



# MAPPATURA ACUSTICA STRATEGICA DELL'AGGLOMERATO DI FIRENZE

(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

in applicazione del D. Lgs. 194/2005

## REPORT DI SINTESI – Rumore stradale



**COMUNE DI FIRENZE**  
**Direzione Ambiente**  
**Servizio Tutela Ambiente**  
**P.O. Protezione Ambiente**  
Via B. Fortini, 37 - 50125 Firenze

**Responsabile del Procedimento:**

Dott. Geol. Pietro Rubellini

**Responsabile P.O. Protezione Ambiente:**

Dott. Arnaldo Melloni



**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.ssa Raffaella Bellomini

**Responsabile modellistica:**

Dott. Ing. Francesco Borchì

**Collaboratori:**

Dott. Ing. Andrea Guido Falchi

Dott. Ing. Sara Recenti

Dott. Arch. Rossella Natale



## INDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
1.1	INTRODUZIONE	4
1.2	DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI LAVORO	6
1.3	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	12
<b>2.</b>	<b>AGGIORNAMENTO DELLA MAPPATURA ACUSTICA</b>	<b>13</b>
2.1	ANALISI DELLE AREE SU CUI SONO INTERVENUTE MODIFICHE	14
2.1.1	AREA ZTL (CENTRO STORICO)	14
2.1.2	AREE STRADE "INTERQUARTIERE"	16
2.1.3	AREA BROZZI – QUARACCHI	17
2.1.4	INTERVENTI DI RISANAMENTO ACUSTICO SU RICETTORI SENSIBILI	18
2.2	MISURE FONOMETRICHE E RILIEVI DEI FLUSSI DI TRAFFICO	19
2.2.1	AREA ZTL (CENTRO STORICO)	19
2.2.2	AREE STRADE "INTERQUARTIERE"	28
2.3	AREA BROZZI-QUARACCHI (FLUSSI DI TRAFFICO)	35
2.4	MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA	37
2.4.1	BASE DATI PER LA MODELLAZIONE	37
2.4.2	CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE ACUSTICA PRINCIPALE	39
2.4.3	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	40
2.4.4	VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	42
2.4.5	SIMULAZIONI ACUSTICHE SULLO SCENARIO	48
<b>3.</b>	<b>ACQUISIZIONE DELLE MAPPATURE ACUSTICHE</b>	<b>54</b>
3.1	PREMESSA	55
3.2	MAPPATURA ACUSTICA TRAMVIARIA	56
3.3	MAPPATURA ACUSTICA TRASPORTO PUBBLICO LOCALE SU GOMMA	57
<b>4.</b>	<b>MAPPATURA ACUSTICA DEL RUMORE STRADALE</b>	<b>58</b>
4.1	PREMESSA	59
4.2	RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA	61
4.3	CONCLUSIONI	63
	<b>ALLEGATI</b>	<b>65</b>
	ALLEGATO 1: SCHEDE DI MONITORAGGIO ACUSTICO	66



## 1. INTRODUZIONE



## 1.1 INTRODUZIONE

Il presente Report di Sintesi descrive le attività che sono state svolte per la predisposizione della Mappatura Acustica del rumore stradale, relativamente all'agglomerato di Firenze, ai sensi di quanto previsto dal D. Lgs. 194/2005, che il Comune di Firenze ha affidato alla società VIE. EN. RO. SE. Ingegneria S.r.l.

Nella presente mappatura acustica si intende per rumore stradale la combinazione dei seguenti contributi:

- ✓ rumore prodotto dal traffico veicolare in transito sulle strade di pertinenza comunale;
- ✓ rumore prodotto dal transito delle linee di Trasporto Pubblico Urbano su gomma, gestite da ATAF S.p.A.;
- ✓ rumore prodotto dall'esercizio della Linea Tramviaria "T1", gestita da GEST S.p.A.

Il presente studio è suddiviso nelle seguenti parti:

### **PARTE 1: aggiornamento della mappatura acustica per quanto riguarda il contributo del traffico veicolare sulle infrastrutture di pertinenza comunale.**

Scopo di questa parte di lavoro è quella di realizzare l'aggiornamento all'anno 2012 della mappatura acustica del rumore prodotto dalle infrastrutture di pertinenza comunale svolte sull'agglomerato della città di Firenze:

- ✓ Mappatura Acustica, eseguita nell'anno 2008 dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione dell'Ambiente della Toscana – ARPAT (di seguito indicata come Mappatura 2008);
- ✓ Piano d'Azione, eseguita nell'anno 2009 dalla società VIE. EN. RO. SE. Ingegneria S.r.l. (di seguito indicata come Piano d'Azione 2009).

### **PARTE 2: acquisizione delle mappature acustiche predisposte dai gestori dei Servizi di Trasporto Pubblico Urbano su gomma e tramviario.**

In questa parte di lavoro vengono acquisite le mappature acustiche dei gestori dei Servizi di Trasporto Pubblico Urbano (ATAF S.p.A. e GEST S.p.A.).

### **PARTE 3: realizzazione della Mappatura Acustica del rumore stradale.**

Viene predisposta la Mappatura Acustica del rumore stradale dell'agglomerato di Firenze, integrando i contributi di tutte le sorgenti acustiche considerate nella precedenti parti del lavoro.

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.ssa. Raffaella Bellomini, tecnico competente in acustica ambientale n. 103 della Provincia di Firenze;
- ✓ Responsabile della modellistica: Dott. Ing. Francesco Borchì, tecnico competente in acustica ambientale n. 38 della Provincia di Firenze;
- ✓ Collaboratore: Dott. Ing. Andrea Falchi, tecnico competente in acustica ambientale n. 120 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;
- ✓ Collaboratore: Anna Maliandi.

## 1.2 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI LAVORO

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

### PARTE 1 – AGGIORNAMENTO DELLA MAPPATURA ACUSTICA

**FASE 1: Analisi delle aree su cui sono intervenute modifiche rispetto alla precedenti fasi di mappatura (2008 e 2009).**

Sono state identificate le seguenti aree:

- ✓ area ZTL (Zona a Traffico Limitato, interna al centro storico della città): all'interno di questa area, alcuni settori hanno subito interventi di pedonalizzazione o modifiche della viabilità veicolare o del Trasporto Pubblico Locale;
- ✓ aree in cui sono previsti interventi strategici ed interessate da approfondimenti di analisi e di rilevazioni dei dati di traffico aggiornati rispetto al 2009 (intervento di Brozzi-Quaracchi);
- ✓ aree in cui sono stati effettuati interventi di tipo locale (interventi con barriere sui ricettori sensibili);
- ✓ aree in corrispondenza di alcuni degli assi viari principali della città (definite come “interquartiere” all'interno del database utilizzato per la stesura della Mappatura Acustica 2008 e del Piano d'Azione 2009). L'approfondimento di valutazione per le strade interquartiere si è reso necessario alla luce dei monitoraggi acustici effettuati da ARPAT successivamente al 2008, in cui si è stata evidenziata una sottostima dei livelli acustici calcolati in mappatura rispetto alle rilevazioni fonometriche.

**FASE 2: Misure fonometriche e rilievi dei flussi di traffico.**

Sono state condotte due distinte campagne di misurazioni fonometriche e di rilievo dei flussi di traffico: una relativa alle zone interne alla ZTL soggette a recenti interventi di pedonalizzazione, ed un'altra relativa agli assi viari principali della città (strade “interquartiere”).

Per quanto riguarda le zone all'interno della ZTL si è proceduto nel modo seguente:

- ✓ definizione di 13 sezioni caratterizzanti altrettanti nodi stradali che hanno subito recenti interventi di pedonalizzazione o modifiche della viabilità veicolare: tali nodi sono stati scelti in modo da poter caratterizzare un congruo numero di assi viari;
- ✓ suddivisione degli assi viari sottoposti a monitoraggio in 8 categorie ritenute acusticamente omogenee, ovvero con caratteristiche similari a livello dimensionale (analoga larghezza della strada) e dei flussi di traffico;
- ✓ rilevazioni fonometriche di breve periodo (circa 10-20 minuti), sia nel periodo di riferimento diurno che in quello notturno, in postazioni di misura ubicate in corrispondenza dei suddetti nodi;



- ✓ rilievi dei flussi di traffico su tutti gli assi viari afferenti a ciascun nodo, contemporanei alle misurazioni fonometriche: tali conteggi sono stati effettuati al fine di garantire una corrispondenza tra il dato di rumore e quello emissivo della sorgente acustica;
- ✓ raccolta, presso gli uffici comunali, di tutte le informazioni disponibili: è stato possibile recuperare i risultati di una campagna di rilievo dei flussi di traffico effettuata dall'amministrazione Comunale nel mese di marzo 2012 presso Via XVII Aprile, ovvero uno degli assi principali della zona di Piazza San Marco interessata dal primo dei recenti interventi di pedonalizzazione del centro storico di Firenze.

Per quanto riguarda le strade "interquartiere" si è proceduto nel modo seguente:

- ✓ suddivisione delle strade "interquartiere" in 4 categorie ritenute acusticamente omogenee ovvero con caratteristiche simili a livello dimensionale (analogia larghezza della strada) e dei flussi di traffico;
- ✓ individuazione di una infrastruttura caratterizzante ciascuna categoria: Viale Europa, Viale Giovan Battista Morgagni, Viale Malta e Viale Francesco Petrarca;
- ✓ rilevazioni fonometriche di lungo periodo (aventi durata settimanale) in corrispondenza di una postazione di misura caratterizzante la rumorosità delle 4 infrastrutture scelte: tali misurazioni sono state effettuate da ARPAT nei mesi da maggio a luglio 2012;
- ✓ rilievi di traffico di breve durata (circa 10-20 minuti, sia nel periodo di riferimento diurno che in quello notturno) effettuati in contemporanea alle misurazioni fonometriche;
- ✓ raccolta dei risultati di campagne di misurazioni fonometriche di lungo periodo effettuate da ARPAT in corrispondenza di ulteriori assi viari principali: Viale Spartaco Lavagnini (rilievo effettuato nel mese di novembre 2008), Via del Sansovino (febbraio 2011) e Viadotto dell'Indiano (febbraio/marzo 2008);
- ✓ raccolta dei risultati di una campagna di rilievo dei flussi di traffico effettuata dall'Amministrazione Comunale nel mese di ottobre 2010, in corrispondenza di ulteriori 11 assi viari principali.

### **FASE 3: Analisi delle zone sottoposte a interventi strategici (area di Brozzi-Quaracchi)**

In questa fase sono stati recuperati i dati fonometrici e dei flussi di traffico rilevati nei mesi di settembre/ottobre/novembre 2010, relativamente all'area urbana Brozzi-Quaracchi interessata da interventi strategici per il risanamento acustico.

Tali dati sono stati utilizzati nell'ambito del progetto europeo "*HUSH-LIFE+08 Harmonization of Urban noise reduction Strategies for Homogeneous action plans*" (che ha come capofila il Comune di Firenze): questi dati sono stati utilizzati per la progettazione degli interventi relativi all'area urbana Brozzi-Quaracchi, a partire dai dati acustici (rilievi fonometrici e flussi di traffico) raccolti da Arpat, dallo studio di mobilità prodotto da ISPRA, e sulla base delle considerazioni emerse dall'analisi dei dati non acustici raccolti dal Comune.



#### **FASE 4: Costruzione e validazione del modello di propagazione acustica**

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 Firenze. Come base territoriale, è stata utilizzata quella relativa alle precedenti fasi di mappatura (Mappatura Acustica 2008 e Piano d'Azione 2009), sulla quale sono state apportate le seguenti modifiche:

- ✓ aggiornamento del dato di traffico di input in relazione ai nuovi studi e rilievi effettuati;
- ✓ modifica del modello del terreno in riferimento alle altre modifiche introdotte con la realizzazione degli interventi sui ricettori sensibili (inserimento di barriere antirumore).

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 la validazione del modello acustico sono stati costruiti modelli specifici degli scenari oggetto di rilevazioni fonometriche (sezioni interne alla ZTL e assi viari principali, strade "interquartiere").
- ✓ 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 nella mappatura 2008.

#### **FASE 5: Nuova simulazione ed aggiornamento della mappatura acustica**

Il modello così costruito e validato è stato quindi utilizzato per determinare la propagazione acustica su tutto lo scenario relativo al territorio del Comune di Firenze, al fine di realizzare la Mappatura Acustica aggiornata all'anno 2012, per quanto riguarda il contributo del traffico veicolare su infrastrutture di pertinenza comunale.





Si è proceduto nel modo seguente:

- ✓ ripartizione di tutti gli assi viari ricadenti all'interno della ZTL nelle 8 categorie acusticamente omogenee definite a partire dalle strade sottoposte a monitoraggio;
- ✓ analogamente, tutte le strade "interquartiere" sono state ripartite nelle 4 categorie definite per tali tipologie di strade;
- ✓ alle strade interne alla ZTL è stato attribuito un dato di traffico pari alla media dei valori conteggiati nelle strade della relativa categoria di appartenenza;
- ✓ alle strade "interquartiere" è stato invece attribuito un dato di traffico pari al valore conteggiato nell'asse viario relativo alla categoria di appartenenza;
- ✓ a tutti gli assi viari (sia interni alla ZTL che "interquartiere") sottoposti a monitoraggio, sono stati attribuiti i dati di traffico ottenuti mediante il conteggio diretto;
- ✓ agli assi viari ricadenti nell'area Brozzi – Quaracchi sono stati attribuiti i dati di traffico rilevati da ARPAT nei mesi di settembre/ottobre/novembre 2010;
- ✓ sono stati inseriti nel modello territoriale, gli interventi diretti sui ricettori sensibili (scuole) precedentemente descritti;
- ✓ i flussi di traffico relativi alle infrastrutture A1, A11 e Strada di Grande Comunicazione FI-PI-LI sono stati posti a zero, in quanto i relativi contributi vengono considerati nelle specifiche mappature acustiche predisposte dai singoli gestori.

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

- ✓ **CALCOLO IN FACCIAIA:** livelli sonori determinati a 4 m di altezza sulla facciata più esposta di ciascun edificio abitativo, espressi negli indicatori  $L_{DEN}$  ed  $L_{NIGHT}$ , per il periodo di riferimento giorno/sera/notte e 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  $L_{DEN}$  ed  $L_{NIGHT}$ , al fine di rappresentare graficamente la rumorosità prodotta dal transito dei mezzi sulle strade provinciali.

Tali risultati sono stati integrati con gli analoghi livelli acustici prodotti dai servizi di trasporto pubblico, al fine di predisporre la Mappatura Acustica del rumore stradale urbano dell'agglomerato di Firenze.



## PARTE 2 – ACQUISIZIONE DELLE MAPPATURE ACUSTICHE

Questa parte del lavoro ha previsto l'acquisizione delle mappature acustiche dei gestori dei Servizi di Trasporto Pubblico, su gomma e tramviario.

In particolare, l'oggetto del presente lavoro è, anche considerando il formato dei dati, quello di prevedere una sovrapposizione delle singole mappe acustiche e dei relativi risultati, in modo tale da poter sommare energeticamente, con riferimento agli indicatori previsti dalla Direttiva 2002/49/CE, i contributi di ciascuna sorgente sugli edifici considerati (CALCOLO IN FACCIA) e su una analoga griglia di punti (CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE).

In particolare si prevede di integrare le mappature dei seguenti gestori:

- ✓ Mappatura acustica dell'infrastruttura ferroviaria (RFI S.p.A.).
- ✓ Mappatura acustica dell'infrastruttura tramviaria (GEST S.p.A.).
- ✓ Mappatura acustica del traffico veicolare su strade di pertinenza comunale

Nel presente report di sintesi verrà dettagliata la tipologia di mappature che è stato possibile reperire, in termini di risultato sul singolo ricettore e di mappa isofonica.

## PARTE 3 – MAPPATURA ACUSTICA DEL RUMORE STRADALE

Viene predisposta la Mappatura Acustica del rumore stradale relativamente all'Agglomerato di Firenze, integrando i contributi delle sorgenti acustiche considerate nelle precedenti parti del lavoro.

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

- ✓ CALCOLO IN FACCIA: per ciascun edificio di tipo abitativo, vengono determinati i livelli sonori in corrispondenza della facciata più esposta, dati dalla combinazione (somma energetica) dei singoli contributi dovuti al traffico veicolare, al transito dei mezzi ATAF ed all'esercizio della Tramvia. Tali livelli acustici sono finalizzati ad individuare per il periodo di riferimento giorno/sera/notte e per il periodo di riferimento notturno, il numero assoluto e la percentuale di popolazione esposta agli stessi intervalli dei livelli acustici  $L_{DEN}$  ed  $L_{NIGHT}$ :
  - $L_{DEN} < 55 \text{ dB(A)}$ ;
  - $55 \text{ dB(A)} \leq L_{DEN} < 60 \text{ dB(A)}$ ;
  - $60 \text{ dB(A)} \leq L_{DEN} < 65 \text{ dB(A)}$ ;
  - $65 \text{ dB(A)} \leq L_{DEN} < 70 \text{ dB(A)}$ ;



- $70 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{DEN}} < 75 \text{ dB(A)}$ ;
  - $L_{\text{DEN}} \geq 75 \text{ dB(A)}$ .
  - $L_{\text{NIGHT}} < 50 \text{ dB(A)}$ ;
  - $50 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 55 \text{ dB(A)}$ ;
  - $55 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 60 \text{ dB(A)}$ ;
  - $60 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 65 \text{ dB(A)}$ ;
  - $65 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 70 \text{ dB(A)}$ ;
  - $L_{\text{NIGHT}} \geq 70 \text{ dB(A)}$ .
- ✓ **CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE:** vengono determinati i livelli sonori di rumore stradale (dati dalla combinazione dei singoli contributi dovuti al traffico veicolare, al transito dei mezzi ATAF ed all'esercizio della Tramvia) su una griglia di calcolo  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  ( $h=4 \text{ m}$ ), espressi negli indicatori  $L_{\text{DEN}}$  ed  $L_{\text{NIGHT}}$ , al fine di rappresentare graficamente la rumorosità prodotta. La mappa isofonica complessiva è stata ottenuta attraverso la somma energetica dei singoli contributi calcolati nella griglia di calcolo descritta.

Gli elaborati facenti parte della presente consegna, sono stati compilati con riferimento al documento *“Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche”* (versione 2.0, data 18/05/2012) edito dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare.



### 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.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 Toscana) 5 agosto 2011, n. 39 "Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) e alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 88 (Attribuzione agli Enti locali e disciplina generale delle funzioni amministrative e dei compiti in materia di urbanistica e pianificazione territoriale, protezione della natura e dell'ambiente, tutela dell'ambiente dagli inquinamenti e gestione dei rifiuti, risorse idriche e difesa del suolo, energia e risorse geotermiche, opere pubbliche, viabilità e trasporti conferite alla Regione dal D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112).
- ✓ 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. AGGIORNAMENTO DELLA MAPPATURA ACUSTICA**

## 2.1 ANALISI DELLE AREE SU CUI SONO INTERVENUTE MODIFICHE

Al fine di aggiornare le precedenti fasi di mappatura alle condizioni di traffico e di circolazione veicolare attualmente presenti nell'agglomerato di Firenze, è stato svolto uno studio di approfondimento in corrispondenza delle seguenti tipologie di aree:

- ✓ area ZTL (zona a traffico limitato, corrispondente approssimativamente al centro storico di Firenze, ovvero internamente alla cerchia dei Viali di Circonvallazione e dei Viali dei Colli): all'interno di questa, alcuni settori hanno subito interventi di pedonalizzazione o modifiche della viabilità veicolare o del Trasporto Pubblico Locale;
- ✓ aree in corrispondenza di alcuni degli assi viari principali della città (definite come "interquartiere" all'interno del database utilizzato per la stesura della Mappatura Acustica 2008 e del Piano d'Azione 2009). L'approfondimento di valutazione per le strade interquartiere si è reso necessario alla luce dei monitoraggi acustici effettuati da ARPAT successivamente al 2008, in cui si è stata evidenziata una sottostima dei livelli acustici calcolati in mappatura rispetto alle rilevazioni fonometriche.
- ✓ aree in cui sono previsti interventi strategici ed interessate da approfondimenti di analisi e di rilevazioni dei dati di traffico aggiornati rispetto al 2009 (intervento di Brozzi-Quaracchi);
- ✓ aree in cui sono stati effettuati interventi di tipo locale: sono stati considerati gli interventi con barriere sui ricettori sensibili (scuole), previsti e realizzati nell'ambito del Piano Comunale di Risanamento Acustico della città di Firenze.

### 2.1.1 AREA ZTL (CENTRO STORICO)

Per ZTL si intende tutta l'area del centro storico di Firenze (quella indicativamente compresa entro gli ottocenteschi viali di circonvallazione e tutelata come 'Patrimonio 'Unesco') definita, ai fini della mobilità, zona a traffico limitato (ZTL). All'interno di questa l'accesso, la circolazione e la sosta sono regolati da apposite norme. Agli autoveicoli dei non residenti la circolazione e la sosta entro la ZTL è vietata nelle seguenti fasce orarie: nei giorni feriali dal lunedì al venerdì (7,30/19,30) ed il sabato (7,30/18,00).

La ZTL è delimitata da una serie di 'varchi di accesso' che, oltre ad essere segnalati da appositi cartelli, sono controllati da porte telematiche che rilevano automaticamente le targhe di tutti i veicoli che vi transitano. Fra i numerosi 'varchi' ve ne sono alcuni (quelli destinati esclusivamente ai mezzi pubblici e di soccorso) che sono sempre vietati, 24 ore su 24.

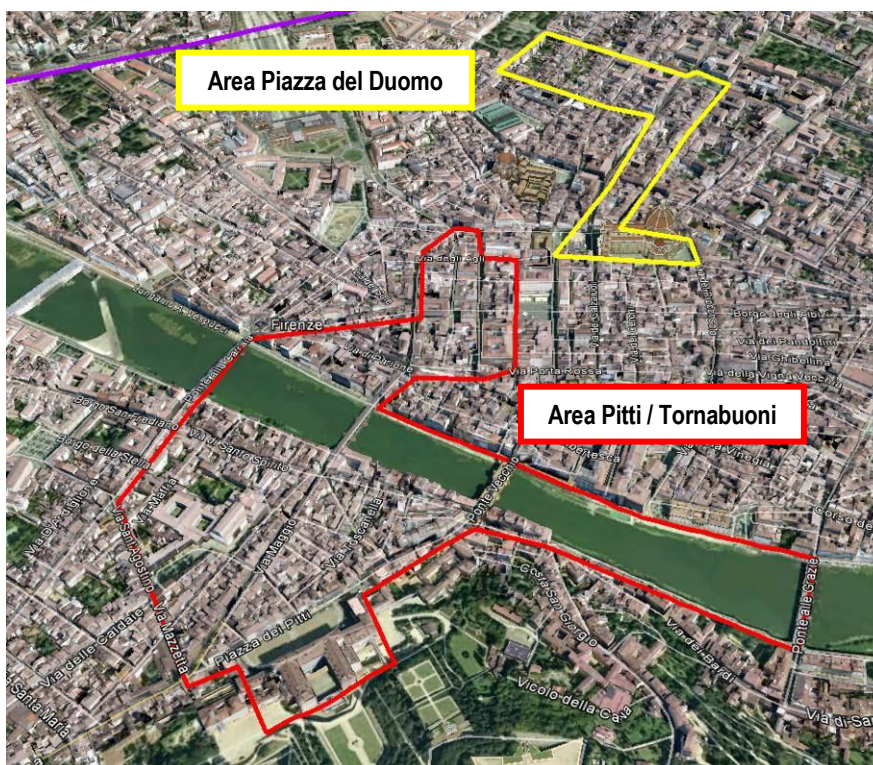
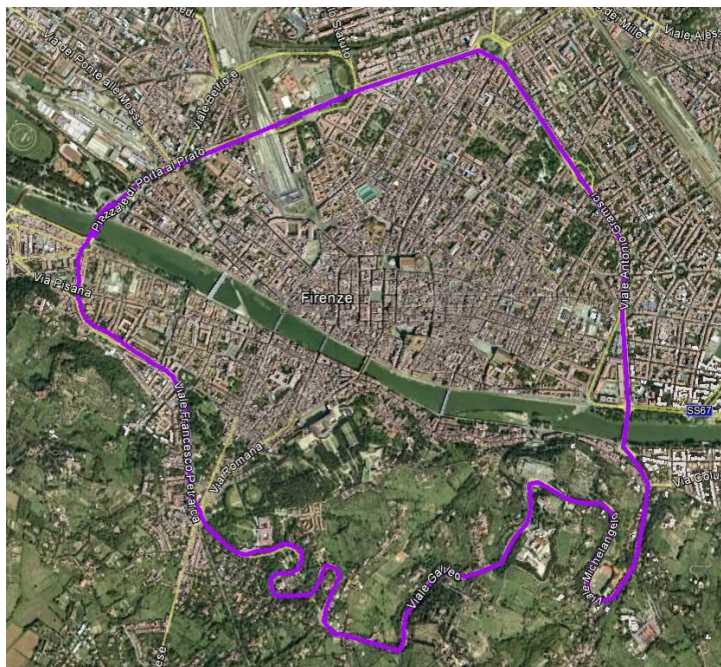
A partire dal 2008 ad oggi, l'area interna al centro storico di Firenze ha subito i seguenti interventi di pedonalizzazione, che hanno portato significative modifiche della viabilità veicolare o del Trasporto Pubblico Locale delle zone circostanti:



- ✓ ottobre 2009: pedonalizzazione dell'area di Piazza del Duomo;
- ✓ giugno 2011: pedonalizzazione dell'area di Piazza Pitti e di Via Tornabuoni.

Nella seguente figura è riportato una foto satellitare del centro della città di Firenze, con l'indicazione delle aree che hanno subito i suddetti interventi.

**Figura 1 – ZTL e aree di recente pedonalizzazione**



## 2.1.2 AREE STRADE “INTERQUARTIERE”

Sono state prese in considerazione tutte le strade definite come “interquartiere” all’interno del database utilizzato per la stesura della Mappatura Acustica 2008 e del successivo Piano d’Azione 2009. All’interno di queste, ne sono state selezionate le 36 principali: queste sono state quindi suddivise in 4 categorie ritenute acusticamente omogenee ovvero con caratteristiche simili a livello dimensionale (analoga larghezza della strada) e dei flussi di traffico.

Di seguito si riporta in tabella l’elenco delle suddette strade, divise nelle 4 categorie, contrassegnate da un “pivot” che ne identifica univocamente la tipologia.

**Tabella 1 – Strade principali “interquartiere”**

<b>“PIVOT” A - 2 CORSIE</b>	
Viale	Ludovico Ariosto
Viale	Duca degli Abruzzi
Viale	Manfredo Fanti
Viale	Galileo
Viale	Luigi Gori
Viale	Niccolò Machiavelli
Viale	Malta
Viale	Michelangiolo
Viale	Giovanni Milton
Viale	Pasquale Paoli
Viale	Piombino
Viale	Augusto Righi
Viale	Alessandro Volta
<b>“PIVOT” B - 4 CORSIE FLUSSO BASSO</b>	
Viale	Aleardo Aleari
Viale	Giovanni Amendola
Viale	degli Astronauti
Viale	Belfiore
Viale	Enrico Cialdini
Viale	Etruria
Viale	Donato Giannotti
Viale	Giovine Italia
Viale	dei Mille
Viale	Pietro Nenni
Viale	Francesco Petrarca
Viale	Gaetano Pieraccini
Viale	Francesco Redi
Viale	Fratelli Rosselli
Viale	Raffaello Sanzio



“PIVOT” C - 4 CORSIE FLUSSO ALTO	
Viale	Europa
Viale	Giovanni Luder
“PIVOT” D - 6 CORSIE	
Viale	Antonio Gramsci
Viale	Spartaco Lavagnini
Viale	Giacomo Matteotti
Viale	Giovan Battista Morgagni
Viale	Filippo Strozzi
Viale	Alessandro Guidoni

### 2.1.3 AREA BROZZI – QUARACCHI

La zona Brozzi – Quaracchi si presenta come un’area complessa, dove nell’ambito di uno scenario acustico multisorgente, le varie infrastrutture contribuiscono in modo diverso al clima acustico della zona.

Possono considerarsi come infrastrutture che a diverso livello influiscono sull’area:

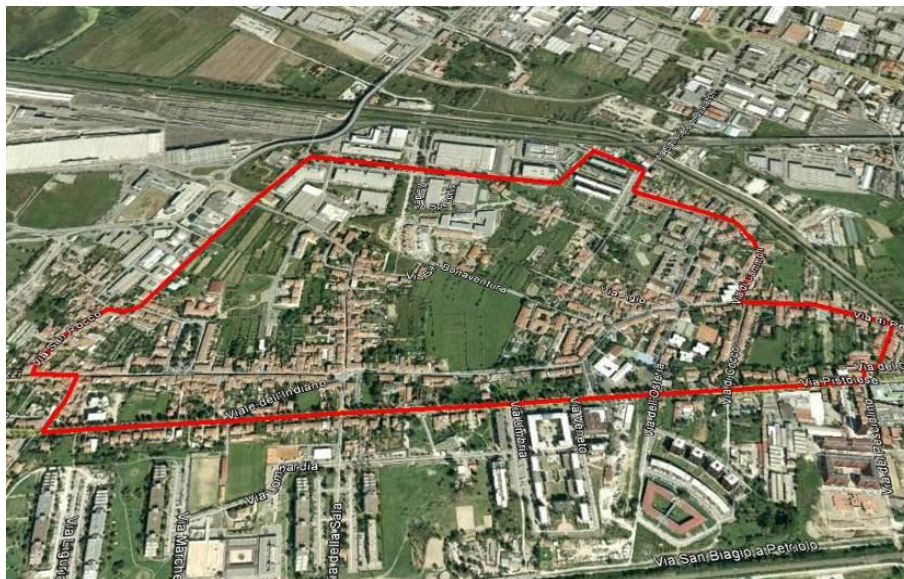
- ✓ Autostrada A1, tratto tra caselli Scandicci e Fi Nord;
- ✓ Autostrada A11, tratto di penetrazione urbana appartenente al Comune di Firenze;
- ✓ Aeroporto Amerigo Vespucci;
- ✓ Insediamenti industriali e artigianali, area tra via de’ Cattani e via Curzio Malaparte;
- ✓ via Pistoiese e via Pratese;
- ✓ strade locali, con particolare criticità su via di Cammori, via della Saggina, via di Brozzi.

Questa area sarà soggetta nei prossimi mesi ad un’azione di miglioramento del clima acustico realizzata nell’ambito del progetto europeo *HUSH–LIFE+08 Harmonization of Urban noise reduction Strategies for Homogeneous action plans* (che ha come capofila il Comune di Firenze), che comporterà significative modifiche alla mobilità ed alla circolazione veicolare. Alla base della progettazione di tali modifiche è stato effettuato uno studio acustico di approfondimento consistente in una campagna di rilievo dei flussi di traffico e di monitoraggio fonometrico. Sono stati recuperati i dati fonometrici e dei flussi di traffico rilevati dai partner del progetto nei mesi di settembre/ottobre/novembre 2010.

Allo stato attuale l’intervento non è ancora stato realizzato. Nella presente mappatura acustica si è comunque ritenuto importante recepire i risultati ed i dettagli dello studio acustico di approfondimento sull’area.

Nella seguente figura è riportato una foto satellitare dell’area di Brozzi – Quaracchi.

**Figura 2 – Area Brozzi - Quaracchi**



#### 2.1.4 INTERVENTI DI RISANAMENTO ACUSTICO SU RICETTORI SENSIBILI

In questa fase, sono stati presi in considerazione gli interventi di risanamento acustico progettati e messi in opera in corrispondenza di alcuni ricettori sensibili, nell'ambito dei primi steps del Piano Comunale di Risanamento Acustico della città di Firenze. Tali interventi sono riferiti all'installazione di barriere fonoassorbenti in corrispondenza delle seguenti scuole:

- ✓ scuola elementare Bargellini – Vamba (via di Novoli): installazione di una barriera fonoassorbente di lunghezza pari a 118 m e altezza pari a 3.00 m, posta lungo il confine di pertinenza della scuola con affaccio su via di Novoli;
- ✓ scuola elementare Martin Luther King (viale Etruria): installazione di una barriera fonoassorbente di lunghezza pari a 135 m e altezza pari a 3.00 m, posta lungo il confine di pertinenza della scuola con affaccio su viale Etruria;
- ✓ scuola elementare Pilati (zona Bellariva): installazione di una barriera fonoassorbente di lunghezza pari a 174 m e altezza pari a 3.00 m, posta lungo il confine di pertinenza della scuola con affaccio su Via Minghetti e su Lungarno Aldo Moro;
- ✓ scuola elementare Don Minzoni (via Giuliani): installazione di una barriera fonoassorbente di lunghezza pari a 87 m e altezza pari a 2.50 m, posta lungo il confine di pertinenza della scuola con affaccio su via Giuliani. Questo intervento è stato realizzato nell'ambito del citato progetto *HUSH*.



## 2.2 MISURE FONOMETRICHE E RILIEVI DEI FLUSSI DI TRAFFICO

Per la caratterizzazione degli attuali flussi di traffico di tutte le infrastrutture stradali descritte nel precedente capitolo, sono state condotte due distinte campagne di misurazioni fonometriche e di rilievo dei flussi di traffico: una relativa alle zone interne alla ZTL soggette a recenti interventi di pedonalizzazione, ed un'altra relativa agli assi viari principali della città (strade "interquartiere").

### 2.2.1 AREA ZTL (CENTRO STORICO)

Per la definizione dei flussi di traffico aggiornati alla situazione attuale all'interno delle aree della ZTL sottoposte a recenti interventi di pedonalizzazione o modifiche della viabilità veicolare (zone indicate in figura 1), è stata eseguita una campagna di misurazioni fonometriche di breve durata (circa 10-20 minuti) e contemporanei conteggi dei flussi di traffico in corrispondenza di 13 sezioni di monitoraggio, caratterizzanti altrettanti nodi stradali.

Nella pratica, sono stati conteggiati i flussi di traffico in fasce orarie rappresentative sia del periodo di riferimento diurno che (in alcuni casi) di quello notturno, per un totale di 60 strade del centro storico di Firenze presenti nei pressi dell'area soggetta alla pedonalizzazione del giugno 2011 (zona Pitti/Tornabuoni).

Il monitoraggio fonometrico e del traffico è stato eseguito dalla scrivente società nel mese di maggio 2012.

Per quanto riguarda i report delle misurazioni fonometriche effettuate nelle postazioni deve essere fatto esplicito riferimento all'allegato al presente report denominato "*Schede di monitoraggio acustico*". Nelle suddette schede, viene riportato il report della campagna di conteggio dei flussi di traffico effettuati in contemporanea alle misurazioni fonometriche, oltre alle informazioni descrittive dei punti di misura stessi e del sistema di strumentazione utilizzato per le misure, corredato dei certificati di taratura di tutti i componenti.

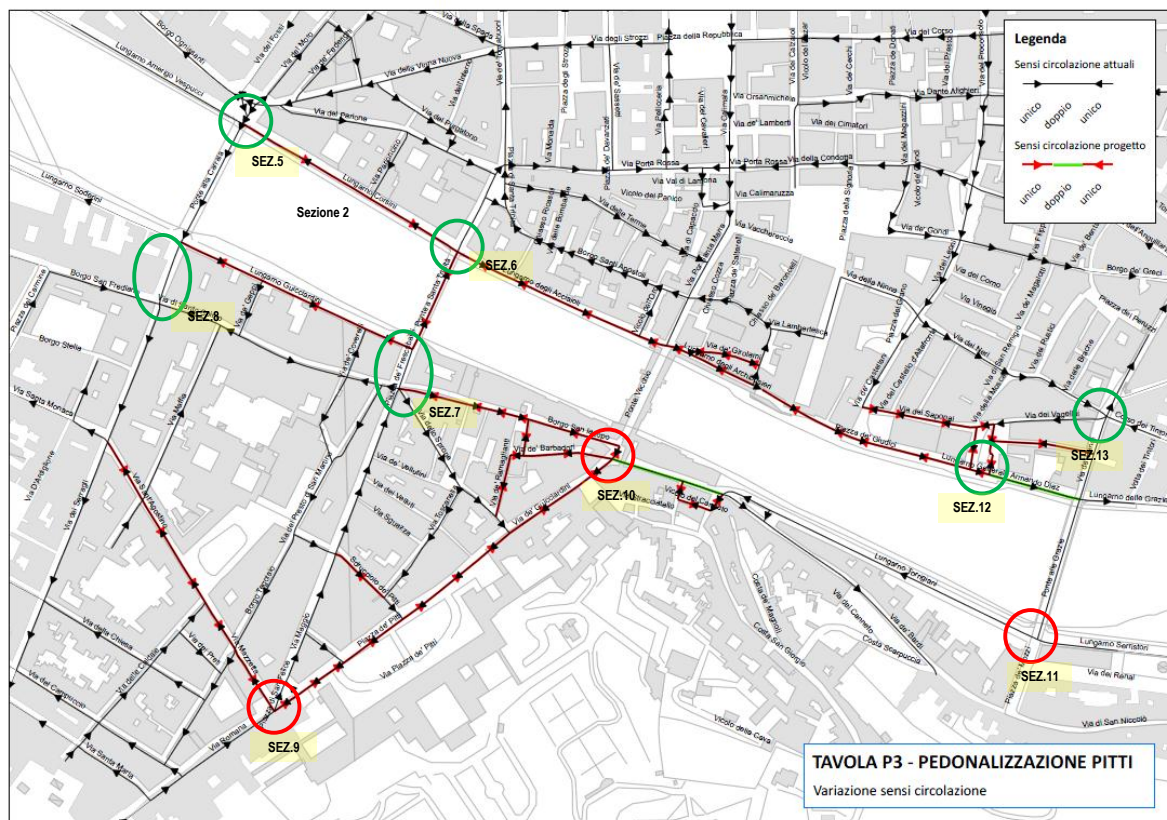
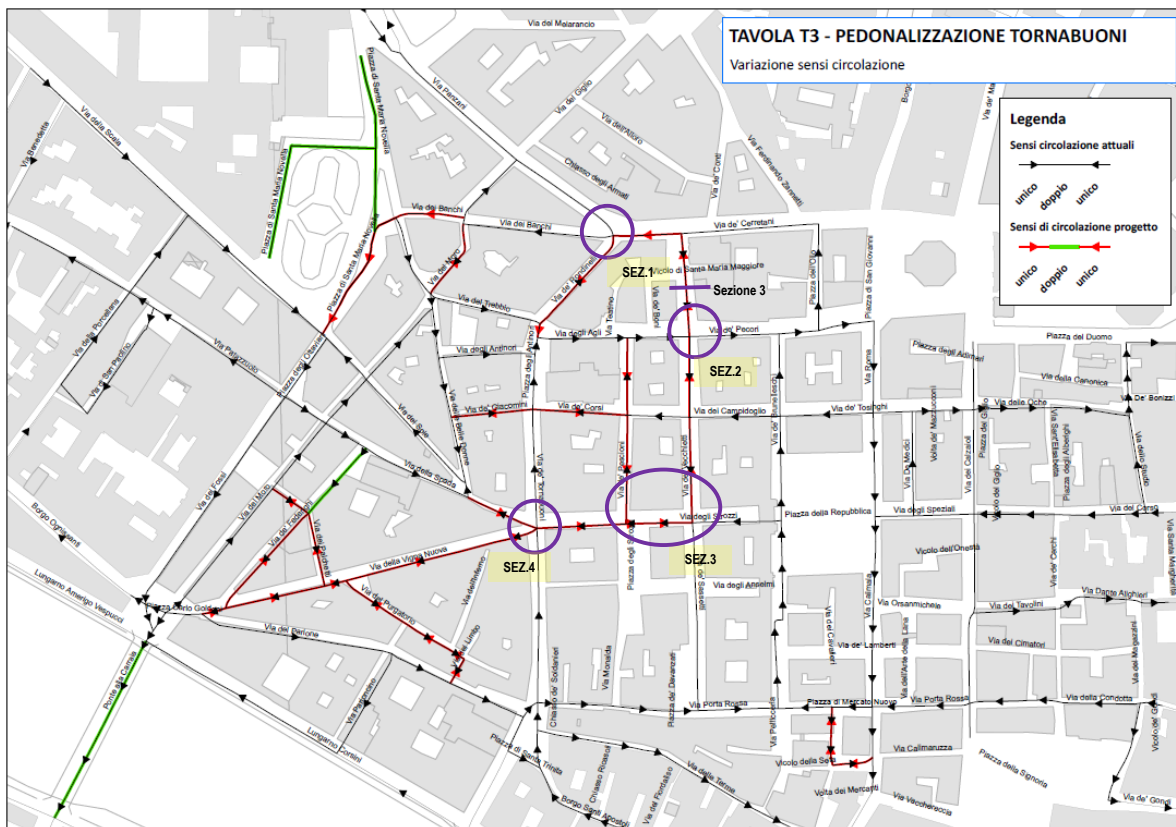
Inoltre, sono stati acquisiti presso l'Ufficio Mobilità del Comune di Firenze i risultati di una campagna di rilievo dei flussi di traffico effettuata nel mese di marzo 2012 presso Via XVII Aprile, ovvero uno degli assi principali della zona di Piazza San Marco interessata dal primo dei recenti interventi di pedonalizzazione, nel 2009 (zona Piazza del Duomo).

Le sezioni di monitoraggio, la cui collocazione cartografica è riportata nella seguente figura, sono state scelte in modo da poter caratterizzare un congruo numero di assi viari.

Nella successiva tabella sono invece riportate le schematizzazioni planimetriche delle sezioni di monitoraggio: nelle figure sono indicati gli assi viari afferenti a ciascun nodo, i cui flussi di traffico sono stati caratterizzati contestualmente alle misurazioni fonometriche effettuate in postazioni ubicate in corrispondenza di ciascun nodo stesso. In figura è inoltre indicata la collocazione delle postazioni di misura.



Figura 3 – Sezioni di monitoraggio (aree ZTL)



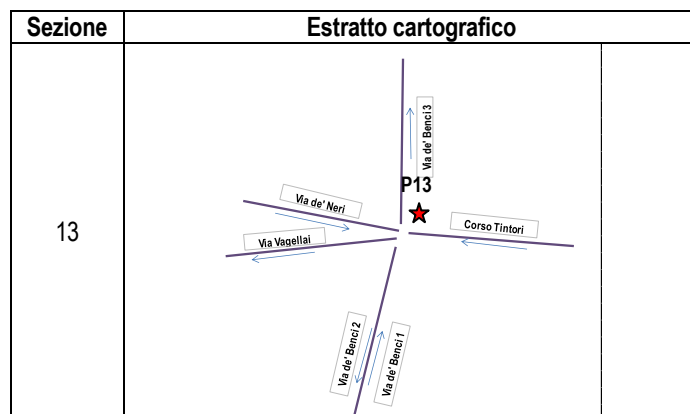
**Tabella 2 – Nodi viari (aree ZTL)**

Sezione	Estratto cartografico
1	
2	
3	<p>In corrispondenza della sezione 3 non sono stati effettuati rilievi fonometrici, ma solo conteggi dei flussi di traffico.</p>
4	

Sezione	Estratto cartografico
5	
6	
7	
8	



Sezione	Estratto cartografico	
9		
10		
11		
12		



Di seguito, vengono riportati i risultati del monitoraggio eseguito: nella prima tabella sono riepilogati i valori dei flussi di traffico conteggiati su tutti gli archi viari presi in considerazione e riportati al dato orario (valori espressi in veicoli/ora), mentre nella seconda i livelli acustici misurati nelle postazioni fonometriche.

**Tabella 3 – Flussi di traffico (aree ZTL)**

Sezione	Strada	GIORNO		NOTTURNO		Sezione	Strada	GIORNO		NOTTURNO	
		veic/h	PESANTI	veic/h	PESANTI			veic/h	PESANTI	veic/h	PESANTI
1	Via Panzani	531	36	180	12	7	Via S. Spirito A	63	0	0	0
1	Via Cerretani	378	36	186	6	7	Via Maggio A	390	15	98	0
1	Via Rondinelli	210	24	90	12	7	Via dello Sprone	87	0	22	0
1	Via Banchi	72	12	42	0	7	Borgo S. Jacopo A	153	0	72	6
2	Via de' Vecchietti A	333	33			8	Ponte alla Carraia B	567	30		
2	Via de' Vecchietti B	423	27			8	Lungarno Guicciardini B	741	24		
2	Via degli Agli	261	12			8	Lungarno Soderini	588	6		
2	Via de' Pecori	180	9			8	Borgo S. Frediano	240	33		
3	Via Strozzi A	132	9			8	Via de' Serragli	603	27		
3	Via de' Vecchietti C	258	18			8	Via S. Spirito B	36	0		
3	Via Sassetti	162	3			9	Via Romana	186	18		
3	Via Strozzi B	327	27			9	Via Mazzetta	84	3		
3	Via de' Pescioni	96	3			9	Via Maggio B	267	6		
4	Via della Vigna Nuova	117	12			9	Piazza Pitti	18	0		
4	Via della Spada	102	3			10	Via Guicciardini	39	6		
4	Via Strozzi C	225	12			10	Via Barbadori	60	0		
4	Via Tornabuoni A	18	0			10	Borgo S. Jacopo B	204	3		
4	Via Tornabuoni B	18	0			10	Via de' Bardi	171	21		
5	Ponte alla Carraia A	480	21	324	0	11	Lungarno Torigiani	114	3	99	0
5	Lungarno Vespucci	240	9	93	3	11	Lungarno Serristori	591	12	312	0
5	Lungarno Corsini A	186	9	129	3	11	Ponte alle Grazie	477	21	138	0
5	Borgo Ognissanti	219	9	66	3	11	Piazza de' Mozzi	297	9	129	0
5	Via de' Fossi	357	15	240	3	12	Lungarno Diaz A	495	15		
5	Via del Moro	162	9	30	0	12	Lungarno Diaz B	390	18		
5	Via Federighi	135	9	42	0	12	Piazza Mentana	96	6		
6	Lungarno Corsini B	153	6			13	Via de' Benci A	363	9		
6	Lungarno Acciaiuoli	525	3			13	Via de' Benci B	357	12		
6	Ponte S. Trinita A	678	9			13	Via Vagellai	69	3		
7	Ponte S. Trinita B	729	15	414	12	13	Via de' Neri	33	0		
7	Lungarno Guicciardini A	936	36	432	6	13	Corso Tintori	651	9		



**Tabella 4 – Monitoraggio fonometrico (aree ZTL)**

Postazione	Data della misura	Orario inizio/fine della misura	Durata della misura (min)	TR	L <sub>Aeq</sub>
P01	Venerdì 04/05/2012	09:35-09:55	20	Diurno	73,6
P01	Lunedì 07/05/2012	23:44-23:54	10	Notturmo	69,5
P02	Venerdì 04/05/2012	10:50-10:25	20	Diurno	69,2
P04	Venerdì 04/05/2012	11:00-11:20	20	Diurno	68,9
P05	Lunedì 07/05/2012	23:14-23:34	20	Notturmo	64,6
P06	Venerdì 04/05/2012	12:20-12:40	20	Diurno	66,2
P07	Venerdì 04/05/2012	12:55-13:15	20	Diurno	74,0
P07	Lunedì 07/05/2012	22:42-22:52	10	Notturmo	71,9
P08	Venerdì 04/05/2012	13:27-13:47	20	Diurno	69,2
P09	Venerdì 04/05/2012	14:10-14:30	20	Diurno	66,0
P10	Venerdì 04/05/2012	14:45-15:05	20	Diurno	69,4
P11	Venerdì 04/05/2012	15:20-15:40	20	Diurno	68,9
P11	Lunedì 07/05/2012	22:03-22:23	20	Notturmo	65,7
P12	Venerdì 04/05/2012	15:50-16:10	20	Diurno	68,5
P13	Venerdì 04/05/2012	16:20-16:40	20	Diurno	70,8

È stata quindi effettuata una suddivisione dei 60 assi viari sottoposti a monitoraggio in 8 categorie ritenute acusticamente omogenee, ovvero appartenenti alla stessa tipologia all'interno del database utilizzato per la stesura della Mappatura Acustica e del successivo Piano d'Azione del Comune di Firenze ("interzonali" e "locali", nella fattispecie) e dei flussi di traffico. Sono state definite le seguenti categorie, contrassegnate da un "pivot" che le identifica univocamente:

- ✓ strade "interzonali" con flusso di mezzi leggeri inferiore a 200 veic/ora: categoria A\_I;
- ✓ strade "interzonali" con flusso di mezzi leggeri inferiore a 300 veic/ora: categoria B\_I;
- ✓ strade "interzonali" con flusso di mezzi leggeri inferiore a 400 veic/ora: categoria C\_I;
- ✓ strade "interzonali" con flusso di mezzi leggeri superiore a 400 veic/ora: categoria D\_I;
- ✓ strade "locali" con flusso di mezzi leggeri inferiore a 50 veic/ora: categoria A\_L;
- ✓ strade "locali" con flusso di mezzi leggeri inferiore a 100 veic/ora: categoria B\_L;
- ✓ strade "locali" con flusso di mezzi leggeri inferiore a 150 veic/ora: categoria C\_L;
- ✓ strade "locali" con flusso di mezzi leggeri superiore a 150 veic/ora: categoria D\_L.

Inoltre, è stata definita una nona categoria, denominata “PED” e relativa alle strade della ZTL sottoposte a nuovi interventi di pedonalizzazione (flusso totale nullo).

Nella seguente tabella viene riportata la suddivisione delle 60 strade conteggiate nelle 8 categorie. Come descritto nel paragrafo 2.4.2 del presente report di sintesi, per determinare i volumi di flussi di traffico relativi a ogni singola strada interna all'area ZTL, ciascun asse viario è stato associato ad una di queste 8 categorie.

**Tabella 5 – Definizione delle categorie di strada (aree ZTL)**

<b>Pivot (categoria di strada)</b>	<b>Strade appartenenti alla categoria</b>
A_I	Via Cerretani, Via Rondinelli, Via degli Agli, Via de' Pecori, Lungarno Vespucci Lungarno Corsini A, Borgo Ognissanti, Via de' Fossi, Lungarno Corsini B Borgo S. Jacopo A, Via Mazzetta, Via Maggio B, Borgo S. Jacopo B Via de' Bardi, Lungarno Torrigiani, Borgo S. Frediano, Via Romana Piazza de' Mozzi
B_I	Via Panzani, Ponte alla Carraia A Via Maggio A, Lungarno Diaz A Lungarno Diaz B, Via de' Benci A Via de' Benci B
C_I	Lungarno Acciaiuoli, Ponte alla Carraia B Lungarno Soderini, Via de' Serragli Ponte alle Grazie, Corso Tintori Lungarno Serristori
D_I	Ponte S. Trinita A, Ponte S. Trinita B Lungarno Guicciardini A, Lungarno Guicciardini B
A_L	Via Banchi, Via de' Pescioni, Via S. Spirito A, Via S. Spirito B Via Barbadori, Via Vagellai, Via de' Neri
B_L	Via Strozzi A, Via Sassetti, Via della Vigna Nuova, Via della Spada Via del Moro, Via Federighi, Via dello Sprone, Piazza Mentana
C_L	Via de' Vecchietti C Via Strozzi C
D_L	Via de' Vecchietti A Via de' Vecchietti B Via Strozzi B

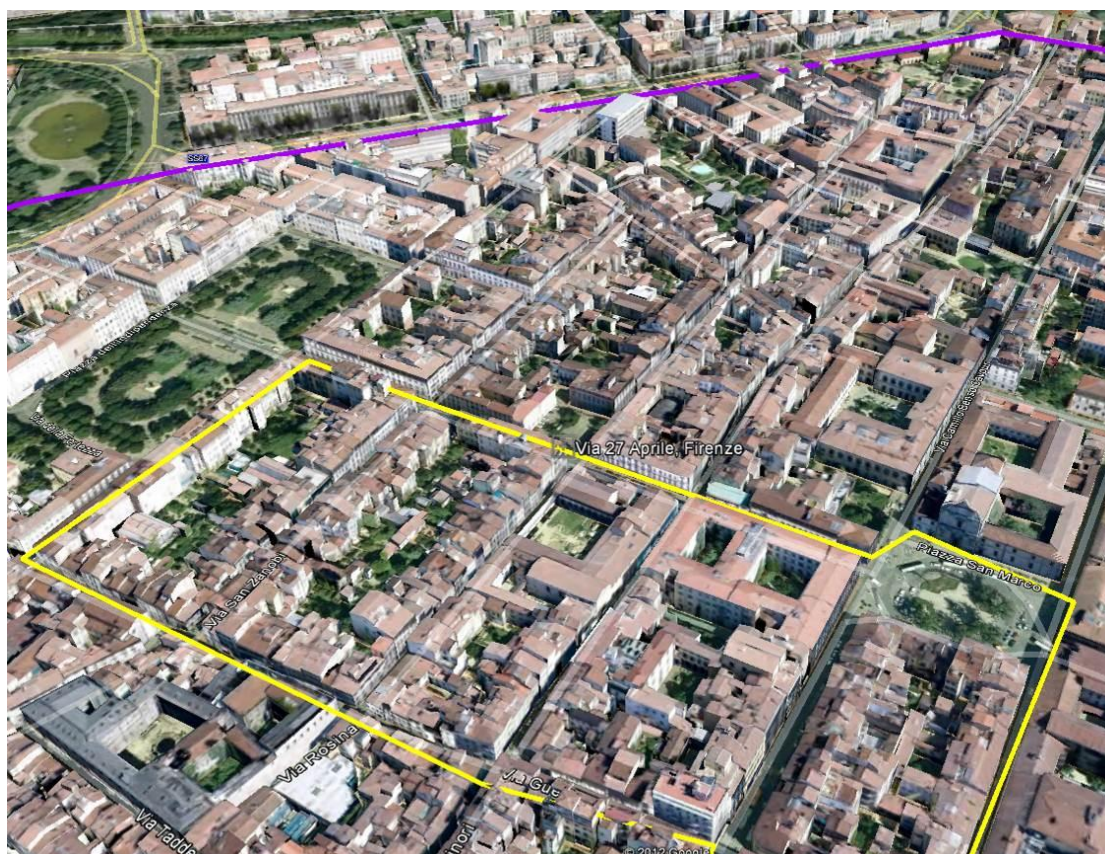
Di seguito, vengono riepilogati i risultati della campagna di rilievo dei flussi di traffico effettuata dall'Amministrazione Comunale nel mese di marzo 2012 presso Via XVII Aprile. Tali misure sono state reperite in quanto sono gli unici rilievi fonometrici di lungo periodo svolti recentemente nel centro storico di Firenze, e nell'ambito della presente mappatura sono state utilizzate (oltre che per caratterizzare Via XVII Aprile) per la parametrizzazione del traffico sul periodo di riferimento di tutte le strade del centro (cfr. paragrafo 2.4.4).

Nella successiva figura si riporta un estratto planimetrico della zona.

**Tabella 6 – Flussi di traffico conteggiati in Via XVII Aprile**

Via XVII Aprile	dir. Indipendenza		dir. San Marco		TRAFFICO TOTALE	
	veic/h		veic/h		veic/h	
	leggeri	leggeri	leggeri	leggeri	leggeri	leggeri
Day (6.00 – 20.00)	139	30	127	30	266	60
Evening (20.00 – 22.00)	87	4	67	6	154	10
Night (22.00 – 6.00)	34	2	23	1	58	3

**Figura 4 – Estratto planimetrico di Via XVII Aprile**





## 2.2.2 AREE STRADE “INTERQUARTIERE”

Nell’ambito dello studio di approfondimento delle strade “interquartiere” si è provveduto all’aggiornamento dei flussi di traffico relativi agli assi principali della città, ovvero quelli definiti come strade “interquartiere” all’interno del database utilizzato per la stesura della Mappatura Acustica e del successivo Piano d’Azione del Comune di Firenze.

L’approfondimento di valutazione per questa tipologia di strade si è reso necessario alla luce dei monitoraggi acustici effettuati da ARPAT successivamente al 2008, in cui si è stata evidenziata una sottostima dei livelli acustici calcolati in mappatura rispetto alle rilevazioni fonometriche.

La metodologia di aggiornamento dei dati di input del modello di propagazione acustica, al fine di considerare le condizioni attuali del traffico, è la seguente.

Come descritto nel paragrafo 1.1.2 del presente report, sono state selezionate le 36 strade “interquartiere” principali, e sono state suddivise in 4 categorie ritenute acusticamente omogenee ovvero con caratteristiche similari a livello dimensionale e dei flussi di traffico: tali categorie, contrassegnate da un “pivot” che le identifica univocamente, sono riepilogate in tabella 1.

Per ognuna di queste categorie è stata scelta una infrastruttura stradale di riferimento, sulla quale è stato eseguito un monitoraggio fonometrico e di contemporaneo conteggio dei flussi di traffico.

- ✓ **“pivot” A:** Viale Malta;
- ✓ **“pivot” B:** Viale Francesco Petrarca;
- ✓ **“pivot” C:** Viale Europa;
- ✓ **“pivot” D:** Viale Giovan Battista Morgagni.

In particolare sono state effettuate:

- ✓ rilevazioni fonometriche di lungo periodo (aventi durata settimanale) in corrispondenza di una postazione di misura caratterizzante la rumorosità delle 4 infrastrutture scelte;
- ✓ rilievi di traffico di breve durata (circa 30 minuti, sia nel periodo di riferimento diurno che in quello notturno) effettuati in fasce orarie contestuali allo svolgimento delle misurazioni fonometriche.



Il monitoraggio fonometrico è stato eseguito da ARPAT nei mesi da maggio a giugno 2012: il relativo report di sintesi è stato trasmesso in data 13/08/2012 all’Amministrazione Comunale, mediante il documento denominato *“Trasmissione esito misure rumore stradale per aggiornamento mappa acustica strategica agglomerato di Firenze”* (Prot. N. 2012/0056959 del 14/08/2012). Nella presente mappatura, viene fatto esplicito riferimento ai risultati acustici contenuti nel suddetto documento.



I conteggi dei flussi di traffico sono stati invece effettuati dalla scrivente società, in fasce orarie rappresentative delle condizioni di viabilità del periodo di riferimento diurno e notturno: i rilievi sono stati svolti durante il periodo di attivazione delle centraline di ARPAT per le misurazioni fonometriche.

Nella seguente tabella viene riportata la collocazione cartografica degli assi stradali scelti e la collocazione delle suddette postazioni di misura.

**Tabella 7 – Sezioni di monitoraggio (aree strade “interquartiere”)**

Sezione	Estratto cartografico
<b>A – VIALE MALTA</b>	
<b>B – VIALE FRANCESCO PETRARCA</b>	



Sezione	Estratto cartografico
C – VIALE EUROPA	An aerial photograph of a residential area in Florence. A red line is drawn along a road, starting from a circular intersection and extending northwards. A red star is placed on the line. Labels on the map include 'Viale Europa', 'Via Cal', 'Viale Rido', and 'Edificio Novello Guido'.
D – VIALE GIOVAN BATTISTA MORGAGNI	An aerial photograph of a residential area in Florence. A red line is drawn along a road, starting from a large square and extending northwards. A red star is placed on the line. Labels on the map include 'Viale Giovan Battista Morgagni' and 'Viale Rido'.

Di seguito, vengono riportati i risultati del monitoraggio eseguito: nella prima tabella sono riepilogati i valori dei flussi di traffico conteggiati su tutti gli archi viari presi in considerazione e riportati al dato orario (valori espressi in veicoli/ora), mentre nella seconda i livelli acustici misurati nelle postazioni fonometriche.

**Tabella 8 – Flussi di traffico (aree strade “interquartiere”)**

		DIURNO		NOTTURNO	
		LEGGERI	LEGGERI	LEGGERI	LEGGERI
Sezione	Strada	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h
A	Viale Malta	624	28	180	14
B	Viale Francesco Petrarca	2636	88	975	9
C	Viale Europa	1648	48	870	8
D	Viale Giovan Battista Morgagni	1520	16	290	8

**Tabella 9 – Monitoraggio fonometrico (aree strade “interquartiere”)**

A-VIALE MALTA	DIURNO	NOTTURNO
lun 14/05/2012	68,2	61,6
mar 15/05/2012	68,2	61,7
mer 16/05/2012	68,1	62,0
gio 17/05/2012	67,9	62,5
ven 18/05/2012	67,9	64,0
sab 12/05/2012	66,6	63,8
dom 13/05/2012	66,6	62,1
<b>media settimanale</b>	<b>67,7</b>	<b>62,6</b>

B-VIALE PETRARCA	DIURNO	NOTTURNO
lun 18/06/2012	72,8	66,5
mar 19/06/2012	72,8	67,1
mer 20/06/2012	73,0	67,8
gio 21/06/2012	73,4	68,5
ven 22/06/2012	73,2	71,0
sab 23/06/2012	72,0	69,2
dom 24/06/2012	71,2	68,2
<b>media settimanale</b>	<b>72,7</b>	<b>68,6</b>

C-VIALE EUROPA	DIURNO	NOTTURNO
lun 18/06/2012	67,8	62,1
mar 19/06/2012	68,2	62,6
mer 20/06/2012	67,8	62,9
gio 21/06/2012	67,9	65,8
ven 22/06/2012	68,3	65,1
sab 23/06/2012	67,8	63,5
dom 24/06/2012	66,5	62,4
<b>media settimanale</b>	<b>67,8</b>	<b>63,7</b>



D-VIALE MORGAGNI	DIURNO	NOTTURNO
lun 28/05/2012	72,6	66,0
mar 22/05/2012	72,2	63,4
mer 23/05/2012	72,5	63,9
gio 24/05/2012	71,7	64,4
ven 25/05/2012	71,6	65,7
sab 26/05/2012	70,7	66,8
dom 27/05/2012	69,7	64,0
<b>media settimanale</b>	<b>71,7</b>	<b>65,0</b>

In aggiunta ai dati fonometrici riepilogati nella precedente tabella, sono stati reperiti i risultati di ulteriori campagne di misurazioni fonometriche effettuate da ARPAT in corrispondenza di ulteriori assi viari "interquartiere":

- ✓ Viale Spartaco Lavagnini (rilievo effettuato nel mese di novembre 2008);
- ✓ Via del Sansovino (rilievo effettuato nel mese di febbraio 2011);
- ✓ Viadotto dell'Indiano (rilievo effettuato nei mesi di febbraio/marzo 2008)

I risultati, utilizzati nella presente mappatura, di tali campagne sono contenuti nel report di sintesi trasmesso in data 13/08/2012 all'Amministrazione Comunale, mediante il documento denominato "*Trasmissione esito misure rumore stradale per aggiornamento mappa acustica strategica agglomerato di Firenze*" (Prot. N. 2012/0056959 del 14/08/2012).

Di seguito, vengono riportati i risultati dei monitoraggio eseguiti, in termini di livelli acustici misurati nelle postazioni fonometriche.

**Tabella 10 – Monitoraggio fonometrico (aree strade "interquartiere")**

VIALE LAVAGNINI	DIURNO	NOTTURNO
lun 10/11/2008	73,5	68,6
mar 11/11/2008	73,0	68,3
mer 12/11/2008	72,1	64,8
gio 13/11/2008	73,6	68,9
ven 7/11/2008	73,2	70,5
sab 8/11/2008	73,1	71,1
dom 9/11/2008	72,8	69,0
<b>media settimanale</b>	<b>73,1</b>	<b>69,1</b>





VIA DEL SANSOVINO	DIURNO	NOTTURNO
lun 07/02/2011	-	63,4
mar 08/02/2011	69,7	64,8
mer 09/02/2011	69,9	64,0
gio 03/02/2011	69,0	64,1
ven 04/02/2011	69,4	65,5
sab 05/02/2011	68,6	66,3
dom 06/02/2011	67,6	64,4
<b>media settimanale</b>	<b>69,1</b>	<b>64,7</b>

VIADOTTO INDIANO	DIURNO	NOTTURNO
lun 03/03/2008	66,1	-
mar 26/02/2008	-	59,4
mer 27/02/2008	66,8	60,1
gio 28/02/2008	-	60,0
ven 29/02/2008	67,1	61,4
sab 01/03/2008	66,3	61,1
dom 02/03/2008	-	60,0
<b>media settimanale</b>	<b>66,5</b>	<b>60,4</b>

Inoltre, sono stati acquisiti presso l'Ufficio Mobilità del Comune di Firenze i risultati di una campagna di rilievo dei flussi di traffico effettuata nel mese di febbraio 2011 in corrispondenza dei seguenti 11 assi viari "interquartiere":

- ✓ Sezione 1: Via Aretina;
- ✓ Sezione 2: Via Bolognese;
- ✓ Sezione 3: Viale Europa;
- ✓ Sezione 4: Viale Alessandro Guidoni;
- ✓ Sezione 5: Viale Piero Nenni;
- ✓ Sezione 6: Viale degli Astronauti;
- ✓ Sezione 7: Via Pistoiese;
- ✓ Sezione 8: Via Pratese;
- ✓ Sezione 9: Via Sestese;
- ✓ Sezione 10: Viale Alessandro Volta;



## ✓ Sezione 11: Viale Etruria.

Il monitoraggio è stato effettuato dall'Amministrazione Comunale utilizzando il sistema AciTraff.

Di seguito, vengono riportati i risultati del monitoraggio eseguito in termini di valori dei flussi di traffico conteggiati sugli archi viari presi in considerazione e riportati al dato orario (valori espressi in veicoli/ora).

**Tabella 11 – Flussi di traffico (aree strade “interquartiere”)**

SEZIONE	VIA	DAY (6.00-20.00)		EVENING (20.00-22.00)		NIGHT (22.00-6.00)	
		Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
		veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h
1	Via Aretina	1403	125	1004	33	266	8
2	Via Bolognese	673	123	483	37	117	10
3	Viale Europa	1440	223	526	38	190	8
4	Viale Alessandro Guidoni	5514	491	3340	109	1036	33
5	Viale Piero Nenni	892	164	650	50	185	16
6	Viale degli Astronauti	3638	567	2475	125	485	81
7	Via Pistoiese	1342	274	966	72	363	14
8	Via Pratese	1812	630	1262	161	458	65
9	Via Sestese	1625	248	1312	109	358	5
10	Viale Alessandro Volta	822	73	619	20	145	5
11	Viale Etruria	1651	303	1219	94	344	29

## 2.3 AREA BROZZI-QUARACCHI (FLUSSI DI TRAFFICO)

L'area urbana di Brozzi-Quaracchi sarà soggetta nei prossimi mesi ad un'azione di miglioramento del clima acustico realizzata nell'ambito del progetto europeo *HUSH*, che comporterà significative modifiche alla mobilità ed alla circolazione veicolare. Alla base della progettazione di tali modifiche è stato effettuato uno studio acustico di approfondimento consistente in una campagna di rilievo dei flussi di traffico e di monitoraggio fonometrico. Sono stati recuperati i dati fonometrici e dei flussi di traffico rilevati dai partner del progetto nei mesi di settembre/ottobre/novembre 2010.

Allo stato attuale l'intervento non è ancora stato realizzato. Nella presente mappatura acustica si è comunque ritenuto importante recepire i risultati ed i dettagli dello studio acustico di approfondimento sull'area.

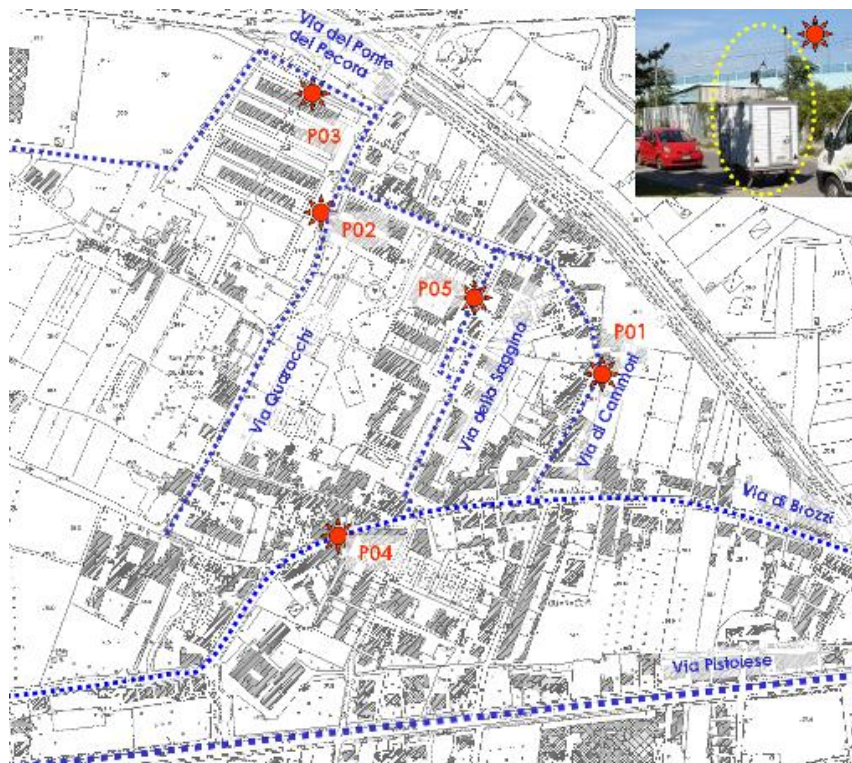
Nella pratica, è stato eseguito un rilievo dei flussi di traffico (effettuato nei mesi di settembre e ottobre 2010) in corrispondenza di 5 postazioni caratterizzanti altrettanti assi viari della zona in questione:

- ✓ P01 – Via di Cammori;
- ✓ P02 – Via di S. Piero a Quaracchi;
- ✓ P03 – Via del Ponte del Pecora;
- ✓ P04 – Via di Brozzi;
- ✓ P05 – Via della Saggina.

*Tabella 12 – Flussi di traffico (area Brozzi-Quaracchi)*

Postazione di misura	% PESANTI			MEDIA VEICOLI/ORA		
	D	E	N	D	E	N
<b>P01</b> via di Cammori	3.8	1.3	3.3	205	112	23
<b>P02</b> via Quaracchi	1.9	0.6	0.0	228	86	23
<b>P03</b> via del Ponte del Pecora	5.1	2.9	2.3	258	102	28
<b>P04</b> via di Brozzi	14.1	12.0	12.7	339	146	41
<b>P05</b> via della Saggina	4.7	3.2	0.8	197	125	30

**Figura 5 – Postazioni di conteggio dei flussi di traffico fonometrico (Area Brozzi-Quaracchi)**



Sempre nel citato documento, è riportata una procedura per determinare, a partire dai conteggi riepilogati nella precedente tabella e dal coefficiente dell'ora di punta, i flussi di traffico relativi all'intero grafo stradale dell'area in questione. In questo modo, sono stati ricavati i dati delle seguenti infrastrutture stradali (cfr. paragrafo 2.4.4): Via Fra' G. Gulobovich, Via del Luccio, Via del Granchio, Via S. Bonaventura, Via dell'Agio, Via de' Cattani, Via Umbria, Via Lombardia, Via dell'Osteria e Via di Cocco.



## 2.4 MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA

### 2.4.1 BASE DATI PER LA MODELLAZIONE

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

Nel caso specifico, i dati di input sono stati reperiti in gran parte dal database territoriale della Mappatura Acustica del Comune di Firenze, redatta da ARPAT nel 2008, e del Piano d'Azione del Comune di Firenze, redatto dalla società scrivente nel 2009.

Tali dati sono costituiti sostanzialmente da:

- ✓ dati relativi alla modellazione del terreno;
- ✓ dati relativi alla modellazione degli edifici;
- ✓ dati relativi all'inserimento dei punti-ricettore per il modello di calcolo;
- ✓ 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, contenuti nella Mappatura Acustica e nel Piano d'Azione di Firenze:

- ✓ *FI\_punti\_quota*: shapefile contenente i punti quotati, desunti dai circa 80 quadranti della CTR in scala 1:2.000 del Comune di Firenze: la tabella associata a questo shape ha come unico attributo utile la quota assoluta di ciascun punto;
- ✓ *FI\_curve\_801*: shapefile contenente le curve di livello direttrici, desunti dai circa 80 quadranti della CTR in scala 1:2.000 del Comune di Firenze: la tabella associata a questo shape ha come unico attributo utile la quota assoluta di ciascuna curva;
- ✓ *FI\_scarpate\_601*, *FI\_scarpate\_602*, *FI\_ponti\_viadotti*: shapefiles contenente le scarpate (testa e piede) ed i ponti e viadotti, desunti dai circa 80 quadranti della CTR in scala 1:2.000 del Comune di Firenze: la tabella associata a questo shape ha come unico attributo utile la quota assoluta di ciascuna curva.

#### **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 sono stati reperiti i seguenti shapefiles:

- ✓ *FI\_edif\_risultati*: lo shape contiene tutti gli edifici di tipologia residenziale e/o residenziale mista, su cui deve essere effettuato il calcolo dei livelli sonori. La tabella associata a tale database contiene, tra gli altri, gli attributi necessari per identificare univocamente ciascun edificio (mediante il campo "COD\_UN") ed il numero di persone residenti attribuite all'edificio (mediante il campo "RESID\_CALC"), oltre all'altezza dell'edificio sul piano di campagna (mediante il campo "ALTEZZA"). Questo database è stato definito da ARPAT per la stesura della Mappatura Acustica dell'agglomerato di Firenze;
- ✓ *FI\_asilino*, *FI\_scuole\_inf*, *FI\_scuole\_sup*, *FI\_universita\_polo*, *FI\_sociosanitario*, *FI\_edifici\_complessi\_ospedalieri*: questi shape contengono tutti gli edifici sensibili su cui deve essere effettuato il calcolo dei livelli sonori. La tabella associata a tale database contiene, tra gli altri, gli attributi necessari per identificare univocamente ciascun edificio (mediante il campo "AP\_COD") ed il numero di persone residenti attribuite all'edificio (mediante il campo "RICETTORI"), oltre all'altezza dell'edificio sul piano di campagna (mediante il campo "ALTEZZA"). Questo database è stato definito dalla scrivente società nel corso della realizzazione del Piano d'Azione di Firenze;
- ✓ *FI\_edificato\_no\_abiti*: lo shape contiene tutti gli edifici presenti nel territorio comunale di Firenze non identificati come ricettori. Questo tematismo è basato sull'edificato presente nella CTR 1:2.000 nella versione più aggiornata (anno 2007). L'unico attributo presente in tabella è l'altezza, da intendersi come altezza media dell'edificio rispetto al piano di campagna.

### **Dato di popolazione**

Il dato di popolazione proviene dal database utilizzato per la stesura della Mappatura Acustica di Firenze. In particolare, il numero di abitanti è attribuito a ciascun edificio del Comune di Firenze, ed è contenuto nel campo "RESID\_CALC" dello shapefile *FI\_edif\_risultati*, è relativo alle sezioni di censimento dell'anno 2001 ed ai dati anagrafici aggiornati al mese di ottobre 2007.

Sulla base di questo database, la popolazione residente complessivamente nel territorio comunale ed attribuita agli edifici di tipologia residenziale è pari a 352.856 abitanti.

Per quanto riguarda, invece, gli esposti attribuibili agli edifici sensibili, il dato è relativo al database del Piano d'Azione di Firenze e riguarda il numero di studenti per quanto riguarda le scuole, ed il numero di posti letto per quanto riguarda le strutture sanitarie.



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 fatta da ARPAT per la precedente della Mappatura Acustica di Firenze.

### **Punti ricettore**

Il calcolo dei livelli sonori sulla facciata di ciascun edificio di tipologia residenziale, residenziale mista o sensibile è stato effettuato mediante una corona di punti-ricettori posti ad 1 m di distanza da ciascuna facciata di ciascun edificio e ad un'altezza dal suolo pari a 4 m. Nella tabella associata è presente un campo (denominato "NAME") che contiene valori di chiave primaria in comune tra i punti-ricettore ed i relativi edifici.

## **2.4.2 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 Firenze.

Come dato territoriale di partenza è stato utilizzato il seguente shapefile, presente anch'esso nella base dati della mappatura acustica 2008:

- ✓ *FI\_archi\_put\_flussi*: lo shape contiene gli archi viari del Comune di Firenze. Ogni strada è composta da uno o più archi viari, posti planimetricamente sulla mezzeria della strada stessa. La tabella associata a tale database contiene, tra gli altri, gli attributi necessari per identificare univocamente ciascuna strada (mediante il campo "SCRITTA")

Le simulazioni acustiche sono state effettuate utilizzando i dati di traffico relativi all'anno 2006 per le zone che non ha subito variazioni e al 2012 per le zone soggette a modifiche sostanziali della viabilità e descritte nei precedenti capitoli del presente report di sintesi (area ZTL, aree strade "interquartiere, area urbana di Brozzi-Quaracchi).

Nel suddetto shapefile è stato aggiunto un campo, denominato "PIVOT", il cui tematismo descrive l'attribuzione di categoria che è stata definita per ciascun arco viario tenendo conto dei seguenti aspetti:

- ✓ tutti gli archi contenuti all'interno della zona ZTL, sono stati suddivisi nelle 8 categorie acusticamente omogenee definite nel paragrafo 2.2.1, inserendo l'attributo "A\_I", "B\_I", "C\_I", "D\_I", "A\_L", "B\_L", "C\_L", o "D\_L" all'interno del tematismo "PIVOT";
- ✓ tutti gli archi viari definiti come "interquartiere" all'interno del database utilizzato per la stesura della Mappatura Acustica 2008 sono stati suddivisi nelle 4 categorie acusticamente omogenee definite nel paragrafo 2.2.2, inserendo l'attributo "A", "B", "C", o "D" all'interno del tematismo "PIVOT";
- ✓ tutti gli archi che non hanno subito modifiche dall'anno 2006, sono stati identificati con l'attributo "NULL" all'interno del tematismo "PIVOT";





- ✓ tutti gli archi sottoposti ai recenti interventi di pedonalizzazione, sono stati identificati con l'attributo "PED" all'interno del tematismo "PIVOT";
- ✓ a tutti gli archi viari sottoposti a un conteggio diretto dei flussi di traffico (conteggio effettuato dalla scrivente società, o reperito presso l'amministrazione Comunale, o utilizzato in altre tipologie di lavori) sono stati identificati con l'attributo "CONT" all'interno del tematismo "PIVOT".

I dati di input per la caratterizzazione dell'emissione sonora di ciascuna strada (composizione dei flussi di traffico suddivisi in veicoli leggeri e pesanti, velocità media dei veicoli, tipologia di pavimentazione stradale, tipologia di flusso) sono stati definiti ed inseriti nel modello a partire dai flussi di traffico conteggiati (cfr tabelle 3, 6, 8, 11, 12) e ricavati mediante la procedura descritta nel paragrafo 2.4.4 del presente report di sintesi.

### **2.4.3 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 a 1 (escludendo quella dovuta alla facciata immediatamente retrostante al ricettore);
- ✓ 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 (area interna alla cerchia dei viali di circonvallazione) 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 GIORNO (6.00 – 20.00);
  - 75% nel periodo SERA (20.00 – 22.00);
  - 100% nel periodo NOTTE (22.00 – 6.00).

Le simulazioni sono state effettuate all'interno di un'area di calcolo corrispondente all'intera del Comune di Firenze, mediante i seguenti indicatori acustici (previsti ai sensi la Direttiva Europea 2002/49/CE recepita in Italia dal D. Lgs. 194-2005 ):

- ✓ Livello  $L_{DEN}$  in dB(A) nel periodo giorno-sera-notte;
- ✓ Livello  $L_{NIGHT}$  in dB(A) nel il periodo notturno (22.00 – 06.00).

I calcoli sono stati eseguiti a 4 m di altezza, escludendo la riflessione della facciata dell'edificio retrostante il punto di calcolo.

Come previsto dalla citata Direttiva Europea, 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 ad un'altezza di 4 m dal suolo ed ad una distanza di 1 m dalla facciata del ricettore, inserendo un punto-ricettore per ciascuna facciata di ogni edificio. Per il calcolo degli indicatori previsti dalla Direttiva Europea, ai fini delle mappe di facciata non è stata considerata la riflessione sonora della facciata a cui si riferisce il ricettore calcolato.

Dato l'elevato numero di ricettori, per ottimizzare i tempi di calcolo, la facciata più esposta di ogni singolo edificio è stata valutata con impostazioni semplificate del modello di calcolo (ordine di riflessione

pari a 0). Per ogni edificio è stato quindi identificato il ricettore a livello massimo di LDEN e solo su questi è stato nuovamente calcolato il livello sonoro con le impostazioni sopra elencate.

- ✓ **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 allegate, dall'altra è stata esportata in ambiente GIS come shapefile di tipo "poligonale".

#### **2.4.4 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 (o raccolti) nelle postazioni di misura descritte nei precedenti capitoli del presente report.

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

- ✓ validazione di breve periodo, ovvero in corrispondenza delle fasce orarie in cui sono stati effettivamente svolti i conteggi: questa metodologia è stata utilizzata per le sezioni relative all'area ZTL e per le strade "interquartiere".
- ✓ 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): questa metodologia è stata utilizzata unicamente per le sezioni relative alle strade "interquartiere", in quanto per l'area ZTL non sono disponibili misurazioni fonometriche di lungo periodo.

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 medi settimanali 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  $\pm 3$  dB(A).

I dati di input per la caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore implementate nel modello di calcolo sono stati calcolati a partire dai flussi di traffico conteggiati (cfr tabelle 3, 6, 8, 11, 12), utilizzando opportuni fattori di conversione (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) utilizzati nella mappatura 2008 e nel piano d'azione 2009.

In particolare, i dati orari di traffico rilevati tramite conteggio sono stati utilizzati per il calcolo del numero di veicoli equivalenti attraverso la seguente formula:



- ✓ **Numero di veicoli leggeri equivalenti = 0,61 x veicolo leggero;**
- ✓ **Numero di veicoli pesanti equivalenti = 0,12 x veicolo pesante.**

Per la validazione di breve periodo, i dati di veicoli equivalenti ottenuti mediante la procedura descritta sono stati inseriti direttamente nel modello di calcolo.

Per quanto riguarda invece la validazione di lungo periodo in corrispondenza delle sezioni relative alle strade "interquartiere" avendo la necessità di determinare il dato di traffico esteso all'intera durata dei periodi di riferimento diurno e notturno, è stata effettuata una ulteriore elaborazione. In questo caso sono state considerate le seguenti infrastrutture: tipologia "A" – Viale Malta, tipologia "B" – Viale Francesco Petrarca, tipologia "C" – Viale Europa, tipologia "D" – Viale Giovan Battista Morgagni, oltre alle strade sottoposte a monitoraggio di ARPAT negli ultimi 5 anni, ovvero Viale Spartaco Lavagnini, Via del Sansovino e Viadotto dell'Indiano.

Preliminarmente è stato determinato un coefficiente dato dal rapporto tra il flusso totale di traffico conteggiato in ciascuna fascia orario ed il flusso totale medio sul relativo periodo di riferimento, utilizzando i dati della campagna di monitoraggio effettuata dall'amministrazione Comunale nel mese di febbraio 2011 in corrispondenza di 11 assi viari "interquartiere".

Per ciascun viale sottoposto a conteggio, i dati rilevati nel breve periodo sono stati proiettati sul periodo di riferimento (diurno e notturno) utilizzando i coefficienti determinati su un asse viario della stessa tipologia appartenente al gruppo degli 11 viali riepilogati in tabella 11.

- ✓ Viale Malta: tipologia "A" vengono utilizzati i coefficienti di adattamento del Viale Alessandro Volta;
- ✓ Viale Francesco Petrarca: tipologia "B" vengono utilizzati i coefficienti di adattamento del Viale Pietro Nenni;
- ✓ Viale Europa: tipologia "C" vengono utilizzati i coefficienti di adattamento del Viale Europa;
- ✓ Viale Giovan Battista Morgagni: tipologia "D" vengono utilizzati i coefficienti di adattamento del Viale Alessandro Guidoni.

Per quanto riguarda invece le strade sottoposte a monitoraggio di ARPAT negli anni passati, sono stati utilizzati direttamente i dati conteggiati dall'amministrazione Comunale in una strada appartenente alla stessa tipologia, come riportato di seguito:

- ✓ Viale Spartaco Lavagnini: dati relativi a Viale Alessandro Guidoni (tipologia "D");
- ✓ Via del Sansovino: dati relativi a Viale Europa (tipologia "C");
- ✓ Viadotto dell'Indiano: dati relativi a Viale Europa (tipologia "C").



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 e le sorgenti di rumore caratterizzate mediante i dati di traffico descritti ed i risultati delle misurazioni fonometriche. Il modello così costruito è stato 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 nel precedente ciclo di mappatura. Nel prosieguo del presente paragrafo si riportano i risultati della validazione del modello.

### **Area ZTL**

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 13 – Sintesi dei dati di traffico (validazione del modello, area ZTL)*

sezione	Strada	DIURNO		NOTTURNO		sezione	Strada	DIURNO		NOTTURNO	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti			leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
1	Via Panzani	324	4	110	1	8	Ponte alla Carraia B	346	4		
1	Via Cerretani	231	4	113	1	8	Lungarno Guicciardini B	452	3		
1	Via Rondinelli	100	3	55	1	8	Lungarno Soderini	359	1		
1	Via Banchi	34	1	26	0	8	Borgo S. Frediano	146	4		
2	Via de' Vecchietti A	203	4			8	Via de' Serragli	368	3		
2	Via de' Vecchietti B	258	3			8	Via S. Spirito B	22	0		
2	Via degli Agli	159	1			9	Via Romana	113	2		
2	Via de' Pecori	110	1			9	Via Mazzetta	51	0		
4	Via della Vigna Nuova	71	1			9	Via Maggio B	163	1		
4	Via della Spada	62	0			9	Piazza Pitti	11	0		
4	Via Strozzi C	137	1			10	Via Guicciardini	24	1		
4	Via Tornabuoni A	11	0			10	Via Barbadori	37	0		
4	Via Tornabuoni B	11	0			10	Borgo S. Jacopo B	124	0		
5	Ponte alla Carraia A			198	0	10	Via de' Bardi	104	3		
5	Lungarno Vespucci			57	0	11	Lungarno Torigiani	70	1	60	0
5	Lungarno Corsini A			79	0	11	Lungarno Serristori	361	1	190	0
5	Borgo Ognissanti			40	0	11	Ponte alle Grazie	291	3	139	0
5	Via de' Fossi			146	0	11	Piazza de' Mozzi	181	1	130	0
5	Via del Moro			18	0	12	Lungarno Diaz A	302	2		
5	Via Federighi			26	0	12	Lungarno Diaz B	238	2		
6	Lungarno Corsini B	93	1			12	Piazza Mentana	59	1		
6	Lungarno Acciaiuoli	320	0			13	Via de' Benci A	221	1		
6	Ponte S. Trinita A	414	1			13	Via de' Benci B	218	1		
7	Ponte S. Trinita B	445	2	253	1	13	Via Vagellai	42	0		
7	Lungarno Guicciardini A	571	4	264	1	13	Via de' Neri	20	0		
7	Via S. Spirito A	38	0	0	0	13	Corso Tintori	397	1		
7	Via Maggio A	238	2	99	0						
7	Via dello Sprone	53	0	22	0						
7	Borgo S. Jacopo A	93	0	73	1						

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

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

*Tabella 14 – Risultati della validazione del modello (area ZTL)*

1	2			3	4	5
P01	Venerdì 04/05/2012	9 - 10	Diurno	73,3	71,3	-2,0
P01	Lunedì 07/05/2012	23 - 00	Notturmo	69,5	66,9	-2,6
P02	Venerdì 04/05/2012	10 - 11	Diurno	69,2	68,5	-0,7
P04	Venerdì 04/05/2012	11 - 12	Diurno	68,7	66,2	-2,5
P05	Lunedì 07/05/2012	23 - 00	Notturmo	64,6	65,3	0,7
P06	Venerdì 04/05/2012	12 - 13	Diurno	66,2	65,8	-0,4
P07	Venerdì 04/05/2012	12 - 13	Diurno	74,0	74,2	0,2
P07	Lunedì 07/05/2012	22 - 23	Notturmo	71,9	70,7	-1,2
P08	Venerdì 04/05/2012	13 - 14	Diurno	69,2	68,9	-0,3
P09	Venerdì 04/05/2012	14 - 15	Diurno	66,0	65,4	-0,6
P10	Venerdì 04/05/2012	14 - 15	Diurno	69,4	67,1	-2,3
P11	Venerdì 04/05/2012	15 - 16	Diurno	68,9	70,0	1,1
P11	Lunedì 07/05/2012	22 - 23	Notturmo	65,7	67,0	1,3
P12	Venerdì 04/05/2012	15 - 16	Diurno	68,1	68,5	0,4
P13	Venerdì 04/05/2012	16 - 17	Diurno	70,8	68,5	-2,3

Dalla tabella è possibile evidenziare che si è ottenuta una buona correlazione fra i dati sperimentali ed i livelli simulati con scarti contenuti entro i 3 dB(A).

#### **Aree strade “interquartiere”**

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 del modello, area ZTL)

Validazione di breve periodo	DIURNO		NOTTURNO	
	LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI
Strada	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h
Viale Malta	381	3	110	2
Viale Francesco Petrarca	1608	11	595	1
Viale Europa	1005	6	531	1
Viale Giovan Battista Morgagni	927	2	177	1

Validazione di lungo periodo		DIURNO		NOTTURNO	
		LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI
Pivot	Strada	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h
CONT	Viale Malta	384	3	92	2
CONT	Viale Francesco Petrarca	1345	9	496	1
CONT	Viale Europa	840	5	442	1
CONT	Viale Giovan Battista Morgagni	997	2	147	1
D	Viale Spartaco Lavagnini	3363	59	632	4
C	Via del Sansovino	878	27	116	2
D	Viadotto dell'Indiano	3363	59	632	4

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

- ✓ colonna 1: codice identificativo della postazione di misura e strada di riferimento;
- ✓ colonna 2: data, fascia oraria, periodo di riferimento di effettuazione della misura;
- ✓ colonne 3: livelli di rumore misurati nella postazione nel periodo di riferimento (valori espressi in dB(A));
- ✓ colonne 4: livelli di rumore simulati nella postazione PR nel periodo di notturno (valori espressi in dB(A)).
- ✓ colonne 5: differenza tra il livello misurato ed il livello simulato (valori espressi in dB(A)).



Tabella 16 – Risultati della validazione di breve periodo del modello (aree strade “interquartiere”)

1		2			3	4	5
Validazione di breve periodo							
P01	Viale Malta	21/05/2012	14 - 15	Diurno	64,2	65,8	1,6
P02	Viale Petrarca	20/06/2012	8 - 9	Diurno	73,1	72,3	-0,8
P02	Viale Petrarca	19/06/2012	22 - 23	Notturmo	70,3	68,1	-2,2
P03	Viale Europa	20/06/2012	9 - 10	Diurno	67,9	67,1	-0,8
P03	Viale Europa	20/06/2012	22 - 23	Notturmo	65,5	63,6	-1,9
P04	Viale Morgagni	21/05/2012	15 - 16	Diurno	71,9	70,3	-1,6
P04	Viale Morgagni	21/05/2012	22 - 23	Notturmo	65,6	63,7	-1,9

1		2			3	4	5
Validazione di lungo periodo							
P01	viale Malta	12- 21/05/2012	6 – 22	Diurno	67,7	65,9	-1,8
P01	viale Malta	12- 21/05/2012	22 – 6	Notturmo	62,6	60,3	-2,3
P02	Viale Petrarca	18- 24/06/2012	6 – 22	Diurno	72,7	71,7	-1,0
P02	Viale Petrarca	18- 24/06/2012	22 – 6	Notturmo	68,6	66,8	-1,8
P03	Viale Europa	18- 24/06/2012	6 – 22	Diurno	67,8	66,3	-1,5
P03	Viale Europa	18- 24/06/2012	22 – 6	Notturmo	63,7	61,6	-2,1
P04	Viale Morgagni	22- 28/05/2012	6 – 22	Diurno	71,7	71,6	-0,1
P04	Viale Morgagni	22- 28/05/2012	22 – 6	Notturmo	65,0	63,5	-1,5
P05	Viale Lavagnini	7- 13/11/2008	6 – 22	Diurno	73,1	72,2	-0,9
P05	Viale Lavagnini	7- 13/11/2008	22 – 6	Notturmo	69,1	64,5	-4,6
P06	Via del Sansovino	3-9/02/2011	6 – 22	Diurno	69,1	68,6	-0,5
P06	Via del Sansovino	3-9/02/2011	22 – 6	Notturmo	64,7	62,3	-2,4
P07	Viadotto dell'Indiano	26/02- 03/03/2008	6 – 22	Diurno	66,5	65,0	-1,5
P07	Viadotto dell'Indiano	26/02- 03/03/2008	22 – 6	Notturmo	60,4	56,5	-3,9

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 contenuti entro i 3 dB(A).

Per quanto riguarda la validazione di lungo periodo si ottiene una generale buona correlazione tra i dati misurati e quelli sperimentali, tranne che in corrispondenza delle postazioni P05 (Viale Lavagnini) e P07 (Viadotto dell'Indiano). In tali punti-ricettore si sono ottenuti, limitatamente al solo periodo di riferimento notturno, scarti superiori ai 3 dB(A).

Tali scarti, contenuti entro i 3.9/4.6 dB(A), possono essere sicuramente attribuiti alla non contemporaneità tra le misurazioni fonometriche (vecchie di circa 4 anni) e i conteggi dei flussi di traffico (datati febbraio 2011). Data l'incertezza del dato di traffico collegata a Viale Spartaco Lavagnini ed al Viadotto dell'Indiano, non si è ritenuto che tali scarti non dovessero comportare ulteriori modifiche al modello di emissione utilizzato per la mappatura 2008, che è stato quindi ritenuto validato..

#### **2.4.5 SIMULAZIONI ACUSTICHE SULLO SCENARIO**

Il modello validato secondo la procedura riportata nel precedente paragrafo, è stato quindi utilizzato per determinare il contributo di tutte le infrastrutture stradali di pertinenza comunale ricadenti nel territorio del Comune di Firenze, all'interno di un'area di calcolo coincidente con l'estensione territoriale del Comune stesso, ed utilizzando le seguenti metodologie di calcolo:

- ✓ **CALCOLO DEI VALORI ACUSTICI IN FACCIAIA:** 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 ad un'altezza di 4 m dal suolo ed ad una distanza di 1 m dalla facciata del ricettore, inserendo un punto-ricettore per ciascuna facciata di ogni edificio. Per il calcolo degli indicatori previsti dalla Direttiva Europea, ai fini delle mappe di facciata non è stata considerata la riflessione sonora della facciata a cui si riferisce il ricettore calcolato.
- ✓ **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".

Nella seguente tabella vengono riportati i dati di traffico espressi in veicoli equivalenti, introdotti come input di simulazione all'interno delle sorgenti acustiche del grafo soggette a conteggio diretto dei flussi veicolari. Tutti gli archi viari appartenenti alle infrastrutture stradali presenti nella seguente tabella, sono identificati con l'attributo "CONT" all'interno del tematismo "PIVOT" dello shapefile "FI\_archi\_put\_flussi\_2012".



Tabella 17 – Flussi di traffico (espressi come veicoli equivalenti) di input per le simulazioni acustiche

Area ZTL		DAY		EVENING		NIGHT	
		LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI
Sezione	Strada	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h
1	Via Panzani	252	2	145	0	53	1
1	Via Cerretani	179	2	103	0	55	1
1	Via Rondinelli	100	2	57	0	27	1
1	Via Banchi	34	1	20	0	12	0
2	Via de' Vecchietti A	154	7	89	1	27	1
2	Via de' Vecchietti B	196	6	113	1	34	1
2	Via degli Agli	121	3	70	0	21	0
2	Via de' Pecori	83	2	48	0	14	0
3	Via Strozzi A	61	2	35	0	11	0
3	Via de' Vecchietti C	119	4	69	1	21	0
3	Via Sassetti	75	1	43	0	13	0
3	Via Strozzi B	151	6	87	1	26	1
3	Via de' Pescioni	44	1	26	0	8	0
4	Via della Vigna Nuova	57	3	33	0	10	0
4	Via della Spada	50	1	29	0	9	0
4	Via Strozzi C	110	3	63	0	19	0
4	Via Tornabuoni A	9	0	5	0	2	0
4	Via Tornabuoni B	9	0	5	0	2	0
5	Ponte alla Carraia A	235	5	135	1	95	0
5	Lungarno Vespucci	117	2	68	0	27	0
5	Lungarno Corsini A	91	2	52	0	38	0
5	Borgo Ognissanti	107	2	62	0	19	0
5	Via de' Fossi	175	3	101	1	71	0
5	Via del Moro	79	2	46	0	9	0
5	Via Federighi	66	2	38	0	12	0
6	Lungarno Corsini B	93	1	53	0	16	0
6	Lungarno Acciaiuoli	318	0	183	0	55	0
6	Ponte S. Trinita A	411	1	237	0	71	0
7	Ponte S. Trinita B	427	1	246	0	152	1
7	Lungarno Guicciardini A	549	3	316	0	159	0
7	Via S. Spirito A	37	0	21	0	0	0
7	Via Maggio A	229	1	132	0	60	0
7	Via dello Sprone	51	0	29	0	13	0
7	Borgo S. Jacopo A	90	0	52	0	44	0
8	Ponte alla Carraia B	332	2	192	0	57	0



Area ZTL		DAY		EVENING		NIGHT	
		LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI
Sezione	Strada	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h
8	Lungarno Guicciardini B	434	2	250	0	75	0
8	Lungarno Soderini	345	0	199	0	59	0
8	Borgo S. Frediano	141	2	81	0	24	0
8	Via de' Serragli	354	2	204	0	61	0
8	Via S. Spirito B	21	0	12	0	4	0
9	Via Romana	119	2	69	0	21	0
9	Via Mazzetta	54	0	31	0	9	0
9	Via Maggio B	171	1	99	0	30	0
9	Piazza Pitti	12	0	7	0	2	0
10	Via Guicciardini	25	1	14	0	4	0
10	Via Barbadori	39	0	22	0	7	0
10	Borgo S. Jacopo B	131	0	76	0	23	0
10	Via de' Bardi	110	2	63	0	19	0
11	Lungarno Torigiani	73	1	42	0	36	0
11	Lungarno Serristori	376	2	217	0	115	0
11	Ponte alle Grazie	304	4	175	1	84	0
11	Piazza de' Mozzi	189	2	109	0	78	0
12	Lungarno Diaz A	281	5	162	1	48	0
12	Lungarno Diaz B	221	6	128	1	38	1
12	Piazza Mentana	55	2	31	0	9	0
13	Via de' Benci A	206	3	119	0	36	0
13	Via de' Benci B	203	4	117	1	35	0
13	Via Vagellai	39	1	23	0	7	0
13	Via de' Neri	19	0	11	0	3	0
13	Corso Tintori	370	3	213	0	64	0

Aree strade "interquartiere"		DAY		EVENING		NIGHT	
		LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI
Pivot	Strada	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h
A	Viale Malta	384	3	261	2	46	2
B	Viale Francesco Petrarca	1345	9	914	6	264	1
C	Viale Europa	840	5	571	3	225	1
D	Viale Giovan Battista Morgagni	997	2	678	1	75	1



Aree strade "interquartiere" – DATI ACITRAFF		DAY		EVENING		NIGHT	
		LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI
Sezione	Strada	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h
1	Via Aretina	856	15	612	4	162	4
2	Via Bolognese	410	15	294	4	71	1
3	Viale Europa	878	27	321	5	116	1
4	Viale Alessandro Guidoni	3363	59	2037	13	632	4
5	Viale Piero Nenni	544	20	396	6	113	2
6	Viale degli Astronauti	2219	68	1510	15	296	10
7	Via Pistoiese	818	33	589	9	221	2
8	Via Pratese	1105	76	770	19	280	8
9	Via Sestese	991	30	800	13	218	1
10	Viale Alessandro Volta	502	9	377	2	89	1
11	Viale Etruria	1007	36	744	11	210	4

Area Urbana Brozzi-Quaracchi		DAY		EVENING		NIGHT	
		LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI	LEGGERI	PESANTI
Sezione	Strada	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h	veic/h
1	Via Fra' G.Gulobovich	193	2	85	1	22	0
2	Via di Brozzi	90	3	39	1	11	0
3	Via del Luccio	131	2	58	0	15	0
4	Via del Granchio	131	2	58	0	15	0
5	Via S.Bonaventura	51	1	22	0	6	0
6	Via dell'Agio	63	1	28	0	7	0
7	Via Quaracchi	168	1	63	0	17	0
8	Via della Saggina	105	1	65	0	16	0
9	Via di Cammori	156	1	88	1	17	0
10	Via del Ponte del Pecora	133	1	53	0	14	0
11	Via de' Cattani	133	1	53	0	14	0
12	Via Umbria	91	1	40	0	10	0
13	Via Lombardia	1	0	0	0	0	0
14	Via dell'Osteria	1	0	0	0	0	0
15	Via di Cocco	1	0	0	0	0	0

Per determinare il flusso di traffico di tutti gli archi viari del grafo non presenti nella tabella, è stata effettuata la seguente attribuzione.



- ✓ Tutti gli archi contenuti all'interno della zona ZTL, sono stati suddivisi nelle 8 categorie acusticamente omogenee definite nel paragrafo 2.2.1, inserendo l'attributo "A\_I", "B\_I", "C\_I", "D\_I", "A\_L", "B\_L", "C\_L", o "D\_L" all'interno del tematismo "PIVOT": a ciascuno di essi è stato attribuito un dato di traffico pari alla media dei valori conteggiati in corrispondenza delle strade della relativa categoria di appartenenza.
- ✓ Tutti gli archi viari definiti come "interquartiere" all'interno del database utilizzato per la stesura della Mappatura Acustica e del successivo Piano d'Azione del Comune di Firenze, sono stati suddivisi nelle 4 categorie acusticamente omogenee definite nel paragrafo 2.2.2, inserendo l'attributo "A", "B", "C", o "D" all'interno del tematismo "PIVOT": a ciascuno di essi è stato attribuito un dato di traffico pari al valore conteggiato nell'asse viario relativo alla categoria di appartenenza.
- ✓ Tutti gli archi viari che non hanno subito sostanziali modifiche dal 2006 in poi, hanno conservato lo stesso dato di traffico utilizzato nelle precedenti fasi di mappatura (2008) e piano d'azione (2009).
- ✓ Tutti gli archi viari sottoposti ai recenti interventi di pedonalizzazione, sono stati identificati con l'attributo "PED" all'interno del tematismo "PIVOT" ed è stato loro attribuito un dato di traffico pari a 0.
- ✓ Agli archi viari relativi alle infrastrutture A1 (Autostrada del Sole), A11 (Autostrada Firenze-Mare) e Strada di Grande Comunicazione FI-PI-LI è stato loro attribuito un dato di traffico pari a 0, in quanto i relativi contributi vengono considerati nelle specifiche mappature acustiche predisposte dagli enti competenti.

Nello shapefile "*FI\_archi\_put\_flussi\_2012*" sono stati aggiunti campi appositi per descrivere i flussi di traffico attribuiti a ciascun arco viario, mediante i tematismi:

- ✓ LEG\_DAY: mezzi leggeri nel periodo giorno (6.00 – 20.00), dato espresso in veic/h;
- ✓ LEG\_EVE: mezzi leggeri nel periodo sera (20.00 – 22.00), dato espresso in veic/h;
- ✓ LEG\_NIG: mezzi leggeri nel periodo notte (22.00 – 6.00), dato espresso in veic/h;
- ✓ PES\_DAY: mezzi pesanti nel periodo giorno (6.00 – 20.00), dato espresso in veic/h;
- ✓ PES\_EVE: mezzi pesanti nel periodo sera (20.00 – 22.00), dato espresso in veic/h;
- ✓ PES\_NIG: mezzi pesanti nel periodo notte (22.00 – 6.00), dato espresso in veic/h.

Inoltre, al fine di migliorare la modellazione degli assi stradali di elevata larghezza, sono stati aggiunti i tematismi "LARGH\_SX", "LARG\_DX", "DIST\_SX" e "DIST\_DX" per descrivere le dimensioni fisiche della sezione stradale, in termini rispettivamente di larghezza della corsia destra e sinistra e di distanza delle corsie dalla mezzzeria geometrica della sorgente. Tali attributi sono uguali a 0 per tutte le strade rappresentabili mediante una unica corsia posta sulla mezzzeria della carreggiata, mentre assumono valore diverso da 0 per le infrastrutture dotate di un numero maggiore di corsie di marcia.





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

- ✓ **CALCOLO IN FACCIATA:** livelli sonori determinati a 4 m di altezza sulla facciata più esposta di ciascun edificio abitativo, espressi negli indicatori  $L_{DEN}$  ed  $L_{NIGHT}$ , per il periodo di riferimento giorno/sera/notte e per il periodo di riferimento notturno.
- ✓ **CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE:** livelli sonori su una griglia di calcolo 10 m x 10 m ( $h = 4$  m), espressi negli indicatori  $L_{DEN}$  ed  $L_{NIGHT}$ , al fine di rappresentare graficamente la rumorosità prodotta dal transito dei mezzi sulle strade provinciali.

Tali risultati sono stati integrati con gli analoghi livelli acustici prodotti dai servizi di trasporto pubblico, su gomma e del sistema tramviario, al fine di predisporre la Mappatura Acustica del rumore stradale relativa all'agglomerato di Firenze.



### **3. ACQUISIZIONE DELLE MAPPATURE ACUSTICHE**



### 3.1 PREMESSA

Questa parte del lavoro ha previsto l'acquisizione delle mappature acustiche dei gestori dei Servizi di Trasporto Pubblico (ATAF S.p.A. e GEST S.p.A.), al fine di determinare la mappatura acustica complessiva del rumore stradale attraverso l'integrazione di queste con il contributo del traffico veicolare descritto nel precedente capitolo.

In particolare, l'oggetto del presente lavoro è, anche considerando il formato dei dati, quello di prevedere una sovrapposizione delle singole mappe acustiche e dei relativi risultati, in modo poter sommare energeticamente, con riferimento agli indicatori previsti dalla Direttiva 2002/49/CE, i contributi di ciascuna sorgente sugli edifici considerati (CALCOLO IN FACCIA) e su una analoga griglia di punti (CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE).

Sono state reperite le seguenti mappature acustiche:

- ✓ Mappatura acustica dell'infrastruttura ferroviaria (RFI S.p.A.).
- ✓ Mappatura acustica dell'infrastruttura tramviaria (GEST S.p.A.).



## 3.2 MAPPATURA ACUSTICA TRAMVIARIA

La linea tramviaria "T1", gestita da GEST S.p.A., attraversa i territori comunali di Firenze e Scandicci. Limitatamente al tratto interno all'agglomerato di Firenze è stata reperita la *"Mappatura della rete tramviaria di Firenze all'interno del Comune di Firenze"*, redatta per GEST S.p.A. dalla società VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l. nel mese di dicembre 2011.

All'interno di tale documentazione, sono stati utilizzati i seguenti shapefile:

- ✓ *"FI\_Edif\_risultati\_TRAMVIA"* contenente tutti gli edifici presenti nel Comune di Firenze di tipologia residenziale o residenziale mista su cui è stato calcolato il livello sonoro generato dall'esercizio della tramvia. Si tratta dello shapefile fornito da ARPAT nell'ambito della realizzazione della Mappatura Acustica di Firenze, a cui sono stati aggiunti i livelli acustici calcolati in conformità alla Direttiva Europea 2002/49/CE prodotti dalla Rete Tramviaria di Firenze, in termini di  $L_{DEN}$ ,  $L_{DAY}$ ,  $L_{EVE}$ ,  $L_{NIGHT}$ .
- ✓ *"griglia\_TRAMVIA\_FI\_DEN"* e *"griglia\_TRAMVIA\_FI\_NIGHT"* contiene i livelli sonori calcolati in conformità direttiva Europea 2002/49/CE su una griglia di punti di ampiezza 10 m x 10 m ed ad un'altezza di 4 m sul p.c., all'interno di un'area di calcolo definita dall'intersezione tra il territorio del Comune di Firenze e la fascia di territorio intorno all'infrastruttura di ampiezza pari a 500 m per lato.



### 3.3 MAPPATURA ACUSTICA TRASPORTO PUBBLICO LOCALE SU GOMMA

In questa fase, è stata reperita la “*Mappatura Acustica delle Linee di Trasporto Pubblico Urbano nel Comune di Firenze*”, redatta per ATAF S.p.A. dalla società VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l. nel mese di dicembre 2011.

All'interno di tale documentazione, sono stati utilizzati i seguenti shapefile:

- ✓ “*FI\_Edif\_risultati\_ATAF*” contenente tutti gli edifici presenti nel Comune di Firenze di tipologia residenziale o residenziale mista su cui è stato calcolato il livello sonoro generato dall'esercizio della tramvia. Si tratta dello shapefile fornito da ARPAT nell'ambito della realizzazione della Mappatura Acustica di Firenze, a cui sono stati aggiunti i livelli acustici calcolati in conformità alla Direttiva Europea 2002/49/CE prodotti dal transito delle linee di trasporto pubblico urbano di pertinenza di ATAF S.p.A., in termini di  $L_{DEN}$ ,  $L_{DAY}$ ,  $L_{EVE}$ ,  $L_{NIGHT}$ .
- ✓ “*griglia\_ATAF\_FI\_DEN*” e “*griglia\_ATAF\_FI\_NIGHT*” contiene i livelli sonori calcolati in conformità direttiva Europea 2002/49/CE su una griglia di punti di ampiezza 10 m x 10 m ed ad un'altezza di 4 m sul p.c., all'interno di un'area di calcolo definita dall'intersezione tra il territorio del Comune di Firenze e la fascia di territorio intorno all'infrastruttura di ampiezza pari a 500 m per lato.

Dal momento che, dall'analisi dei risultati della mappatura, sono emerse alcune incongruenze per quanto riguarda il calcolo dei valori acustici sulla facciata dei ricettori (assenza di alcuni punti di facciata), si è reso necessario ripetere ed aggiornare la simulazione del contributo generato dal transito dei mezzi ATAF. In particolare, sono stati ripetuti i calcoli dei punti in facciata relativi alla zona del centro storico della città di Firenze, nella quale sono stati evidenziate le maggiori incongruenze. Nella pratica i risultati del calcolo dei livelli in facciata risultano integrati rispetto alla citata mappatura acustica, in corrispondenza degli edifici appartenenti all'area delimitata dai Viali di Circonvallazione e dai Viali dei Colli.

Il calcolo relativo alle curve isofoniche, invece, non ha necessitato di modifiche modellistiche.



## **4. MAPPATURA ACUSTICA DEL RUMORE STRADALE**



## 4.1 PREMESSA

Ai sensi dell'articolo 3 del D.Lgs. 194/2005, si definisce “mappatura acustica”, la rappresentazione di dati relativi a una situazione di rumore esistente o prevista in funzione di un descrittore acustico, che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero delle persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona.

Nella presente mappatura acustica si intende per rumore stradale la combinazione dei seguenti contributi:

- ✓ rumore prodotto dal traffico veicolare in transito sulle strade di pertinenza comunale;
- ✓ rumore prodotto dal transito delle linee di trasporto pubblico su gomma, gestite da ATAF S.p.A.;
- ✓ rumore prodotto dall'esercizio della Linea Tramviaria “T1”, gestita da GEST S.p.A.

Nei capitoli precedenti sono state descritte le metodologie mediante le quali la scrivente società ha provveduto al calcolo o alla raccolta dei risultati delle singole mappature acustiche di tutti i contributi elencati.

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

- ✓ **CALCOLO IN FACCIATA:** per ciascun edificio di tipo abitativo, vengono determinati i livelli sonori in corrispondenza della facciata più esposta, dati dalla combinazione (somma energetica) dei singoli contributi dovuti al traffico veicolare, al transito dei mezzi ATAF ed all'esercizio della Tramvia. Tali livelli acustici sono finalizzati ad individuare per il periodo di riferimento giorno/sera/notte e per il periodo di riferimento notturno, il numero assoluto e la percentuale di popolazione esposta agli stessi intervalli dei livelli acustici  $L_{DEN}$  ed  $L_{NIGHT}$ :
  - $L_{DEN} < 55 \text{ dB(A)}$ ;
  - $55 \text{ dB(A)} \leq L_{DEN} < 60 \text{ dB(A)}$ ;
  - $60 \text{ dB(A)} \leq L_{DEN} < 65 \text{ dB(A)}$ ;
  - $65 \text{ dB(A)} \leq L_{DEN} < 70 \text{ dB(A)}$ ;
  - $70 \text{ dB(A)} \leq L_{DEN} < 75 \text{ dB(A)}$ ;
  - $L_{DEN} \geq 75 \text{ dB(A)}$ .
  - $L_{NIGHT} < 50 \text{ dB(A)}$ ;
  - $50 \text{ dB(A)} \leq L_{NIGHT} < 55 \text{ dB(A)}$ ;
  - $55 \text{ dB(A)} \leq L_{NIGHT} < 60 \text{ dB(A)}$ ;
  - $60 \text{ dB(A)} \leq L_{NIGHT} < 65 \text{ dB(A)}$ ;
  - $65 \text{ dB(A)} \leq L_{NIGHT} < 70 \text{ dB(A)}$ ;



➤  $L_{NIGHT} \geq 70 \text{ dB(A)}$ .

- ✓ **CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE:** vengono determinati i livelli sonori di rumore stradale (dati dalla combinazione dei singoli contributi dovuti al traffico veicolare, al transito dei mezzi ATAF ed all'esercizio della Tramvia) su una griglia di calcolo 10 m x 10 m (h=4 m), espressi negli indicatori  $L_{DEN}$  ed  $L_{NIGHT}$ , al fine di rappresentare graficamente la rumorosità prodotta. La mappa acustica complessiva è stata ricavata mediante l'utilizzo del software SoundPLAN vers. 7.1, che permette di realizzare operazioni su analoghe griglie di punti generate da diverse sorgenti acustiche: nella pratica, è stata effettuata una somma energetica tra i risultati ottenuti per le singole modellazioni del rumore da traffico veicolare, delle linee ATAF e della linea tramviaria.

I risultati del calcolo dei livelli acustici in facciata sono contenuti all'interno di uno shapefile denominato "FI\_risultati\_stradale\_TOTALE". La tabella associata a tale database contiene i seguenti campi:

- ✓ COD\_UN: codice che identifica univocamente ciascun edificio;
- ✓ "ALTEZZA": altezza dell'edificio sul piano di campagna";
- ✓ "RESID\_CALC": numero di persone residenti attribuite all'edificio;
- ✓  $L_{DEN\_ATAF}$ ,  $L_{NIGHT\_ATAF}$ : livelli acustici in facciata dati dal contributo del transito dei mezzi ATAF;
- ✓  $L_{DEN\_GEST}$ ,  $L_{NIGHT\_GEST}$ : livelli acustici in facciata dati dal contributo dell'esercizio della tramvia.
- ✓  $L_{DEN\_ROAD}$ ,  $L_{NIGHT\_ROAD}$ : livelli acustici in facciata dati dalla combinazione dei contributi dovuti al traffico veicolare, alle linee ATAF e alla linea della tramvia.

## 4.2 RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA

Nel presente capitolo vengono riportati ed analizzati i risultati della mappatura acustica relativa al solo rumore stradale (combinazione dei contributi dovuti al traffico veicolare, alle linee ATAF e alla linea della tramvia).

Tali risultati sono forniti secondo quanto richiesto ai sensi degli Allegati IV e VI della Direttiva Europea 2002/49/CE (recepita dal D.Lgs 194/2005), e sono stati ricavati da una elaborazione dei risultati delle simulazioni introdotte nei precedenti capitoli. In particolare, nel presente paragrafo, vengono riportate le stime sotto forma di istogrammi e tabelle (assolute e percentuali) del numero delle persone esposte agli intervalli di  $L_{DEN}$  ed  $L_{NIGHT}$  previste dalla suddetta normativa e riportati nel precedente paragrafo. Per entrambe le elaborazioni, le percentuali sono espresse rispetto al numero di abitanti attribuito agli edifici ricadenti nell'area di calcolo definita corrispondenti all'intera estensione del territorio del Comune di Firenze. La popolazione residente complessivamente nel territorio comunale ed attribuita agli edifici di tipologia residenziale è pari a 352.856 abitanti.

Inoltre, vengono prodotte le mappature acustiche del solo traffico veicolare privato come curve isofoniche comprese nell'area di calcolo definita con riferimento, rispettivamente, agli indicatori acustici  $L_{DEN}$  (nell'intervallo tra 55 dB(A) e 75 dB(A)) ed  $L_{NIGHT}$  (nell'intervallo tra 50 dB(A) e 70 dB(A)).

Nelle figure che seguono si riportano i grafici che individuano la percentuale di popolazione esposta al rumore stradale considerando gli indicatori europei  $L_{DEN}$  ed  $L_{NIGHT}$ .

Tabella 18 – Istogramma della percentuale di popolazione esposta al rumore STRADALE ( $L_{DEN}$ )

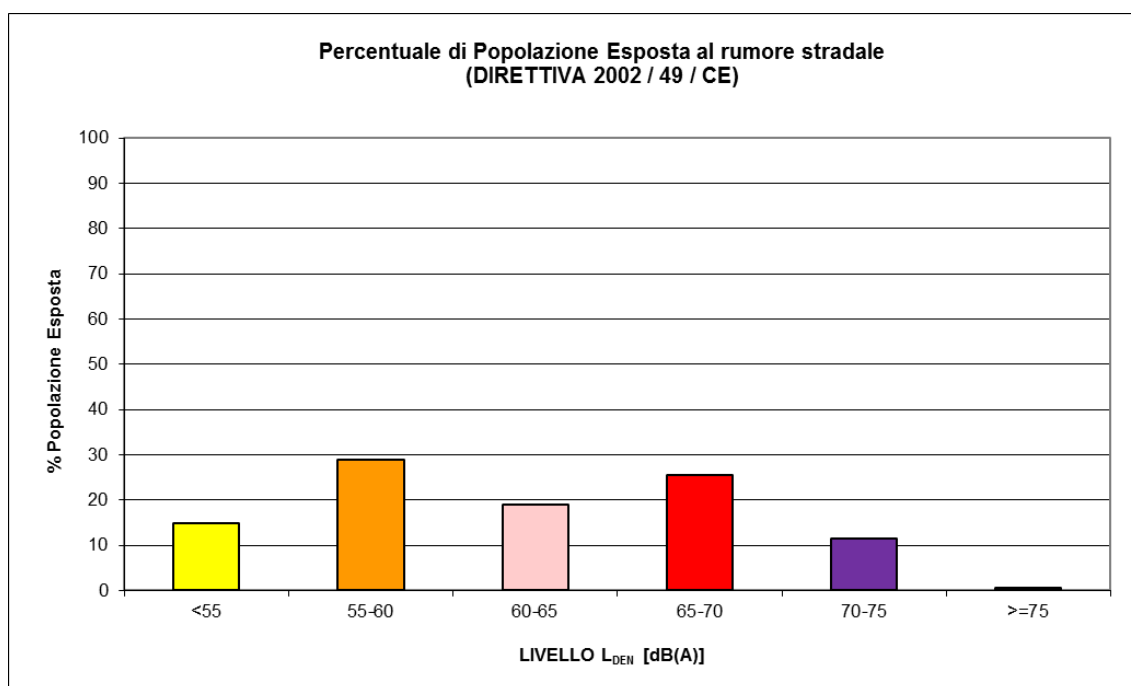
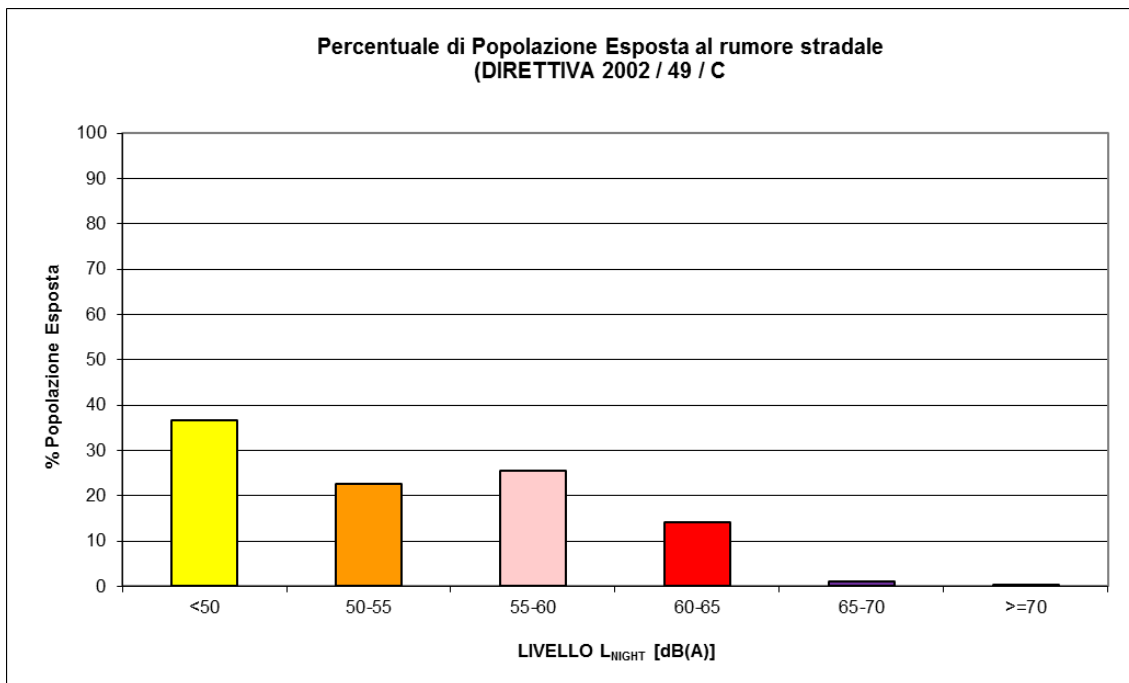


Tabella 19 – Istogramma della percentuale di popolazione esposta al rumore STRADALE ( $L_{NIGHT}$ )



Nelle tabelle che seguono si riporta in forma di tabella il numero e la relativa percentuale di abitanti esposti al rumore stradale per l'indicatore  $L_{DEN}$  e  $L_{NIGHT}$ .

Tabella 20 – Numero e percentuale di abitanti esposti al rumore STRADALE ( $L_{DEN}$ )

RUMORE STRADALE	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	52.342	14,8
55-60	101.787	28,8
60-65	67.107	19,0
65-70	89.723	25,4
70-75	40.272	11,4
>75	1.625	0,5
<b>TOTALE</b>	<b>352.856</b>	<b>100,0</b>

Tabella 21 – Numero e percentuale di abitanti esposti al rumore STRADALE ( $L_{NIGHT}$ )

RUMORE STRADALE	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	129.305	36,6
50-55	79.702	22,6
55-60	90.059	25,5
60-65	49.515	14,0
65-70	3.972	1,1
>70	303	0,1
<b>TOTALE</b>	<b>352.856</b>	<b>100,0</b>

## 4.3 CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati riportati nei precedenti capitoli è possibile trarre le seguenti conclusioni relativamente alle percentuali di popolazione esposta e considerando gli indicatori previsti dalla Direttiva Europea ( $L_{DEN}$ ,  $L_{NIGHT}$ ). La popolazione residente complessivamente nel territorio comunale ed attribuita agli edifici di tipologia residenziale è pari a 352.856 abitanti.

Periodo giorno-sera-notte,  $L_{DEN}$ :

- ✓ circa il 15% (52.342 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 48% (168.894 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 37% (129.995 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  $L_{DEN}$  risultano essere circa l'1% (1.625 persone).

Periodo notte,  $L_{NIGHT}$ :

- ✓ circa il 37% (129.305 persone) della popolazione residente negli edifici esposti al rumore stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A);
- ✓ circa il 48% (169.761 persone) della popolazione residente negli edifici esposti al rumore stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore compreso tra 50 e 60 dB(A);
- ✓ circa il 15% (53.487 persone) della popolazione residente negli edifici esposti al rumore stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore compreso tra 60 e 70 dB(A);
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 70 dB(A) di  $L_{NIGHT}$  risultano in percentuale trascurabile, ovvero circa lo 0,1% (303 persone).

Da un confronto effettuato sugli analoghi risultati della Mappatura 2008 è possibile rilevare un apparente aumento dell'esposizione al rumore stradale degli abitanti dell'Agglomerato di Firenze. Questo aumento è sicuramente imputabile alla precedente sottostima dei volumi di traffico attribuiti agli assi stradali principali, che è stata corretta nella presente mappatura con le procedure esposte nel capitolo 2.



**IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 64 PAGINE E 1 ALLEGATO.**

**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 14/09/2012**

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

**DOTT. ING. SERGIO LUZZI (LEGALE RAPPRESENTANTE)**



**DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (DIRETTORE TECNICO)**



**DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI**

**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





## ALLEGATI



## ALLEGATO 1: SCHEDE DI MONITORAGGIO ACUSTICO

Di seguito si riportano i dati tecnici dei sistemi fonometrici e software impiegati.

### SISTEMA DI MISURA 1

- ✓ **FONOMETRO INTEGRATORE DI PRECISIONE BRUEL & KJÆR tipo 2250 S.N. 2645143**  
conforme alle normative IEC 651 – EN 60651 classe 1 e IEC 804 – EN 60804  
analizzatore di frequenza in tempo reale con modulo BZ7210
- ✓ **MICROFONO DI PRECISIONE A CONDENSATORE PREPOLARIZZATO BRUEL & KJÆR tipo 4189 S.N. 2643505**  
conforme alle normative EN61094-1/94 EN61094-2/93 EN61094-3/93 EN61094-4/95 IEC 651 classe 1

### SISTEMA DI MISURA 2

- ✓ **FONOMETRO INTEGRATORE DI PRECISIONE BRUEL & KJÆR tipo 2250 S.N. 2446921**  
conforme alle normative IEC 651 – EN 60651 classe 1 e IEC 804 – EN 60804  
analizzatore di frequenza in tempo reale con modulo BZ7210
- ✓ **MICROFONO DI PRECISIONE A CONDENSATORE PREPOLARIZZATO BRUEL & KJÆR tipo 4189 S.N. 2780368**  
conforme alle normative EN61094-1/94 EN61094-2/93 EN61094-3/93 EN61094-4/95 IEC 651 classe 1

Prima e dopo l'esecuzione della misura gli strumenti sono stati calibrati con:

- ✓ **CALIBRATORE ACUSTICO BRUEL & KJÆR tipo 4231 S.N. 2713443**  
classe 1 secondo la norma IEC 942:1988  
livello sonoro prodotto 94 dB a 1000 Hz

Per la memorizzazione e l'elaborazione statistica dei dati si è fatto uso dei Software dedicati:

- ✓ **Basic sound analysis software BRUEL & KJÆR bz 7201, bz 7202, bz 7210**

Per la presentazione dei dati si è fatto uso del Software dedicato:

- ✓ **Noise Evaluator BRUEL & KJÆR 7820 vers. 4.16.2**

Prima e dopo ogni ciclo di misure è stato effettuato il controllo di calibrazione. La differenza fra i livelli di calibrazione rilevati prima e dopo ogni ciclo di misure è risultata inferiore a 0.5 dB conformemente a quanto previsto dall'art. 2 comma 3 del D.M.16/3/1998.



Tutte le misure sono state effettuate attenendosi alle procedure e alle modalità stabilite dal D.M.16 marzo 1998 e dai suoi allegati. Si sono seguite le regole della buona tecnica previste dalla Norma UNI 9884 per la descrizione dei livelli sonori nell'ambiente.

- ✓ Trattandosi di misure in esterno si sono rispettate le regole e le distanze previste dall'allegato B del D.M. 16-03-1998;
- ✓ il tecnico incaricato della rilevazione e le persone che hanno assistito ai rilievi si sono tenuti, durante la misura, a una distanza tale da non influenzarla;
- ✓ il tempo di misura è stato scelto coerentemente con le esigenze della campagna di rilevazioni fonometriche;
- ✓ tutte le misure si intendono eseguite in condizioni meteorologiche normali, ovvero in assenza di precipitazioni atmosferiche e con velocità del vento nella postazione di misura inferiore a 5 m/s; per quanto concerne l'incertezza delle misure, si deve comunque tener conto di una tolleranza di  $\pm 0.5$  dB.

Copia dei certificati di taratura degli strumenti che compongono i vari sistemi di misura sono riportati di seguito.

**SISTEMA DI MISURA 1:****SIT****SERVIZIO DI TARATURA IN ITALIA**

Calibration Service in Italy



Il SIT è uno dei firmatari degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA - MLA ed ILAC - MRA dei certificati di taratura

SIT is one of the signatories to the Mutual Recognition Agreement EA-MLA and ILAC for the calibration certificates.

**CENTRO DI TARATURA N. 164**

Calibration Centre n. 164

Istituito da:  
established byAzienda Sanitaria delle Zone:  
Senese, Alta Val d'Elsa,  
Val di Chiana Senese,  
Amiata Val d'OrciaDipartimento di Prevenzione  
U.F. Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud Est  
U.O. Igiene Industriale**LABORATORIO AGENTI FISICI**

Strada del Ruffolo - 53100 Siena - Tel 0577 536097 - Fax 0577 536754

Certificato di taratura n. ... F0531\_10  
Certificate of calibration no. F0531\_10.Pagina 1 di 10  
Page 1 of 10

- **Data di emissione**  
*date of issue* **20/08/2010**

- **destinatario**  
*Addressee* **Dott.Ing.Francesco Borchì**  
**Via Cavallotti, 19**  
**50019 Sesto Fiorentino (FI)**

- **richiesta**  
*application* **505**

- **in data**  
*date* **19/08/2010**

**Si riferisce a**  
*referring to*

- **oggetto**  
*item* **Fonometro**

- **costruttore**  
*manufacturer* **Bruel & Kjaer**

- **modello**  
*model* **2250**

- **matricola**  
*serial number* **2645143**

- **data delle misure**  
*date of measurements* **19/08/2010**

- **registro di laboratorio**  
*laboratory reference* **505**

- **nome file:** **F0531\_10**

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento SIT N. 164 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). Il SIT garantisce la capacità di misura le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation SIT No. 164, granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. SIT attests the measurement capability and metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards are indicated as well, from which starts the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in their course of validity. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as extended uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro

Head of the Centre



## SISTEMA DI MISURA 2:

Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S  
Skodsborgvej 307 • DK-2850 Nærum • Denmark • Tel.: +45 7741 2000 • Fax: +45 4580 1405  
info@bksv.com • www.bksv.com

### Certificate of Conformance

VIE EN.RO.SE INGEGNERIA SRL  
VIA STRADIVARI, 19  
50127 FIRENZE,  
FI  
Italy

**Customer Reference:**  
Ordine Fax Dott. Falchi del 30/09/2011

**Service Request:**  
1-268913916

**Date:**  
05-Oct-11

We hereby declare that  
**-2250— Handheld Analyzer Serial Number: 2446921**  
has been tested and passed all test.

The instrument has been tested according to published specifications at the date of the test.  
All tests have been performed using calibrated equipment, traceable to National or International Standards  
or by ratio measurements.

Certificate issued  
05-Oct-11



Torben Bjørn  
**Vice President - Operations**  
For and on behalf of Brüel & Kjær HQ

Recommended date for next check: **Oct-2013**

Brüel & Kjær is certified under ISO 9001:2008, assuring that all calibration data is retained on file and is available for inspection upon request.

**Note:**

Although this certificate states that your instrument complied with all specifications at the time of the test, this is not a calibration certificate.

CVR nr. 23 95 84 14 • VAT. nr. DK 11948456  
Danske Bank: Account no. 3100-3015081260, SWIFT DABADKKK  
IBANS: (DKK) DK 75 3000 3015081260 • (EUR) DK 25 3000 3001963589  
(USD) DK 26 3000 4451045504

Brüel & Kjær 

**CALIBRATORE:**

Dipartimento di Prevenzione  
Laboratorio di Sanità Pubblica  
Area Vasta Toscana Sud Est  
U.O. Igiene Industriale – Laboratorio  
Agenti Fisici  
Strada del Ruffolo - 53100 Siena  
Tel 0577 536097 - Fax 0577 536754

Centro di Taratura LAT N° 164  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di  
Taratura



LAT N° 164

Membro degli Accordi di Mutuo  
Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition, Agreements

Pagina 1 di 3  
Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT C0529\_12  
Certificate of Calibration

-- data di emissione <i>date of issue</i>	21/06/2012
cliente <i>Addressee</i>	VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l. Via Stradivari, 19 50127 Firenze (FI)
- destinatario <i>receiver</i>	come sopra
- richiesta <i>application</i>	673
- in data <i>date</i>	18/06/2012
<u>Si riferisce a</u> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Calibratore
- costruttore <i>manufacturer</i>	Bruel & Kjaer
- modello <i>model</i>	4231
- matricola <i>serial number</i>	2713443
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	21/06/2012
- data delle misure <i>date of measurements</i>	21/06/2012
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	673

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 164 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT).  
ACCREDIA attesta la capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità del Sistema Internazionale delle Unità (SI).  
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 164, granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).  
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to ISO/IEC guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre





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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 001	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P01
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> via Panzani, via dei Cerretani, via dei Rondinelli, via dei Banchi	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 4.5 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1 e n.2

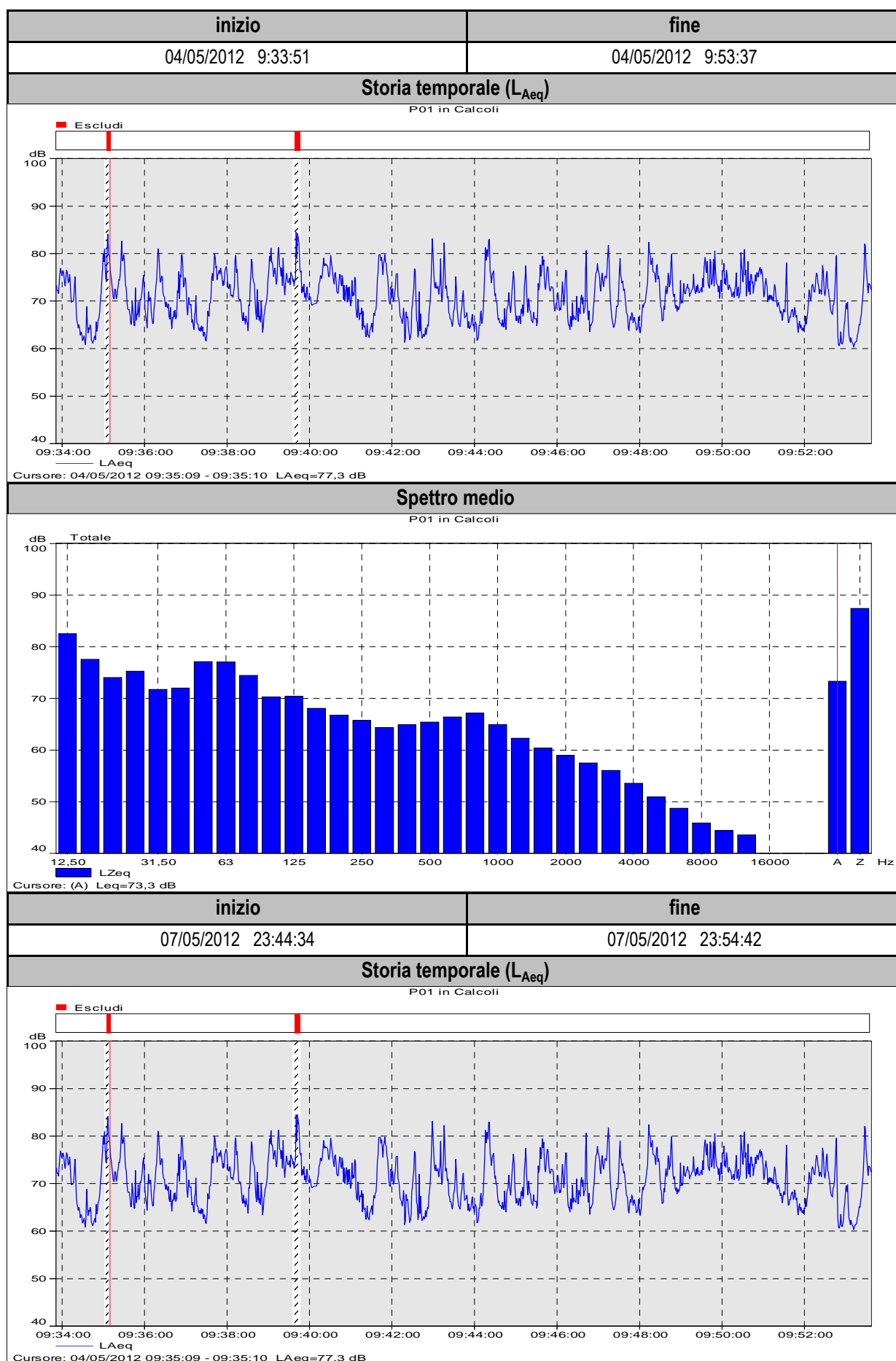
**Inquadramento territoriale**



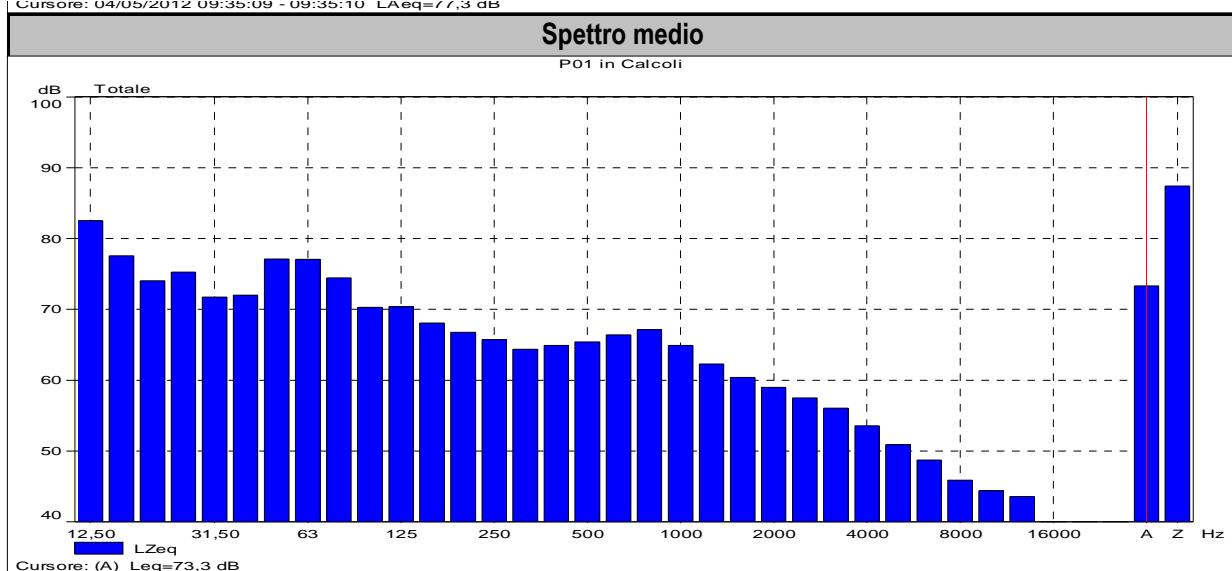
**Documentazione Fotografica**







Cursore: 04/05/2012 09:35:09 - 09:35:10 LAeq=77,3 dB


**Dati fonometrici e dei flussi di traffico**

Giorno	Periodo di riferimento	Fascia oraria	L <sub>Aeq</sub> dB(A)	
			Diurno	Notturmo
04/05/2012	Diurno	9-10	73,6	-
07/05/2012	Notturmo	23-00	-	69,5
Nome strada			Flusso di traffico medio (veicoli/ora)	
			Diurno	
			leggeri	pesanti
			leggeri	pesanti
Via Panzani			531	36
Via dei Cerretani			378	36
Via dei Rondinelli			210	24
Via dei Banchi			72	12



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

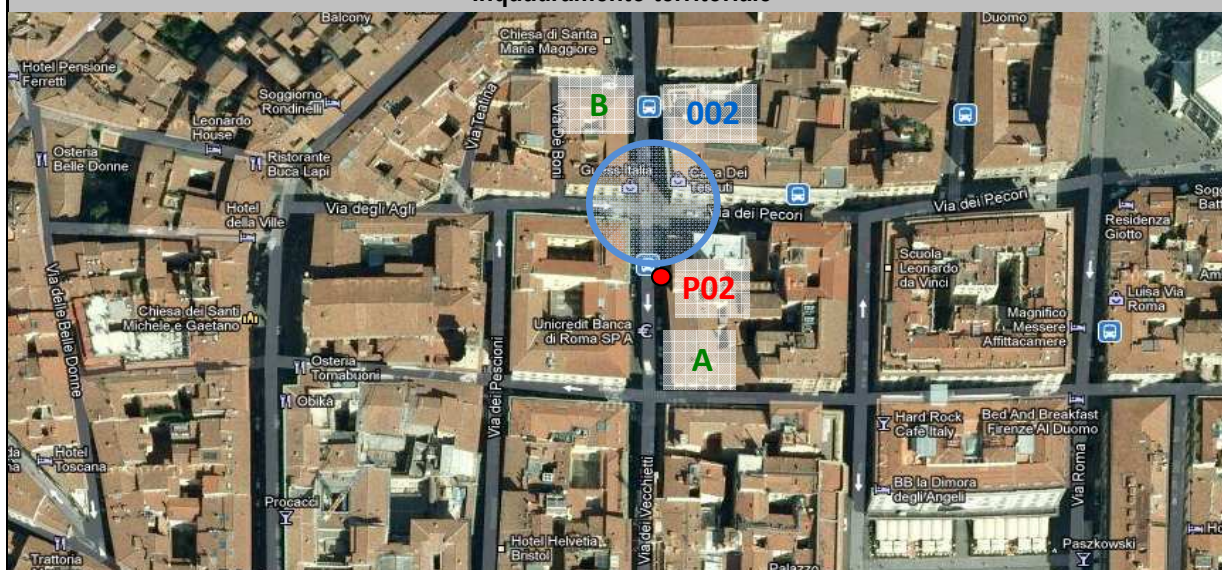


COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

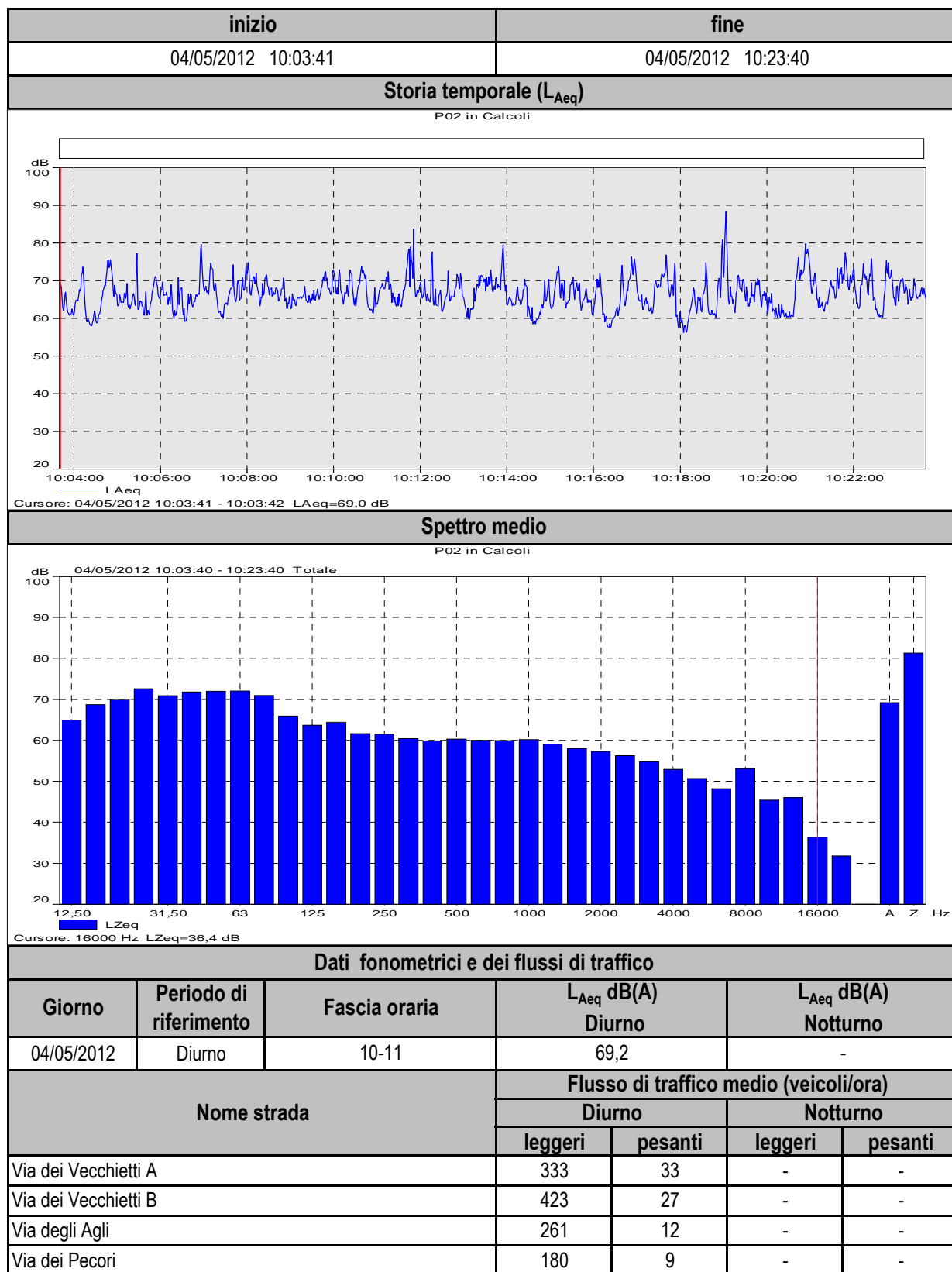
Dati generali	Descrizione postazione di misura
Sezione: 002	Codifica Postazione di misura: P02
Comune: Firenze	Altezza dal suolo: 1.5 m
Strade indagate: via dei Vecchietti (tratti A e B), via degli Agli, via dei Pecori	Distanza dall'asse stradale: 4.0 m
	Sistema di misura utilizzato: n.1

**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**









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

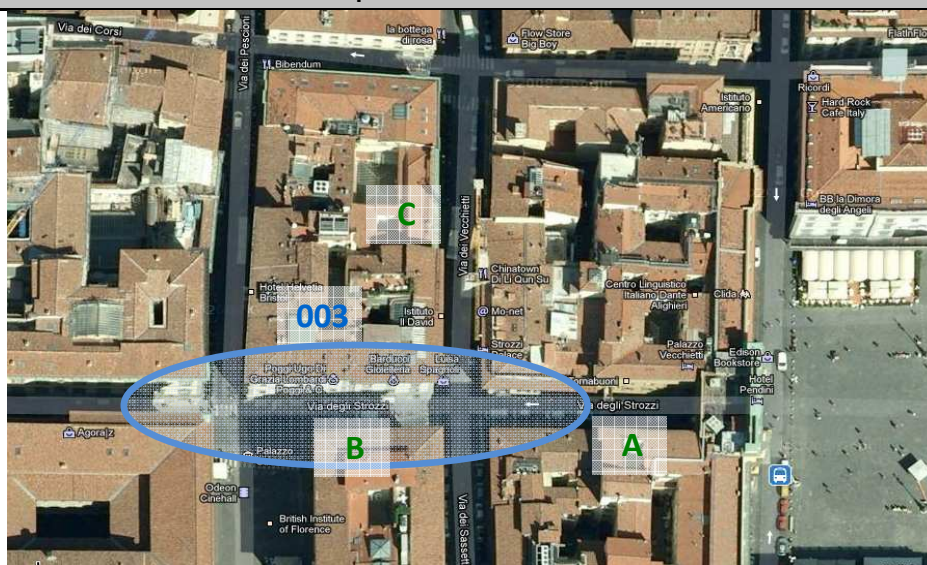


COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 003	<b>Codifica Postazione di misura:</b> non effettuata
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> -
<b>Strade indagate:</b> via degli Strozzi (tratto A e B), via dei Vecchietti (tratto C), Via dei Sassetti, via dei Pescioni	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> -
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> -

**Inquadramento territoriale**



**Dati fonometrici e dei flussi di traffico**

Giorno	Periodo di riferimento	Fascia oraria	L <sub>Aeq</sub> dB(A) Diurno		L <sub>Aeq</sub> dB(A) Notturno	
04/05/2012	Diurno	10-11	-		-	
Nome strada			Flusso di traffico medio (veicoli/ora)			
			Diurno		Notturno	
			leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Via degli Strozzi A			132	9	-	-
Via degli Strozzi B			327	27	-	-
Via dei Vecchietti C			258	18	-	-
Via dei Sassetti			162	3	-	-
Via dei Pescioni			96	3	-	-



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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

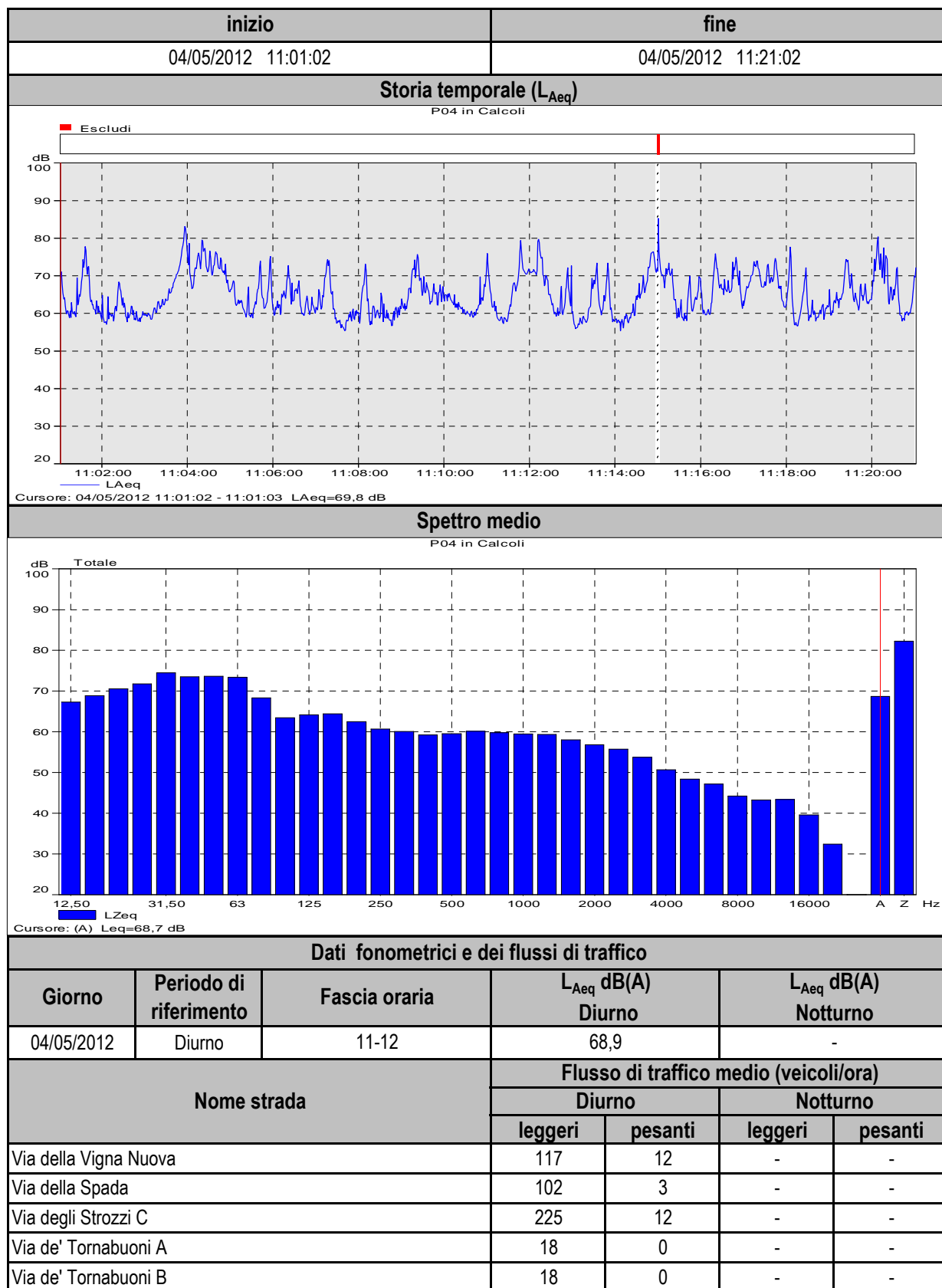
Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 004	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P04
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> via della Vigna Nuova, via della Spada, via degli Strozzi (tratto C), via de' Tornabuoni (tratti A e B)	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 3.0 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1

**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**









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



COMUNE DI  
FIRENZE

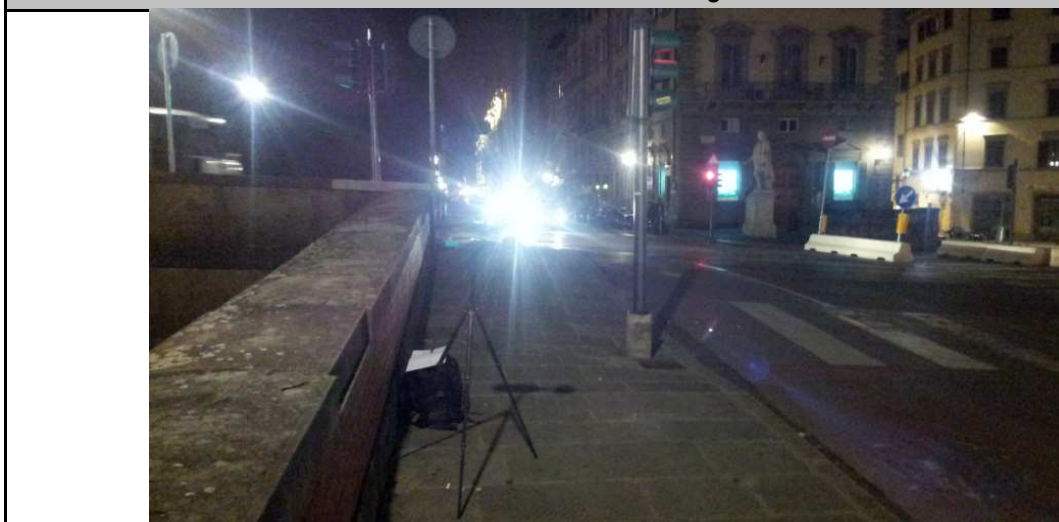
**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

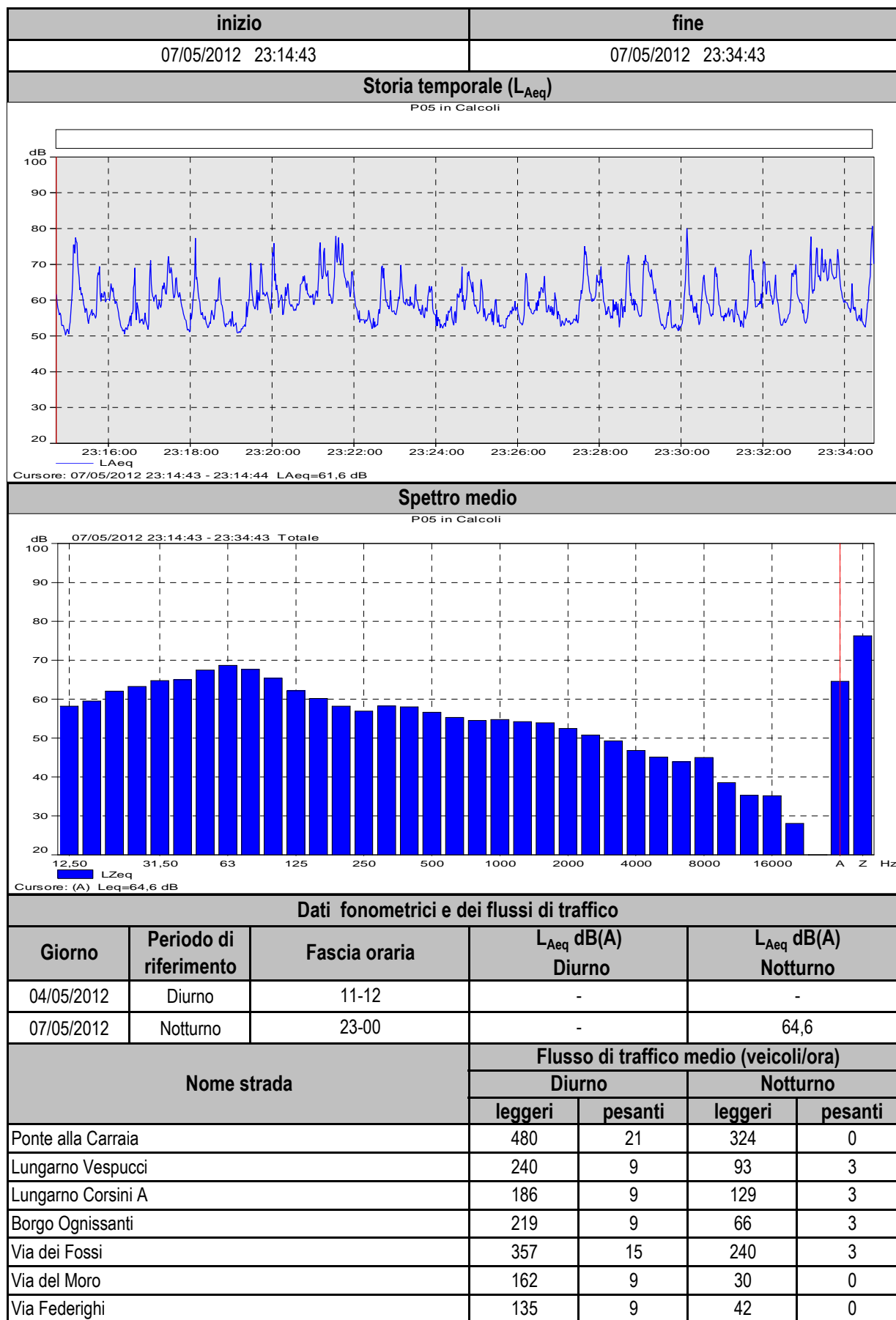
Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 005	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P05
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> Ponte alla Carraia, Lung.no Vespucci, Lung.no Corsini (A), Borgo Ognissanti, via dei Fossi, via del Moro, via Federighi	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 4.0 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1

**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**









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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

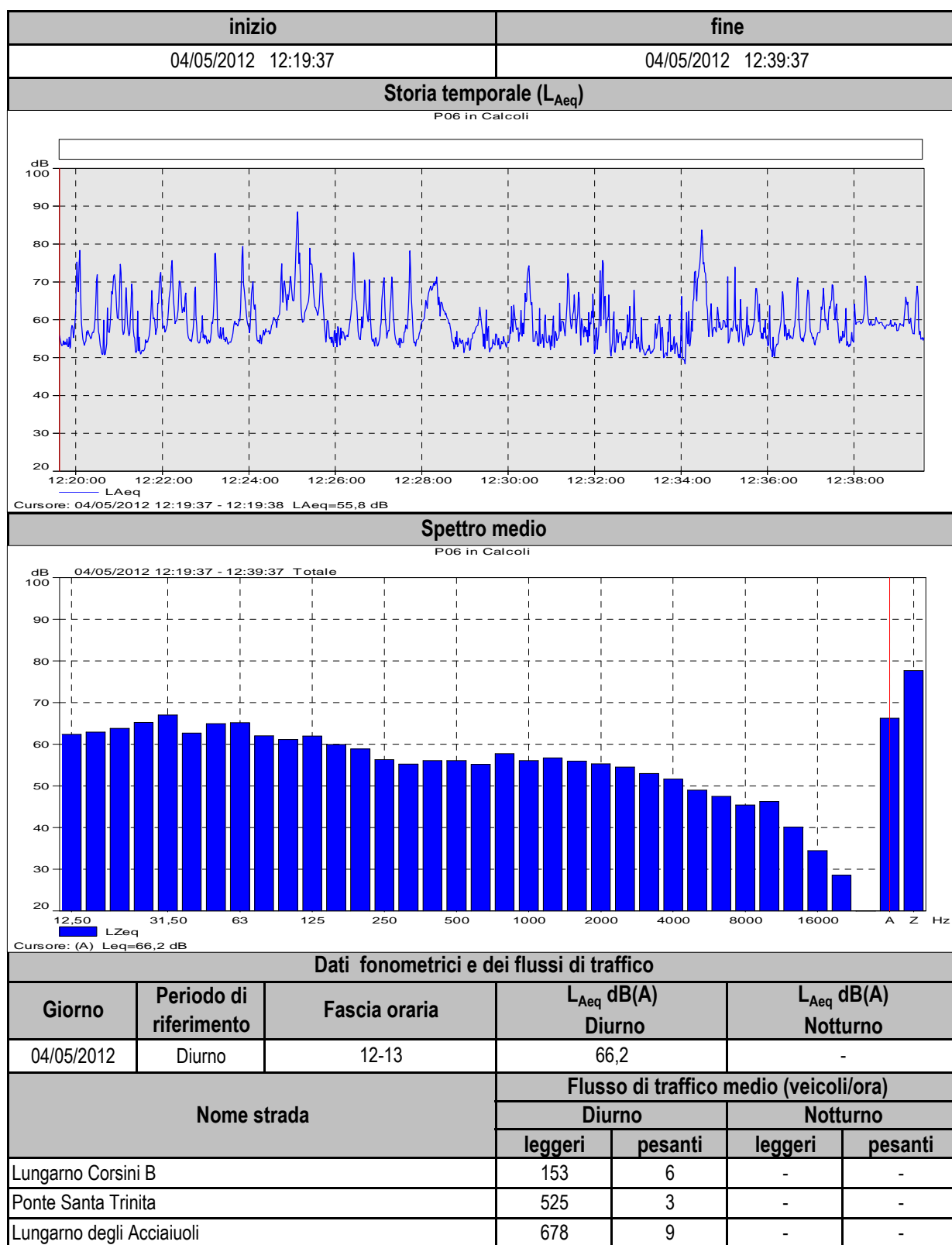
Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 006	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P06
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> Lungarno Corsini (B), Ponte Santa Trinita, Lungarno degli Acciaiuoli	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 4.0 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1

**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**









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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

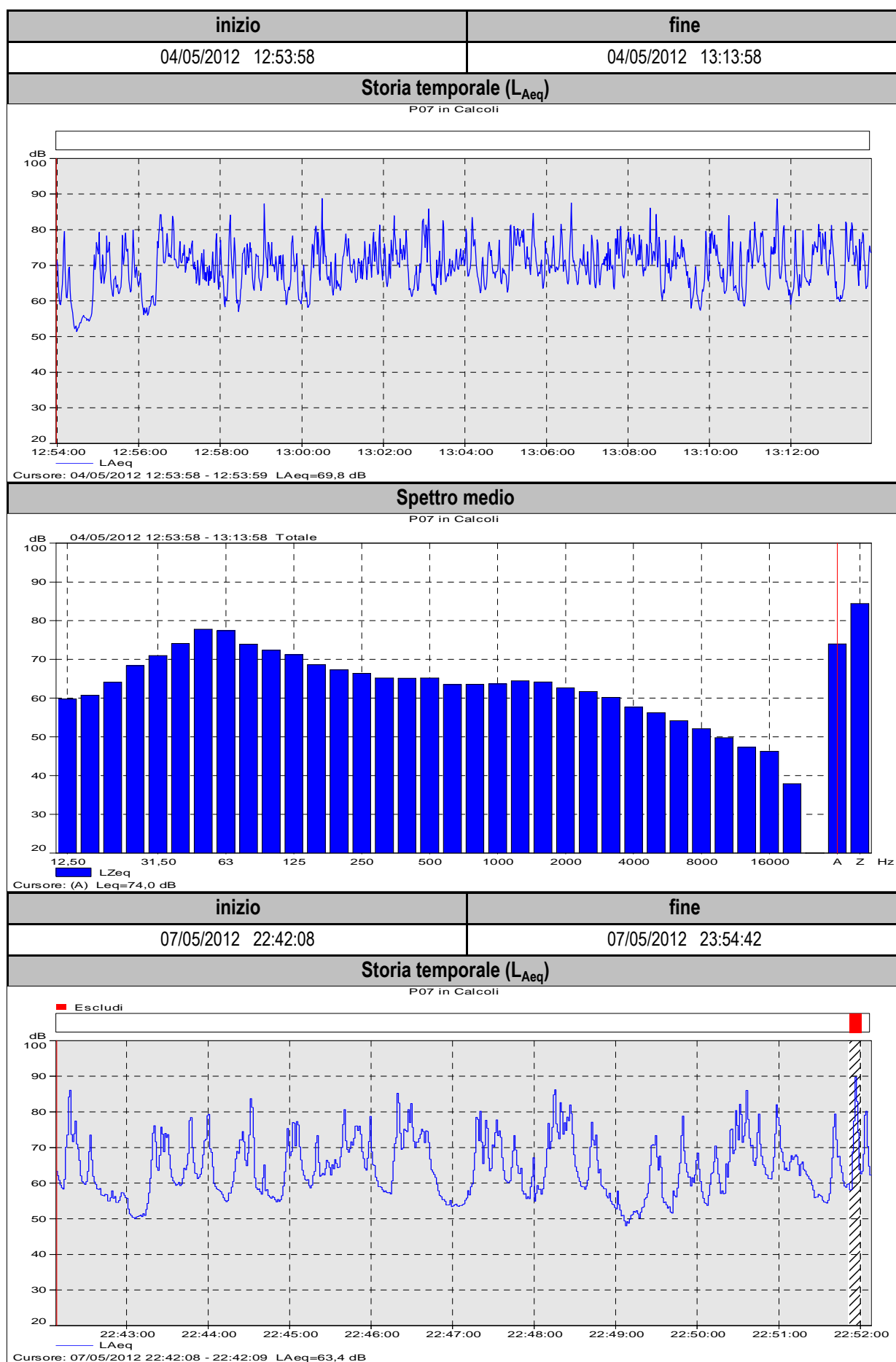
Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 007	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P07
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> Ponte Santa Trinita, Lung.no Guicciardini (A), via di S. Spirito (A), via Maggio (A), via dello Sprone, Borgo S. Jacopo (A)	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 3 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1 e n.2

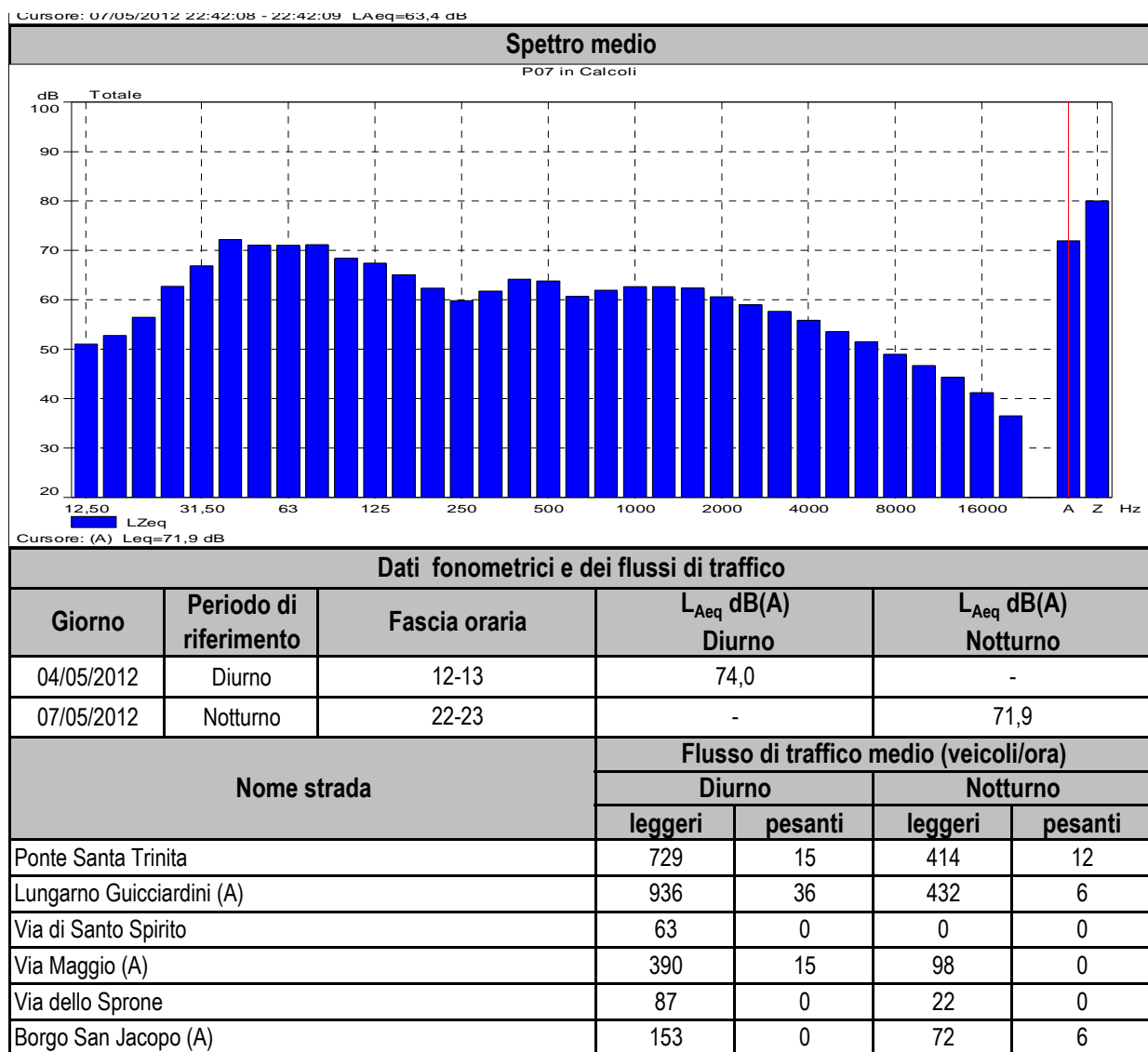
**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**











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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

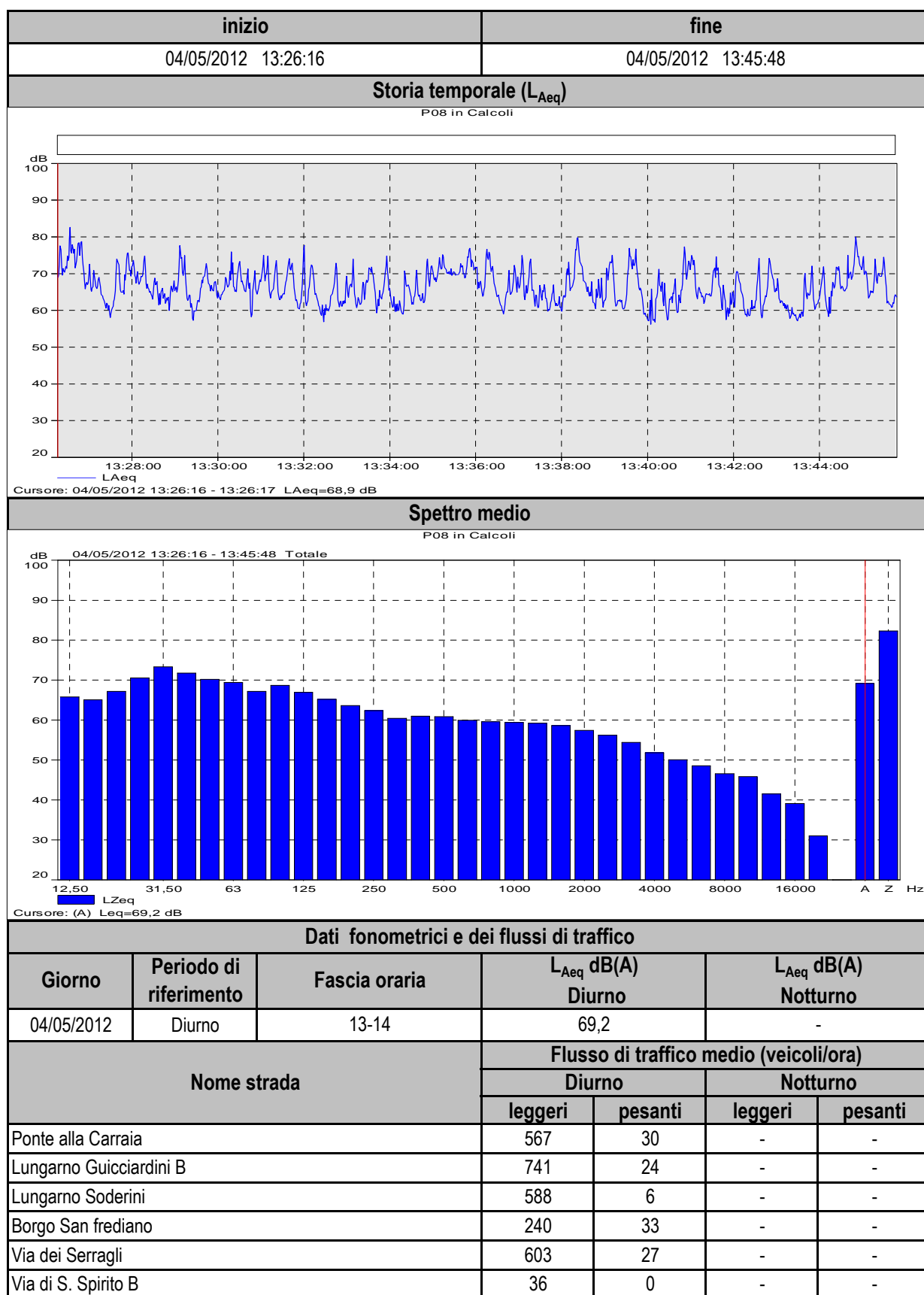
Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 008	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P08
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> Ponte alla Carraia, L.no Guicciardini (B), L.no Soderini, Borgo S. Frediano, via dei Serragli, via di S. Spirito (B)	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 2.0 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1

**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**









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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

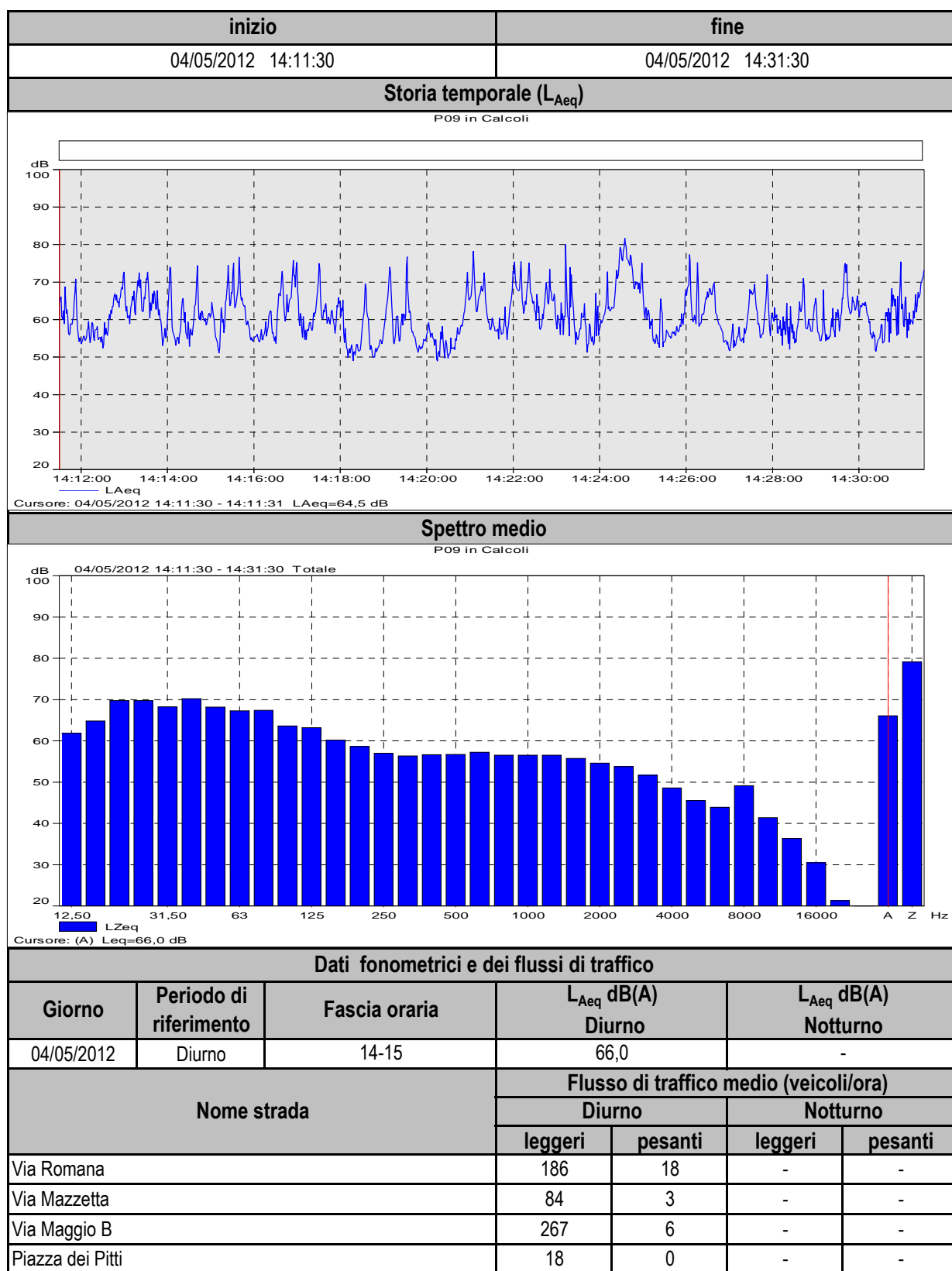
Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 009	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P09
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> via Romana, via Mazzetta, via Maggio (tratto B), Piazza dei Pitti	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 2.0 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1

**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**









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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

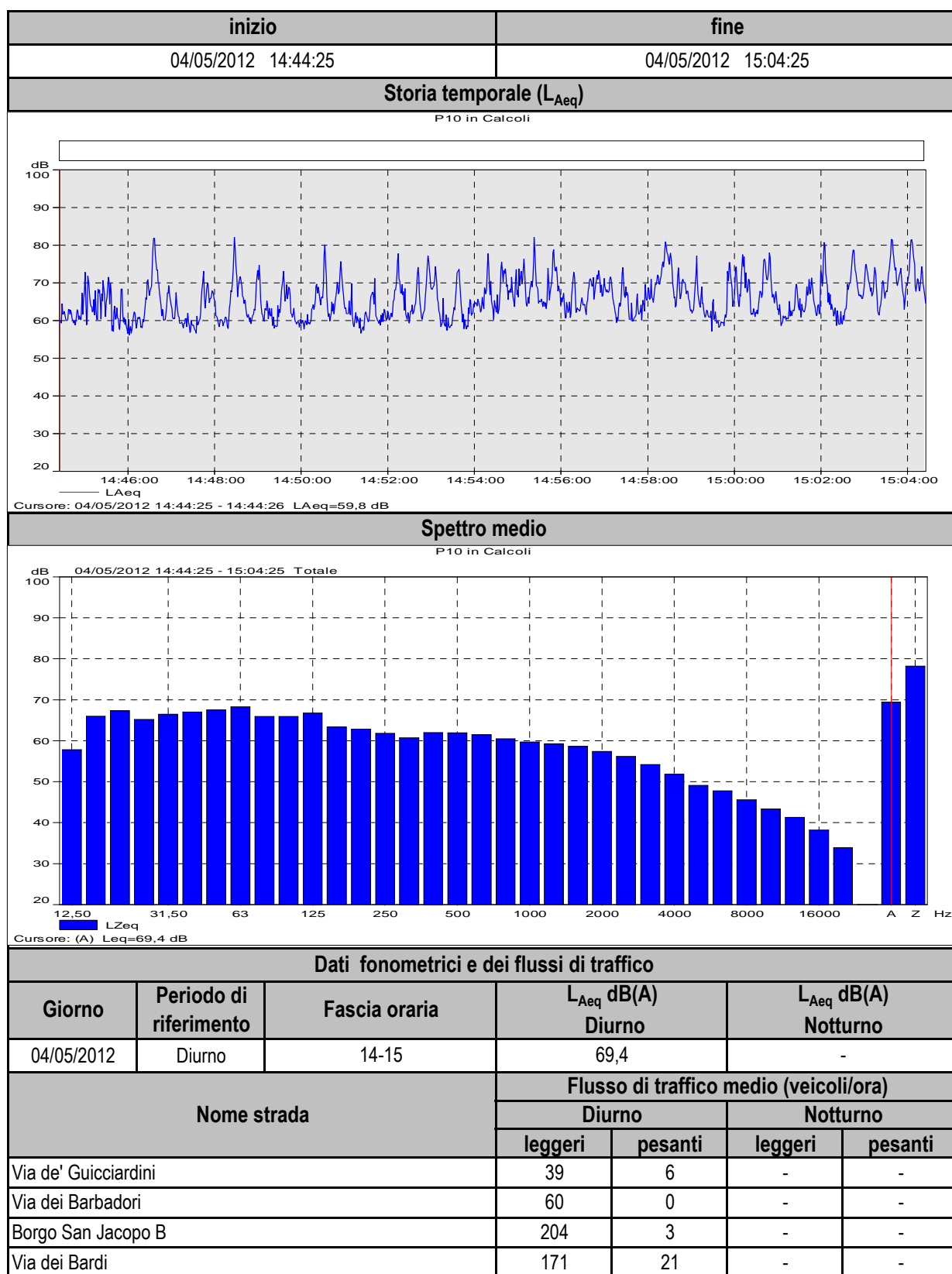
Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 010	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P10
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> via de' Guicciardini, via dei Barbadori, Borgo San Jacopo (tratto B), via dei Bardi	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 4.0 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1

**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**







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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 011	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P11
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> Lungarno Torigiani, Lungarno Serristori, Ponte alle Grazie, Piazza de' Mazzi	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 4 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1 e n.2

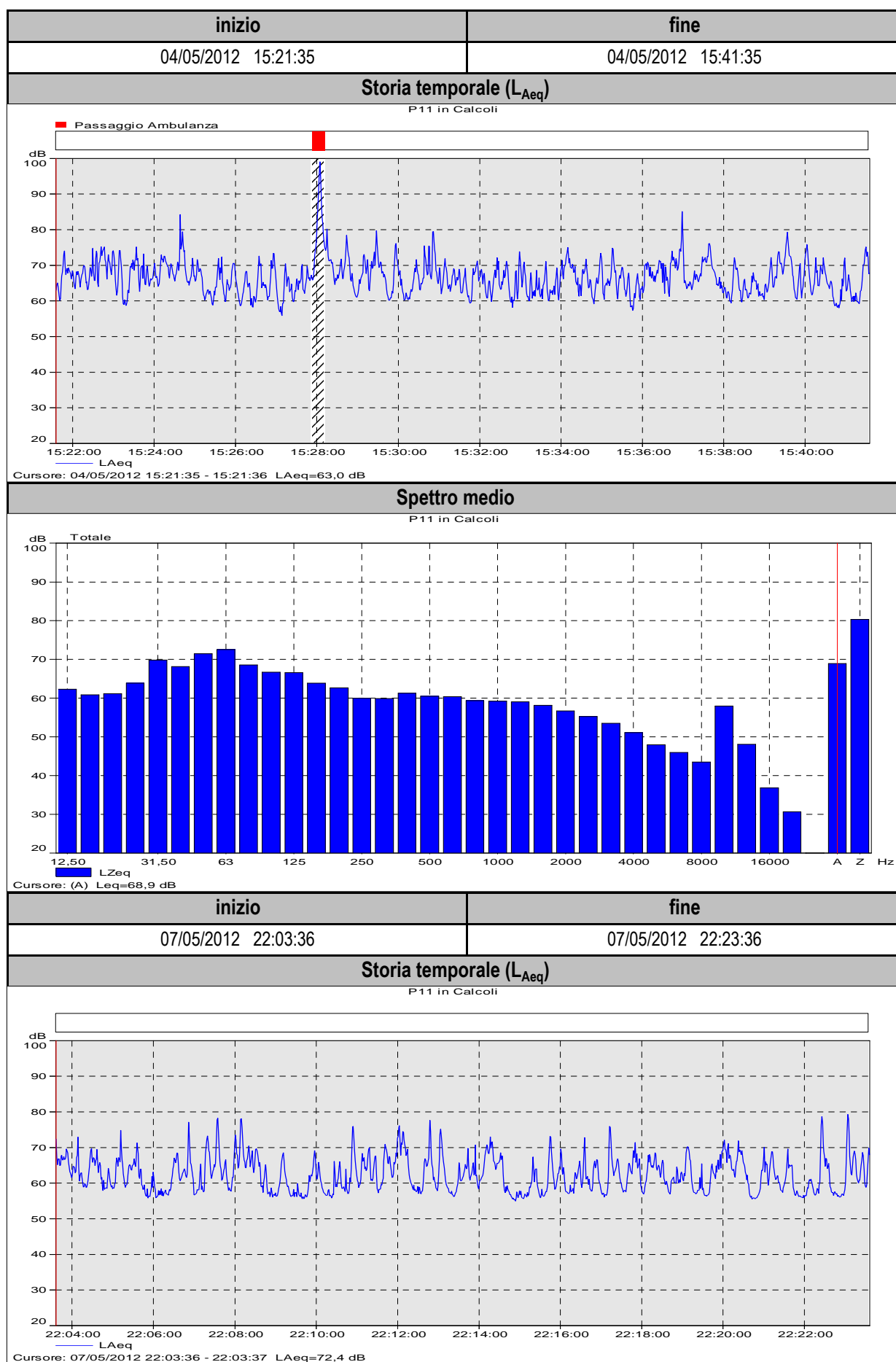
**Inquadramento territoriale**



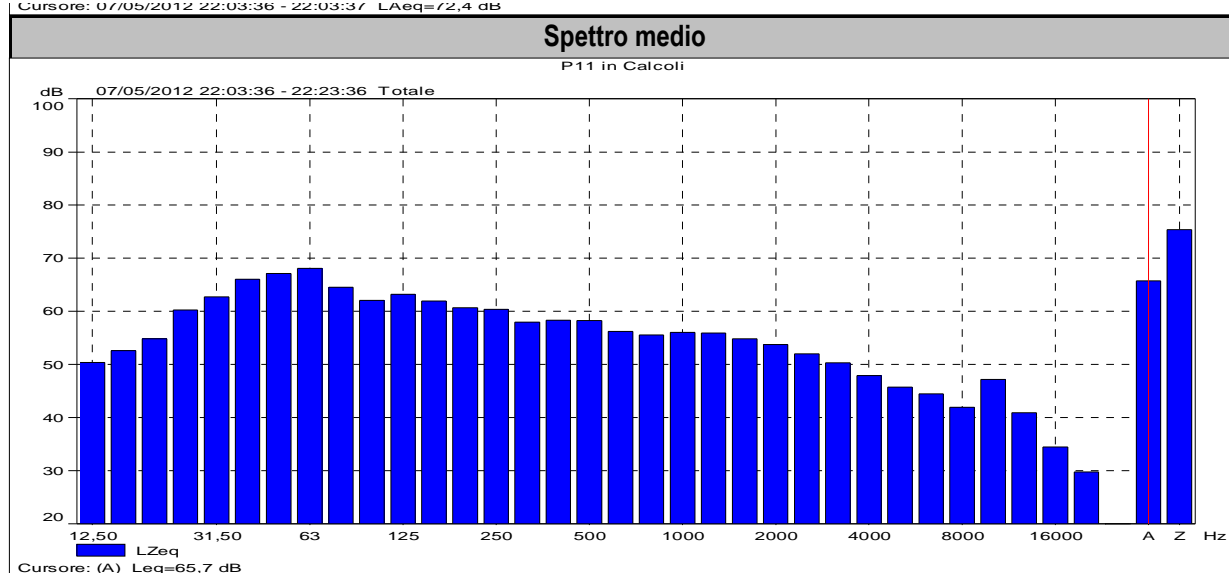
**Documentazione Fotografica**







Cursore: 07/05/2012 22:03:36 - 22:03:37 LAeq=72,4 dB


**Dati fonometrici e dei flussi di traffico**

Giorno	Periodo di riferimento	Fascia oraria	L <sub>Aeq</sub> dB(A)	
			Diurno	Notturmo
04/05/2012	Diurno	15-16	68,9	-
07/05/2012	Notturmo	22-23	-	65,7
Nome strada			Flusso di traffico medio (veicoli/ora)	
			Diurno	
			leggeri	pesanti
			leggeri	pesanti
Lungarno Torigiani			114	3
Lungarno Serristori			591	12
Ponte alle Grazie			477	21
Piazza de' Mazzi			297	9



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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

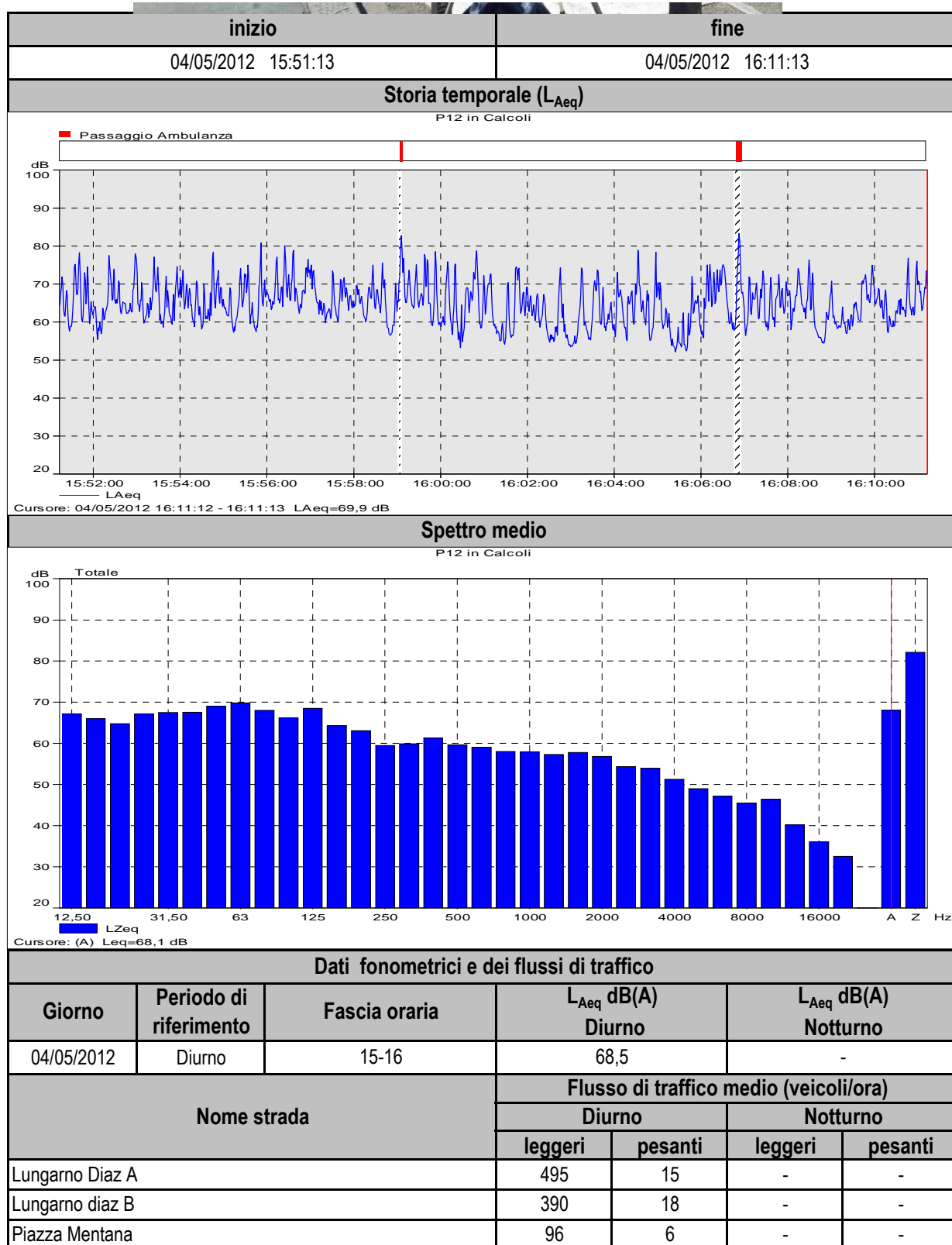
Dati generali	Descrizione postazione di misura
Sezione: 012	Codifica Postazione di misura: P12
Comune: Firenze	Altezza dal suolo: 1.5 m
Strade indagate: lungarno Diaz (tratti A e B), piazza Mentana	Distanza dall'asse stradale: 5.0 m
	Sistema di misura utilizzato: n.1

**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**









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



COMUNE DI  
FIRENZE

**Mappatura Acustica Strategica dell'Agglomerato di Firenze**  
(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

Dati generali	Descrizione postazione di misura
<b>Sezione:</b> 013	<b>Codifica Postazione di misura:</b> P13
<b>Comune:</b> Firenze	<b>Altezza dal suolo:</b> 1.5 m
<b>Strade indagate:</b> via dei Benci (tratti A e B), via dei Vagellai, via dei Neri, Corso Tintori	<b>Distanza dall'asse stradale:</b> 5.0 m
	<b>Sistema di misura utilizzato:</b> n.1

**Inquadramento territoriale**



**Documentazione Fotografica**





