati nelle relazioni comunali). Laddove sono stati riscontrati valori di pressione sonora superiore ai limiti di legge, è stato previsto l'inserimento di interventi di mitigazione. Nelle relazioni comunali sono riportate le aree interessate dagli interventi di risanamento.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A52)</b>	I dati relativi ai flussi di traffico derivano dalle indagini che il Gestore svolge abitualmente in diverse sezioni del tracciato. Nella documentazione presentata non sono riportati i valori dei dati di traffico utilizzati e la data di riferimento delle indagini di traffico; inoltre non risulta essere stata riportata la velocità media considerata per i flussi di traffico.	Nel corso delle indagini di campo sono stati effettuati dei rilievi specifici atti a caratterizzare adeguatamente la sorgente sonora.	Le indicazioni in merito al ricettore da risanare sono riportate sulla planimetria di intervento.	Il solo edificio interessato da un intervento di risanamento è riportato nell'elaborato "Planimetria e sezioni con isofoniche" relativa al Comune di Sesto San Giovanni.	Attraverso l'utilizzo del modello MITHRA sono stati individuati, per ciascun ricettore, i rispettivi livelli di pressione sonora per i diversi piani degli stessi (riportati nell'Allegato delle relazioni di ciascun comune). Laddove sono stati riscontrati valori di pressione sonora superiori ai limiti di legge, è stato previsto un intervento di mitigazione. Nella relazione metodologica generale è riportata una tabella riepilogativa con un solo intervento previsto che riguarda un ricettore sensibile compreso nel Comune di Sesto San Giovanni. L'intervento previsto è stato anche riportato nell'elaborato "Planimetria di

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
					intervento" del Comune di Sesto San Giovanni.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(A54)</b>	<p>Viene indicato che i dati relativi ai flussi di traffico derivano dalle indagini che il Gestore svolge abitualmente in diverse sezioni del tracciato. Nella relazione comunale sono riportati i valori dei dati di traffico utilizzati e le velocità medie considerate. Nella documentazione esaminata non viene indicata la data di riferimento delle indagini di traffico.</p>	<p>Nel corso delle indagini di campo sono stati effettuati dei rilievi specifici atti a caratterizzare adeguatamente la sorgente sonora.</p>	<p>Gli elaborati sono costituiti da stralci cartografici delle aree interessate del Comune di Pavia. Le "Planimetrie di intervento" sono costituite da stralci cartografici senza alcuna indicazione della scala di riferimento e della cartografia utilizzata. Da tale elaborato non si evincono i ricettori interessati dagli interventi di risanamento.</p>	<p>Sono riportate le planimetrie con isofoniche, con relative sezioni.</p>	<p>Attraverso le simulazioni modellistiche sono stati individuati, per ciascun ricettore, i rispettivi livelli di pressione sonora per i diversi piani degli stessi (riportati nella relazione del Comune di Pavia). Laddove sono stati riscontrati valori di pressione sonora superiore ai limiti di legge, è stato previsto l'inserimento di interventi di mitigazione. Nella relazione del Comune di Pavia sono riportate le tre aree interessate dagli interventi di risanamento (Aree 2, 3 e 6).</p>
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(A7)</b>	<p>I dati relativi ai flussi di traffico derivano dalle indagini che il Gestore svolge abitualmente in diverse sezioni del tracciato. Non se ne riportano però i valori utilizzati e la data di riferimento delle indagini di traffico; inoltre non risulta essere stata riportata la velocità media considerata per i flussi</p>	<p>Nel corso delle indagini di campo sono stati effettuati dei rilievi specifici atti a caratterizzare adeguatamente la sorgente sonora.</p>	<p>Le indicazioni in merito agli edifici da risanare sono riportate su specifiche planimetrie di intervento redatte per ciascun comune interessato.</p>	<p>Gli edifici da risanare sono riportati, per ciascun comune, sia sulle planimetrie e sezioni con isofoniche che sulle planimetrie di intervento.</p>	<p>Attraverso l'utilizzo del modello MITHRA sono stati individuati, per ciascun ricettore, i rispettivi livelli di pressione sonora per i diversi piani degli stessi (riportati nell'Allegato A delle relazioni di ciascun comune). Laddove sono stati riscontrati valori di pressione sonora superiore ai limiti di legge, è stato previsto l'inserimento di interventi di mitigazione. Nella relazione metodologica generale è riportata una tabella riepilogativa delle tipologie di intervento previste per le diverse aree individuate. Tutti gli</p>



GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
	di traffico.				interventi sono stati cartografati negli elaborati "Planimetrie di intervento" redatte per ciascun comune interessato.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(Raccordo Bereguardo – Pavia)</b>	<p>Viene indicato che i dati relativi ai flussi di traffico derivano dalle indagini che il Gestore svolge abitualmente in diverse sezioni del tracciato.</p> <p>Nella relazione comunale sono riportati i valori dei dati di traffico utilizzati e le velocità medie considerate.</p> <p>Nella documentazione esaminata non viene indicata la data di riferimento delle indagini di traffico.</p>	<p>Nel corso delle indagini di campo sono stati effettuati dei rilievi specifici atti a caratterizzare adeguatamente la sorgente sonora.</p>	<p>L'elaborato è costituito da uno stralcio cartografico dell'area 6 compresa nel Comune di Torre d'Isola.</p> <p>Le "Planimetrie di intervento" sono costituite da uno stralcio cartografico senza alcuna indicazione della scala di riferimento e della cartografia utilizzata. Da tale elaborato non si evince il ricettore interessato dall'intervento di risanamento.</p>	<p>Sono riportate le planimetrie con isofoniche, con relative sezioni, per le aree 4, 5 e 6 del Comune di Torre d'Isola.</p> <p>Per l'area 6 sono riportate anche le planimetrie e le sezioni con intervento.</p>	<p>Attraverso le simulazioni modellistiche sono stati individuati, per ciascun ricettore, i rispettivi livelli di pressione sonora per i diversi piani degli stessi (riportati nella relazione del Comune di Torre d'Isola).</p> <p>Laddove sono stati riscontrati valori di pressione sonora superiore ai limiti di legge, è stato previsto l'inserimento di interventi di mitigazione.</p> <p>Nella relazione del Comune di Torre d'Isola è indicato che l'unica area soggetta ad intervento di risanamento è quella individuata come Area 6 (Località Cascina Gaggiola). In corrispondenza di tale area è previsto come intervento di bonifica acustica la posa di asfalto drenante.</p>
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(Variante di Lentate)</b>	<p>Nella documentazione presentata non sono riportate indicazioni in merito ai dati di traffico utilizzati per le simulazioni; inoltre non risulta essere stata riportata anche la velocità media considerata.</p>	<p>Nel corso delle indagini di campo sono stati effettuati dei rilievi specifici atti a caratterizzare adeguatamente la sorgente sonora.</p>	<p>Le indicazioni in merito agli edifici da risanare sono riportate sulla planimetria di intervento redatte per il comune di Lentate.</p>	<p>Gli edifici da risanare sono riportati sia sulle planimetrie e sezioni con isofoniche che sulle planimetrie di intervento.</p>	<p>Attraverso l'utilizzo del modello MITHRA sono stati individuati, per ciascun ricettore, i rispettivi livelli di pressione sonora per i diversi piani degli stessi (riportati nell'Allegato delle relazioni di ciascun comune).</p> <p>Laddove sono stati riscontrati valori di pressione sonora superiore ai limiti di legge, è stato previsto l'inserimento di interventi di mitigazione.</p>

GESTORE	Flussi di traffico	Caratterizzazione della sorgente	Corografia della zona, ... <sup>15</sup>	Mappa acustica <sup>16</sup>	Individuazione degli interventi per il contenimento <sup>17</sup>
					<p>Nella relazione metodologica generale è riportata una tabella riepilogativa con la tipologia di intervento prevista per l'unica aree individuata.</p> <p>Tutti gli interventi sono stati cartografati nell'elaborato "Planimetrie di intervento" redatte per il comune di Lentate.</p>

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
<p><b>Autostrade per l'Italia</b></p>	<p>E' prevista per i prossimi anni la quasi completa sostituzione delle pavimentazioni della rete con l'adozione di quelle drenanti o ecodrenanti. Per la realizzazione degli interventi di bonifica sono state previste le seguenti tipologie di barriere acustiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- barriere antirumore verticali totalmente fonoassorbenti, di altezza variabile da 2 a 6 m., con passo minimo di 1 m.;</li> <li>- barriere integrate sicurezza ed antirumore.</li> </ul> <p>Relativamente agli interventi diretti sui ricettori, nel piano è presa in considerazione la sola opzione di infissi antirumore auto ventilati.</p>	<p>Nel caso di ricettori isolati o di edifici molto alti direttamente prospicienti l'autostrada, l'intervento ritenuto maggiormente conveniente ed efficace è l'insonorizzazione diretta degli edifici. L'azione prioritaria individuata, in linea di massima, per migliorare l'isolamento acustico globale delle facciate è l'intervento diretto sulle superfici vetrate.</p>	<p>Per la valutazione dei costi degli interventi è stato adottato un criterio parametrico, i cui costi unitari sono stati ottenuti a consuntivo sulla base delle esperienze del "Progetto pilota di Genova" e degli altri interventi realizzati da Autostrade per l'Italia. Nella documentazione integrativa consegnata da Autostrade per l'Italia al MATTM con prot. DSA-2008-0014291 del 27/05/2008 sono riportati i seguenti elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le somme impegnate per gli accantonamenti per il periodo 1996/2007;</li> <li>- la tipologia degli interventi previsti;</li> <li>- l'indicazione dei costi per ciascun intervento;</li> <li>- il riepilogo degli interventi e dei costi per regioni, con indicazione dei comuni interessati.</li> </ul> <p>Nella relazione tecnica allegata da Autostrade per l'Italia viene riportato a titolo esemplificativo un "cronoprogramma tipo" riferito ad un macrointervento di media estensione. E' però da sottolineare che il Gestore ritiene necessario avere delle</p>	<p>Nella relazione tecnica è illustrata la metodologia utilizzata per la determinazione dell'indice di priorità che ricalca quanto previsto dagli Allegati. 1 e 4 del DM 29/11/2000.</p> <p>Nelle schede di ciascun comune, sono riportati gli indici di priorità degli interventi previsti insieme alla graduatoria nazionale. Nelle tabelle inserite della documentazione integrativa consegnata dal Gestore, per ogni intervento previsto, sono riportati i valori della graduatoria nazionale, della graduatoria regionale e l'indice di priorità.</p> <p>La tratta autostradale è stata suddivisa in macrointerventi, microinterventi ed in interventi elementari. La metodologia utilizzata per la determinazione dell'indice di priorità ricalca quanto previsto dagli Allegati. 1 e 4 del DM 29/11/2000. Esso si riferisce ai macrointerventi.</p>

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
			<p>indicazioni circa la possibilità di utilizzare le singole graduatorie regionali degli interventi in maniera del tutto svincolata dalla graduatoria nazionale; ciò in quanto si renderebbe più elastica e snella la realizzazione degli interventi del piano, poiché i lavori sarebbero dislocati su più regioni con minori probabilità di mutua interferenza e disturbo al traffico.</p> <p>Nelle integrazioni fornite da Autostrade per l'Italia (prot. DSA-2008-0034629 del 27/11/2008) sono riportati i tempi degli interventi previsti per i primi cinque anni, quelli per il completamento del piano di risanamento, gli interventi relativi al caso pilota Genova ed infine il cronoprogramma del piano quinquennale 2009-2013.</p>	
<b>ATIVA S.p.A</b>	<p>Nella relazione generale è indicato che sulla rete in concessione sono stati già realizzati interventi costituiti da barriere fonoassorbenti e pavimentazione drenante fonoassorbente. Gli ulteriori interventi previsti dal Piano consistono esclusivamente</p>	<p>Nella documentazione esaminata non risultano previsti interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>Nelle tabelle allegate sono riportati tutti gli interventi previsti, la loro localizzazione e dimensionamento, con i relativi costi. Il Piano prevede la realizzazione di 4.869 m di barriere antirumore e nessun intervento diretto. Nel Piano sono anche indicati i tempi di</p>	<p>Le priorità di intervento, calcolate in base alle indicazioni di cui all'Allegato 1 del DM 29/11/2000, sono riportate in apposite tabelle presenti nella relazione generale di Fase II. In alcuni casi la determinazione del grado di priorità degli</p>

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
	nella realizzazione di barriere antirumore fonoassorbenti.		realizzazione degli interventi di risanamento.	interventi può risentire della mancata considerazione delle situazioni di concorsualità
<b>ATS Autostrada Torino Savona S.p.A</b>	E' prevista per i prossimi anni la quasi completa sostituzione delle pavimentazioni della rete con l'adozione di quelle drenanti o ecodrenanti. Per la realizzazione degli interventi di bonifica sono state previste le seguenti tipologie di barriere acustiche: barriere antirumore verticali totalmente fonoassorbenti, di altezza variabile da 2 a 6 m., con passo minimo di 1 m.; barriere integrate sicurezza ed antirumore. Relativamente agli interventi diretti sui ricettori, nel piano è presa in considerazione la sola opzione di infissi antirumore auto ventilati.	Nel caso di ricettori isolati o di edifici molto alti direttamente prospicienti l'autostrada, l'intervento ritenuto maggiormente conveniente ed efficace è l'insonorizzazione diretta degli edifici. L'azione prioritaria individuata, in linea di massima, per migliorare l'isolamento acustico globale delle facciate è l'intervento diretto sulle superfici vetrate.	Con nota prot. DE/MAN/MC 03124 del 10/10/2008, la ATS Autostrada Torino-Savona S.p.A. ha trasmesso, al MATTM ed alle Regioni Liguria e Piemonte, il crono programma economico degli interventi previsti con l'indicazione dei tempi di realizzazione. Per la valutazione dei costi degli interventi è stato adottato un criterio parametrico, i cui costi unitari sono stati ottenuti a consuntivo sulla base delle esperienze del "Progetto pilota di Genova" e degli altri interventi realizzati da ATS Autostrada Torino Savona S.p.A. dal 2002 ad oggi.	Nella relazione tecnica è illustrata la metodologia utilizzata per la determinazione dell'indice di priorità che ricalca quanto previsto dagli Allegati. 1 e 4 del DM 29/11/2000. Nelle schede di ciascun comune sono riportati gli indici di priorità degli interventi previsti
<b>Autostrada del Brennero A22 S.p.A.</b>	Nella documentazione presentata viene indicato che gli interventi prevedono prevalentemente il ricorso alla realizzazione di barriere antirumore. In casi particolari sono previsti interventi diretti sui ricettori con finestre antirumore. Per tutti gli interventi che prevedono il ricorso a barriere	Nelle considerazioni sui risultati e nell'indicazione delle misure antirumore adottate viene indicato che nel caso di edifici sensibili e/o di edifici lontani dall'autostrada e inseriti in agglomerati urbanizzati è impossibile un intervento efficace con barriere antirumore (per questi casi è stato proposto un intervento	Nella documentazione integrativa presentata dal Gestore sono riportate delle tabelle nelle quali sono indicati: - la tipologia degli interventi previsti; - l'anno di attuazione degli interventi; - i costi degli interventi suddivisi per regioni, province autonome e comuni;	Nella relazione descrittiva viene indicato che "per ogni edificio disturbato è stato attribuito un numero di priorità secondo le modalità della normativa e poi gli edifici sono stati raggruppati a seconda della distanza tra loro e calcolata la priorità per l'intera area. Il limite di legge di riferimento è sempre quello notturno .... Per ogni area sono

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
	antirumore viene indicata solo la lunghezza delle stesse in ml; non viene fornita alcuna indicazione sull'altezza prevista.	diretto sul ricettore).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- graduatoria regionale e nazionale;</li> <li>- importi accantonati per ciascun anno dal 1996 al 2007.</li> </ul> <p>Non sono riportati né i costi relativi agli interventi diretti né il loro anno di attuazione.</p>	<p>state individuate le principali abitazioni potenzialmente disturbate e ad esse è stato attribuito un numero". Negli Allegati della relazione descrittiva sono riportate le tabelle riassuntive nelle quali sono indicate le aree critiche con il relativo grado di priorità per l'intera A22 suddivise per regione/provincia autonoma. Nella relazione viene inoltre indicato che è stata elaborata una classifica delle priorità per regione/provincia autonoma ed una classifica complessiva.</p>
<b>Autostrada Brescia- Verona- Vicenza- Padova</b>	<p>E' prevista per i prossimi anni la quasi completa sostituzione delle pavimentazioni della rete con l'adozione di quelle drenanti o ecodrenanti. Per la realizzazione degli interventi di bonifica sono state previste le seguenti tipologie di barriere acustiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- barriere antirumore verticali totalmente fonoassorbenti, di altezza variabile da 2 a 6 m., con passo minimo di 1 m.;</li> <li>- barriere integrate sicurezza ed antirumore.</li> </ul> <p>Relativamente agli interventi diretti sui ricettori, nel piano è presa in considerazione la sola</p>	<p>Nel caso di ricettori isolati o di edifici molto alti direttamente prospicienti l'autostrada, l'intervento ritenuto maggiormente conveniente ed efficace è l'insonorizzazione diretta degli edifici. L'azione prioritaria individuata, in linea di massima, per migliorare l'isolamento acustico globale delle facciate è l'intervento diretto sulle superfici vetrate.</p>	<p>Per la valutazione dei costi degli interventi è stato adottato un criterio parametrico, i cui costi unitari sono stati ottenuti a consuntivo sulla base delle esperienze maturate da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd S.p.A. dal 1990 ad oggi. Con nota prot. 5798e-08/ArCA/SCPC/RB del 17/10/2008, Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd S.p.A. ha trasmesso, al MATTM ed alle Regioni Lombardia e Veneto, il programma economico degli interventi previsti con l'indicazione dei tempi di realizzazione.</p>	<p>Nella relazione tecnica è illustrata la metodologia utilizzata per la determinazione dell'indice di priorità che ricalca quanto previsto dagli Allegati. 1 e 4 del DM 29/11/2000. Nelle tabelle trasmesse da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd S.p.A. con nota prot. 5798e-08/ArCA/SCPC/RB del 17/10/2008 sono riportati i Comuni interessati dagli interventi con i relativi indici di priorità</p>

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
	opzione di infissi antirumore auto ventilati.			
<b>Autocamionale della Cisa S.p.a.</b>	Come opere di mitigazione a protezione dei ricettori compresi all'interno dell'ambito spaziale di interazione acustica dell'infrastruttura sono previste la posa di pavimentazione fonoassorbente, barriere antirumore e verifiche strumentali per l'eventuale realizzazione di interventi diretti sui ricettori. Le pavimentazioni fonoassorbenti sono previste lungo tutto il tracciato dell'A15 ad eccezione del tratto montano (dal km 42+000 al km 62+000) dove per motivi climatici non ne è prevista la posa.	Qualora dopo la posa della pavimentazione fonoassorbente e l'inserimento di barriere, non risulti tecnicamente possibile il rispetto degli obiettivi di mitigazione sono previste verifiche di interventi diretti applicati agli edifici, finalizzati a migliorarne l'isolamento acustico. In particolare, sono previste verifiche dei livelli di rumore in ambiente abitativo al fine di identificare gli edifici sui quali è richiesta una verifica del fonoisolamento delle finestre, per mezzo di apposite campagne di monitoraggio finalizzate a valutare l'effettiva necessità di sostituzione degli infissi esistenti degli edifici. In apposite tabelle presenti nella documentazione sono riportati gli elenchi dei ricettori interessati alle suddette verifiche.	Saranno realizzati per primi gli interventi già in avanzata fase di progettazione, opportunamente evidenziati con colore rosso nell'apposita tabella della relazione acustica generale. Autocamionale della Cisa S.p.A., con successiva nota prot. u/2659/08/PBAA/CDF/GF del 05/07/2008, ha trasmesso al MATTM una documentazione integrativa che fornisce, per ciascuna regione interessata, i dettagli dei tempi e dei costi di ciascun intervento previsto dal Piano. La valutazione economica è stata effettuata sulla base dell'elenco prezzi 2005 ANAS Compartimento di Bologna. E' stimato un costo totale su 15 anni pari ad € 114.552.000,00, di cui € 15.558.000,00 per interventi già in avanzata progettazione. Per gli interventi diretti sui ricettori non viene fornita alcuna indicazione.	Le priorità di intervento per ciascuna regione e per ciascun comune interessato dall'infrastruttura sono riportate in apposite tabelle della relazione generale. E' da evidenziare che massima priorità è stata data a 5 interventi, riportati in apposita tabella della relazione generale, che il Gestore indica come interventi già in fase di progettazione avanzata. Si rileva che il metodo utilizzato per il calcolo dell'indice di priorità nonché la metodologia di determinazione delle aree "Ai" non sono conformi al metodo di calcolo richiesto dall'All. 1 del DM 29/11/2000. La determinazione dei gradi di priorità, in alcuni casi, risente anche della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati, così come precedentemente evidenziato per questo Gestore a pag. 33.
<b>Autostrada dei Fiori S.p.a.</b>	Gli interventi previsti dal Piano consistono nella realizzazione di barriere antirumore e	Allo stato attuale non risultano essere stati individuati interventi diretti sui ricettori.	In apposita tabella della relazione è riportata la stima degli interventi previsti lungo la	Apposite tabelle della relazione riassumono i valori degli indici di priorità, ordinati con



GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
	<p>verifiche di intervento sui ricettori. Apposite Tabelle della relazione descrittiva riportano l'elenco delle barriere antirumore previste nel piano di risanamento suddivise per comune di appartenenza: per ciascun intervento vengono indicati la chilometrica iniziale, la chilometrica finale, la direzione, l'altezza (H), la lunghezza (L) e la superficie (S). Sono previsti circa 10,3 km di interventi di risanamento con barriere antirumore, per una superficie totale di circa 31.388 mq.</p> <p>Nella documentazione esaminata non vengono fornite indicazioni di dettaglio in merito alla tipologia ed alla composizione delle barriere antirumore previste. Tale specificazione viene rinviata alla fase di progettazione esecutiva degli interventi.</p>	<p>Nella relazione viene indicato che l'eventuale ricorso a questa tipologia di intervento sarà verificata su quei ricettori per i quali la realizzazione di barriere antirumore non consentirà il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione. Comunque nel PRA sono state previste 146 verifiche di intervento sui ricettori. La ripartizione comunale delle verifiche di intervento sui ricettori è riportata in apposita Tabella della relazione.</p>	<p>via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore. In apposita tabella della relazione viene riportata la tempistica di esecuzione prevista per gli interventi di risanamento articolata in 15 anni dal 2008 al 2022. Viene indicato inoltre che le verifiche di intervento sui ricettori, verranno distribuite proporzionalmente durante tutto il periodo 2010 – 2022. Nelle schede di sintesi comunali, per ciascun intervento previsto sono riportate: le progressive di inizio/fine intervento, l'altezza e la lunghezza delle barriere, nonché le informazioni in merito alle verifiche per gli interventi diretti sui ricettori.</p> <p>Per ciascun intervento vengono indicati: il comune interessato, il costo stimato degli interventi per le barriere acustiche e la stima del costo stimato per gli interventi diretti sui ricettori.</p>	<p>sequenza decrescente, rispettivamente per le aree di superamento residenziali in Fascia A e sensibili in Fascia A e B (evidenziate in grigio) e per le aree di superamento residenziali in Fascia B. Non sono state considerate le aree di superamento in cui sono presenti dei progetti di mitigazione esecutivi approvati.</p> <p>Il metodo utilizzato per il calcolo dell'indice di priorità, riportato nella relazione tecnico descrittiva di Fase II, nonché la metodologia di determinazione delle aree "Ai", di cui alla relazione tecnico descrittiva di Fase I, non sono conformi al metodo di calcolo richiesto dall'All. 1 del DM 29/11/2000. La determinazione dei gradi di priorità, in alcuni casi, può risentire anche della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati, così come precedentemente evidenziato per questo Gestore a pag.36.</p>
<b>Autostrade di Venezia e Padova S.p.A.</b>	<p>Nella relazione generale sono indicate le tipologie previste per gli interventi di bonifica acustica (barriere antirumore e</p>	<p>Nella relazione generale, relativamente agli interventi di mitigazione, viene indicato che potranno essere considerati per</p>	<p>Nelle tabelle allegate alla relazione generale sono riportati gli interventi realizzati e quelli da realizzare, le aree</p>	<p>Viene indicato che le priorità di intervento sono state calcolate in base alle indicazioni di cui all'Allegato 1 del DM</p>



GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
	<p>pavimentazioni drenanti fonoassorbenti).</p> <p>Sono riportate anche alcune foto relative ad interventi già realizzati, con tipologie analoghe, sulla Venezia-Padova.</p> <p>Per le barriere antirumore previste viene indicata solo la lunghezza delle stesse in ml; non viene fornita alcuna indicazione sulla loro altezza.</p>	<p>la schermatura di ricettori isolati interventi che prevedono l'installazione di infissi antirumore.</p>	<p>critiche interessate, lo sviluppo longitudinale delle barriere previste, l'indice di priorità degli interventi e la stima dei costi. Il Piano comprende le barriere già realizzate (18.069 m) e quelle da realizzare (5.534 m).</p> <p>Autostrade di Venezia e Padova S.p.A., con nota prot. 4854 del 12/05/2009, ha comunicato al MATTM (prot. DSA-2009 0013299 del 28/05/2009) che gli interventi previsti dal Piano lungo la Tangenziale di Mestre sono stati eseguiti e che sono in corso di esecuzione anche quelli lungo l'A4 Mestre-Padova ed il Raccordo Marco Polo.</p>	<p>29/11/2000. La determinazione del grado di priorità degli interventi può risentire della mancata considerazione, in alcuni casi, delle infrastrutture concorsuali presenti, così come precedentemente evidenziato per questo Gestore a pag. 37.</p>
<p><b>Autovie Venete S.p.a.</b></p>	<p>Sono riportati gli schemi esemplificativi delle tipologie di barriere previste per la realizzazione impiegabili sulle infrastrutture e i lotti e le località in cui sono e saranno utilizzate. Negli elaborati grafici sono riportati gli interventi già realizzati e quelli da realizzare, ma mancano informazioni specifiche in merito alle tipologie utilizzate o da utilizzare.</p>	<p>Come interventi diretti sui ricettori è previsto solo l'inserimento di finestre antirumore. Questi interventi sono previsti solo nei casi in cui l'indice di priorità residuo (nella situazione post intervento con barriere) risulta maggiore di zero</p>	<p>Nella Relazione di sintesi è riportata una tabella con indicati i costi unitari (al mq o al ml) per ciascuna tipologia di barriera impiegabile per la realizzazione degli interventi. E' inoltre indicato che nelle stime finali i costi saranno maggiorati del 6% per tener conto di costi per la sicurezza e di un ulteriore 4% per la predisposizione di vie di fuga e segnaletica pertinente.</p>	<p>Nella Relazione di sintesi è illustrata la metodologia di calcolo utilizzata per determinare l'indice di priorità che ricalca la procedura di cui all'allegato 1 del DM 29/11/2000.</p> <p>Nella Relazione tecnica illustrativa e programmazione interventi sono riportati in dettaglio gli indici di priorità, ante e post operam, per ciascun comune.</p>

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
			<p>Nella Relazione tecnica illustrativa e programmazione interventi sono riportati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- i costi degli interventi per regione e comune interessato;</li> <li>- la stima degli interventi diretti sui ricettori per ciascun comune;</li> <li>- i costi degli interventi di protezione acustica da realizzarsi contestualmente ai previsti ampliamenti dell'A4 e del raccordo Villesse-Gorizia;</li> <li>- i costi degli interventi suddivisi per anno e per dettaglio di intervento;</li> <li>- il quadro riepilogativo di spesa e l'andamento della spesa complessiva dal 2007 al 2022;</li> <li>- la tempistica prevedibile nella realizzazione degli interventi.</li> </ul>	
<b>Autostrade Centropadane S.p.a.</b>	<p>Come opere di mitigazione a protezione dei ricettori compresi all'interno dell'ambito spaziale di interazione acustica dell'infrastruttura sono previste la posa di pavimentazione fonoassorbente su tutto il tracciato autostradale, barriere antirumore e interventi diretti sui ricettori, questi ultimi previa successiva verifica</p>	<p>Nella progettazione esecutiva degli interventi di risanamento acustico i reali superamenti dei limiti saranno verificati con misure ad hoc presso i ricettori individuati dal piano di risanamento. In particolare, in caso di interventi diretti, prima di procedere con l'installazione di nuovi infissi, sarà verificato il livello di pressione sonora</p>	<p>Nella relazione generale sono riportati tutti gli interventi previsti, la loro localizzazione e dimensionamento, con i relativi costi. In apposita tabella della relazione generale è riportato un cronoprogramma di realizzazione degli interventi con il previsto anno di realizzazione in base al budget stanziato dalla concessionaria.</p>	<p>Le priorità di intervento per ciascuna regione e per ciascun comune interessato dall'infrastruttura sono riportate in apposite tabelle della relazione generale. Il metodo utilizzato per il calcolo dell'indice di priorità, riportato nella relazione generale, nonché la metodologia di determinazione delle aree "Ai"</p>

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
	strumentale.	equivalente in ambiente interno anche in considerazione del fatto che in questa fase di progettazione non è stato considerato il fono isolamento proprio degli edifici. In apposite tabelle presenti nella documentazione sono riportati gli elenchi dei ricettori interessati dalle suddette verifiche.	Tale cronoprogramma prevede un'articolazione temporale degli interventi dal 2008 al 2021. Nella relazione generale sono riportati tutti gli interventi previsti, la loro localizzazione e dimensionamento, con i relativi costi. Per i costi degli interventi è indicato che i prezzi unitari utilizzati per la stima sono stati desunti dal Listino prezzi per i lavori speciali del compartimento ANAS di Bologna dell'anno 2005. E' stimato un costo totale pari ad € 22.312.000,00.	non sono conformi al metodo di calcolo richiesto dall'All. 1 del DM 29/11/2000. La determinazione dei gradi di priorità, in alcuni casi, risente anche della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati, così come precedentemente evidenziato per questo Gestore a pag.40.
<b>SALT - Autostrada Ligure Toscana S.p.a.</b>	Nella relazione generale sono riportate le modalità di realizzazione degli interventi di mitigazione previsti (barriere antirumore).	Viene indicato che sono previsti interventi diretti su edifici residenziali isolati o piccole porzioni residenziali laddove per motivazioni di morfologia del territorio, tecnico-strutturali, di analisi costi-benefici e/o di impatto visivo, è stata esclusa l'installazione di barriere antirumore. Le modalità di intervento saranno definite puntualmente in fase di progettazione esecutiva. Nelle documentazione presentata è riportata la localizzazione degli interventi	Nel quadro riepilogativo riportato nella relazione generale sono riportati: la stima di massima dei tempi di esecuzione ed i costi complessivi degli interventi. Sono inoltre evidenziati tempi e costi degli interventi in avanzata fase di progettazione. Nella definizione dei tempi di esecuzione si è tenuto conto prioritariamente degli interventi in avanzata fase di progettazione. SALT S.p.A., con successiva nota prot. AS-MB/mr 2130 del 01/04/2009 ha trasmesso al	Si fa cenno brevemente che l'ordine di priorità degli interventi di risanamento è stabilito dal valore numerico dell'indice di priorità P la cui procedura di calcolo è indicata nell'Allegato 1 al DM 29/11/2000. Nelle tabella di individuazione delle aree di criticità nella regione Liguria e nelle tabelle riepilogative degli interventi individuati nella regione Toscana sono definite le priorità di intervento. Sono riportati gli interventi nelle regioni Liguria e Toscana

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
		diretti sui ricettori nelle due regioni interessate.	MATTM (prot. in entrata DSA-2009-0009285 del 14/04/2009) una documentazione integrativa che fornisce, anche per ciascuna Regione interessata, gli ordini di priorità ed i dettagli dei tempi e dei costi di ciascuno degli interventi previsti dal PCAR. La valutazione dei costi è stata redatta prendendo come elenco prezzi di riferimento il Listino ANAS Compartimento di Firenze anno 2005. Sono stati considerati anche gli oneri per la sicurezza, le somme per eventuali interferenze ed espropri e le spese generali.	con gli elenchi delle priorità aggiornate dal Gestore.  Si evidenzia che la diversa metodologia di lavoro seguita per i due tratti, ligure e toscano, ha portato nella fase di elaborazione del documento finale del Piano ad una diversa impostazione delle Tabelle presenti. Infatti, nelle tabelle relative alla Regione Liguria viene indicato l'ordine di priorità (e non il grado di priorità), mentre nelle Tabelle della Regione Toscana, oltre alla posizione (ordine di priorità) viene indicato anche il grado di priorità (priorità)
<b>SATAP S.p.a.</b>	I tratti autostradali per i quali è prevista l'applicazione di pavimentazioni drenanti, come intervento di mitigazione sono riportati nella relazione. Nel PRA sono state inserite anche le barriere oggetto di progettazioni pregresse il cui iter tecnico ed approvativo è già stato avviato in passato e ne è prevista l'attuazione nei prossimi anni (2008-2012). Viene indicato che per quanto riguarda l'altezza degli interventi sono stati utilizzati i	Allo stato attuale non risultano essere stati individuati interventi diretti sui ricettori. Nella relazione viene indicato che l'eventuale ricorso a questa tipologia di intervento sarà verificata su quei ricettori per i quali la realizzazione di barriere antirumore non consentirà il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione. Comunque nel PRA sono state previste 372 verifiche di intervento sui ricettori, 230 nella Regione Piemonte, 83 in	In apposita Tabella della relazione è riportata la stima degli interventi previsti lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore. Per ciascun intervento vengono indicati: il codice, la Regione e il comune interessati, il lato di installazione delle barriere, il periodo di esecuzione, la stima di costo. In apposita Tabella della relazione viene riportata la stima dei costi previsti e dei tempi di esecuzione relativa alle verifiche e agli eventuali	I valori ottenuti per ciascun intervento dell'indice di priorità per ciascuna regione e per ciascun comune interessato dall'infrastruttura sono riportati In apposite Tabelle della relazione della relazione tecnico descrittiva. Va evidenziato che in apposita Tabella della relazione della relazione è riportato il riepilogo degli interventi di protezione acustica previsti entro i 15 anni successivi all'approvazione del PRA con l'indicazione

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
	<p>seguenti criteri: 1) tratti in rilevato: Hmax= 5 m dal piano stradale; 2) tratti in viadotto: Hmax= 3 m dal ciglio dell'impalcato. Apposite Tabelle della relazione descrittiva riportano nel dettaglio le barriere antirumore previste in ciascun comune. Sono previsti circa 37, 5 km di interventi di risanamento con barriere antirumore, per una superficie totale di circa 137.000 mq. Nella documentazione esaminata non vengono fornite indicazioni di dettaglio in merito alla tipologia ed alla composizione delle barriere antirumore previste. Tale specificazione viene rinviata alla fase di progettazione esecutiva degli interventi.</p>	<p>Regione Lombardia e, infine, 59 in Regione Emilia Romagna. La ripartizione comunale delle verifiche di intervento sui ricettori è riportata nella in apposita Tabella della relazione.</p>	<p>interventi diretti sui ricettori. Viene anche indicato che il cronoprogramma di dettaglio di esecuzione degli interventi e delle verifiche sarà aggiornato con cadenza quinquennale. Nelle schede di sintesi comunali, per ciascun intervento previsto, oltre ai dati sopra indicati, sono riportate anche le progressive di inizio/fine intervento, l'altezza e la lunghezza delle barriere, gli interventi già completati e i tempi previsti per gli altri interventi da realizzare.</p>	<p>dell'effettivo ordine di esecuzione degli stessi. In tale tabella vengono evidenziati in rosso gli interventi che il Gestore indica come "in avanzata fase di progettazione" la cui realizzazione sarà precedente agli altri. Inoltre viene indicato che nella definizione dell'ordine di esecuzione degli altri interventi sono stati tenuti in conto i seguenti fattori: 1) la tipologia di ricettore protetto (sensibile, fascia A e B) ed ordine di priorità in precedenza definito; 2) lo stato della programmazione di altri interventi sulla struttura autostradale e di manutenzione straordinaria; 3) l'impatto generato dai cantieri per la realizzazione delle opere di protezione acustica sul traffico e sul normale esercizio dell'infrastruttura in modo da ridurre al minimo il disagio per gli utenti. Il metodo utilizzato per il calcolo dell'indice di priorità, riportato nella relazione generale di Fase II, nonché la metodologia di determinazione delle aree "Ai", di cui alla relazione tecnico descrittiva di Fase I, non sono</p>

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
				conformi al metodo di calcolo richiesto dall'All. 1 del DM 29/11/2000. La determinazione dei gradi di priorità, in alcuni casi, risente anche della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati, così come precedentemente evidenziato per questo Gestore a pag. 45.
SAV S.p.a.	Nella relazione generale viene indicato che i risultati e l'efficacia degli interventi previsti nel piano tengono conto anche della sostituzione dell'asfalto con pavimentazioni a più elevate prestazioni fonoassorbenti. Il piano prevede l'installazione di circa 8 km di barriere antirumore, sostanzialmente equidistribuite sul lato direzione Torino e sul lato direzione Aosta, caratterizzate da una superficie totale di 25.070 mq e da una altezza compresa tra 2,5÷4 m. Nella Regione Piemonte l'installazione di barriere riguarda solo il comune di Quincinetto per uno sviluppo pari a 716,5 m. Nella Regione Valle d'Aosta sono previsti 7.340 m di barriere. Apposite Tabelle della relazione	Allo stato attuale non risultano essere stati individuati interventi diretti sui ricettori. Nella relazione viene indicato che l'eventuale ricorso a questa tipologia di intervento sarà verificata su quei ricettori per i quali la realizzazione di barriere antirumore non consentirà il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione. Comunque nel piano sono state previste 114 verifiche di intervento sui ricettori, 11 nella Regione Piemonte e 103 nella Regione Valle d'Aosta. La ripartizione comunale delle verifiche di intervento sui ricettori è riportata in apposita Tabella della relazione.	In apposita tabella della relazione è riportata la stima degli interventi previsti lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore. Per ciascun intervento vengono indicati: il codice, la Regione e il comune interessato, il lato di installazione delle barriere, il periodo di esecuzione, la stima di costo. In apposita tabella della relazione generale viene riportata la stima dei costi previsti e dei tempi di esecuzione relativa alle verifiche e agli eventuali interventi diretti sui ricettori. Viene anche indicato che il cronoprogramma di dettaglio di esecuzione degli interventi e delle verifiche sarà aggiornato con cadenza quinquennale. Nelle schede di sintesi comunali, per ciascun	Il metodo utilizzato per il calcolo dell'indice di priorità, riportato nella relazione generale di Fase II, nonché la metodologia di determinazione delle aree "Ai", di cui alla relazione tecnico descrittiva di Fase I, non sono conformi al metodo di calcolo richiesto dall'All. 1 del DM 29/11/2000. La determinazione dei gradi di priorità, in alcuni casi, risente anche della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati così come precedentemente evidenziato per questo Gestore a pag. 47. I valori ottenuti per ciascun intervento dell'indice di priorità per ciascuna regione e per ciascun comune interessato dall'infrastruttura sono riportati in apposite tabelle della relazione generale.

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
	<p>descrittiva riportano nel dettaglio le barriere antirumore previste in ciascun comune. Nella documentazione esaminata non vengono fornite indicazioni di dettaglio in merito alla tipologia ed alla composizione delle barriere antirumore previste. Tale specificazione viene rinviata alla fase di progettazione esecutiva degli interventi</p>		<p>intervento, oltre ai dati sopra indicati, sono riportate anche le progressive di inizio/fine intervento, l'altezza e la lunghezza delle barriere e i tempi previsti.</p>	<p>Va evidenziato che in apposta tabella della relazione è riportato il riepilogo degli interventi di protezione acustica previsti entro i 15 anni successivi all'approvazione del piano con l'indicazione dell'effettivo ordine di esecuzione degli stessi. In tale tabella vengono evidenziati in rosso gli interventi che il Gestore indica come "in avanzata fase di progettazione" la cui realizzazione sarà precedente agli altri. Inoltre viene indicato che nella definizione dell'ordine di esecuzione degli altri interventi sono stati tenuti in conto i seguenti fattori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la tipologia di ricettore protetto (sensibile, fascia A e B);</li> <li>- lo stato della programmazione di altri interventi sulla struttura autostradale e di manutenzione straordinaria;</li> <li>- l'impatto generato dai cantieri per la realizzazione delle opere di protezione acustica sul traffico e sul normale esercizio dell'infrastruttura in modo da ridurre al minimo il disagio</li> </ul>

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
				per gli utenti.
<b>S.A.T. Società Autostrada Tirrenica S.p.a.</b>	<p>Nella relazione generale è indicato che sull'intero tratto autostradale in oggetto è già presente una pavimentazione drenante fonoassorbente. Pertanto, le modalità di realizzazione degli interventi passivi sull'infrastruttura, laddove necessari, prevedono esclusivamente l'impiego di barriere antirumore.</p>	<p>La scelta della tipologia mitigativa più idonea è stata effettuata sulla base di considerazioni sulla fattibilità tecnica, sulla convenienza ovvero in relazione a problematiche di carattere ambientale. In particolare, viene indicato che gli interventi diretti sui ricettori sono stati adottati nei seguenti casi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- come integrazione delle barriere antirumore nei casi in cui la posizione e l'altezza dei ricettori rispetto all'infrastruttura riducevano l'efficacia degli interventi previsti sulla infrastruttura;</li> <li>- come soluzione alternativa all'inserimento di barriere nel caso di ricettori isolati.</li> </ul>	<p>Vengono elencati tutti gli interventi previsti, la loro localizzazione e dimensionamento, con i relativi costi. Il Piano prevede la realizzazione di 3.590 m di barriere antirumore, per una superficie complessiva di 12.750 mq, e n. 2 interventi diretti. Con propria nota prot. SAT/RM/29.05.09/0000493/EU (acquisita dal MATTM con prot. DSA-2009-0014717 del 11/06/2009) la SAT S.p.A. ha trasmesso al MATTM una documentazione integrativa contenente il cronoprogramma degli investimenti previsti, con indicazione dei tempi di esecuzione degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore.</p>	<p>Le priorità di intervento, calcolate in base alle indicazioni di cui all'Allegato 1 del DM 29/11/2000.</p> <p>La determinazione dei gradi di priorità, in alcuni casi, risente della procedura utilizzata per la determinazione dei valori limite adottati, così come precedentemente evidenziato per questo Gestore a pag. 48.</p>
<b>Strada dei Parchi S.p.a.</b>	<p>Non sono fornite indicazioni in merito alla tipologia delle barriere previste, fatta eccezione di quelle riportate nella "Relazione Roma"<sup>22</sup>. Le modalità di realizzazione degli interventi sono indicate negli elaborati "Planimetrie di intervento" redatte per ciascun</p>	<p>Non risultano attualmente individuati interventi diretti sui ricettori, ad eccezione dei comuni di Vicovaro (RM), Roviano (RM) e Aielli (AQ), per i quali in apposite tabelle riportate nelle relazioni è indicato che l'intervento di bonifica prevede la</p>	<p>Strada dei Parchi S.p.A. ha trasmesso, con prot. MCR/1b/2886/UTOC del 24/06/2008, la seguente documentazione integrativa, acquisita con prot. DSA-2008-0018507 del 3/07/2008:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tab. I/II - Priorità d'intervento regionali;</li> </ul>	<p>Nelle relazioni di ciascun comune vengono riportati i valori degli indici di priorità degli interventi per ogni area critica individuata, divisi negli scenari diurno e notturno, e l'indice di priorità totale degli stessi. Gli indici di priorità degli</p>



GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
	comune. L'efficacia degli interventi previsti è stata verificata con l'ausilio del modello utilizzato.	realizzazione di una barriera antirumore fonoassorbente più un intervento diretto la cui natura e tipologia non viene specificata. Gli estensori del Piano indicano, per quei ricettori i cui valori in facciata risultano, nonostante gli interventi di mitigazione con barriere antirumore, ancora superiori a quelli normativi, l'opportunità di svolgere una specifica campagna di misure nel corso della successiva fase di progettazione esecutiva degli interventi, ritenendo che essa possa portare alla diminuzione degli edifici che attualmente risulterebbe necessario risanare con interventi diretti	- Tab. III/IV - Interventi per A24, suddivisi per Regione, con relativi costi; - Tab. V – Interventi per A25, relativi alla Regione Abruzzo, con relativi costi; Tab. VI - Cronoprogramma interventi ed accantonamenti previsti.	interventi sono inoltre riportati nelle Tabelle integrative trasmesse da Strada dei Parchi S.p.A., con prot. MCR/1b/2886/UTOC del 24/06/2008, e acquisite con prot. DSA-2008-0018507 del 3/07/2008 Nella "Relazione Roma" non sono riportati i gradi di priorità degli interventi.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A50)</b>	Le modalità di realizzazione degli interventi sono indicate negli elaborati "Planimetrie di intervento" redatte per ciascun comune. L'efficacia degli interventi previsti è stata verificata con l'ausilio del modello utilizzato. Nella documentazione presentata non vengono fornite indicazioni di dettaglio in merito alla tipologia delle barriere previste.	Gli estensori del Piano, nella relazione, indicano, per quei ricettori i cui valori in facciata risultano, nonostante gli interventi di mitigazione con barriere antirumore, ancora superiori a quelli normativi, l'opportunità di svolgere una specifica campagna di misure nel corso della successiva fase di progettazione esecutiva degli interventi, ritenendo che essa possa portare alla diminuzione degli edifici che attualmente	I tempi di realizzazione degli interventi sono riportati in appositi documenti presenti per ciascun comune interessato. Nel documento relativo all'intera rete in concessione sono riportati per l'A50 Tangenziale Ovest di Milano tempi e costi di ciascun intervento previsto nelle aree interessate, organizzati anche in funzione degli indici di priorità individuati.	Nelle relazioni di ciascun comune vengono riportati i valori degli indici di priorità degli interventi per ogni area critica individuata, divisi negli scenari diurno e notturno, e l'indice di priorità totale degli stessi. Nella relazione metodologica generale è riportato solo l'indice di priorità totale. Gli indici di priorità sono poi riportati nel documento riepilogativo dell'intera rete in

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
		risulterebbe necessario risanare con interventi diretti. Nella documentazione presentata non risultano attualmente individuati interventi diretti sui ricettori.		concessione del Gestore, suddivisi per tratta autostradale e per rilevanza complessiva riscontrata.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>  <b>(A51)</b>	<p>Le modalità di realizzazione degli interventi previsti sono indicate negli elaborati "Planimetria di intervento" redatte per tutti i comune interessati.</p> <p>L'efficacia degli interventi previsti è stata verificata con l'ausilio del modello utilizzato. Nella documentazione presentata non vengono fornite indicazioni di dettaglio in merito alla tipologia delle barriere previste.</p>	<p>Gli estensori del Piano, nella relazione, indicano, per quei ricettori i cui valori in facciata risultano, nonostante gli interventi di mitigazione con barriere antirumore, ancora superiori a quelli normativi (Aree 1, 2, 3 e 10 ricadenti nel Comune di Milano), l'opportunità di svolgere una specifica campagna di misure nel corso della successiva fase di progettazione esecutiva degli interventi, ritenendo che essa possa portare alla diminuzione degli edifici che attualmente risulterebbe necessario risanare con interventi diretti. Nella documentazione presentata non risultano attualmente individuati interventi diretti sui ricettori</p>	<p>Nel documento relativo all'intera rete in concessione sono riportati per la Tangenziale Est di Milano i tempi ed i costi degli interventi previsti, con i relativi indici di priorità.</p>	<p>Gli indici di priorità, relativi alle aree interessate nei diversi comuni sono riportati nel documento riepilogativo dell'intera rete in concessione del Gestore, suddivisi per tratta autostradale e per rilevanza complessiva riscontrata.</p>
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b>	<p>Le modalità di realizzazione degli interventi sono indicate nell'elaborato "Planimetria di intervento" del solo Comune di Sesto San Giovanni. L'efficacia degli interventi previsti è stata</p>	<p>A livello generale, nella relazione, viene indicata, per quei ricettori i cui valori in facciata risultano, nonostante gli interventi di mitigazione con barriere antirumore, ancora</p>	<p>I tempi di realizzazione dell'unico intervento previsto nel Comune di Sesto San Giovanni sono riportati nel documento "Stima sommaria dei tempi" presente negli</p>	<p>L'unico intervento previsto riguarda il Comune di Sesto San Giovanni. Nella relazione di detto comune è riportato il valori dell'indice di priorità calcolato per tale</p>

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
<b>(A52)</b>	verificata con l'ausilio del modello utilizzato.	superiori a quelli normativi, l'opportunità di svolgere una specifica campagna di misure nel corso della successiva fase di progettazione esecutiva degli interventi, ritenendo che essa possa portare alla diminuzione degli edifici che attualmente risulterebbe necessario risanare con interventi diretti. E' da evidenziare che di fatto è stato riscontrato solo un ricettore (una scuola in comune di Sesto San Giovanni) per il quale viene proposto un intervento diretto, in quanto gli interventi già realizzati in corrispondenza di esso (asfalto fonoassorbente e barriera acustica) non risultano sufficienti a riportare i valori registrati entro i limiti normativi.	elaborati di detto Comune. Nel documento relativo all'intera rete in concessione sono riportati per l'A52 Tangenziale Nord di Milano tempi e costi del suddetto intervento con l'indice di priorità assegnato.	intervento. Gli indici di priorità sono poi riportati nel documento riepilogativo dell'intera rete in concessione del Gestore, suddivisi per tratta autostradale e per rilevanza complessiva riscontrata.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b> <b>(A54)</b>	Le modalità di realizzazione degli interventi previsti sono indicate negli elaborati "Planimetria di intervento" redatte per il Comune di Pavia. L'efficacia degli interventi previsti è stata verificata con l'ausilio del modello utilizzato.	Gli estensori del Piano, nella relazione, indicano, per quei ricettori i cui valori in facciata risultano, nonostante gli interventi di mitigazione con barriere antirumore, ancora superiori a quelli normativi, l'opportunità di svolgere una specifica campagna di misure nel corso della successiva fase di progettazione esecutiva degli	Nel documento relativo all'intera rete in concessione sono riportati per la Tangenziale Ovest di Pavia i tempi ed i costi degli interventi previsti nelle Aree 2, 3 e 6, con i relativi indici di priorità.	Gli indici di priorità, relativi alle tre aree interessate (Aree 2, 3 e 6) del Comune di Pavia sono riportati nel documento riepilogativo dell'intera rete in concessione del Gestore, suddivisi per tratta autostradale e per rilevanza complessiva riscontrata.

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
		interventi, ritenendo che essa possa portare alla diminuzione degli edifici che attualmente risulterebbe necessario risanare con interventi diretti. Nella documentazione presentata non risultano attualmente individuati interventi diretti sui ricettori.		
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a. (A7)</b>	Le modalità di realizzazione degli interventi sono indicate negli elaborati “Planimetrie di intervento” redatte per ciascun comune. L’efficacia degli interventi previsti è stata verificata con l’ausilio del modello utilizzato. Nella documentazione presentata non vengono fornite indicazioni di dettaglio in merito alla tipologia delle barriere previste.	Nella documentazione presentata non risultano attualmente individuati interventi diretti sui ricettori, ivi compresi quelli sensibili. Gli estensori del Piano, nella relazione, indicano, per quei ricettori i cui valori in facciata risultano, nonostante gli interventi di mitigazione con barriere antirumore, ancora superiori a quelli normativi, l’opportunità di svolgere una specifica campagna di misure nel corso della successiva fase di progettazione esecutiva degli interventi, ritenendo che essa possa portare alla diminuzione degli edifici che attualmente risulterebbe necessario risanare con interventi diretti.	I tempi di realizzazione degli interventi sono riportati in appositi documenti presenti per ciascun comune interessato. Nel documento “00” relativo all’intera rete in concessione sono riportati per l’A7 Milano-Serravalle tempi e costi di ciascun intervento previsto nelle aree interessate, organizzati anche in funzione degli indici di priorità individuati.	Nelle relazioni di ciascun comune vengono riportati i valori degli indici di priorità degli interventi per ogni area critica individuata, divisi negli scenari diurno e notturno, e l’indice di priorità totale degli stessi. Nella relazione metodologica generale è riportato solo l’indice di priorità totale. Gli indici di priorità sono poi riportati nel documento riepilogativo dell’intera rete in concessione del Gestore, suddivisi per tratta autostradale e per rilevanza complessiva riscontrata.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali</b>	La modalità di realizzazione dell’intervento previsto è indicata nell’elaborato “Planimetria di intervento”	Il Piano presentato non prevede la realizzazione di interventi diretti sui ricettori.	Nel documento relativo all’intera rete in concessione sono riportati per il Raccordo Bereguardo-Pavia tempi e costi	L’indice di priorità, relativo all’unica area interessata (Area 6) del Comune di Torre d’Isola è riportato nel documento

GESTORE	Tipologia di interventi di risanamento previsti <sup>19</sup>	Motivazioni per eventuali interventi diretti sui ricettori	Tempi di esecuzione e costi per ciascun intervento <sup>20</sup>	Grado di priorità <sup>21</sup>
<b>S.p.a.</b> <b>(Raccordo Bereguardo – Pavia)</b>	redatto per il Comune di Torre d'Isola. L'efficacia dell'intervento previsto è stata verificata con l'ausilio del modello utilizzato.		dell'intervento previsto nell'area 6, con il relativo indice di priorità.	riepilogativo dell'intera rete in concessione del Gestore, suddivisi per tratta autostradale e per rilevanza complessiva riscontrata.
<b>Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.a.</b> <b>(Variante di Lentate)</b>	La modalità di realizzazione dell'unico intervento previsto è indicata nell'elaborato "Planimetria di intervento" redatta per il comune di Lentate. L'efficacia dell'intervento previsto è stata verificata con l'ausilio del modello utilizzato. Nella documentazione presentata non vengono fornite indicazioni di dettaglio in merito alla tipologia della barriera prevista.	Gli estensori del Piano, nella relazione, indicano, per quei ricettori i cui valori in facciata risultano, nonostante gli interventi di mitigazione con barriere antirumore, ancora superiori a quelli normativi, l'opportunità di svolgere una specifica campagna di misure nel corso della successiva fase di progettazione esecutiva degli interventi, ritenendo che essa possa portare alla diminuzione degli edifici che attualmente risulterebbe necessario risanare con interventi diretti. Nella documentazione presentata non risultano attualmente individuati interventi diretti sui ricettori.	I tempi di realizzazione degli interventi sono riportati in appositi documenti presenti per ciascun comune interessato. Nel documento relativo all'intera rete in concessione sono riportati per la Variante di Lentate tempi e costi dell'intervento previsto, con il relativo indice di priorità.	Nella relazione del comune di Lentate sono riportati i valori dell'indice di priorità dell'unico intervento previsto, riferito ai periodi diurno e notturno; viene inoltre riportato l'indice di priorità totale. Quest'ultimo è riportato anche nella relazione metodologica generale e nel documento riepilogativo dell'intera rete in concessione del Gestore.

<sup>1</sup> Individuazione delle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture concorsuali

<sup>2</sup> Procedura seguita per la determinazione dei valori limite adottati

<sup>3</sup> "Relazione Roma": è la relazione presentata dal Gestore, relativa al tratto urbano (del Comune di Roma) della A24, che si sviluppa da Casal Bertone alla Stazione di Roma EST.

<sup>4</sup> Descrizione dell'ambiente di propagazione del rumore, la morfologia del terreno, la presenza di edifici ed infrastrutture

<sup>5</sup> Archivio di dati relativi alla potenza sonora delle sorgenti, aggiornabile mediante rilievi strumentali

---

<sup>6</sup> Archivio di dati relativi alle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento dei materiali usati in edilizia e per la realizzazione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore

<sup>7</sup> Principali fenomeni caratterizzanti la propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore (riflessioni del primo ordine e secondarie, diffrazioni semplici e multiple, attenuazione per divergenza e per assorbimento)

<sup>8</sup> Risultati su base cartografica in scala  $\geq 1:1.000$ , sotto forma di punti singoli, curve di isolivello sia in pianta che in sezione trasversale relative a situazioni precedenti e seguenti l'intervento

<sup>9</sup> Modalità di realizzazione e del dettaglio adottato nel modello 3D del terreno

<sup>10</sup> Misure fonometriche effettuate per la caratterizzazione delle aree interessate

<sup>11</sup> Collocazione e modellizzazione delle sorgenti lineari costituite dai flussi veicolari

<sup>12</sup> Procedura di calibrazione del modello

<sup>13</sup> Individuazione delle vie di propagazione del rumore dalla sorgente all'ambiente ricevente

<sup>14</sup> Misure e/o le stime del livello massimo di rumore esterno agli edifici in dB(A) e caratterizzazione dello spettro medio del rumore

<sup>15</sup> Corografia della zona, planimetria dell'area interessata e della infrastruttura; indicazione degli edifici da risanare

<sup>16</sup> Mappa acustica dell'area circostante l'infrastruttura : metodologia di realizzazione e contenuti

<sup>17</sup> Individuazione degli interventi per il contenimento del rumore immesso

<sup>18</sup> "Relazione Roma": è la relazione presentata dal Gestore, relativa al tratto urbano (del Comune di Roma) della A24, che si sviluppa da Casal Bertone alla Stazione di Roma EST

<sup>19</sup> Tipologia di interventi di risanamento previsti (barriere acustiche artificiali, pavimentazioni antirumore, etc.)

<sup>20</sup> Indicazione dei tempi di esecuzione per ciascun intervento

<sup>21</sup> Grado di priorità di esecuzione di ciascun intervento (allegato 1 del DM 29/11/2000 )

<sup>22</sup> "Relazione Roma": è la relazione presentata dal Gestore, relativa al tratto urbano (del Comune di Roma) della A24, che si sviluppa da Casal Bertone alla Stazione di Roma EST