



COMUNE DI VICENZA

MAPPATURA ACUSTICA STRATEGICA DELL'AGGLOMERATO DI VICENZA

(agglomerato con più di 100.000 abitanti)

in applicazione del D. Lgs. 194/2005



Progetto Europeo: LIFE 09 ENV/IT/102

"NADIA" (*Noise Abatement Demonstrative and innovative Actions and information to the public*)

STD_ITALIANO

(mappatura acustica del rumore stradale: materiale redatto ai sensi dello STANDARD ITALIANO,
in riferimento ai limiti previsti dalla legislazione nazionale)

EL01 – Relazione tecnica



COMUNE DI VICENZA
Settore Ambiente
Tutela del Territorio e Igiene
Piazza Biade, 26 – 36100 Vicenza

Assessore all'Ambiente:
Antonio Marco Dalla Pozza

Direttore Settore Ambiente:
dott. Danilo Guarti

RUP Funzionario PO:
dott. Roberto Scalco



VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l.
Via Stradivari, 19 50127 Firenze
acustica@vienrose.it

Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Sergio Luzzi

Project Manager:
Dott. Ing. Francesco Borchì

Responsabile modellistica:
Dott. Ing. Andrea Guido Falchi

Collaboratori:
Dott.ssa Raffaella Bellomini
Dott. Ing. Sara Recenti
Dott. Arch. Rossella Natale

21/11/2012 Rev.1

Scala: -

Formato: A4.pdf



INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
1.1	INTRODUZIONE	5
1.2	DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI LAVORO	8
1.3	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	12
2.	MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE	13
2.1	MISURE FONOMETRICHE E RILIEVI DEI FLUSSI DI TRAFFICO	14
2.1.1	<i>INTERVENTI DI RISANAMENTO ACUSTICO</i>	19
2.2	RACCOLTA DATI RELATIVI A PRECEDENTI MONITORAGGI ACUSTICI	21
2.2.1	<i>MONITORAGGIO ARPAV (2005/2006)</i>	21
2.2.2	<i>MONITORAGGIO PER PCCA (2008)</i>	24
3.	DETERMINAZIONE DEI VALORI LIMITE PER I RICETTORI	25
3.1	VALORI LIMITE	26
3.2	ATTRIBUZIONE DEI VALORI LIMITE AI RICETTORI	28
4.	MODELLO DI PROPAGAZIONE DEL RUMORE	30
4.1	MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA	31
4.1.1	<i>BASE DATI PER LA MODELLAZIONE</i>	31
4.1.2	<i>CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE ACUSTICA PRINCIPALE</i>	34
4.1.3	<i>DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO</i>	37
4.1.4	<i>VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO</i>	38
4.1.5	<i>SIMULAZIONI ACUSTICHE SULLO SCENARIO</i>	43
5.	MAPPATURA ACUSTICA DEL RUMORE STRADALE	44
5.1	PREMESSA	45
5.1.1	<i>INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MISURA</i>	45
5.1.2	<i>IDENTIFICAZIONE DEI RICETTORI SENSIBILI E DELLE SORGENTI RUMOROSE</i>	45
5.1.3	<i>RISULTATI DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE</i>	45
5.2	RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA	46
5.3	SUPERAMENTI PRESENTI SULLE SCUOLE "LATTES" E "CABIANCA" - EFFICACIA DEGLI INTERVENTI EFFETTUATI	49
5.4	CONCLUSIONI	50



VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l.



COMUNE DI VICENZA



1. INTRODUZIONE



1.1 INTRODUZIONE

Con determinazione n. 35535 del 21/05/2012 il Comune di Vicenza ha affidato alla società VIE EN.RO.SE. Ingegneria s.r.l. il servizio per l'esecuzione della "Mappatura Acustica Strategica" dell'agglomerato di Vicenza, ai sensi del D.Lgs. 194/2005 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" e smi., relativamente all'ambito individuato nel progetto europeo LIFE 09 ENV/IT/102 "NADIA" (*Noise Abatement Demonstrative and innovative Actions and information to the public*).

La presente Relazione Tecnica descrive le attività che sono state svolte per la predisposizione della Mappatura Acustica del solo rumore stradale, all'interno dello scenario di studio, relativamente all'applicazione delle procedure previste dallo STANDARD ITALIANO, ovvero alle metodologie ed ai limiti previsti ai sensi della legislazione nazionale.

In particolare, si precisa che l'agglomerato di Vicenza non copre l'intero territorio comunale ma solo l'area urbanizzata individuata nel Progetto europeo LIFE 09 ENV/IT/102 "NADIA": la mappatura acustica oggetto di incarico è stata quindi predisposta unicamente all'interno di tale area che nel prosieguo del report sarà chiamata, per semplicità, area – Nadia.

Il presente report costituisce l'adempimento alle seguenti fasi del cronoprogramma della attività:

- ✓ Fase a_bis: recepimento dei dati cartografici (3D) e di popolazione;
- ✓ Fase b: acquisizione dei Piani di Risanamento predisposti dalle Società o Enti Gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture;
- ✓ Fase c: rilievi fonometrici;
- ✓ Fase j: relazione tecnica descrittiva contenente i criteri utilizzati per il monitoraggio acustico ed i risultati dello stesso;
- ✓ Fase d: effettuazione delle stime dei livelli di rumore per punti di territorio dove, per motivi tecnici, non sarà possibile effettuate i rilievi fonometrici;
- ✓ Fase e: applicazione del modello NMPB ottimizzato nell'ambito del progetto NADIA;
- ✓ Fase i: calcolo delle percentuali di popolazioni esposte agli intervalli dei livelli acustici L_D (6.00 – 22.00) ed L_N (22.00 – 6.00) riportati nel capitolo 5.2;
- ✓ Fase h: predisposizione degli elaborati in formato informatizzato in scala adeguata ed adeguamento dei formati elettronici per inserimento nel Database.



Nella presente mappatura acustica per rumore stradale si intende il rumore prodotto dal traffico veicolare in transito sulle strade di pertinenza comunale, comprensivo del contributo del transito delle linee di Trasporto Pubblico Locale su gomma.

Il presente lavoro è stato svolto per VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l. dal seguente gruppo di lavoro:

- ✓ Direttore Tecnico: Dott. Ing. Sergio Luzzi, tecnico competente in acustica ambientale n. 67 della Regione Toscana, esperto qualificato di livello 3 CICPND in Acustica Suono e Vibrazioni n. 150/ASV;
- ✓ Project manager: Dott. Ing. Francesco Borchi, tecnico competente in acustica ambientale n. 38 della Provincia di Firenze;
- ✓ Responsabile della modellistica: Dott. Ing. Andrea Falchi, tecnico competente in acustica ambientale n. 120 della Provincia di Firenze
- ✓ Collaboratore: Dott.ssa. Raffaella Bellomini, tecnico competente in acustica ambientale n. 103 della Provincia di Firenze;
- ✓ Collaboratore: Dott. Ing. Sara Recenti, tecnico competente in acustica ambientale n. 138 della Provincia di Firenze;
- ✓ Collaboratore: Dott. Arch. Rossella Natale, tecnico competente in acustica ambientale della Regione Campania.

La Mappatura Acustica si suddivide nelle seguenti parti.

PARTE 1: monitoraggio del rumore stradale

In accordo con l'Amministrazione Comunale, sono stati identificati 15 scenari urbani all'interno dell'area – Nadia in corrispondenza dei quali è stata effettuata una campagna di rilevazioni fonometriche in 30 postazioni di misura e di contestuali conteggi dei flussi di traffico.

Inoltre, sono stati reperiti presso l'Amministrazione Comunale i risultati di una campagna di rilievi fonometrici effettuati nel periodo compreso tra il marzo 2005 ed il marzo 2006 da ARPAV. Tali dati, sono contenuti nel documento *"Monitoraggio e valutazione modellistica dell'inquinamento acustico nel comune di Vicenza"*.

Infine, sono stati reperiti i risultati del monitoraggio acustico effettuato da ARPAV per la stesura del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Vicenza, effettuato in tre postazioni nei mesi di aprile e maggio 2008).

PARTE 2: determinazione dei valori limite per i ricettori

Per la determinazione dei livelli limite di immissione attribuiti a ciascun ricettore presente nell'area – NADIA (sia di tipologia residenziale che di tipologia sensibile, ovvero scuole, ospedali, case di cura e di riposo), è stato applicato quanto previsto ai sensi del D.P.R. 142/2004 *"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” e del D.P.C.M. 14/11/1997 “*Determinazione dei valori limite delle sorgenti di rumore*”.

PARTE 3: modello di propagazione

In questa fase sono descritte le procedure e le metodologie per la costruzione e la validazione del modello di propagazione acustica, mediante il quale sono stati effettuati i calcoli degli indicatori acustici necessari per la predisposizione della presente mappatura acustica.

PARTE 4: mappatura acustica del rumore stradale

Previa costruzione e validazione del modello di propagazione acustica, viene predisposta la Mappatura Acustica del rumore stradale dell'agglomerato di Vicenza all'interno dell' area – NADIA. Sono state applicate le procedure previste ai sensi della legislazione nazionale, per determinare i livelli acustici ai ricettori e su una griglia di punti in termini degli indicatori L_D (6.00 – 22.00) ed L_N (22.00 – 6.00). Inoltre, sono state prodotte le rappresentazioni cartografiche dei superamenti dei suddetti indicatori rispetto ai valori limite definiti nella precedente parte, sia nel periodo di riferimento diurno che nel periodo di riferimento notturno.



1.2 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI LAVORO

Il presente lavoro, suddiviso nella parti precedentemente definite, viene strutturato come di seguito.

PARTE 1 – MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE

Sono stati identificati 15 scenari urbani all'interno dell'area – Nadia in corrispondenza dei quali è stata effettuata una campagna di rilevazioni fonometriche in 30 postazioni di misura. Contestualmente ai rilievi acustici, è stato effettuato un conteggio dei veicoli in transito sulle strade principali adiacenti alle postazioni, al fine di caratterizzare i flussi di traffico che interessano le infrastrutture stradali oggetto di monitoraggio.

Scopo di questa fase del lavoro è quello di ottenere un set di dati acustici e di flussi di traffico, mediante i quali effettuare la validazione di lungo e di breve periodo del modello di propagazione acustica descritto successivamente.

In sintesi, per i 15 scenari oggetto di monitoraggio sono state identificate le seguenti postazioni di misura:

- ✓ postazione di misura “al ricettore”, codificata con XX_PR dove XX è il numero identificativo della scenario, ubicata in facciata al ricettore;
- ✓ postazioni di misura “spot”, codificate con XX_PS dove XX è il numero identificativo dello scenario, ubicata a bordo strada a 4 m di altezza.

Per i risultati del monitoraggio del rumore stradale, deve essere fatto esplicito riferimento a quanto contenuto nell'elaborato “EL02 – Report di monitoraggio acustico”.

La definizione del clima acustico nell'agglomerato di Vicenza è stata effettuata, inoltre, recependo i risultati di un'ulteriore campagna di misurazioni fonometriche. Tali dati sono stati rilevati da ARPAV nel periodo compreso tra il marzo 2005 ed il marzo 2006, presso 19 scenari di misura ubicati nell'ambito urbano: sono stati raccolti non solo i dati fonometrici rilevati in postazioni spot e settimanali, ma anche i conteggi settimanali dei flussi di traffico, mediante i quali ARPAV ha effettuato le simulazioni acustiche all'interno degli scenari stessi. A questo proposito deve essere fatto esplicito riferimento a quanto contenuto nel documento “Monitoraggio e valutazione modellistica dell'inquinamento acustico nel comune di Vicenza” redatto dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, Dipartimento di Vicenza.

Infine, sono stati reperiti i risultati del monitoraggio acustico effettuato da ARPAV per la stesura del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Vicenza (approvato con deliberazione di Consiglio Comunale del 23 febbraio 2011, n. 12).

In particolare, nei mesi di aprile e maggio 2008, è stato condotto un monitoraggio di durata settimanale del rumore in tre postazioni collocate al centro ed ai margini della Zona a Traffico Limitato del centro storico cittadino al fine di studiare lo stato del clima acustico di tale zona.



PARTE 2 – DETERMINAZIONE DEI VALORI LIMITE PER I RICETTORI

Per la determinazione dei livelli limite di immissione attribuiti a ciascun ricettore presente nell'area – Nadia, è stato applicato quanto previsto ai sensi del D.P.R. 142/2004 e del D.P.C.M. 14/11/1997.

A tale proposito è stato reperito il Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Vicenza, ed in particolare il database dei tematismi cartografici (shapefile) rappresentanti le classe acustiche e le fasce di pertinenza stradale in cui è stato suddiviso il territorio. Mediante la procedura che verrà descritta nel capitolo 3.1 della presente relazione tecnica, sono stati attribuiti i valori limite previsti dai suddetti decreti a ciascun ricettore (sia di tipologia residenziale che di tipologia sensibile, ovvero scuole, ospedali, case di cura e di riposo) presente nello scenario di immissione.

PARTE 3 – MODELLO DI PROPAGAZIONE DEL RUMORE

È stato costruito un modello di simulazione per la definizione della propagazione acustica sullo scenario di riferimento, corrispondente all'intero territorio comunale della città di Vicenza, all'interno del quale è stata inserita l'area – Nadia come sottoarea di calcolo. Come base territoriale, è stata utilizzato il Database fornito dal Comune di Vicenza nell'ambito del Progetto europeo LIFE 09 ENV/IT/102 "NADIA".

Per la costruzione del modello di propagazione è stata utilizzata la seguente procedura.

- ✓ Costruzione ed implementazione del modello di simulazione acustica negli scenari di studio: per i calcoli è stato impiegato il package software SoundPLAN versione 7.1. Il software utilizza algoritmi di calcolo tipo "ray-tracing" e implementa, tra le varie norme, il metodo di calcolo francese NMPB - Routes - 96. Il metodo NMPB è lo standard utilizzato nel caso di interesse, in cui le sorgenti di studio sono infrastrutture stradali. Tale scelta recepisce le indicazioni della Direttiva Europea 2002/49/CE che, nell'allegato II, raccomanda il NMPB - Routes - 96 e la norma tecnica francese XP S31-133 per la modellizzazione del rumore da traffico stradale.
- ✓ Per quanto riguarda la determinazione dei flussi di traffico di input da inserire all'interno delle sorgenti acustiche stradali, è stato interamente recepito quanto contenuto all'interno del documento "*Milestone 1 – Data quality and quantity with regard to model specifications*" del Progetto europeo LIFE 09 ENV/IT/102 "NADIA". Le assunzioni fatte saranno descritte e specificate nel capitolo 4.1.2 della presente relazione tecnica.
- ✓ È stata effettuata una modifica dei livelli di emissione acustica della sorgente acustica stradale, in funzione delle effettive condizioni emissive dei veicoli in transito in un ambito fortemente urbanizzato come quello del territorio comunale di Vicenza: in particolare, i dati di traffico utilizzati nel modello non sono direttamente quelli definiti al punto precedente, bensì sono stati applicati opportuni coefficienti di conversione al fine di determinare un numero di veicoli equivalenti. Tale procedura sarà descritta nel capitolo 4.1.2 del presente report di sintesi.



- ✓ Costruzione di modelli specifici in corrispondenza dei 15 scenari oggetto di monitoraggio del rumore stradale, al fine di procedere con la validazione del modello acustico. In tale modello di dettaglio sono state inserite le postazioni fonometriche come punti ricettori e le sorgenti di rumore caratterizzate mediante i dati di traffico rilevati nel corso delle misure fonometriche.
- ✓ Validazione di breve periodo del modello di simulazione: sono stati utilizzati i flussi di traffico ed i valori acustici rilevati nel corso delle varie campagne di monitoraggio.
- ✓ Validazione di lungo periodo del modello di simulazione: in questo caso, sono stati utilizzati i dati di traffico ed acustici riferiti all'intero periodo di riferimento diurno e notturno
- ✓ Il modello così costruito è stato quindi validato utilizzando i dati dei flussi di traffico ed i dati fonometrici rilevati nelle postazioni di misura controllando, in relazione alle condizioni di flusso dell'area considerata, l'adeguatezza dei coefficienti di correzione delle emissioni dei mezzi utilizzati.

PARTE 4 – MAPPATURA ACUSTICA DEL RUMORE STRADALE

Il modello così costruito e validato è stato quindi utilizzato per determinare la propagazione acustica all'interno dello scenario relativo all'area – Nadia , al fine di realizzare la Mappatura Acustica del rumore stradale secondo lo STANDARD ITALIANO, ovvero utilizzando le procedure e le metodologie previste ai sensi della legislazione nazionale vigente.

I risultati delle simulazioni così svolte sono quindi stati utilizzati per realizzare la Mappatura Acustica attraverso le seguenti metodologie di calcolo:

- ✓ **CALCOLO IN FACCIATA:** livelli sonori determinati ad ogni piano sulla facciata più esposta di ciascun edificio abitativo, espressi negli indicatori L_D (6.00 – 22.00) per il periodo di riferimento diurno ed L_N (22.00 – 6.00) per il periodo di riferimento notturno.
- ✓ **MAPPE ISOFONICHE:** livelli sonori su una griglia di calcolo 10 m x 10 m (h=4 m), espressi negli indicatori L_D ed L_N , al fine di rappresentare graficamente la rumorosità prodotta dal rumore stradale.

La presente mappatura acustica è composta dai seguenti elaborati.

- ✓ *EL01 – Relazione tecnica;*
- ✓ *EL02 – Report di monitoraggio acustico:* contiene i risultati e le schede descrittive del monitoraggio acustico predisposto dalla scrivente società in 15 scenari di misura presenti nell'agglomerato di Vicenza;
- ✓ *EL03 – Mappa acustica del rumore stradale DIURNO:* rappresentazione cartografica dei livelli acustici in termini dell'indicatore L_D (6.00 – 22.00), calcolati su una griglia di punti 10 x 10 m ad un'altezza di 4.00 sul piano di campagna;



- ✓ *EL04 – Mappa acustica del rumore stradale NOTTURNO*: rappresentazione cartografica dei livelli acustici in termini dell'indicatore L_N (22.00 – 6.00), calcolati su una griglia di punti 10 x 10 m ad un'altezza di 4.00 sul piano di campagna;
- ✓ *EL05/06 – Mappa acustica dei superamenti DIURNO/NOTTURNO*: rappresentazione cartografica dei superamenti, per ciascun edificio presente nello scenario, livelli acustici calcolati in facciata rispetto ai relativi valori limite imposti ai sensi della vigente legislazione nazionale;
- ✓ *EL07 – Cartografia generale: punti di misura, ricettori sensibili e sorgenti rumorose*: rappresentazione cartografica specifica contenente l'individuazione dei punti di misura, dei ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) e delle sorgenti rumorose principali (grafo stradale);
- ✓ *DATABASE*: directory contenente i tematismi di output delle simulazioni acustiche effettuate. In particolare, è stato creato uno shapefile puntiforme "*Griglia_stradale*" contenente i risultati del calcolo sulla griglia di punti e tre shapefile poligonale "*Ricettori_stradale*", "*Scuole_stradale*" e "*Sanitari_stradale*" contenente i risultati del calcolo di facciata su ciascun ricettore presente nello scenario. Nella directory è inoltre presente un elaborato descrittivo con le chiavi di lettura dei suddetti tematismi.



1.3 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

- ✓ Legge 26 ottobre 1995, n.447 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico".
- ✓ D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento da rumore".
- ✓ D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- ✓ D.P.R. 30 marzo 2004, n 142 "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".
- ✓ Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- ✓ D.Lgs. 19 agosto 2005 n. 194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale".
- ✓ L.R. (Regione Veneto) 10 maggio 1999, n. 21 "Norme in materia di inquinamento acustico".
- ✓ Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Vicenza (approvato con deliberazione di Consiglio Comunale del 23 febbraio 2011, n. 12).
- ✓ Norma UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".
- ✓ Metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96;
- ✓ Guide du Bruit des Trasports Terrestres – Prevision des niveaux sonores" del 1980.3



2. MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE



2.1 MISURE FONOMETRICHE E RILIEVI DEI FLUSSI DI TRAFFICO

Il monitoraggio del rumore stradale è stato effettuato in 15 scenari urbani ubicati all'interno dell'area – Nadia, e scelti in accordo con l'Amministrazione Comunale di Vicenza. Scopo di questa fase del lavoro è quello di ottenere un set di dati acustici e di flussi di traffico, mediante i quali effettuare la validazione di lungo e di breve periodo del modello di propagazione acustica descritto successivamente.

Nella seguente tabella è riportato il riepilogo dei suddetti scenari, insieme ad una descrizione dell'ubicazione e alle informazioni sul periodo in cui la scrivente società ha effettuato i rilievi acustici ed i contestuali conteggi dei flussi di traffico.

Tabella 1 – Scenari di monitoraggio acustico

ID scenario	Ricettore	Data/ora di installazione postazione lunga durata (PR)	Data/ora di rimozione postazione lunga durata (PR)
1	ITSG "Canova" Via Astichello 195 Postazione aula video al secondo piano Sorgente stradale: via ragazzi del 99	29/08/2012 17:00	30/08/2012 17:00
2	IPSS "Montagna" Via Mora 93 Postazione aula biblioteca al primo piano Sorgente stradale: via Cricoli	29/08/2012 18:00	31/08/2012 10:00
3	Casa di riposo "Parco Città" Via Turra Postazione sul terrazzo al primo piano Sorgente stradale: via Quadri	03/09/2012 9:00	05/09/2012 9:00
4	ULSS 6 Vicenza Contrà San Bortolo Postazione in una stanza al primo piano Sorgente stradale: Contrà San Bortolo	03/09/2012 11:00	05/09/2012 8:00
5	Circoscrizione 3 (Zona S. Pio X) Villa Tacchi Viale della Pace, 89 Postazione sul balcone al primo piano Sorgente stradale: Viale della Pace	05/09/2012 11:00	06/09/2012 3:00
		06/09/2012 11:00	07/09/2012 12:00
6	Scuola Primaria "L. Gonzati" Cà Balbi 249 - Bertesinella Postazione aula al primo piano Sorgente stradale: Strada di Ca' Balbi	05/09/2012 12:00	06/09/2012 12:00
7	Club Speleologico "Proteo" c/o ex "Scuola Fogazzaro", Viale Riviera Berica, 631 Postazione di misura locale servizi al primo piano Sorgente stradale: Viale Riviera Berica	06/09/2012 15:00	07/09/2012 15:00
8	Uffici comunali – Settore Servizi Sociali SS248-Marosticana Postazione sul terrazzo al primo piano Sorgente stradale: SS248 Marostica	10/09/2012 9:00	11/09/2012 9:00



ID scenario	Ricettore	Data/ora di installazione postazione lunga durata (PR)	Data/ora di rimozione postazione lunga durata (PR)
9	Autoricambi (s.n.c.) ricambi accessori auto Cossalter Maurizio Viale Jacopo dal Verme postazione al primo piano Sorgente stradale: Viale Jacopo dal Verme	10/09/2012 9:00	11/09/2012 9:00
10	Istituti Scolastici "Card. C. Baronio" Viale Trento 139 Postazione alloggio studenti al primo piano Sorgente stradale: Viale Trento	11/09/2012 11:00	12/09/2012 11:00
11	Teatro Comunale Viale Mazzini 39 Postazione di misura finestrina sul viale Sorgente stradale: Viale Mazzini	11/09/2012 12:00	12/09/2012 12:00
12	Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura Di Vicenza Via E. Fermi Postazione al primo piano Sorgente stradale: Viale del Sole (presenza della via Enrico Fermi parallela al Viale)	13/09/2012 10:00	14/09/2012 10:00
13	Centro Giovanile Tecchio - Viale S. Lazzaro 112 Postazione sul balcone al primo piano Sorgente stradale: Viale San Lazzaro	13/09/2012 10:00	14/09/2012 10:00
14	Scuola Primaria "Cabianca" Strada Pasubio Postazione sul balcone al primo piano Sorgente stradale: Strada Pasubio	07/11/2012 12:00	08/11/2012 12:00
15	Scuola "Lattes" Via Fasolo 28 Postazione in facciata Sorgente stradale: Via Quadri	07/11/2012 10:00	08/11/2012 10:00

Per ciascuno degli scenari si è proceduto alle rilevazioni fonometriche in una postazione di misura codificata con PR (postazione al ricettore) per la durata di 24 ore.

In questa tipologia di postazione di misura sono stati rilevati i livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" (L_{Aeq}) di ogni fascia oraria, da cui è stato possibile ricavare i livelli equivalenti nei periodi di riferimento diurno e notturno.

In corrispondenza della postazione al ricettore (PR), sono state effettuate, inoltre, anche misure fonometriche spot (in corrispondenza di tipologia di postazione PS) situate in prossimità della sorgente, per una durata di 30 minuti in 6 sottoperiodi rappresentativi (4 nel periodo di riferimento diurno e 2 in quello notturno) in contemporanea alle misure nella postazione PR.



In questa tipologia di postazione è stato effettuato, contestualmente alla misura fonometrica, un conteggio dei veicoli in transito sulle strade principali adiacenti alle postazioni, al fine di caratterizzare i flussi di traffico che interessano le infrastrutture stradali oggetto di monitoraggio. È stata data evidenza della suddivisione in veicoli leggeri e pesanti.

La campagna di misurazioni fonometriche è stata svolta sempre all'interno di giornate feriali.

In sintesi, per i 15 scenari oggetto di monitoraggio sono state identificate le seguenti postazioni di misura:

- ✓ postazione di misura “al ricevitore”, codificata con XX_PR dove XX è il numero identificativo della scenario, ubicata in facciata al ricevitore;
- ✓ postazioni di misura “spot”, codificate con XX_PS dove XX è il numero identificativo dello scenario, ubicata a bordo strada a 4 m di altezza.

Le schede di monitoraggio, di cui si compone l'elaborato “EL02 – Report di monitoraggio acustico”, si articolano nel seguente modo:

- ✓ una prima parte con identificazione dei dati generali (id scenario, sorgente stradale, tipologia di ricevitore, indirizzo, latitudine e longitudine, sistema di misura utilizzato), della descrizione della postazione di misura (codifica della postazione di misura, descrizione, altezza dal suolo del microfono, distanza dall'asse stradale, larghezza media della carreggiata, tipo di pavimentazione), inquadramento territoriale per l'identificazione planimetrica della postazione di misura, documentazione fotografica;
- ✓ una seconda parte che riporta la data e l'ora di inizio e fine della misura, la storia temporale, lo spettro medio ed i livelli equivalenti L_{Aeq} per singole fasce orarie, il L_{Aeq} medio per le postazioni PS e L_{Aeq} riferito ai periodi di riferimento diurno e notturno per le postazioni PR;
- ✓ per le postazioni PS sono inoltre riportati i risultati del conteggio dei flussi di traffico, con il dato rilevato nel periodo di misura che viene riportato all'ora: pertanto, i valori sono espressi in veicoli/ora. Come detto, viene data evidenza alla suddivisione tra veicoli leggeri e pesanti, nonché alle diverse direzioni di marcia dei mezzi.

Di seguito, vengono riportati i risultati del monitoraggio eseguito: nella prima tabella sono riepilogati i valori dei flussi di traffico medi orari conteggiati nei diversi archi viari oggetto di monitoraggio, mentre nella seconda i livelli acustici L_{Aeq} (media energetica dei valori L_{Aeq} misurati nelle postazioni fonometriche) misurati nei due periodi di riferimento.

Per i risultati completi del monitoraggio del rumore stradale, deve essere fatto esplicito riferimento a quanto contenuto nell'elaborato “EL02 – Report di monitoraggio acustico”.



Tabella 2 – Flussi di traffico medi orari (relativi al periodo di misura)

ID postazione di misura	Periodo di riferimento DIURNO		Periodo di riferimento NOTTURNO	
	LEGGERI veic/h	PESANTI veic/h	LEGGERI veic/h	PESANTI veic/h
01_PS	1261	52	388	1
02_PS	1773	66	704	3
03_PS	1674	14	406	4
04_PS	222	2	100	0
05_PS	1229	7	622	0
06_PS	695	7	254	0
07_PS	926	54	399	1
08_PS	1803	49	550	0
09_PS	1724	49	458	2
10_PS	1146	14	400	0
11_PS	1752	12	606	0
12_PS	2465	135	797	4
13_PS	2051	9	990	1
14_PS	1074	62	546	1
15_PS	1627	33	297	0

Tabella 3 – Risultati del monitoraggio fonometrico(postazioni PR)

ID postazione di misura	L _{Aeq,TR} [dB(A)] Periodo di riferimento diurno	L _{Aeq,TR} [dB(A)] Periodo di riferimento notturno
01_PR	58,6	51,8
02_PR	66,3	61,2
03_PR	65,3	58,4
04_PR	65,9	56,0
05_PR	61,6	57,9
06_PR	62,0	56,9
07_PR	63,1	57,3



ID postazione di misura	L _{Aeq,TR} [dB(A)] Periodo di riferimento diurno	L _{Aeq,TR} [dB(A)] Periodo di riferimento notturno
08_PR	66,8	60,6
09_PR	72,1	66,6
10_PR	67,1	59,9
11_PR	64,0	57,8
12_PR	68,7	62,9
13_PR	68,2	63,6
14_PR	67,2	62,5
15_PR	58,6	50,4

Tabella 4 – Risultati del monitoraggio fonometrico(postazioni PS)

ID postazione di misura	L _{Aeq,TM} [dB(A)] Periodo di riferimento diurno	L _{Aeq,TM} [dB(A)] Periodo di riferimento notturno
01_PS	67,9	62,5
02_PS	69,5	65,3
03_PS	67,9	64,0
04_PS	63,9	58,9
05_PS	66,9	65,2
06_PS	66,3	63,5
07_PS	68,7	64,4
08_PS	69,9	65,6
09_PS	72,7	69,2
10_PS	66,6	63,6
11_PS	65,5	62,2
12_PS	70,0	66,4
13_PS	70,1	68,5
14_PS	69,3	64,6
15_PS	70,9	67,3

2.1.1 INTERVENTI DI RISANAMENTO ACUSTICO

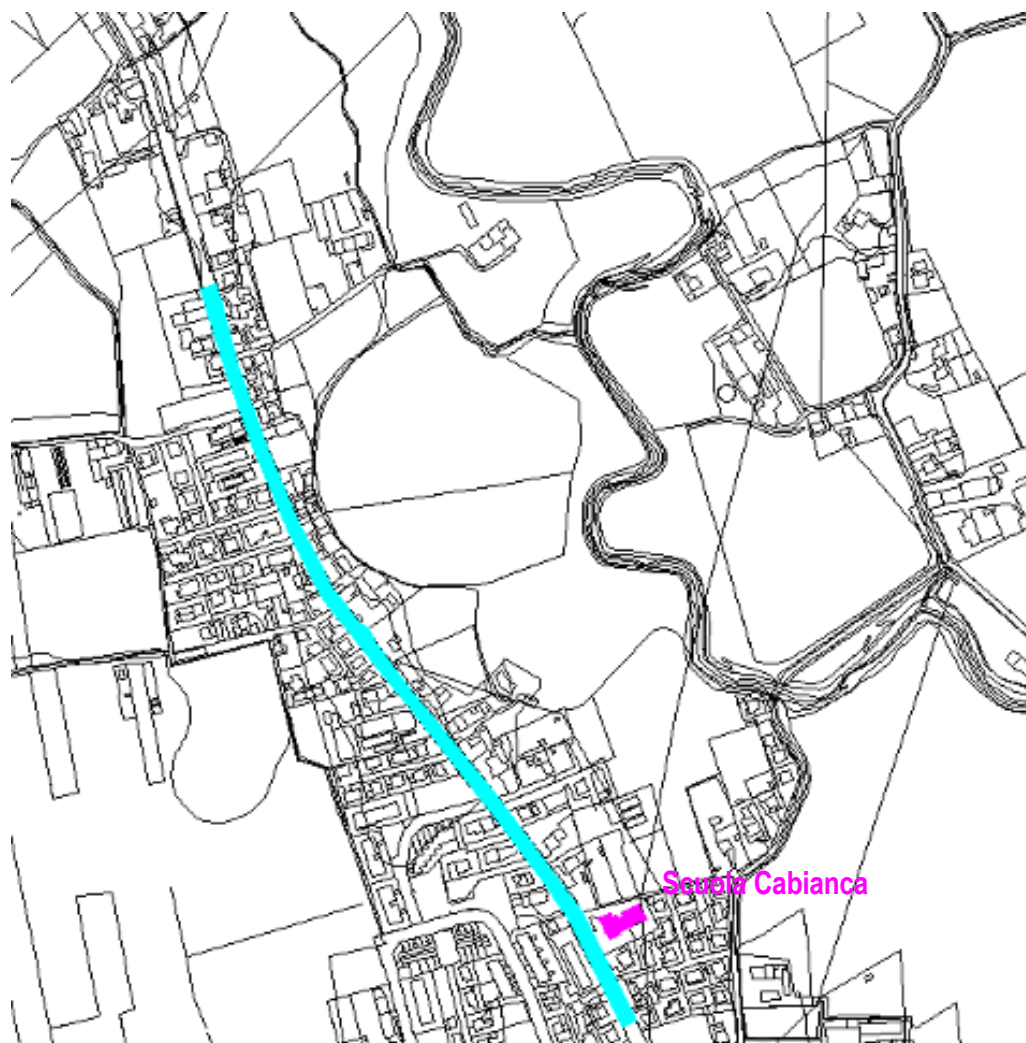
Alla data di effettuazione dei rilievi fonometrici, in corrispondenza degli scenari di monitoraggio 14 e 15, risultano installati gli interventi di risanamento acustico descritti nel prosieguo del presente paragrafo. I livelli acustici misurati e riportati nelle precedenti tabelle rappresentano quindi livelli post-operam

Intervento scuola primaria “Cabianca” (scenario 14): asfalto fonoassorbente Strada Pasubio

L'intervento realizzato per la Scuola Primaria “Cabianca” consiste nella stesa di asfalto fonoassorbente per un tratto di 700 della Strada Pasubio, indicato con color ciano nella figura successiva.

Inoltre, alla data delle misure fonometriche, non risultavano ancora installati i nuovi infissi. Tuttavia, essendo l'interesse primario della mappatura legato all'ambiente esterno ed ai livelli in facciata, le misure effettuate risultano ben rappresentative dello scenario post operam.

Figura 1 – Intervento di riasfaltatura (Strada Pasubio)





Intervento scuola dell'infanzia "LATTES" (scenario 15): barriera antirumore e sostituzione degli infissi

Gli interventi realizzati per la Scuola dell'Infanzia "Lattes" prevedono:

- ✓ il ripristino dei pannelli fonoassorbenti della barriera esistente e l'allungamento della lunghezza della barriera fino all'angolo prospiciente la rotatori;
- ✓ la sostituzione degli infissi.

Figura 2 – Barriera antirumore (Scuola "Lattes")



2.2 RACCOLTA DATI RELATIVI A PRECEDENTI MONITORAGGI ACUSTICI

2.2.1 MONITORAGGIO ARPAV (2005/2006)

In questo paragrafo vengono riportati i risultati di un'ulteriore campagna di misurazioni fonometriche, effettuata da ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, Dipartimento di Vicenza) nel periodo compreso tra il marzo 2005 ed il marzo 2006, presso 19 scenari di misura ubicati nell'agglomerato di Vicenza. A tale proposito, sono stati raccolti non solo i dati fonometrici rilevati in postazioni spot e settimanali, ma anche i conteggi settimanali dei flussi di traffico, mediante i quali ARPAV ha effettuato le simulazioni acustiche all'interno degli scenari stessi.

Nella seguente tabella vengono riportati i dati descrittivi principali dei 19 scenari. In particolare, per ciascuno scenario, viene evidenziato il numero e la tipologia di postazioni di misurazione fonometrica e di conteggio dei flussi di traffico predisposte durante il monitoraggio. Per postazioni "SPOT" si intendono punti di misura per l'effettuazione di misure di breve durata (10 minuti), mentre in corrispondenza delle postazioni "SETTIMANALI" i rilievi hanno avuto durata pari a 7 giorni. Per i risultati completi del monitoraggio, delle simulazioni acustiche e per la descrizione e l'ubicazione degli scenari di misura, deve essere fatto esplicito riferimento a quanto contenuto nel documento "Monitoraggio e valutazione modellistica dell'inquinamento acustico nel comune di Vicenza" redatto dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, Dipartimento di Vicenza.

Tabella 5 – Scenari di monitoraggio acustico ARPAV

ID scenario	Postazioni di misura fonometrica	Postazione di conteggio di flussi di traffico
01	Postazioni SPOT: 3 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 3 Postazioni SETTIMANALI: 1
02	Postazioni SPOT: 6 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 6 Postazioni SETTIMANALI: 1
03	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: -
04 (scenario ubicato fuori dall'area – Nadia)	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 1
05	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 1
06	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 5
07	Postazioni SPOT: 3 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 3 Postazioni SETTIMANALI: 2
08	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: 1
09	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: -
10	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: -
11	Monitoraggio effettuato in ambiente abitativo	Monitoraggio effettuato in ambiente abitativo



ID scenario	Postazioni di misura fonometrica	Postazione di conteggio di flussi di traffico
12	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: -
13	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: 1
14	Monitoraggio di rumore ferroviario	Monitoraggio di rumore ferroviario
15	Postazioni SPOT: 3 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 3 Postazioni SETTIMANALI: -
16	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 5 Postazioni SETTIMANALI: 1
17	Postazioni SPOT: 7 Postazioni SETTIMANALI: 2	Postazioni SPOT: 7 Postazioni SETTIMANALI: 2
18	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: 1	Postazioni SPOT: 4 Postazioni SETTIMANALI: 1
19	Postazioni SPOT: - Postazioni SETTIMANALI: -	Postazioni SPOT: - Postazioni SETTIMANALI: -

Nelle seguenti tabelle vengono riepilogati i risultati del monitoraggio fonometrico e dei flussi di traffico, limitatamente alle postazioni di durata settimanale.

Tabella 6 – Flussi di traffico (ARPAV)

ID scenario	Strada di riferimento	Periodo di riferimento DIURNO		Periodo di riferimento NOTTURNO	
		LEGGERI veic/h	PESANTI veic/h	LEGGERI veic/h	PESANTI veic/h
01	S.S. Pasubio	1747	111	565	92
02	Strada Marosticana	1431	44	356	7
03	Via Rossini	354	0	53	0
05	S.S. 11 Padana	1293	33	241	6
06	Via Anconetta	1242	65	283	28
	Via Trento	1158	36	199	2
	Via Pecori	991	31	211	2
	Via del Sole	1890	99	558	29
	SS Pasubio	2100	111	504	50
07	Via Diaz	1819	96	353	4
	San Biagio est	243	13	29	1
	San Biagio ovest	359	15	45	1
08	Stradella dei Munari	116	2	16	0
09	Via della Pace	1397	14	300	9
10	Via del Sole	3073	0	934	0
12	Via Quadri	1836	0	727	0
13	Via della Pace	1397	14	300	9

ID scenario	Strada di riferimento	Periodo di riferimento DIURNO		Periodo di riferimento NOTTURNO	
		LEGGERI veic/h	PESANTI veic/h	LEGGERI veic/h	PESANTI veic/h
15	Viale Riviera Berica	1323	0	322	0
16	Viale Sant'Agostino	1250	39	220	2
17	Corso Padova	487	15	116	2
	Corso Padova	83	0	10	0
18	Contrà San Bortolo	-	-	-	-
	Viale F.lli Bandiera	926	39	178	6
19	Biron di Sopra	-	-	-	-

Tabella 7 – Risultati del monitoraggio fonometrico(ARPAV)

ID postazione di misura	L _{Aeq,TR} [dB(A)] Periodo di riferimento diurno	L _{Aeq,TR} [dB(A)] Periodo di riferimento notturno
01	72,0	69,0
02	72,0	67,5
03	63,0	55,0
05	70,5	68,5
06	76,0	73,0
07	71,0	64,5
08	72,0	70,0
09	71,0	65,5
10	71,5	67,5
13	71,5	67,0
15	70,0	63,5
16	73,0	68,0
17_1	68,5	65,0
17_2	58,5	53,5
18	69,5	64,5



2.2.2 MONITORAGGIO PER PCCA (2008)

Infine, sono stati reperiti i risultati del monitoraggio acustico effettuato da ARPAV per la stesura del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Vicenza.

In particolare, nei mesi di aprile e maggio 2008, è stato condotto un monitoraggio di durata settimanale del rumore in tre postazioni collocate al centro ed ai margini della Zona a Traffico Limitato del centro storico cittadino al fine di studiare lo stato del clima acustico di tale zona.

I tre punti di collocazione dello strumento di misura sono:

- ✓ Piazza Matteotti – giardino a fronte del Museo Civico di Palazzo Chiericati
- ✓ Corso Palladio – all'incrocio con Corso Fogazzaro
- ✓ Piazza Castello – marciapiede di fronte a Palazzo Piovini (Magazzini Coin).

Nella seguente tabella vengono riepilogati i risultati del monitoraggio fonometrico.

Tabella 8 – Risultati del monitoraggio fonometrico(PCCA)

ID postazione di misura	L _{Aeq,TR} [dB(A)] Periodo di riferimento diurno	L _{Aeq,TR} [dB(A)] Periodo di riferimento notturno
1	63,0	57,6
2	67,6	58,4
3	65,5	55,4

I risultati di questi monitoraggi sono stati considerati all'interno del modello di propagazione acustica, descritto nel prossimo capitolo del presente report.

In particolare, sono stati inseriti i punti di misura descritti ed i relativi livelli acustici (riportati in tabella 7 ed 8) sono stati confrontati con i livelli simulati mediante il modello di calcolo. Sono stati evidenziati scostamenti che, nella maggior parte dei casi, risultano inferiori ai 3 dB(A) mentre in altre situazioni tali differenze sono superiori.

Si ritiene che la correlazione non ottimale tra il livello acustico misurato e quello calcolato debba essere ascritta alla data di effettuazione delle misure, piuttosto che considerazioni generali sulle scelte di modellazione. La variabilità sia del clima acustico che dei livelli di flussi di traffico che possono essere riscontrati nel corso di 7 anni, rendono tali misure non idonee ad essere utilizzate per una precisa validazione del modello di propagazione acustica.

Pertanto, la validazione verrà effettuata unicamente sulla base del monitoraggio eseguito dalla scrivente società e descritto nel capitolo 2.1.



3. DETERMINAZIONE DEI VALORI LIMITE PER I RICETTORI

3.1 VALORI LIMITE

Le disposizioni da seguire per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento del rumore derivante dal traffico stradale sono indicate dal D.P.R. 142/2004 "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". Il decreto definisce l'estensione di una particolare area limitrofa all'infrastruttura stradale, denominata fascia di pertinenza, all'interno della quale i limiti di riferimento vengono stabiliti dallo stesso decreto. Lo stesso decreto stabilisce che, al di fuori di tali fasce territoriali, valgono i limiti previsti dal P.C.C.A. Inoltre, dal momento che tutte le strade oggetto di mappatura sono già entrate in esercizio alla data di emanazione del D.P.R. 142/2004, sono classificabili come "strade esistenti e assimilabili".

Limiti vigenti all'interno delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura stradale

Di seguito viene riportata la tabella dei limiti allegata al D.P.R. 142/2004 relativa alle strade esistenti, dalla quale si può notare che per le strade di tipologia "E" ed "F" valgono i limiti previsti dal P.C.C.A. L'estensione della fascia di pertinenza dell'infrastruttura ed i limiti ad essa relativi sono definiti in base alla tipologia.

Tabella 9 – Ampiezza delle fasce di pertinenza e limiti di immissione relativi ad infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti).

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (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 (strade 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 scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	<i>Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.</i>			
F - locale		30				

* per le scuole vale solo il limite diurno



Di seguito viene riportata la tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/1997 relativa ai valori limite di immissione previsti per ciascuna classe acustica.

Tabella 10 – Indicazioni dei valori limite in riferimento alle classi di territorio

Valori Limite di Immissione - Leq In dB (A)		
classi di destinazione d'uso del territorio	periodo di riferimento	
	diurno	notturno
	(6.00 – 22.00)	(22.00 – 6.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Limiti vigenti all'esterno delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura stradale

Per quanto riguarda i ricettori all'esterno della fascia di pertinenza dell'infrastruttura stradale il rumore da traffico stradale concorre al superamento dei limiti di zona ovvero dei valori limite di immissione riportati in tabella 10.



3.2 ATTRIBUZIONE DEI VALORI LIMITE AI RICETTORI

Per attribuire i valori limite di immissione a ciascun ricettore (sia di tipologia residenziale che di tipologia sensibile, ovvero scuole, ospedali, case di cura e di riposo) presente all'interno dell'area – NADIA è stata utilizzata la seguente metodologia.

Come dato di partenza sono stati utilizzati i tematismi "Ricettore_stradale" "Scuole_stradale" e "Sanitari_stradale", la cui costruzione è descritta nel capitolo 4.1.1 della presente Relazione Tecnica. Tali shapefile poligonali contengono il database di tutti gli edifici residenziali e sensibili presenti nell'area di mappatura, con un campo denominato [COD_RIC] che permette di identificare univocamente ciascun ricettore. In pratica, non sono stati considerati gli edifici di altra tipologia (caserme, commerciali, produttivi ecc), a cui non sono stati attribuiti i limiti e su cui non sono state effettuate le simulazioni acustiche descritte nei prossimi capitoli.

Inoltre, è stato reperito il Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Vicenza, ed in particolare il database dei seguenti tematismi cartografici (shapefile poligonali) rappresentanti le classi acustiche e le fasce di pertinenza stradale in cui è stato suddiviso il territorio:

- ✓ classe 1, 2, 3, 4, 5, 6: shapefile contenenti la suddivisione del territorio in classi acustiche, i cui limiti di immissione sono riportati in tabella 11;
- ✓ "f_autostrada_ext", "f_autostrada_int": shapefile contenenti le fasce di pertinenza autostradale, assimilate alla tipologia A del D.P.R. 142/2004 rispettivamente A (ampiezza 100 m, con valori limite di 70 dB(A) e 60 dB(A), nel periodo di riferimento diurno e notturno) e B (ampiezza 250 m, con valori limite di 65 dB(A) e 55 dB(A), nel periodo di riferimento diurno e notturno);
- ✓ "f_extraurbana_princ_ext", "f_extraurbana_princ_int": shapefile contenenti le fasce di pertinenza delle strade extraurbane principali, assimilate alla tipologia B del D.P.R. 142/2004 rispettivamente A (ampiezza 100 m, con valori limite di 70 dB(A) e 60 dB(A), nel periodo di riferimento diurno e notturno) e B (ampiezza 250 m, con valori limite di 65 dB(A) e 55 dB(A), nel periodo di riferimento diurno e notturno);
- ✓ "f_extraurbana_ext, f_extraurbana_int": shapefile contenenti le fasce di pertinenza delle strade extraurbane secondarie, assimilate alla tipologia Cb del D.P.R. 142/2004 rispettivamente A (ampiezza 100 m, con valori limite di 70 dB(A) e 60 dB(A), nel periodo di riferimento diurno e notturno) e B (ampiezza 150 m, con valori limite di 65 dB(A) e 55 dB(A), nel periodo di riferimento diurno e notturno);
- ✓ "f_interquartiere": shapefile contenente le fasce di pertinenza delle strade interquartiere, assimilate alla tipologia Da del D.P.R. 142/2004 (ampiezza 100 m, con valori limite di 70 dB(A) e 60 dB(A), nel periodo di riferimento diurno e notturno);



- ✓ “f_scorrimento_veloce”: shapefile contenente le fasce di pertinenza delle strade a scorrimento veloce, assimilate alla tipologia Da del D.P.R. 142/2004 (ampiezza 100 m, con valori limite di 70 dB(A) e 60 dB(A), nel periodo di riferimento diurno e notturno)
- ✓ “f_interzonale”, “f_quartiere”: shapefile contenenti le fasce di pertinenza delle strade interzonali assimilate alla tipologia E del D.P.R. 142/2004, (ampiezza 30 m, con valori limite fissati dal P.C.C.A.);
- ✓ “f_locale”: shapefile contenenti le fasce di pertinenza delle strade interzonali assimilate alla tipologia F del D.P.R. 142/2004, (ampiezza 30 m, con valori limite fissati dal P.C.C.A.).

Sulla base dei dati territoriali reperiti, si è proceduto con l'attribuzione dei valori limite riportati nella tabella 9 e 10 per ciascun edificio presente nello scenario di calcolo. Nella pratica, sono stati selezionati tutti gli edifici ricadenti all'interno di una certa fascia territoriale (classe acustica o fascia di pertinenza) e ad essi sono stati attribuiti i suddetti limiti.

Per quanto riguarda i ricettori di tipologia sensibile ricadenti all'interno delle fasce di pertinenza stradale delle tipologie A, B, C, D, sono stati attribuiti i valori limite previsti dal D.P.R. 142/2004 (50 dB(A) per il periodo di riferimento diurno e 40 dB(A) per il periodo di riferimento notturno). Per gli altri edifici sensibili, secondo quanto riportato nella relazione di accompagnamento del P.C.C.A. del Comune di Vicenza redatta da ARPAV, è stata attribuita una classe acustica analoga a quella delle aree circostanti, ad eccezione dell'ospedale San Bortolo e delle scuole di Via Mora e di Via Baden Powell, alle quali è stata attribuita una Classe I.

I valori limite di immissione così definiti, sono stati inseriti all'interno dei tematismi “Ricettore_stradale”, “Scuole_stradale” e “Sanitari_stradale” mediante i seguenti attributi:

- ✓ [LIM_D]: valore limite per il periodo di riferimento diurno;
- ✓ [LIM_N]: valore limite per il periodo di riferimento notturno.



4. MODELLO DI PROPAGAZIONE DEL RUMORE



4.1 MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA

4.1.1 BASE DATI PER LA MODELLAZIONE

Per la costruzione del modello di simulazione del rumore, per mezzo del quale è stata redatta la mappatura acustica è necessario costruire un'importante base dati.

Nel caso specifico, i dati di input sono stati reperiti in gran parte dal database fornito dal Comune di Vicenza nell'ambito del Progetto europeo LIFE 09 ENV/IT/102 "NADIA". Tale database è stato modificato ed adattato alle richieste relative alla trasmissione dei dati, secondo quanto contenuto nel documento "*Milestone 1 – Data quality and quantity with regard to model specifications*" del Progetto europeo LIFE 09 ENV/IT/102 "NADIA".

I dati di partenza reperiti sono costituiti sostanzialmente da:

- ✓ dati relativi alla modellazione del terreno;
- ✓ dati relativi alle caratteristiche superficiali del terreno;
- ✓ dati relativi alla modellazione degli edifici;
- ✓ dati relativi alla popolazione.

Modello digitale del terreno

Il DGM (Digital Terrain Model) è una rappresentazione digitale del territorio.

Relativamente alla costruzione della base territoriale su cui sono state effettuate le simulazioni acustiche, sono stati reperiti i seguenti dati di input:

- ✓ *PT_QUO* – shapefile puntiforme contenente i punti quotati, all'interno dell'intero territorio del Comune di Vicenza: la tabella associata a questo shape ha come unico attributo utile la quota assoluta di ciascun punto;
- ✓ *CV_LIV* – shapefile di polilinee contenente le curve di livello direttrici, all'interno dell'intero territorio del Comune di Vicenza: la tabella associata a questo shape ha come unico attributo utile la quota assoluta di ciascuna curva.

Caratteristiche superficiali del terreno

All'interno del tematismo "c0506031_CopSuoloAgricolo" è presente l'attributo "GF" (Ground Factor), che contiene la ripartizione del territorio comunale di diverse classi di utilizzo (Parchi, rurali, suburbana, urbana ecc.) a seconda del fattore di assorbimento acustico dato dalla specifica tipologia di suolo.

Nella seguente tabella sono riportate le categorie ed i relativi ground factor, definiti nel "Milestone".

Tabella 11 – Ground factor per le tipologie di terreno (opzione 1)

Tipologia	Ground Factor
Foresta – bosco	1
Area agricola	1
Parchi	1
Landa	1
Residenziale	0.5
Aree asfaltate	0
Urbane	0
Industriali	0
Specchi d'acqua	0

Dal momento che non è risultato sostenibile il calcolo utilizzando il dato inizialmente disponibile (che risultava eccessivamente frammentato), si è fatto utile riferimento alla procedura semplificata richiamata dalla “Milestone”, riportata nella seguente tabella.

Tabella 12 – Ground factor per le tipologie di terreno (opzione 2)

Tipologia	Ground Factor
Parchi in aree urbane	1
Rurale	1
Suburbana	0.5
Urbana	0
Laghi in aree rurali	0

Nella pratica, è stata fatta la seguente scelta: è stato inserito un fattore suolo pari a zero nel centro della città e pari a 0.5 in tutte le aree esterne al centro.

Modellazione degli edifici

Il tematismo dell'edificato riveste nel modello acustico molteplici funzioni. In città i principali schermi alla propagazione sonora sono proprio gli edifici che, oltre a costituire una superficie riflettente, sono anche gli elementi ricettori sulle cui facciate è eseguito il calcolo della propagazione acustica.

Per quanto riguarda la funzione schermante si è ritenuto opportuno inserire nel modello tutti gli edifici cartografati sul territorio comunale.

Relativamente agli edifici è stato reperito il seguente shapefile:

- ✓ **EDIFC**: lo shape contiene tutti gli edifici all'interno dell'intero territorio del Comune di Vicenza. La tabella associata a tale database contiene, tra gli altri, l'attributo “EDIFC_USO” mediante il quale è possibile



identificare la tipologia dell'edificio stesso (residenziale, amministrativo, ospedaliero, scolastico, caserma, luogo di culto, servizi di trasporto, commerciale, industriale, agricolo, ricreativo ecc). Inoltre, è presente un attributo "Altezza", che rappresenta appunto l'altezza dell'edificio sulla quota del piano di campagna.

Data la necessità di suddividere gli edifici tra quelli sui quali effettuare la mappatura acustica (residenziali e sensibili) dagli altri, utilizzando l'attributo "EDIFC_USO", sono stati creati i seguenti tematismi contenuti nella directory "DATABASE": "Ricettori_stradale", "Scuole_stradale" e "Sanitari_stradale".

Tali shapefile sono stati adattati alle richieste contenute nel suddetto documento, inserendo i seguenti attributi:

- ✓ [COD_RIC]: campo che identifica univocamente ciascun edificio;
- ✓ [TIPO]: tale campo può assumere la dicitura "residenziale", "scolastico", "sanitario", "non_residenziale", o "caserma";
- ✓ [H]: altezza dell'edificio sulla quota del piano di campagna;
- ✓ [NPIANI]: numero di piani dell'edificio;
- ✓ [POP]: numero di popolazione residente nell'edificio, secondo quanto specificato nel prosieguo del presente paragrafo;
- ✓ [LIM_D]: valore limite per il periodo di riferimento diurno, ricavato secondo la metodologia descritta nel capitolo 3.1;
- ✓ [LIM_N]: valore limite per il periodo di riferimento notturno, ricavato secondo la metodologia descritta nel capitolo 3.2;
- ✓ [L_D]: livello acustico calcolato nel il periodo di riferimento diurno, secondo la metodologia descritta nel capitolo 4.1.5;
- ✓ [L_N]: livello acustico calcolato nel il periodo di riferimento notturno, secondo la metodologia descritta nel capitolo 4.1.5;
- ✓ [SUP_D]: valore del superamento rispetto al livello limite per il periodo di riferimento diurno;
- ✓ [SUP_N]: valore del superamento rispetto al livello limite per il periodo di riferimento notturno.

Dato di popolazione

Per quanto riguarda il dato di popolazione è stato reperito lo shapefile "SEZIONI2001_POP2011", che contiene le sezioni di censimento 2001 relative al territorio comunale di Vicenza. Nel campo "resid_2011" è presente il numero di residenti per ciascuna sezione: tale dato risulta aggiornato al censimento 2011.



Il dato di popolazione così reperito è stato distribuito su tutti gli edifici di tipologia residenziale presenti in ciascuna sezione censuaria, prendendo in considerazione le dimensioni volumetriche degli edifici.

Sulla base di questo database, la popolazione residente complessivamente nel territorio comunale ed attribuita agli edifici di tipologia residenziale è pari a 115.864 abitanti, mentre quella residente all'interno dell'area – Nadia è pari a 100.005 abitanti.

La valutazione dell'esposizione ed il calcolo delle relative percentuali sono state eseguite unicamente in funzione dei dati di popolazione dei residenti, seguendo la stessa scelta metodologica utilizzata per l'agglomerato di Firenze.

4.1.2 CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE ACUSTICA PRINCIPALE

La sorgente acustica principale è rappresentata dal grafo riportante l'insieme di tutte le strade di pertinenza comunale presenti sul territorio del Comune di Vicenza.

Come dato territoriale di partenza sono stati utilizzati i seguenti shapefile, all'interno dei quali ogni strada è composta da uno o più archi viari, posti planimetricamente sulla mezzzeria della strada stessa:

- ✓ *Rete_SDF*: lo shape contiene gli archi viari principali del Comune di Vicenza. La tabella associata a tale database contiene, tra gli altri, gli attributi relativi ai flussi di traffico, estratti dal modello VISUM e riferiti ai flussi orari relativi all'ora di punta (7.30 – 8.30) e alle velocità d'arco. È riportata la distinzione tra flussi e velocità di veicoli leggeri e veicoli pesanti.
- ✓ *J_ASSI_STRADA*: lo shape contiene gli archi viari secondari del Comune di Vicenza. La tabella associata a tale database contiene, tra gli altri, gli attributi necessari per identificare univocamente ciascuna strada (mediante il campo "SDESCRIZ"), ma non ci sono informazioni riguardante i dati di traffico associati.

La procedura per l'assegnazione dei flussi di traffico si basa sulle linee guida del Progetto europeo LIFE 09 ENV/IT/102 "NADIA" descritte all'interno del documento "*Milestone 1 – Data quality and quantity with regard to model specifications*". In base a tali linee guida, i flussi di traffico forniti dal Settore Mobilità e Traffico del Comune di Vicenza, risultano riferiti ai flussi orari relativi all'ora di punta (7.30 – 8.30) e alle velocità d'arco (esclusi i perditempo agli incroci) e sono stati così trattati:

- ✓ per quanto riguarda gli ASSI STRADALI PRINCIPALI, la stima dei corrispondenti valori dei flussi di traffico all'interno dei periodi temporali definiti ai sensi della Direttiva Europea 2002/49/CE recepita in Italia dal D. Lgs. 194-2005 (DAY: dalle ore 6.00 alle ore 20.00; EVENING: dalle ore 20.00 alle ore 22.00; NIGHT: dalle ore 22.00 alle ore 6.00) è stata definita secondo la tabella a pag. 15 della "*Guide practice guide del 2007*" per gli assi stradali principali:

Tabella 13 – Flussi di traffico per gli assi stradali principali

Periodo	Strade Principali	Strade Secondarie
DAY (6-20)	$Q_{fm} = Q_{picco}$	$Q_{fm} = 0.7 * Q_{picco}$
EVENING (20-22)	$Q_{fm} = 0.7 * Q_{picco}$	$Q_{fm} = 0.5 * Q_{picco}$
NIGHT (22-06)	$Q_{fm} = 0.2 * Q_{picco}$	$Q_{fm} = 0.1 * Q_{picco}$

- ✓ nella precedente tabella sono descritte le relazioni empiriche necessarie per il calcolo del flusso veicolare medio Q_{fm} a partire dalla misura del flusso veicolare riferito all'ora di punta ed in funzione del tipo di strada.
- ✓ considerando che il dato fornito dal Settore Mobilità e Traffico interessava solo gli assi stradali principali, gli ASSI STRADALI SECONDARI sono stati suddivisi in strade senza uscita e strade di servizio (usate dai residenti della zona), ed è stato utilizzato il seguente dato di default, concordato con l'Amministrazione Comunale:

Tabella 14 – Flussi di traffico per gli assi stradali secondari

Tipo di strada	Traffico mezzi leggeri (veic/h)		
	DAY (6.00 – 20.00)	EVENING (20.00 – 22.00)	NIGHT (22.00 – 6.00)
Strade senza uscita	14	12	3
Strade di servizio (usate dai residenti della zona)	28	24	6
Strade di collegamento (collegano le strade di servizio alle strade principali)	52	47	12
Piccole strade principali	99	90	22

Tipo di strada	Traffico mezzi pesanti (veic/h)		
	DAY (6.00 – 20.00)	EVENING (20.00 – 22.00)	NIGHT (22.00 – 6.00)
Strade senza uscita	0.3	0.1	0
Strade di servizio (usate dai residenti della zona)	1	0.5	0.1
Strade di collegamento (collegano le strade di servizio alle strade principali)	6	3	0.4
Piccole strade principali	17	10	2

Come riportato nell'introduzione, secondo quanto dichiarato dall'amministrazione comunale, i flussi di traffico relativi ai veicoli pesanti comprendono anche i passaggi dei mezzi di trasporto pubblico, sia per gli assi principali che per quelli secondari: pertanto, la presente mappatura acustica, è relativa anche al contributo dovuto al transito ed all'esercizio delle linee di TPL.



Lo standard di calcolo utilizzato è quello francese (NMPB), ma i livelli di emissione vengono modificati in ragione delle effettive emissioni dei veicoli. In particolare, i dati di traffico utilizzati nel modello non sono direttamente quelli definiti mediante le precedenti tabelle, bensì vengono applicati i seguenti coefficienti correttivi al fine di determinare un numero di veicoli equivalenti:

- ✓ 0.61 per i veicoli leggeri;
- ✓ 0.19 per i veicoli pesanti.

L'utilizzo di questi coefficienti viene abbinato all'impostazione della velocità di transito fissata, per tutte le tipologie di veicolo e in tutti i periodi di riferimento, a 50 km/h.

Tali coefficienti di conversione derivano da uno studio effettuato nella città di Firenze da ARPA Toscana (L. Moran, D. Casini, A. Poggi "Fattori correttivi per i dati di emissione da utilizzare nei modelli previsionali di rumore stradale in ambito urbano", atti del XXXII° Convegno Nazionale dell'AIA, Ancona 2005) ed è relativo ai risultati di varie campagne di misura di lungo periodo.

L'utilizzo di questi coefficienti si basa sulla consapevolezza che la rumorosità dei veicoli nei contesti urbani (legati a frequenti accelerazioni e decelerazioni) non dipende dalla velocità media dei veicoli. Allo stesso tempo i coefficienti sono entrambi inferiori a 1 dato che il database di emissione veicolare associato allo standard francese risulta associato ad un parco veicolare datato con emissioni molto superiori all'attuale.

Inoltre, sono state utilizzate le seguenti procedure metodologiche per la caratterizzazione acustica delle sorgenti stradali.

Caratteristiche della pavimentazione stradale

Secondo i dati forniti dall'Amministrazione Comunale risulta che le pavimentazioni sono realizzate nella quasi totalità con asfalto tradizionale. Fanno eccezione le aree del centro urbano nel quale sono presenti diverse strade con "pavè". L'Amministrazione Comunale ha provveduto quindi a selezionare le infrastrutture stradali aventi una caratteristica di pavimentazione di tipo "pavè".

Per tali strade, è stata apportata una correzione dell'emissione acustica pari a +4 dB(A), secondo le specifiche indicate nella tabella 3 documento "Milestone 1 – Data quality and quantity with regard to model specifications" del Progetto europeo LIFE 09 ENV/IT/102 "NADIA", riguardo alle correzioni consigliate dal modello NMPB.

Per tutte le altre strade è stato invece previsto un fattore di correzione pari a 0 dB(A), che corrisponde ad una pavimentazione stradale realizzata con asfalto tradizionale (smooth asphalt).

Tratti stradali a raso, in trincea, rilevato, galleria

Attraverso il dato territoriale "AR_STR", mediante l'attributo "AR_STR_SED" è stato possibile selezionare le infrastrutture stradali: a raso, in trincea, in rilevato, in galleria



Per le prime tre tipologie, in realtà non si è ritenuto di fare un'assegnazione specifica essendo, tale caratteristica morfologica, già considerata nel modello del terreno.

Invece, per i tratti in galleria, si è operato evidenziando tali tratti nel grafo stradale ed impostando un flusso di traffico nullo.

4.1.3 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante il software di calcolo SoundPLAN vers. 7.1 in cui è stato implementato il metodo di calcolo francese "NMPB-Routes-96" (metodo di calcolo indicato dalla Direttiva e dal D.Lgs 194/2005 per la modellazione del rumore stradale).

Il software consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori legati:

- ✓ alla localizzazione, forma ed altezza degli edifici;
- ✓ alla topografia dell'area di indagine;
- ✓ alle caratteristiche fonoassorbenti del terreno;
- ✓ alla tipologia costruttiva e posizione planoaltimetrica del tracciato stradale;
- ✓ alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- ✓ alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- ✓ alla dimensione ed alla tipologia di eventuali barriere antirumore.

Il software utilizza un algoritmo di calcolo tipo "ray-tracing" con tracciamento dei raggi dai punti ricettori.

Per quanto riguarda le impostazioni acustiche e di calcolo sono state adottate le seguenti specifiche:

- ✓ ordine di riflessione pari 1;
- ✓ massimo raggio di ricerca 700 m (raggio sufficiente per la simulazione nella fascia di interesse);
- ✓ distanza di ricerca intorno a ciascun punto ricettore considerata nel calcolo pari a 200 m;
- ✓ massima distanza delle riflessioni dal ricettore pari a 150 m;
- ✓ massima distanza di riflessione dalla sorgente pari a 40 m;
- ✓ fattore suolo pari a zero nel centro della città e pari a 0.5 in tutte le aree esterne al centro;
- ✓ coefficiente di riflessione di facciata pari a 0.8 (corrispondente ad una perdita di riflessione di 1 dB(A));
- ✓ la velocità di transito dei veicoli, sia leggeri che pesanti, è stata fissata in 50 km/h, per tutti i periodi di riferimento considerati;
- ✓ occorrenza di condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono pari a:



- 50% nel periodo DIURNO (6.00 – 22.00);
- 100% nel periodo NOTTURNO (22.00 – 6.00).

Inoltre, sono state effettuate le seguenti assunzioni:

- ✓ per quanto dichiarato dall'amministrazione comunale, i flussi di traffico relativi ai veicoli pesanti comprendono anche i passaggi dei mezzi di trasporto pubblico: pertanto, la presente mappatura acustica, contiene anche il contributo dovuto al transito ed all'esercizio delle linee di TPL;
- ✓ i flussi di traffico relativi all'infrastruttura autostradale A4 sono stati posti a zero, in quanto il relativo contributo viene considerato nella specifica mappatura acustica predisposta dall'ente gestore;
- ✓ gli interventi di mitigazione del rumore realizzati in corrispondenza degli scenari di monitoraggio acustico 14 e 15 (descritti nel paragrafo 2.1.1 del presente Report di Sintesi) non sono stati inseriti nello scenario di simulazione: in accordo con l'Amministrazione Comunale, è stato deciso di predisporre la Mappatura Acustica rappresentativa delle condizioni precedenti all'installazione di tali interventi.

Le simulazioni sono state effettuate all'interno di un'area di calcolo corrispondente all'area – NADIA, mediante i seguenti indicatori acustici, previsti dallo STANDARD ITALIANO:

- ✓ Livello L_D in dB(A) nel periodo di riferimento diurno (6.00 – 22.00);
- ✓ Livello L_N in dB(A) nel periodo di riferimento notturno (22.00 – 6.00).

La mappatura acustica è stata effettuata mediante le seguenti metodologie di calcolo:

- ✓ CALCOLO DEI VALORI ACUSTICI IN FACCIATA: i livelli sonori sono stati valutati come livelli massimi sulla facciata più esposta di ciascun edificio di tipologia residenziale o residenziale mista, escludendo di fatto gli edifici non residenziali come le attività commerciali e/o produttive, i luoghi di culto, gli impianti sportivi ed i fabbricati per cui non è generalmente prevista la presenza di persone attribuibili specificatamente ad esso (baracche, tettoie, garage, ecc.). Le simulazioni sono state effettuate a ciascun piano dell'edificio ed ad una distanza di 1 m dalla facciata del ricettore, inserendo un puntoricettore per ogni piano e per ciascuna facciata di ogni edificio.
- ✓ CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE: è stata definita una griglia di punti con passo di 10 m, posizionata ad un'altezza di 4 m dal suolo all'interno dell'area di calcolo precedentemente definita. La griglia di punti è stata da una parte utilizzata come base per la produzione delle mappe acustiche allegata, dall'altra è stata esportata in ambiente GIS come shapefile di tipo "poligonale".

4.1.4 VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Per validare il modello di simulazione precedentemente definito, è stata implementata una tipologia di calcolo finalizzata ad effettuare un confronto tra i risultati della simulazione stessa ed i dati fonometrici rilevati nelle postazioni di misura descritte nel capitolo 2.1 del presente report di sintesi.



In particolare, sono state effettuate le seguenti metodologie di validazione:

- ✓ VALIDAZIONE DI BREVE PERIODO: tale metodologia è stata effettuata in corrispondenza delle postazioni fonometriche di breve durata (PS), utilizzando come input di simulazione i dati di traffico conteggiati durante il monitoraggio. I livelli acustici utilizzati per la validazione sono i valori medi misurati nelle fasce orarie relative a ciascun periodo di riferimento (diurno 6.00 – 22.00 e notturno 22.00 – 6.00).
- ✓ VALIDAZIONE DI LUNGO PERIODO (nei periodi di riferimento previsti ai sensi della legislazione italiana e corrispondenti al periodo di riferimento diurno 6.00 – 22.00 ed a quello notturno 22.00 – 6.00): tale metodologia è stata effettuata in corrispondenza delle postazioni di lunga durata (PR), utilizzando i livelli acustici medi misurati nella postazione e, come input di simulazione, i dati di traffico ricavati secondo la metodologia descritta nel paragrafo 3.1.2 del presente report di sintesi.

In entrambi i casi, è stata seguita la seguente procedura:

- ✓ è stato calcolato il livello acustico ($L_{Aeq,TR}$ espresso in dB(A)) in corrispondenza dei punti di misura;
- ✓ è stato effettuato un confronto nel periodo di riferimento diurno ed in quello notturno, con i livelli acustici misurati nelle postazioni;
- ✓ la validazione del modello risulta verificata nel caso in cui la differenza tra i dati misurati e quelli simulati sia contenuta entro ± 3 dB(A).

Nella pratica, per definire la validazione completa del modello acustico, sono stati costruiti modelli specifici degli scenari oggetto di rilevazioni fonometriche, ove sono state inserite le postazioni fonometriche come punti ricettori. Nel prosieguo del presente paragrafo si riportano i risultati della validazione del modello.

Validazione di breve periodo

I dati di input della simulazione sono stati ricavati applicando ai flussi di traffico conteggiati nelle postazioni PS (e riportati in tabella 2), i coefficienti di conversione pari a 0.61 per i veicoli leggeri e a 0.19 per i veicoli pesanti.

La sintesi dei dati di traffico (composizione dei flussi e velocità media) utilizzati come input del modello per la validazione viene riportata in tabella.

Tabella 15 – Sintesi dei dati di traffico (validazione di breve periodo)

ID postazione di misura	Periodo di riferimento DIURNO		Periodo di riferimento NOTTURNO	
	LEGGERI veic/h	LEGGERI veic/h	LEGGERI veic/h	LEGGERI veic/h
01_PS	769	10	237	0
02_PS	1082	13	429	1
03_PS	1021	3	248	1



ID postazione di misura	Periodo di riferimento DIURNO		Periodo di riferimento NOTTURNO	
	LEGGERI veic/h	LEGGERI veic/h	LEGGERI veic/h	LEGGERI veic/h
04_PS	135	0	61	0
05_PS	750	1	379	0
06_PS	424	1	155	0
07_PS	565	10	243	0
08_PS	1100	9	336	0
09_PS	1052	10	279	0
10_PS	699	3	244	0
11_PS	1069	2	370	0
12_PS	1504	26	486	1
13_PS	1251	2	604	0
14_PS	655	12	333	0
15_PS	992	6	181	0

Nella seguente tabella si riportano i risultati della procedura di validazione del modello.

- ✓ colonna 1: codice identificativo della postazione di misura;
- ✓ colonne 2/5: livelli di rumore misurati nella postazione nel periodo di riferimento diurno/notturno (valori espressi in dB(A));
- ✓ colonne 3/6: livelli di rumore simulati nella postazione nel periodo di riferimento diurno/notturno (valori espressi in dB(A)).
- ✓ colonne 4/7: differenza tra il livello misurato ed il livello simulato nel periodo di riferimento diurno/notturno (valori espressi in dB(A)).

Tabella 16 – Risultati della validazione di breve periodo del modello

1	2	3	4	5	6	7
1_PS	67,9	68,6	0,7	62,5	62,9	0,4
2_PS	69,5	68,0	-1,5	65,3	63,4	-1,9
3_PS	67,9	67,7	-0,2	64,0	61,7	-2,3
4_PS	63,9	62,7	-1,2	58,9	59,3	0,4
5_PS	66,9	65,3	-1,6	65,2	63,1	-2,1
6_PS	66,3	64,6	-1,7	63,5	61,1	-2,4
7_PS	68,7	66,9	-1,8	64,4	62,3	-2,1
8_PS	69,9	68,6	-1,3	65,6	62,9	-2,7



1	2	3	4	5	6	7
9_PS	72,7	68,2	-4,5	69,2	64,1	-5,1
10_PS	66,6	66,2	-0,4	63,6	61,5	-2,1
11_PS	65,5	65,6	0,1	62,2	60,9	-1,3
12_PS	70,0	67,7	-2,3	66,4	63,6	-2,8
13_PS	70,1	69,1	-1,0	68,5	66,1	-2,4
14_PS	69,3	67,8	-1,5	64,6	64,0	-0,6
15_PS	70,9	68,7	-2,2	67,3	63,0	-4,3

Dalla tabella è possibile evidenziare che, per quanto riguarda la validazione di breve periodo, si è ottenuta una buona correlazione fra i dati sperimentali ed i livelli simulati con scarti generalmente contenuti entro i 3 dB(A), tranne che in corrispondenza delle postazioni indicate con colorazione rossa. In tali punti-ricettore si sono ottenuti scarti superiori ai 3 dB(A), ma comunque contenuti entro i 5 dB(A).

Data comunque la breve durata dei rilievi utilizzati per questa fase di validazione, si è ritenuto che tali risultati non dovessero portare a modifiche generali sulle scelte di modellazione a meno di una loro conferma data dalla fase di validazione sul lungo periodo descritta nel prosieguo.

Validazione di lungo periodo

Per quanto riguarda la procedura di validazione di lungo periodo, i dati di input della simulazione sono stati ricavati applicando la metodologia riportata nel paragrafo 3.1.2 del presente report di sintesi, ed in particolare nelle tabelle 5 e 6.

Nella seguente tabella si riportano i risultati della procedura di validazione del modello.

- ✓ colonna 1: codice identificativo della postazione di misura;
- ✓ colonne 2/5: livelli di rumore misurati nella postazione nel periodo di riferimento diurno/notturno (valori espressi in dB(A));
- ✓ colonne 3/6: livelli di rumore simulati nella postazione nel periodo di riferimento diurno/notturno (valori espressi in dB(A)).
- ✓ colonne 4/7: differenza tra il livello misurato ed il livello simulato nel periodo di riferimento diurno/notturno (valori espressi in dB(A)).

Tabella 17 – Risultati della validazione di lungo periodo del modello

1	2	3	4	5	6	7
1_PR	58,6	57,5	-1,1	51,8	51,5	-0,3
2_PR	66,3	65,7	-0,6	61,2	59,0	-2,2
3_PR	65,3	67,0	1,7	58,4	60,3	1,9
4_PR	65,9	59,9	-6,0	56,0	53,9	-2,1



1	2	3	4	5	6	7
5_PR	61,6	66,0	4,4	57,9	59,4	1,5
6_PR	62,0	64,7	2,7	56,9	58,9	2,0
7_PR	63,1	61,5	-1,6	57,3	55,1	-2,2
8_PR	66,8	65,1	-1,7	60,6	58,4	-2,2
9_PR	72,1	69,4	-2,7	66,6	63,8	-2,8
10_PR	67,1	65,9	-1,2	59,9	60,6	0,7
11_PR	64,0	66,7	2,7	57,8	60,3	2,5
12_PR	68,7	66,2	-2,5	62,9	60,1	-2,8
13_PR	68,2	65,8	-2,4	63,6	59,2	-4,4
14_PR	67,2	66,7	-0,5	62,5	60,1	-2,4
15_PR	58,6	56,4	-2,2	50,4	49,9	-0,5

Anche in questo caso, in base ai risultati riportati in tabella è possibile evidenziare una buona correlazione fra i dati sperimentali ed i livelli simulati con scarti generalmente contenuti entro i 3 dB(A), tranne che in corrispondenza delle tre postazioni indicate con colorazione rossa. In tali punti-ricettore si sono ottenuti scarti superiori ai 3 dB(A), anche se contenuti entro i 4,5 dB(A). Per tali postazioni valgono le seguenti valutazioni di dettaglio:

- ✓ Postazione 4_PR (periodo di riferimento diurno): la sottostima modellistica evidenziata dallo scarto di -6 dB(A), è data dalla collocazione del punto di misura, posto a pochi metri di distanza da una fermata degli autobus. La specifica rumorosità delle manovre di frenata/sosta/ripartenza dei mezzi pubblici (evidentemente non rappresentata nella simulazione acustica effettuata) ha portato ad un valore misurato sovrastimato rispetto al livello calcolato: di contro, nel periodo di riferimento notturno, non è ravvisata tale sottostima, dal momento che in tale fascia oraria il ridotto transito di mezzi pubblici contribuisce in modo trascurabile al clima acustico dello scenario.
- ✓ Postazione 5_PR (periodo di riferimento diurno): in questo caso, l'elevata distanza tra il punto di misura e la sorgente acustica stradale (circa 40 m), concorre ad una correlazione non ottimale tra il livello acustico misurato e quello calcolato. Tali scostamenti sono giustificati da un'incertezza relativa al modello di propagazione acustica, la quale aumenta con la distanza di propagazione stessa, legata ad esempio all'assenza di dettaglio sull'assorbimento acustico del terreno. Una approssimazione di questo tipo è comunque ritenuta idonea alla modellazione acustica su uno scenario esteso come quello oggetto di mappatura.
- ✓ Postazione 13_PR (periodo di riferimento notturno): come per il punto precedente, lo scarto deve essere attribuito alla distanza tra il punto di misura e la sorgente acustica stradale (circa 30 m).

Infine, è possibile notare che gli scarti evidenziati nella fase di validazione di breve periodo relativi agli scenari di monitoraggio 9 e 15, in questa fase risultano inferiori a 3 dB(A).



4.1.5 SIMULAZIONI ACUSTICHE SULLO SCENARIO

Il modello validato secondo la procedura riportata nel precedente paragrafo, è stato utilizzato per determinare il contributo di tutte le infrastrutture stradali di pertinenza comunale ricadenti nel territorio del Comune di Vicenza, all'interno di un'area di calcolo coincidente con l'area – Nadia.

Sono state utilizzate le seguenti metodologie di calcolo:

- ✓ **CALCOLO IN FACCIATA:** livelli sonori determinati sulla facciata più esposta di ciascun edificio, espressi negli indicatori L_D ed L_N , per il periodo di riferimento diurno e per il periodo di riferimento notturno. Il calcolo è stato effettuato in corrispondenza di ogni piano di ciascuna facciata di tutti gli edifici (residenziali e sensibili) presenti nello scenario: il livello attribuito all'edificio è quello massimo determinato su tutti i relativi punti di calcolo.
- ✓ **CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE:** livelli sonori su una griglia di calcolo 10 m x 10 m ($h = 4$ m), espressi negli indicatori L_D ed L_N , al fine di rappresentare graficamente la rumorosità prodotta dal traffico stradale.



5. MAPPATURA ACUSTICA DEL RUMORE STRADALE



5.1 PREMESSA

Nei paragrafi che seguono vengono sinteticamente analizzati i risultati della mappatura acustica e, se presenti, richiamati e spiegati i relativi elaborati grafici.

5.1.1 INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

Nell'elaborato "EL07 – Cartografia specifica: individuazione dei punti di misura" sono stati evidenziati i 30 punti in cui è stato effettuato il monitoraggio acustico (vedi capitolo 2.1).

5.1.2 IDENTIFICAZIONE DEI RICETTORI SENSIBILI E DELLE SORGENTI RUMOROSE

Nell'elaborato "EL07 – Cartografia generale: individuazione dei ricettori sensibili e delle sorgenti rumorose" sono stati evidenziati:

- ✓ i ricettori sensibili suddivisi in scuole e ospedali identificati con il codice univoco [COD_RIC] riportato negli shapefile "Scuole_stradale" e "Sanitari_stradale";
- ✓ altre tipologie di ricettori (abitazioni, industrie, commerciali, ecc.)
- ✓ strade suddivise per tipologia funzionale.

5.1.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE

La Mappatura Acustica del rumore stradale viene eseguita attraverso le seguenti metodologie di calcolo:

- ✓ CALCOLO IN FACCIAATA: per ciascun edificio di tipo abitativo/sensibile, vengono determinati i livelli sonori in corrispondenza della facciata più esposta, dati dalla combinazione dei contributi dovuti al traffico veicolare ed al transito dei mezzi di trasporto pubblico. Tali livelli acustici sono finalizzati ad individuare per il periodo di riferimento diurno e per il periodo di riferimento notturno, il numero assoluto e la percentuale di popolazione esposta ai seguenti intervalli dei livelli acustici $L_{Aeq,D}$ ed $L_{Aeq,N}$:
 - $L_{Aeq} < 55 \text{ dB(A)}$;
 - $55 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 65 \text{ dB(A)}$;
 - $65 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 75 \text{ dB(A)}$;
 - $L_{Aeq} \geq 75 \text{ dB(A)}$.
- ✓ CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE: vengono determinati i livelli sonori di rumore stradale su una griglia di calcolo 10 m x 10 m (h=4 m), espressi negli indicatori L_D ed L_N , al fine di rappresentare graficamente la rumorosità prodotta.

5.2 RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA

Nelle figure che seguono si riportano i grafici che individuano la percentuale di popolazione esposta al rumore stradale nel periodo di riferimento diurno (6.00 – 22.00) e nel periodo di riferimento notturno (22.00 – 6.00). Le percentuali sono elaborate unicamente in funzione del numero di residenti negli edifici di tipologia abitativa, e non in riferimento al numero di esposti in edifici di tipologia sensibile (studenti, posti letto, lavoratori ecc).

Figura 3 – Istogramma della percentuale di popolazione esposta al rumore STRADALE ($L_{Aeq,D}$)

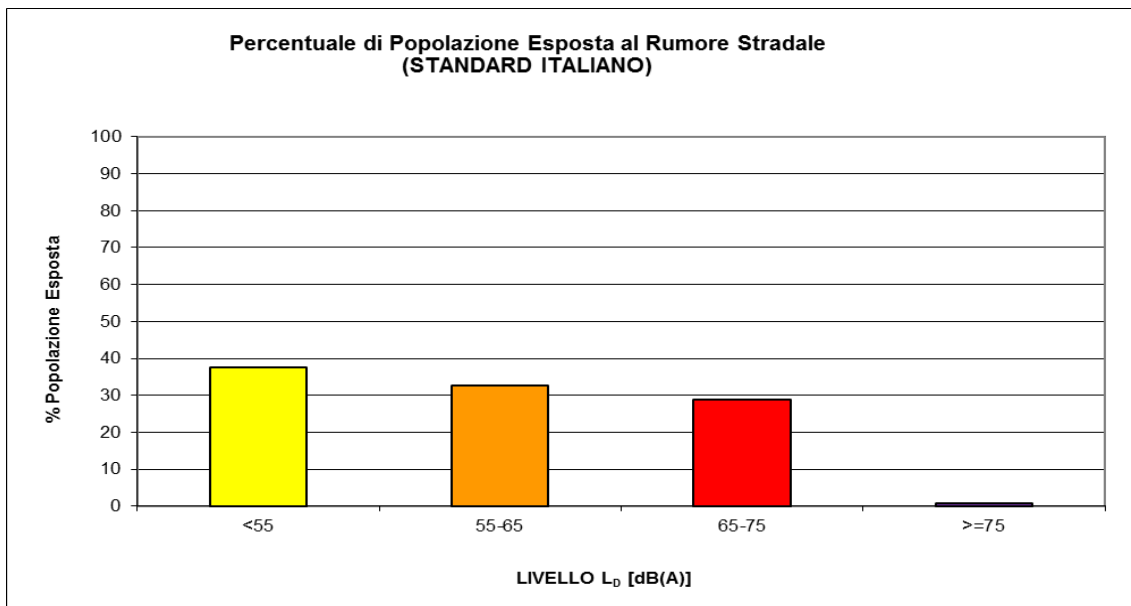
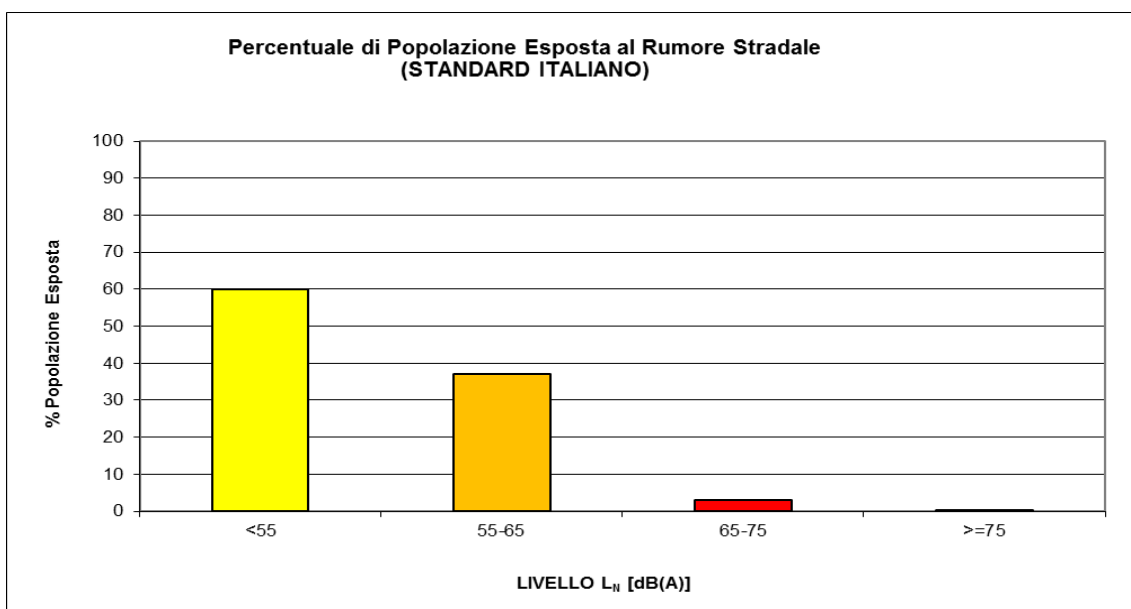


Figura 4 – Istogramma della percentuale di popolazione esposta al rumore STRADALE ($L_{Aeq,N}$)



Nelle tabelle che seguono si riporta in forma di tabella il numero e la relativa percentuale di abitanti esposta al rumore stradale nel periodo di riferimento diurno (6.00 – 22.00) e nel periodo di riferimento notturno (22.00 – 6.00). In quelle successive, gli stessi risultati riportati al numero di edifici.

Tabella 18 – Numero e percentuale di abitanti esposti al rumore STRADALE (L_D)

RUMORE STRADALE	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	37.564	37,6
55-65	32.714	32,7
65-75	28.842	28,8
>= 75	885	0,9
TOTALE	100.005	100,0

Tabella 19 – Numero e percentuale di abitanti esposti al rumore STRADALE (L_N)

RUMORE STRADALE	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	59.831	59,8
55-65	37.079	37,1
65-75	3.088	3,1
>= 75	7	0,0
TOTALE	100.005	100,0

Tabella 20 – Numero e percentuale di edifici esposti al rumore STRADALE (L_D)

RUMORE STRADALE	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	4.737	38
55-65	3.191	33
65-75	2.108	29
>= 75	32	1
TOTALE	10.068	100,0

Tabella 21 – Numero e percentuale di edifici esposti al rumore STRADALE (L_N)

RUMORE STRADALE	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	6.995	60
55-65	2.864	37
65-75	208	3
>= 75	1	0
TOTALE	10.068	100,0



Nelle tabelle che seguono si riporta il numero e la relativa percentuale di popolazione esposta a livelli sonori che superano i limiti di legge nel periodo diurno e notturno. I limiti considerati per la valutazione dei superamenti sono quelli indicati nei capitoli 3.1 e 3.2.

Tabella 22 – Numero e percentuale di popolazione esposta a livelli che superano i limiti di legge nel TR diurno

L _D [dB(A)]	Popolazione (n. abitanti)	
	TOTALE	PERCENTUALE (%)
Superamento dei limiti di legge	1.101	1.1

Tabella 23 – Numero e percentuale di popolazione esposta a livelli che superano i limiti di legge nel TR notturno

L _N [dB(A)]	Popolazione (n. abitanti)	
	TOTALE	PERCENTUALE (%)
Superamento dei limiti di legge	2.417	2.4



5.3 SUPERAMENTI PRESENTI SULLE SCUOLE “LATTES” E “CABIANCA” - EFFICACIA DEGLI INTERVENTI EFFETTUATI

La campagna di monitoraggio effettuata, oltre alle misure per la validazione del modello acustico, ha previsto anche misure fonometriche specifiche per la valutazione dei benefici acustici degli interventi realizzati presso le scuole “Lattes” e “Cabianca”.

Per la quantificazione dei risultati ottenuti si rimanda all’analisi dei risultati riportata nell’elaborato EL02 “Report di monitoraggio acustico”.

In estrema sintesi, gli interventi effettuati risultano efficaci e possono certamente essere presi ad esempio per la definizione del Piano di Azione del Comune di Vicenza.



5.4 CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati riportati nei precedenti capitoli è possibile trarre le seguenti conclusioni relativamente alle percentuali di popolazione esposta al rumore stradale e considerando gli indicatori previsti dallo STANDARD ITALIANO (L_D 6.00 – 22.00 e L_N 22.00 – 6.00). La popolazione residente complessivamente all'interno dell'area – Nadia ed attribuita agli edifici di tipologia residenziale è pari a 100.005 abitanti.

Periodo di riferimento diurno, L_D :

- ✓ circa il 37% (37.564 persone) della popolazione residente negli edifici esposti al rumore stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A);
- ✓ circa il 33% (32.714 persone) della popolazione residente negli edifici esposti al rumore stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore compreso tra 55 e 65 dB(A);
- ✓ circa il 29% (28.842 persone) della popolazione residente negli edifici esposti al rumore stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore compreso tra 65 e 75 dB(A);
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 75 dB(A) di L_D risultano essere in percentuale trascurabile ovvero meno dell'1% (885 persone).

Periodo di riferimento notturno, L_N :

- ✓ circa il 60% (59.831 persone) della popolazione residente negli edifici esposti al rumore stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A);
- ✓ circa il 37% (37.079 persone) della popolazione residente negli edifici esposti al rumore stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore compreso tra 55 e 65 dB(A);
- ✓ circa il 3% (3.088 persone) della popolazione residente negli edifici esposti al rumore stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore compreso tra 65 e 75 dB(A);
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 75 dB(A) di L_D risultano essere in percentuale trascurabile quasi nulla (1 solo edificio e 7 persone).

Per quanto riguarda la percentuale di popolazione esposta a valori acustici superiori ai limiti imposti, questa è pari a circa l'1% nel periodo diurno (6.00 – 22.00) ed al 2% nel periodo notturno (22.00 – 6.00).

Infine, preme notare come la campagna di monitoraggio effettuata, oltre alle misure per la validazione del modello acustico, ha previsto anche misure fonometriche specifiche per la valutazione dei benefici acustici degli interventi realizzati presso le scuole "Lattes" e "Cabianca". In estrema sintesi, gli interventi effettuati risultano efficaci e possono certamente essere presi ad esempio per la definizione del Piano di Azione del Comune di Vicenza.



IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 51 PAGINE

QUESTO DOCUMENTO E' STATO REDATTO PER VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA S.R.L.

DAL DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE N. 38 DELLA PROVINCIA DI FIRENZE

CON LA COLLABORAZIONE

DEL DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE N. 120 DELLA PROVINCIA DI FIRENZE

IL PRESENTE RAPPORTO E' STATO CONSEGNATO

IN DATA 21/11/2012

PER VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA S.R.L.

DOTT. ING. SERGIO LUZZI (DIRETTORE TECNICO)



DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (PROJECT MANAGER)



DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI (RESPONSABILE DELLA MODELLISTICA)

VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l.
Via Stradivari, 19 50127 Firenze
C.Fisc e P.IVA 05806850482
Tel. 055 4379140 Fax 055 416835