

DIREZIONE AMBIENTE

INTERVENTI DI MITIGAZIONE DALL'INQUINAMENTO  
ACUSTICO LUNGO LA VIABILITÀ  
(codice opera 170140)  
PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile Unico del Procedimento:  
Ing. Mirko Leonardi

Progettisti:

Ing. Marco Gori

Ing. Iacopo Bianchi

Geom. Giovanni Cansella

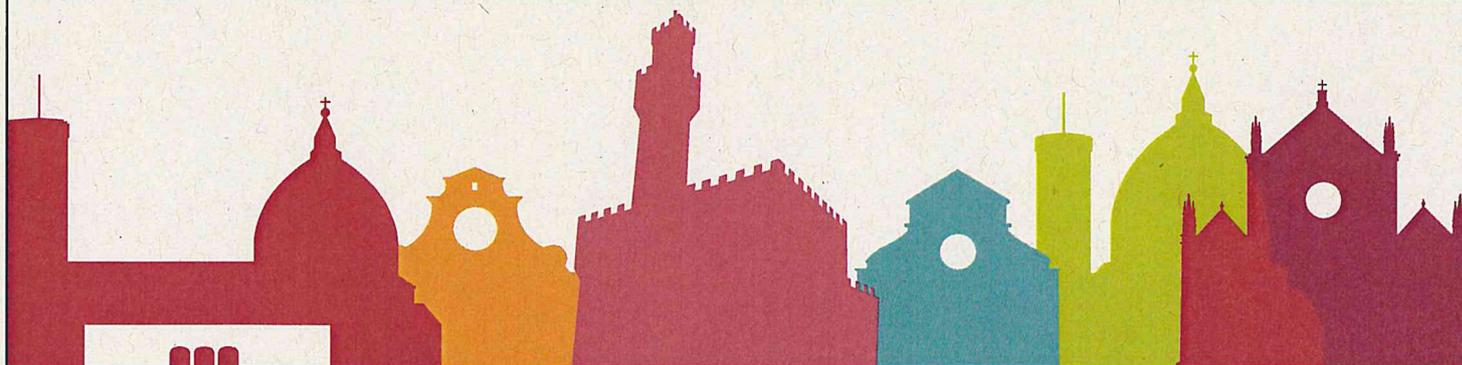
Ing. Miriam Ferrara



Collaborazione amministrativa:  
Ufficio Amm.vo Direzione

- Relazione tecnica

RT





## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. INQUADRAMENTO URBANISTICO .....</b>	<b>3</b>
<b>4. LIMITI LEGISLATIVI E INQUADRAMENTO DELL'AREA .....</b>	<b>2</b>
<b>5. RICETTORI INTERESSATI .....</b>	<b>7</b>
<b>6. STATO ATTUALE (ANTE-OPERAM) .....</b>	<b>8</b>
<b>7. VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO CON BARRIERE.....</b>	<b>9</b>
<b>8. OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA.....</b>	<b>11</b>
<b>9. CONCLUSIONI .....</b>	<b>12</b>

## **1. PREMESSA**

Il presente lavoro ha per oggetto la progettazione degli interventi di mitigazione acustica, nella fattispecie barriere acustiche fonoassorbenti e fonoisolanti, previsti per i ricettori posti tra via di San Quirico e Via Empoli a ridosso del Viale Etruria, strada di accesso alla Superstrada Firenze-Pisa-Livorno. In particolare a seguito dei reclami ricevuti negli ultimi anni da parte dei residenti dei complessi residenziali, l'intervento è volto alla prosecuzione delle barriere acustiche già esistenti sull'asse viario, poste a protezione delle abitazioni. L'intervento è volto quindi al completamento delle barriere acustiche in modo da mitigare gli impatti per i ricettori che attualmente, in base alla vicinanza dalla sede stradale, risultano particolarmente esposti al rumore del traffico veicolare sia nel periodo notturno che in quello diurno.

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

### *Legislazione Statale:*

-Legge n°447 del 1995 "Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico" -DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" -Dpr 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare"

### *Legislazione Regionale:*

-LR Toscana 01 dicembre 1998, n.89 "Norme in materia di impatto acustico"

### *Legislazione Comunale:*

-PCCA Piano di Classificazione acustica del Comune di Firenze

### *Norme tecniche:*

-UNI 9884 (ed. luglio 1997) "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale" -ISO 9613-2 (ed. dicembre 1996) "Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors -Part 2: General method of calculation".

### 3. INQUADRAMENTO URBANISTICO

L'intervento ricade in aree situate all'interno della viabilità pubblica del Comune di Firenze (Viale Etruria). Inserita nel PS del Comune di vigente come: Strade di ingresso alla città storica esistenti.

Nel vigente RU del Comune di Firenze, l'area è identificata come:

- Zona B: ambito dell'insediamento recente (colore celeste)
- Zona D: ambito dell'insediamento recente – Tessuti specializzati (colore violino)

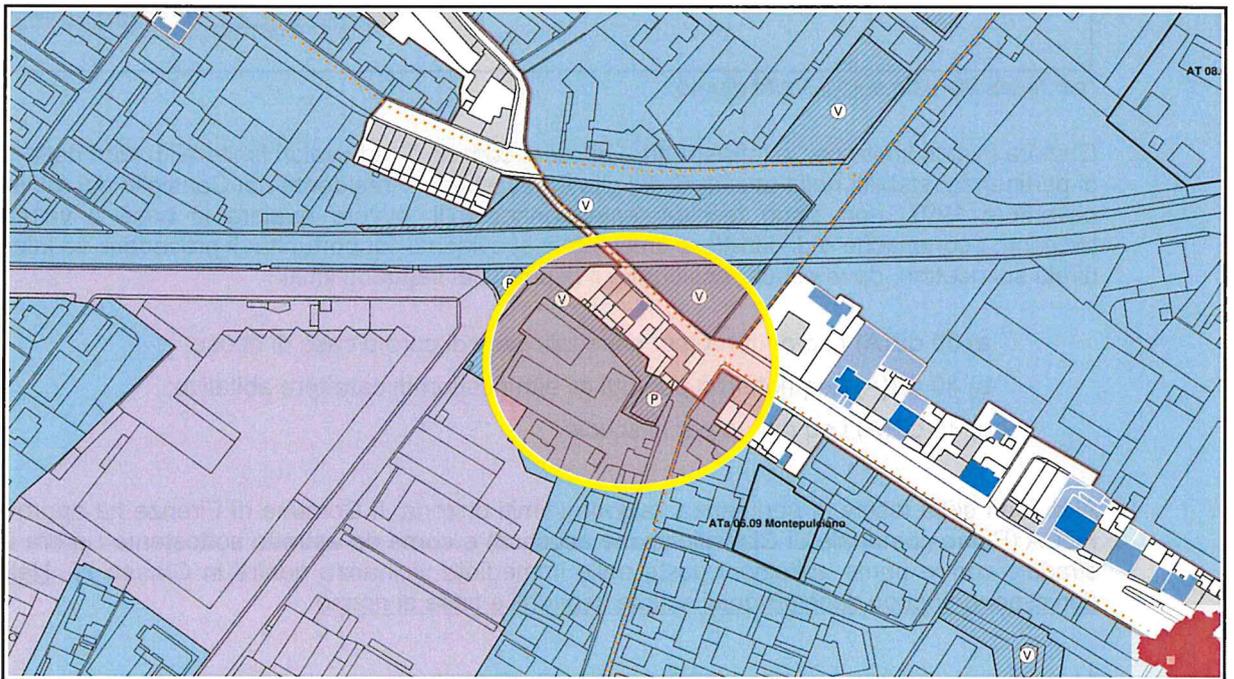
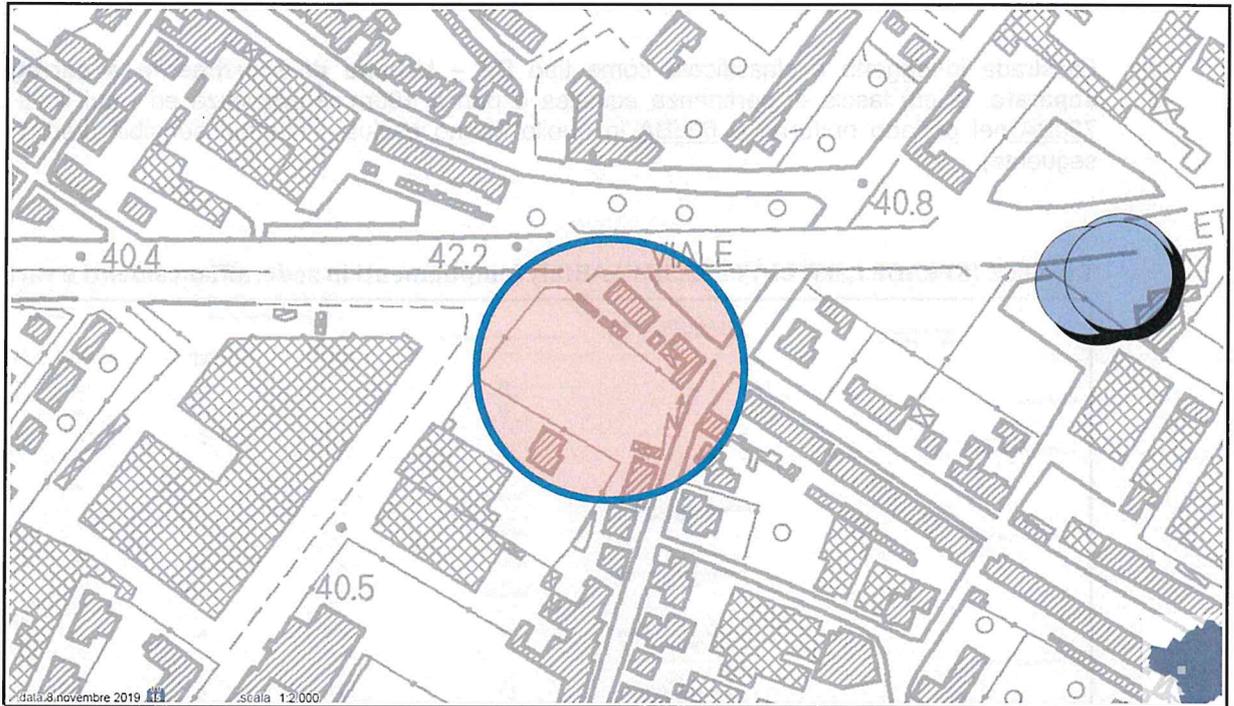


Fig. n°1 - Estratto del PS e del RU del Comune di Firenze

#### 4. LIMITI LEGISLATIVI E INQUADRAMENTO DELL'AREA

Per il rumore derivante da traffico veicolare come nel caso in oggetto il D.P.R. 30 marzo 2004, n.142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare" stabilisce delle fasce di pertinenza acustica come "striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale il presente decreto stabilisce i limiti di immissione del rumore".

La strada in oggetto è classificata come tipo **Da – Urbana di scorrimento a carreggiate separate**, la cui fascia di pertinenza acustica è pari a 100m di ampiezza ed i cui limiti sono **70dB(A)** nel periodo notturno e **60dB(A)** in quello diurno esclusi i ricettori sensibili (vedi tabella seguente).

**Tabella 2 (STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI) (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)**

TIPO DI STRADA (secondo classe della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (Secondo norme CNR 1992 e direttive PUT) Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori						
		Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)					
A - autostrada	100 (fascia A)	50	40	70	60					
	150 (fascia B)					65	55			
B - extraurbana principale	100 (fascia A)	50	40	70	60					
	150 (fascia B)					65	55			
	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1992)					100 (fascia A)	50	40	70	60
C - extraurbana secondaria	150 (fascia B)	50	40	70	60					
	100 (fascia A)					65	55			
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)					100 (fascia A)	50	40	70	60
D - urbana di scorrimento	50 (fascia B)	50	40	70	60					
	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)					100	50	40	70	60
	Db (Tutte le altre strade urbane di scorrimento)					100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere	30									
F - locale	30									

definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.

\*per le scuole vale solo il limite diurno

Qualora i valori limite per le infrastrutture di cui al comma 1, ed i valori limite al di fuori della fascia di pertinenza, stabiliti nella tabella C del citato decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- a) 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- b) 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- c) 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Al di fuori della fascia di pertinenza valgono i limiti di zona. Il Comune di Firenze ha approvato il PCCA (Piano comunale di Classificazione acustica) e come da estratto sottostante l'intera fascia stradale con le prime abitazioni poste nelle immediate vicinanze rientra in **Classe IV**. Nell'area non ci sono ricettori sensibili quali scuole ospedali e case di riposo.

Ai sensi delle Tabelle B e C del DPCM 14/11/97, che riportano i valori limite assoluto di emissione

ed immissione, definiti all'art.2 della Legge 447/95 e agli artt.2 e 3 del DPCM 14/11/97, abbiamo:

<b>classe IV -Aree di intensa attività umana -DPCM 14.11.97</b>				
	LIMITE ASSOLUTO		LIMITE DIFFERENZIALE (4)	
	DIURNO	NOTTURNO	DIURNO	NOTTURNO
<b>LIMITI DI IMMISSIONE (1)</b>	65 dB(A)	55 dB(A)	≤5 dB(A)	≤3 dB(A)
<b>LIMITI DI EMISSIONE (2)</b>	60 dB(A)	50 dB(A)	non si applica	non si applica
<b>VALORI DI QUALITÀ (3)</b>	62 dB(A)	52 dB(A)	non si applica	non si applica

*(1)Valori limite di immissione (art.2, comma 1,lett. f, L.447/95): il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori*

*Valori limite di emissione (art.2, comma 1,lett. e, L.447/95): il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora misurato in prossimità della sorgente stessa*

*Valori di qualità (art.2, comma 1,lett. h, L.447/95): i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge. viene rilevato all'interno degli ambienti abitativi*

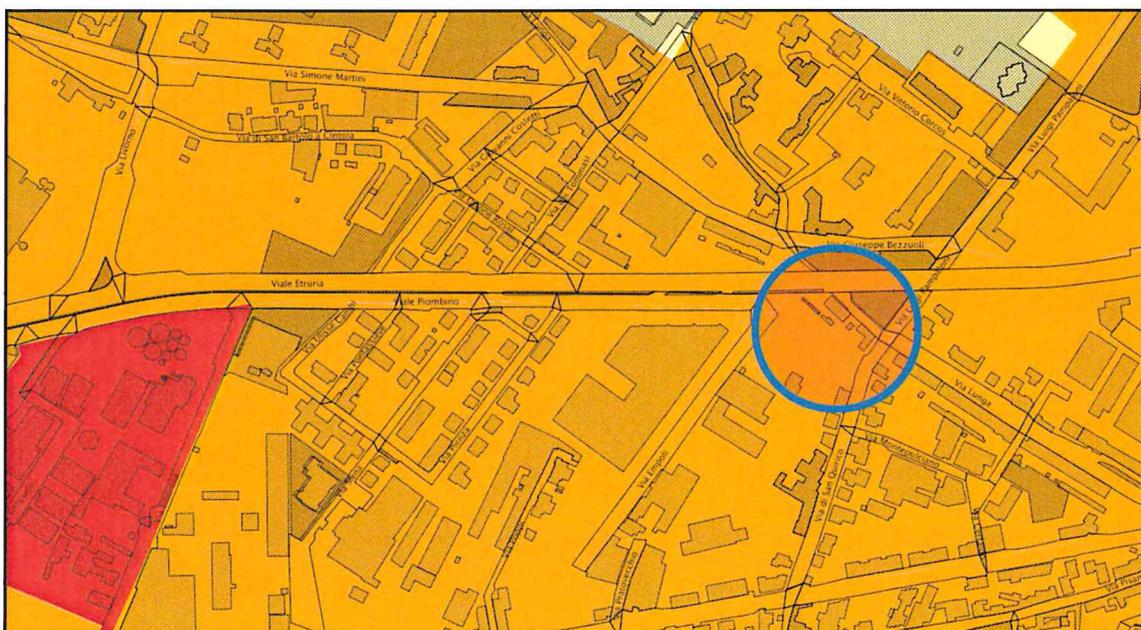


Fig n°1 – Estratto del PCCA del Comune di Firenze. Nel cerchio blu evidenziata l'area di intervento che si trova all'interno della fascia di pertinenza acustica della strada ed in classe IV.

Il rispetto del valore dei limiti assoluti di immissione lo si verifica misurando il livello continuo equivalente LA (misurato o calcolato sull'intero tempo di riferimento TR , ovvero periodo diurno o notturno), in esterno e in ambienti destinati a persone, con le eventuali correzioni in eccesso o in diminuzione come di seguito riportato:

- presenza di componenti impulsive, KI: + 3 dB(A)
- presenza di componenti tonali, KT: + 3 dB(A)

presenza di componenti tonali a bassa frequenza (20Hz –200 Hz), KB: + 3 dB(A), ma nel SOLO periodo notturno In sostanza il valore da confrontare è il livello di rumore corretto Lc:  
 $L_c = LA + KI + KT + KB$  In caso di rumore parziale si hanno delle diminuzioni, SOLO nel periodo diurno come segue: durata totale evento disturbante inferiore a 15 minuti: -5 dB(A)

- durata totale evento disturbante fra 15 minuti e 60 minuti: -3 dB(A)

Si ricorda, inoltre, che il suddetto criterio differenziale, che si verifica solo all'interno delle abitazioni non si applica, nei casi, come quello in oggetto, in cui la sorgente fonte del disturbo sia individuata in una infrastruttura stradale, ferroviaria, aeroportuale o marittima.

## 5. RICETTORI INTERESSATI

Nell'area oggetto di intervento non si trovano ricettori sensibili quali ospedali, scuole e casa di cura. Di fatto a ridosso dell'infrastruttura viaria si trovano quattro complessi residenziali. Due più piccoli (n°1-2) a due piani, risultano coperti, almeno parzialmente dalla barriera acustica esistente, mentre altri due (n°3-4) quattro/cinque piani, di più recente edificazione, risultano totalmente scoperti dalle barriere acustiche esistenti come evidenziato nelle foto estratte da Google Maps.



*Foto n°1-2 - Nel Cerchio blu evidenziati i ricettori residenziali esposti al traffico di viale Etruria. Con il numero 3 evidenziato il ricettore più critico per la vicinanza alla sede stradale. Come evidenziato nella foto n°2, la barriera esistente protegge parzialmente i ricettori 1 e 2, mentre 3 e 4 di più recente costruzione risultano totalmente scoperti.*

Tutti gli edifici residenziali evidenziati si trovano completamente all'interno della fascia di rispetto stradale pari come detto a 100m. Nel dettaglio i ricettori sono i seguenti:

- Ricettore n°1: Residenziale. 2 Piani fuori terra. Protetto dalla barriere esistenti.
- Ricettore n°2: Residenziale. 2 Piani fuori terra. Protetto dalla barriere esistenti.
- Ricettore n°3: Residenziale. 4 Piani fuori terra. Non protetto dalla barriere esistenti.
- Ricettore n°4: Residenziale. 5/6 Piani fuori terra. Non Protetto dalla barriere esistenti, parzialmente protetto dal blocco residenziale numero 3.

L'asse stradale scorre invece in rilevato ad una quota che va da circa 4m sul piano campagna in prossimità dello scavallamento di Via Pampaloni fino a discendere a quota p.c. all'altezza di Via Empoli

## **6. STATO ATTUALE (ANTE-OPERAM)**

Allo stato attuale non è stato possibile effettuare dei rilievi fonometrici presso i ricettori che si rimandano alla successiva fase esecutiva così come un modello di simulazione acustica ante e post-operam. In base alla mappatura acustica del Comune di Firenze redatta da Arpat si evince però che, per i ricettori 1-2 i livelli Lden (notturno) sono compresi tra 60-65dBA. Tali valori, risultano al limite dei valori indicati al Par. 4 per le fasce di rispetto stradali (70 dBA diurno – 60 dBA Notturmo).

I ricettori 3 e 4 di più recente costruzione non sono inseriti nella mappatura acustica di Arpat, ma si può facilmente estrapolare come sicuramente per il ricettore n°3, molto vicino alla strada e non protetto dalle barriere esistenti, i livelli siano sicuramente superiori, con ogni probabilità anche superiori ai limiti della fascia di rispetto stradale almeno nel periodo notturno. Il ricettore n°4 più lontano dalla strada e parzialmente oscurato dal ricettore n°3 si ritiene meno critico benchè, soprattutto ai piani superiori non si escludano livelli sonori potenzialmente disturbanti.

L'intervento in oggetto risulta necessario, oltre che per le lamentele e gli esposti pervenuti da parte dei residenti, anche per i livelli sonori indicati dalla mappatura acustica nonché come naturale completamente delle barriere acustiche esistenti, non proseguite al tempo in quanto gli edifici 3 e 4 non erano ancora stati realizzati.

N.B. Preliminarmente alla predisposizione del progetto esecutivo dovrà essere realizzato un modello di simulazione acustica dettagliato e tarato con opportune misure fonometriche in modo da valutare esattamente i livelli sonori in facciata ai ricettori. Nelle successive fasi progettuali dovrà essere verificato il modello simulatorio utilizzando dati da studi di traffico specifici in modo da verificare le situazioni più critiche (ad esempio il periodo notturno nei giorni festivi può essere più critico che nei giorni feriali) e caratterizzare al meglio la sorgente sonora stradale.

## 7. VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO CON BARRIERE

In base alle considerazioni esposte al paragrafo precedente si ritiene opportuno prevedere delle opere di mitigazione acustica, ove tecnicamente possibile, atte a garantire il rispetto dei limiti presso i ricettori individuati o comunque a mitigare l'impatto acustico presso i ricettori più esposti.

Di fatto, considerando che su ambo i lati del viale Etruria è presente già una barriera acustica, in parte fonoassorbente (150cm nella parte inferiore) ed in parte in PMMA fonoisolante (nella parte superiore di altezza 100cm), di altezza complessiva pari a circa 250cm, l'intervento previsto deve necessariamente configurarsi come un completamento dell'esistente, per tipologia e dimensioni.

N.B. si rimanda al progetto definitivo, allorquando vi sarà uno studio acustico più approfondito, la necessità/opportunità di inserire una barriera completamente fonoisolante.

Si fa presente che data l'altezza degli edifici e la necessità di installare barriere non troppo elevate in quanto fortemente impattanti da un punto di vista visivo, di complessa realizzazione a bordo ponte e per continuità con l'esistente, l'intervento garantirà una maggiore riduzione sonora ai piani inferiori mentre quelli più elevati risulteranno ovviamente meno protetti.

Si prevede l'impiego di barriere in fonoisolanti e fonoassorbenti in grado di attenuare l'energia sonora incidente. L'introduzione di ostacoli creati artificialmente riesce ad attenuare efficacemente il rumore soprattutto nel campo diretto ed alle frequenze medio – alte. Dal punto di vista costruttivo (massa, dimensioni e spessore) esse dovrebbero essere perfettamente rigide senza frequenze critiche di coincidenza; nella pratica invece possono presentare dei "buchi in frequenza" nel materiale fonoisolante (soprattutto nel caso di strutture realizzate in un unico materiale) eliminabili con l'utilizzo di strutture composite a sandwich.

Il procedimento analitico di verifica delle barriere acustiche è stato eseguito in accordo con la teoria di Maekawa e con lo standard internazionale ISO 9613-2:1996 "Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors -Part 2: General method of calculation".

Secondo tale standard una barriera schermante deve avere i seguenti requisiti:

- Densità superficiale di almeno  $10 \text{ Kg/m}^2$
- Dimensioni orizzontali normalmente alla linea che unisce sorgente e ricevitore più grandi della lunghezza d'onda  $\lambda$  alla frequenza di centro banda per la banda d'ottava d'interesse.

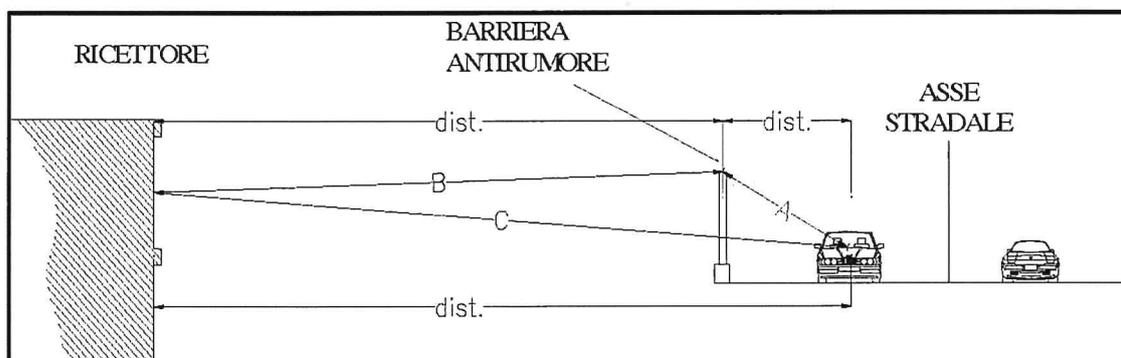


Fig.n°2 – Schematizzazione percorso di propagazione sorgente-ricettore con interposta barriera acustica

In base alla sezione schematica della figura 2, la distanza tra sorgente e ricevitore è data dal

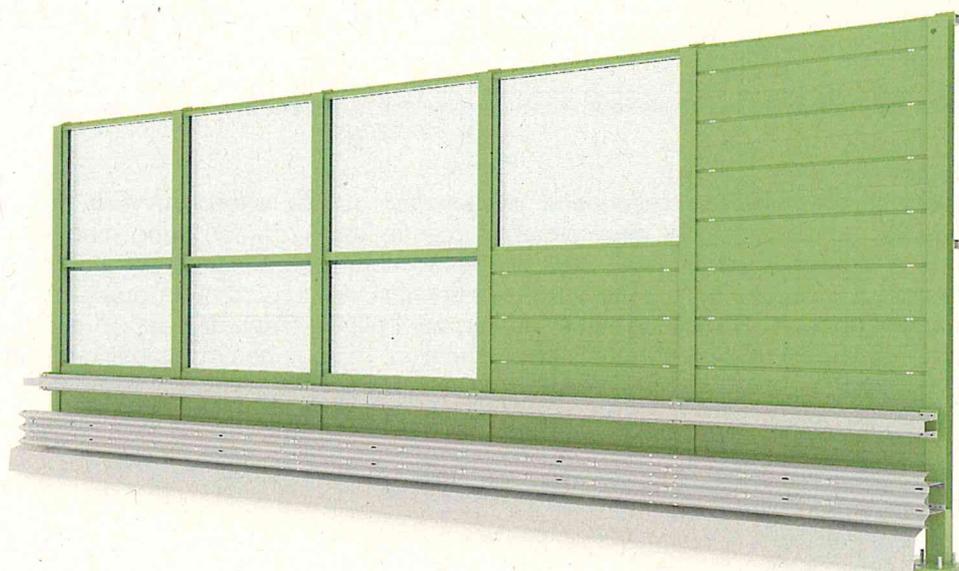
percorso diretto C, mentre A e B sono i due tratti in cui si scompone il cammino a causa dell'introduzione della barriera. L'attenuazione in frequenza  $D_z$  del segnale sonoro di lunghezza d'onda  $\lambda$  per effetto della barriera è dato dalla relazione:

$$D_z = 10 \cdot \log \left( 3 + \frac{20}{\lambda} \cdot C_3 \cdot z \cdot K_{met} \right)$$

dove:

- $-C_3 = 1$  per singola diffrazione al bordo
- $-z$  è la differenza tra percorso diffratto e diretto tra sorgente e ricettore
- $-K_{met}$  è il fattore di correzione meteorologica.

Per il tratto stradale in esame si prevede di utilizzare barriere della stessa tipologia di quelle esistenti.



*Fig.n°3 – Sezione e vista frontale di un tipologico di barriera antirumore integrata con barriera stradale. La tipologia scelta, in analogia con quella esistente, da verificare nel progetto esecutivo, è quella con la parte inferiore fonoassorbente (opaca) e la parte superiore fonoisolante (Trasparente).*

Nei calcoli di verifica è stata considerata una tipologia di barriera fonoassorbente dalle seguenti CARATTERISTICHE ACUSTICHE (Cfr. voce di capitolato) :

- Barriera antirumore composta da pannelli fonoassorbenti in alluminio preverniciato spessore 12/10 mm per una altezza di 150cm. La fascia superiore di altezza 100 cm. sarà costituita da pannello in Polimetilmetacrilato (PMMA) estruso, trasparente incolore, avente spessore di 15 mm
- PRESTAZIONI ACUSTICHE: Categoria Assorbimento acustico: minimo A3; Categoria Isolamento, acustico: B3 (UNI EN 1793).

*N.B. la tipologia esatta di barriere deve essere valutata nel progetto esecutivo considerando di utilizzare barriere completamente fonoassorbenti opache (se possibile) o dalle caratteristiche tecniche differenti in base alla reperibilità di mercato. Materiali e spessori diversi potranno essere impiegati purché con caratteristiche acustiche certificate.*

E' stato effettuato un primo calcolo manuale per ottenere un valore approssimativo dell'abbattimento sonoro ai ricettori post-intervento. E' stato considerato il ricettore n°3 in quanto quello più esposto e quello che risentirà maggiormente il beneficio dell'intervento. La verifica dell'attenuazione della barriera è stata effettuata prendendo in considerazione i vari piani dell'edificio la cui facciata, disposta a circa 45% rispetto all'asse stradale si trova a circa 25m di distanza da bordo strada. L'attenuazione Dz della barriera è stata valutata a 1000Hz frequenza alla quale corrisponde il rumore da traffico stradale. Come metodo di calcolo è stato adottato quello di Parkin-Humpreys. Non avendo dati aggiornati e suddivisi per categorie e fasce orarie sul traffico stradale, si tratta di una valutazione di massima, utile comunque a comprendere la bontà dell'intervento. Tali dati andranno verificati in modo puntuale nel progetto esecutivo.

<b>ATTENUAZIONE CON BARRIERA ACUSTICA Dz H=2,5m Ricettore n°3</b>	
Piano Terra	15,1 dB
Piano 1°	11,8 dB
Piano 2°	6,0 dB
Piano 3°	< 2dB

*Nota: l'attenuazione Dz della barriera calcolata in ogni banda d'ottava, non è considerata rappresentativa se maggiore di 20dB.*

I valori di attenuazione confermano ovviamente quanto atteso, ovvero che l'attenuazione diminuisce sensibilmente ai piani superiori mentre quelli inferiori sono maggiormente protetti. Anche se in base all'esperienza i livelli di abbattimento sonoro indicati sono difficilmente ottenibili nella pratica, risultano comunque valori di attenuazione consistenti in grado di mitigare se non garantire il rispetto dei limiti legislativi almeno per i piani inferiori dell'edificio più esposto. Gli altri ricettori compresi i ricettori n°1 e n°2 otterranno comunque benefici consistenti dall'installazione della barriera.

## 8. OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA

In base ai livelli sonori rilevati in facciata ai ricettori ed ai valori di attenuazione sonora attesi si ritiene opportuno l'inserimento di una barriera acustica fonoassorbente e fonoisolante di altezza pari a 250cm sopra la quota stradale. Il tratto interessato è di 70m ovvero dal termine dell'attuale barriera acustica fino alla fine del viadotto di viale Etruria come meglio evidenziato nella foto seguente (Cfr. allegato Tav. n°01 "Planimetria con posizionamento barriera acustica").

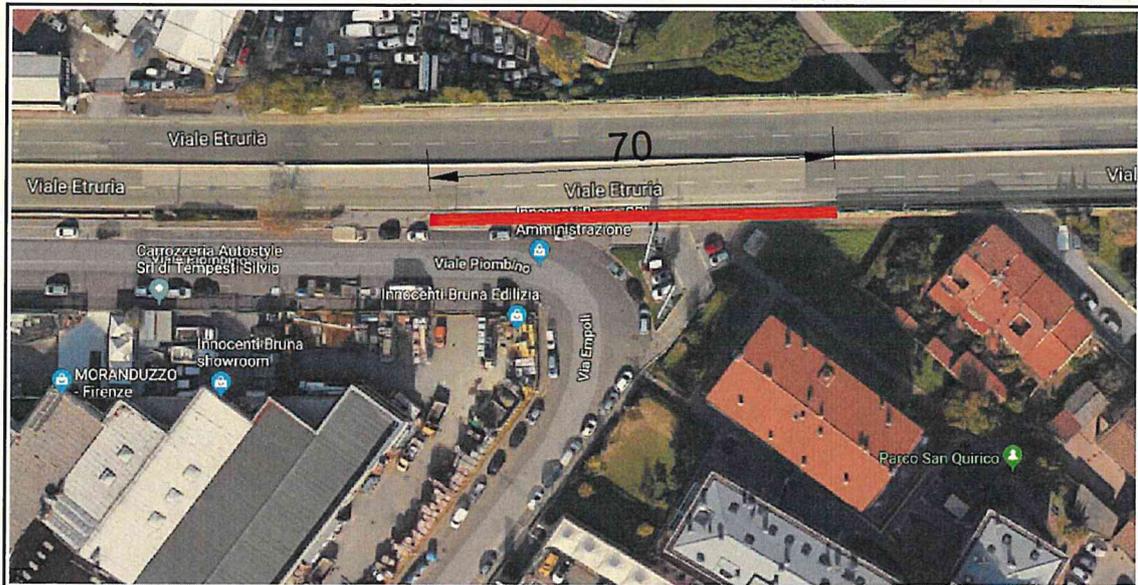


Fig.n°4 – Individuazione del tratto di installazione della barriera.

La barriera sarà di tipo integrato con una barriera stradale. Con una tale barriera si riesce a mitigare gran parte dell'energia sonora immessa dalla sorgente stradale presso le abitazioni poste ai piani inferiori ed una quotaparte dell'energia sonora immessa ai piani superiori dei ricettori compresi tra via di San Quirico e Via Empoli.

Una volta completato l'intervento le barriere dovranno essere collaudate mediante opportune misurazioni fonometriche in facciata atte a verificare il conseguimento degli obiettivi proposti e di conseguenza il rispetto dei limiti acustici.

Nel progetto esecutivo dovrà essere realizzato un modello acustico per verificare le dimensioni esatte e le caratteristiche acustiche della barriera. Dovrà inoltre essere definito l'esatto posizionamento rispetto alla sede stradale in modo da garantire un buon livello di mitigazione acustica senza pregiudicare la sicurezza stradale.

## **9. CONCLUSIONI**

In base alle considerazioni effettuate nella presente relazione si ritiene opportuno inserire una barriera acustica fonoassorbente e fonoisolante, della stessa tipologia di quella esistente, di altezza continua pari a 250m sopra al livello della sede stradale di lunghezza pari a circa 70m. La barriera ha lo scopo di mitigare l'impatto acustico proveniente dalla sede stradale di Viale Etruria nel tratto di sovrappasso di Via Pampaloni fino all'altezza di Via Empoli.

Con tale intervento si ritiene di mitigare fino a livelli conformi ai limiti legislativi, o comunque di attenuare considerevolmente l'impatto acustico presso la maggior parte dei ricettori residenziali evidenziati nella presente relazione.

In sede di progetto esecutivo dovrà essere sviluppato un opportuno modello di propagazione acustica, tarato attraverso opportune misure fonometriche, in grado di valutare i livelli sonori in facciata ai vari piani allo stato attuale e di stimare i livelli post-operam.

### Allegati:

-Elaborato grafico Tav. n°01 "*Planimetria Inquadramento Territoriale*"