

Regione Lombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

E 1 0 0

D

b

0 0 9

I T

- -

R 0

===

TRATTA SARONNO-COMO OPERE SOSTITUTIVE  
PL KM 31+267 NEI COMUNI DI CADORAGO E LOMAZZO  
*Progetto Definitivo*

SOTTOPASSO VEICOLARE SPUMADOR (LOMAZZO)  
RELAZIONE TECNICA DI VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Luglio 2024	PRIMA EMISSIONE		

NORD\_ING  
NORD\_ING Srl  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD  
FERROVIENORD S.p.A.  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE  
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>3</b>
2.1	LOCALIZZAZIONE .....	3
2.2	I RICETTORI.....	5
2.3	LE INFRASTRUTTURE DELL'AREA .....	6
2.4	CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO .....	7
2.4.1	<i>Infrastrutture stradali</i> .....	9
2.4.2	<i>Infrastrutture ferroviarie</i> .....	10
2.5	CONCORSUALITÀ TRA INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO .....	10
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA FUTURA OPERA .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>SITUAZIONE DEL TRAFFICO ATTUALE E FUTURA .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>IL MODELLO MATEMATICO .....</b>	<b>23</b>
5.1	REALIZZAZIONE DEL MODELLO MATEMATICO .....	23
5.2	CREAZIONE DELL'OROGRAFIA DEL TERRENO .....	24
5.3	INSERIMENTO DELLE SORGENTI SONORE.....	24
5.4	TARATURA DEL MODELLO MATEMATICO .....	25
5.5	DETTAGLI SUL SOFTWARE DI SIMULAZIONE .....	25
<b>6</b>	<b>LE MISURE ACUSTICHE .....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>RILIEVO DEI FLUSSI DI TRAFFICO .....</b>	<b>28</b>
7.1	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	28
<b>8</b>	<b>PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORIO CIRCOSTANTE .....</b>	<b>29</b>
8.1	PREMESSA.....	29
8.2	INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI – VALORI PUNTUALI.....	29
8.3	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE AMBIENTALE ATTUALE .....	30
8.4	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE AMBIENTALE FUTURO.....	32
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>34</b>
	<b>APPENDICE A - NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>35</b>
	<b>ALLEGATO 01 – MAPPE DEL RUMORE ELABORATE .....</b>	<b>37</b>
	<b>ALLEGATO 02 – TABELLE DEGLI ESPOSTI E SUPERAMENTI.....</b>	<b>38</b>
	<b>ALLEGATO 03 – CONTENUTI TECNICI.....</b>	<b>39</b>

## 1 Premessa

In relazione alla realizzazione di un nuovo sottopassaggio ferroviario a Lomazzo, la scrivente società è stata incaricata della realizzazione della valutazione previsionale di impatto acustico, così come previsto dall'art. 8 della Legge Quadro n. 447 del 26/10/1995.

Nella presente relazione abbiamo cercato di attenerci, per quanto possibile, alle linee guida sulle Valutazioni di Impatto Acustico contenute nella Delibera Regionale n. VII/8313 del 8/3/2002 "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico", e soprattutto la modellazione è stata incentrata in modo da consentire la verifica del punto principale della delibera:

"a) per la previsione di impatto acustico, la valutazione comparativa tra lo scenario con presenza e quello con assenza delle opere ed attività"

In sostanza un confronto tra il rumore residuo attuale con il coinvolgimento di tutte le sorgenti attualmente presenti sul territorio e il rumore ambientale futuro con la presenza delle sorgenti oggetto della presente relazione. I punti salienti del processo di valutazione sono stati realizzati attraverso le seguenti fasi:

- Analisi della documentazione progettuale;
- Valutazione degli aspetti territoriali in cui si colloca il progetto;
- Analisi del clima acustico presente sul territorio tramite misure fonometriche;
- Analisi dei livelli di traffico con contatori radar;
- Modellazione acustica della morfologia del territorio;
- Inserimento nel modello delle sorgenti sonore impattanti;
- Valutazione dei livelli sonori sul territorio nella fase attuale;
- Inserimento del progetto oggetto della valutazione con le sorgenti previste;
- Valutazione dei livelli sonori presenti sul territorio dopo la realizzazione del progetto e la loro conformità ai limiti previsti dalla normativa;
- Confronto tra le due situazioni per comprendere le modificazioni del clima acustico.
- Pianificazione di eventuali interventi di risanamento nel caso in cui non vi sia rispetto dei limiti

I valori di immissione presso i ricettori localizzati in prossimità dello stabilimento sono espressi in livello medio equivalente ( $L_{eqA}$ ) sull'intero periodo di riferimento.

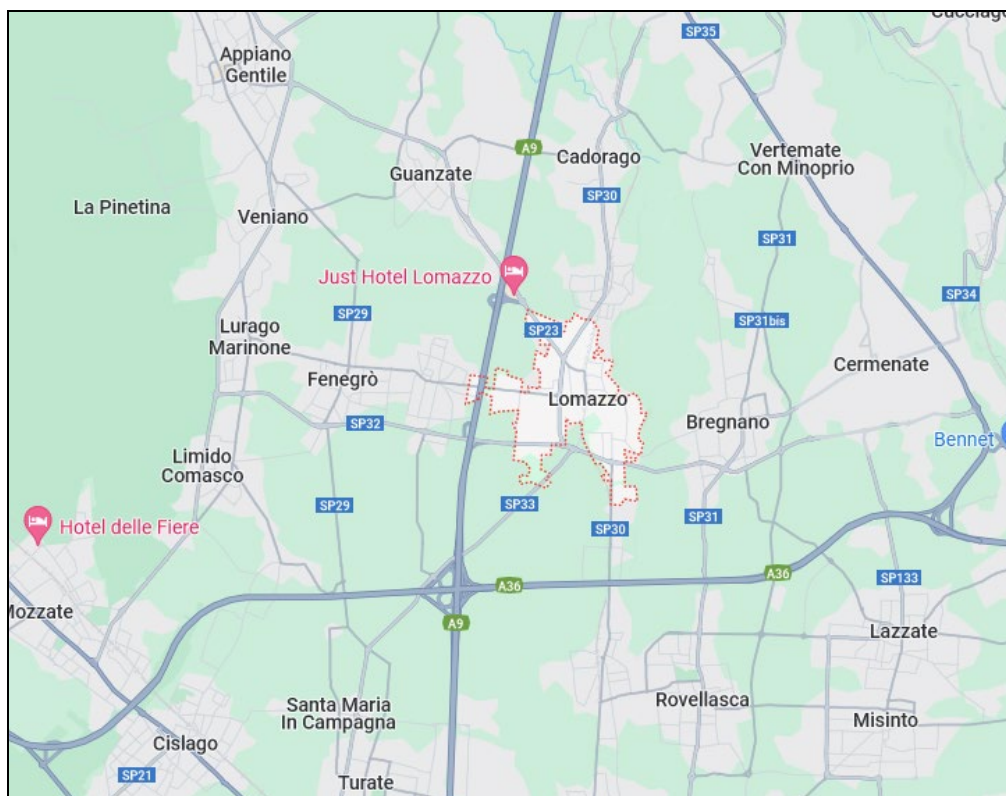
## 2 Inquadramento territoriale

### 2.1 Localizzazione

Lomazzo è un comune italiano di 9878 abitanti della provincia di Como in Lombardia.

Alcuni dei comuni confinanti con Lomazzo sono:

- Turate: Situato a nord-ovest di Lomazzo, Turate è uno dei comuni limitrofi.
- Cernenate: Questo comune si trova a nord di Lomazzo.
- Rovellasca: Situato a est di Lomazzo, Rovellasca è un altro comune vicino.
- Appiano Gentile: A sud-est di Lomazzo, Appiano Gentile è un comune nelle vicinanze.
- Guanzate: Si trova a sud di Lomazzo.



*Localizzazione di Lomazzo (CO)*



Il nuovo collegamento stradale costituirà un'importante via di comunicazione favorendo l'attraversamento della linea ferroviaria risolvendone le criticità in ambito di sicurezza attualmente presenti con il passaggio a livello a raso esistente posto a circa 300m a nord dall'area oggetto di intervento.

L'intero tracciato rientra all'interno dei confini del comune di Lomazzo in provincia di Como e funge da collegamento tra via Como/ via alla Fonte e la S.P.30.



*Lato Est in arancione tracciato indicativo*

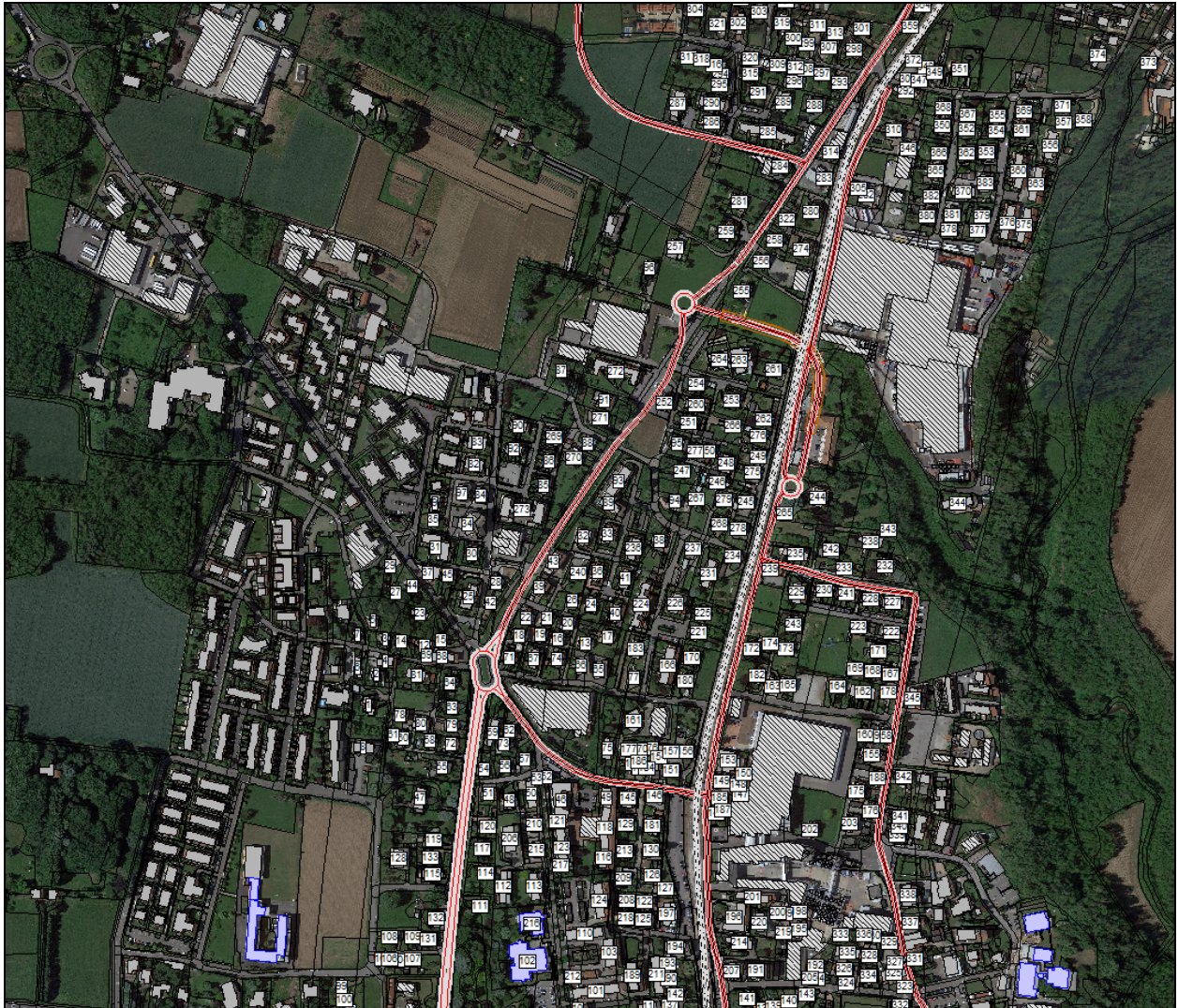


*Lato Ovest in arancione tracciato indicativo*



## 2.2 I ricettori

I ricettori presenti nelle zone limitrofe alle infrastrutture sono quelli rappresentati nella figura sottostante. Per l'individuazione dei ricettori da valutare si è scelto di considerare tutte quelle abitazioni che ricadranno in un intorno significativo rispetto alle strade oggetto di modifica o che risentiranno dei cambiamenti di viabilità dovuti alle opere.



*Posizione dei ricettori interessati dalle modifiche sulle infrastrutture*

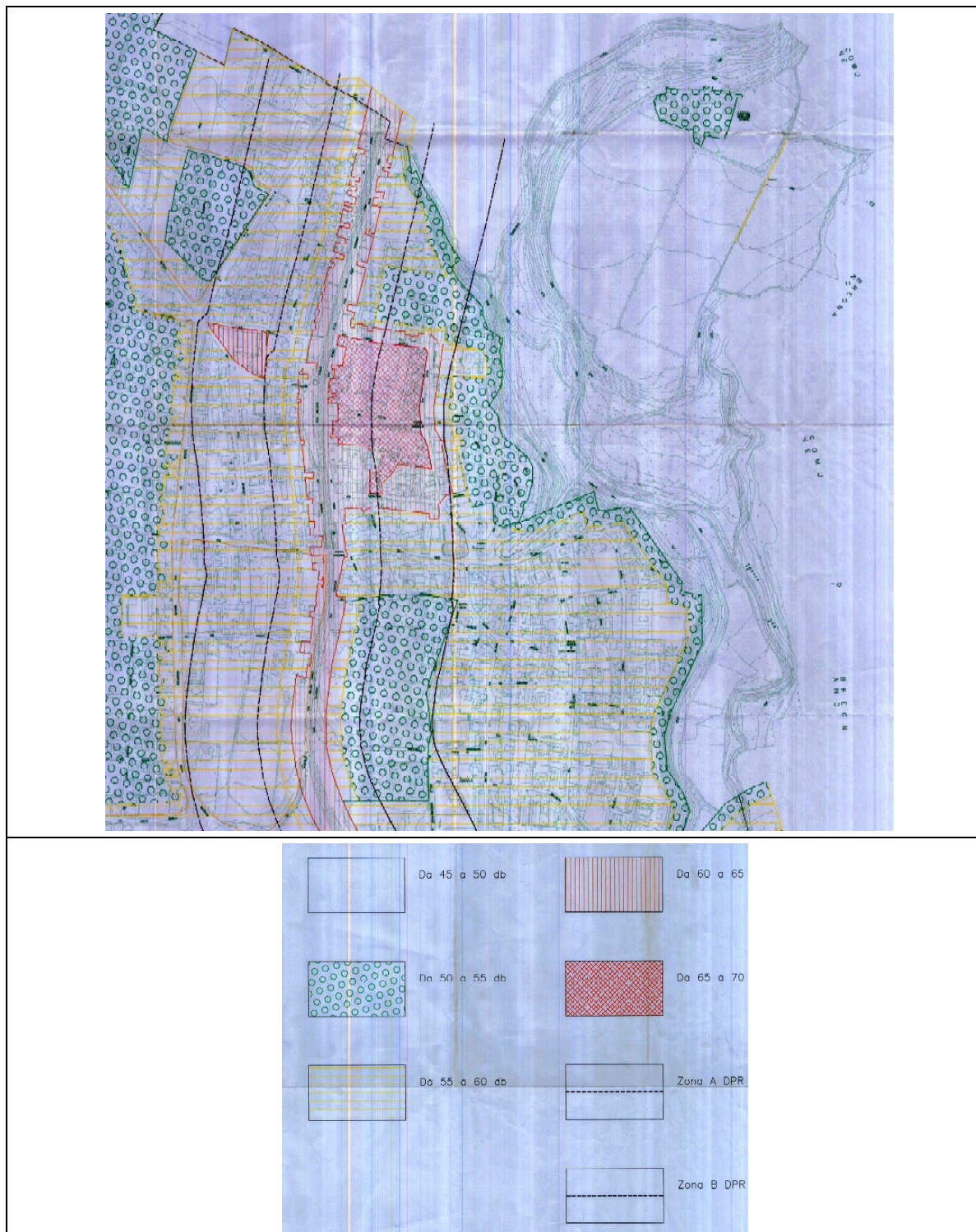




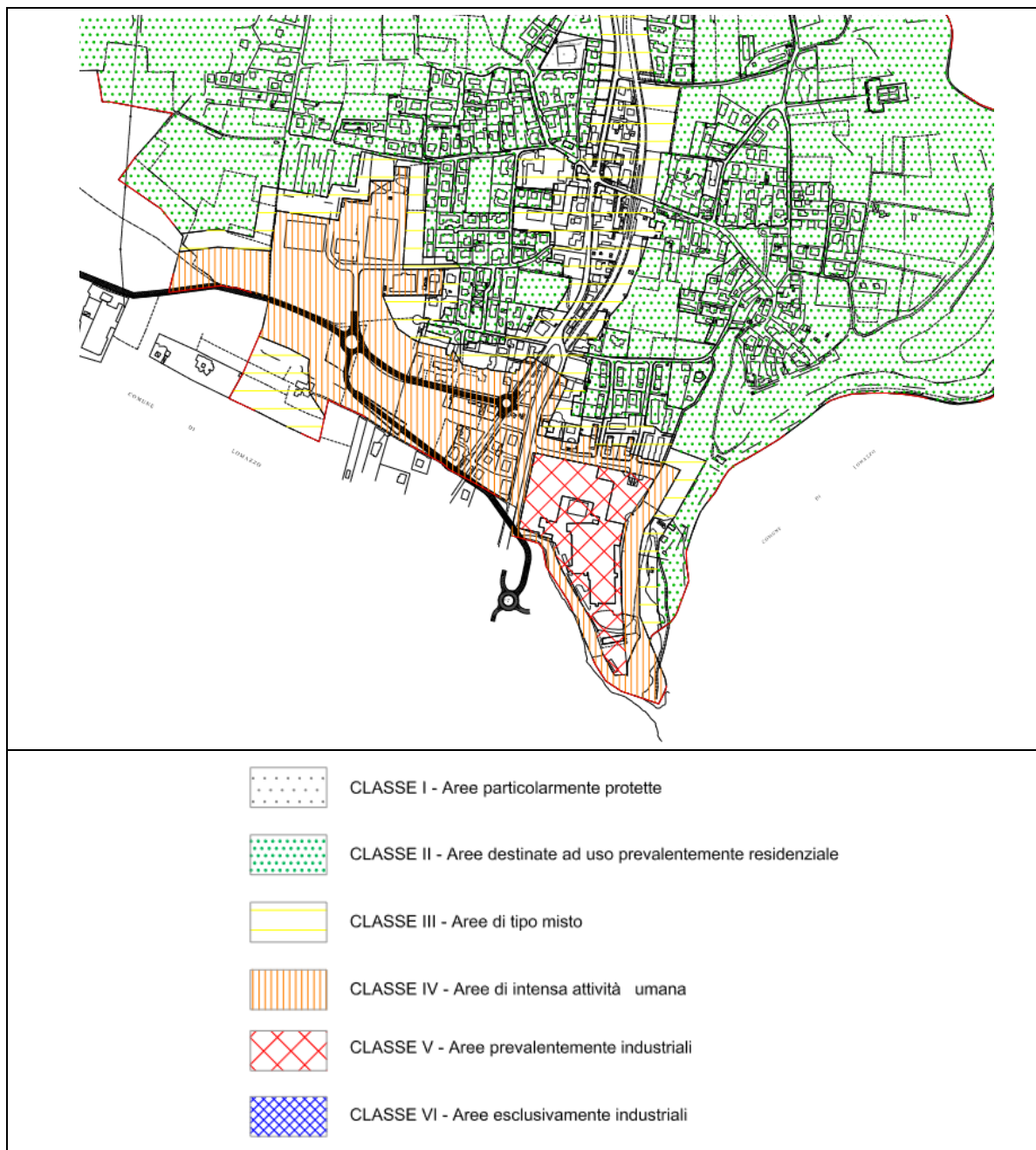


## 2.4 Classificazione acustica del territorio

I comuni di Lomazzo e Cadorago hanno approvato il Piano di Classificazione Acustica del Territorio, per cui abbiamo la situazione riportata nella seguente figura.



*Classificazione acustica di Lomazzo (CO)*



*Classificazione acustica di Cadorago (CO)*

Come si nota dal Piano di Classificazione Acustica, i ricettori vengono posti in diverse classi acustiche quali: *Classe II - Aree prevalentemente residenziali*, *Classe III – Aree di tipo misto*, *Classe IV - Aree di intensa attività umana*, *Classe V- Aree prevalentemente industriali*. Riportiamo di seguito le tabelle recanti i limiti massimi di immissione acustica per le classi sopra citate.

<b>Classe di destinazione d'uso del territorio</b>	<b>Periodo diurno (6-22)</b>	<b>Periodo notturno (22-6)</b>
<i>Classe II - Aree prevalentemente residenziali</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe III – Aree di tipo misto</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Classe V- Aree prevalentemente industriali</i>	70 dBA	60 dBA

*Limiti massimi di immissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97)*

#### 2.4.1 Infrastrutture stradali

Le strade oggetto di indagine, seguendo le classificazioni determinate dal codice della strada e dal PGTU, rientrano nella tipologia C b, E ed F:

Cb - STRADA EXTRAURBANA SECONDARIA: strade ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine.

E - STRADA URBANA DI QUARTIERE: strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi; per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata.

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

Nella tabella seguente (D.P.R. 30/3/2004 n. 142 - Allegato 1 - Tabella 2) sono riportati i valori limite da applicare entro le fasce di pertinenza per **infrastrutture stradali esistenti**.

<b>Tipo di strada (codice della strada)</b>	<b>Sottotipi ai fini acustici (secondo norme CNR1980 e direttive PUT)</b>	<b>Ampiezza fascia di pertinenza acustica</b>	<b>Scuole, Ospedali, Case di cura e di riposo</b>		<b>Altri ricettori</b>	
			<b>Diurno dB(A)</b>	<b>Notturno dB(A)</b>	<b>Diurno dB(A)</b>	<b>Notturno dB(A)</b>
C – Extraurbana secondaria	C b (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 m (fascia A)	50	40	70	60
		50 m (fascia B)	50	40	65	55
E – Urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM 14/11/97, e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane così prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge Quadro n. 447 del 26/10/95.			
F - Locale		30				

\* per le scuole vale il solo limite diurno

Limiti acustici di cui al D.P.R. 30/3/2004, allegato 1, tabella 2 (strade esistenti e assimilabili)



## 2.4.2 Infrastrutture ferroviarie

Il rumore prodotto dal traffico ferroviario è normato dal DPR 18 novembre 1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario".

L'articolo 3 tratta delle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie. Per le infrastrutture esistenti, la fascia è calcolata a partire dalla mezzeria dei binari esterni ed è fissata in m 250 di larghezza per ciascun lato. Questa fascia viene a sua volta suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di m 100, denominata fascia A; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di m 150, denominata fascia B.

L'articolo 5 "Infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h" al comma 1 recita:

*"Per le infrastrutture esistenti, le loro varianti, le infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento di infrastrutture esistenti e le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, all'interno della fascia di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a), del presente decreto, i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura sono i seguenti:*

- 50 dB(A) Leq diurno, 40 dB(A) Leq notturno per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale il solo limite diurno;*
- 70 dB(A) Leq diurno, 60 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia A di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a);*
- 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia B di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a)."*

In sostanza, questo comma libera i gestori di linee ferroviarie da responsabilità sugli eventuali superamenti dei limiti di zona stabiliti dai Comuni attraverso lo strumento della zonizzazione acustica. L'unica responsabilità riguarda il superamento dei limiti di immissione, misurati all'interno delle abitazioni dei disturbati, nelle fasce di pertinenza delle Ferrovie.

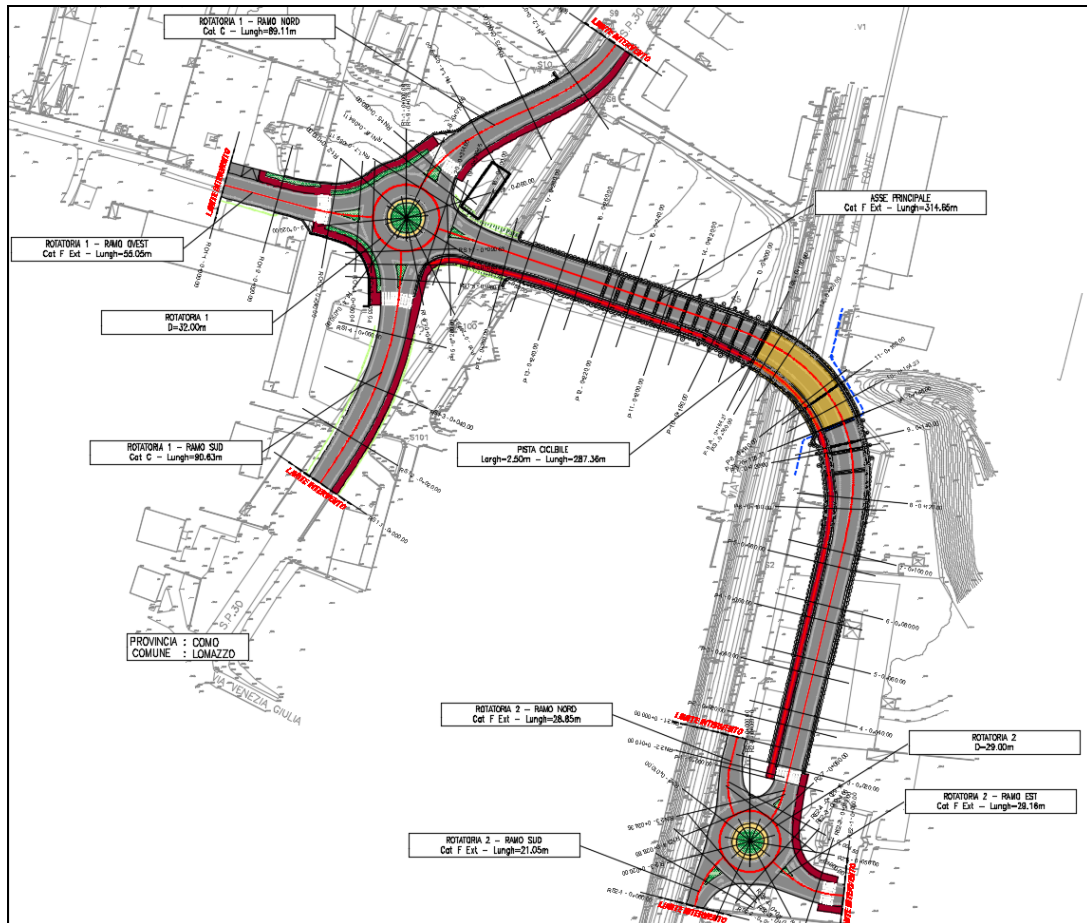
## 2.5 Concorsualità tra infrastrutture di trasporto

Secondo quanto descritto nelle linee guida di Ispra del 2010 "Nota tecnica in merito alle problematiche dei progetti di infrastrutture di trasporto soggetti a VIA relativamente alla presa in considerazione degli aspetti connessi alla concorsualità con altre infrastrutture di trasporto", nel caso in cui vi siano sovrapposizioni di fasce di pertinenza di infrastrutture di trasporto, analizzando solo i casi di nostro interesse, si procederà nel seguente modo:

Caso 1: Varianti plano-altimetriche di infrastrutture esistenti, che ricadono nella definizione di variante ai sensi del D.P.R. 142/2004 e D.P.R. 459/98. In presenza di situazioni di concorsualità, il rumore, immesso nell'area in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza, non deve superare complessivamente il maggiore tra i valori limite di immissione previsti dalle singole infrastrutture.

### 3 Descrizione della futura opera

L'intervento progettuale oggetto della presente relazione prevede una nuova viabilità di collegamento con annessa pista ciclabile costituita da:

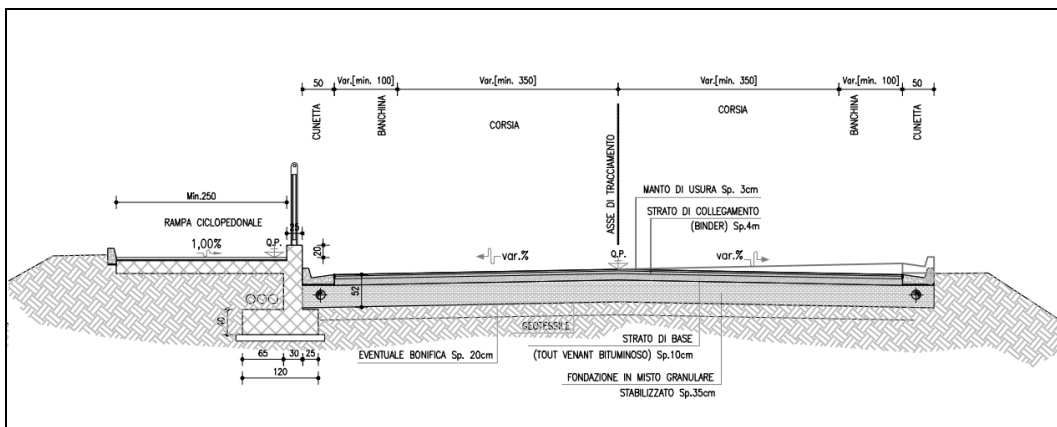


*Planimetria generale*

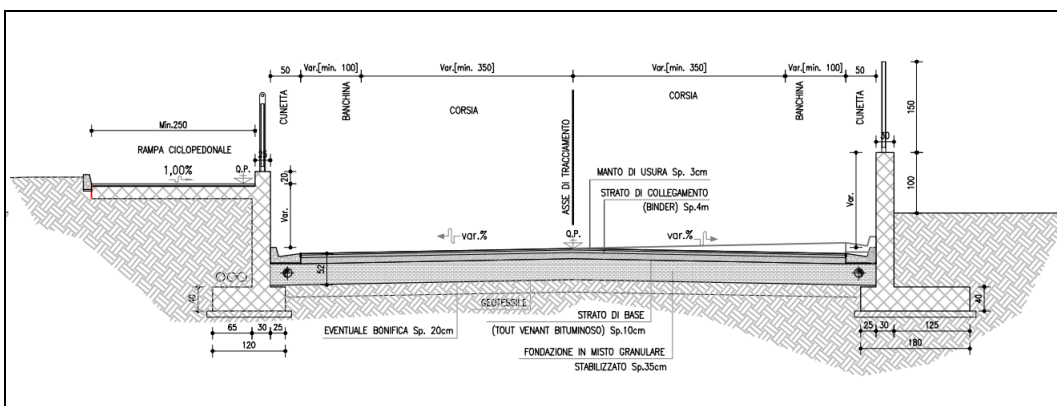
- realizzazione ex-novo della viabilità denominata "Asse principale" Categoria stradale F Extraurbana; tramite l'esecuzione di una paratia continua con pali di grande diametro, successivamente rivestiti, che fungono in fase provvisoria a sostegno degli scavi ed in fase definitiva da opera di sostegno per la viabilità in esercizio. L'interferenza fra la strada e la linea ferroviaria viene risolta con la realizzazione di un sottopasso, che permette alla nuova viabilità di passare al di sotto della sede ferroviaria. Il franco libero fra il piano viario e l'intradosso della struttura è di 5,00 m.
- realizzazione di due nuove rotatorie denominate "Rotatoria 1" e "Rotatoria 2". Per entrambe le rotatorie sono compresi nella progettazione gli innesti con le viabilità esistenti e con gli accessi privati;
- pista ciclabile lungo tutto l'itinerario dell'"Asse principale" denominata nel dossier di progetto "Pista ciclabile";



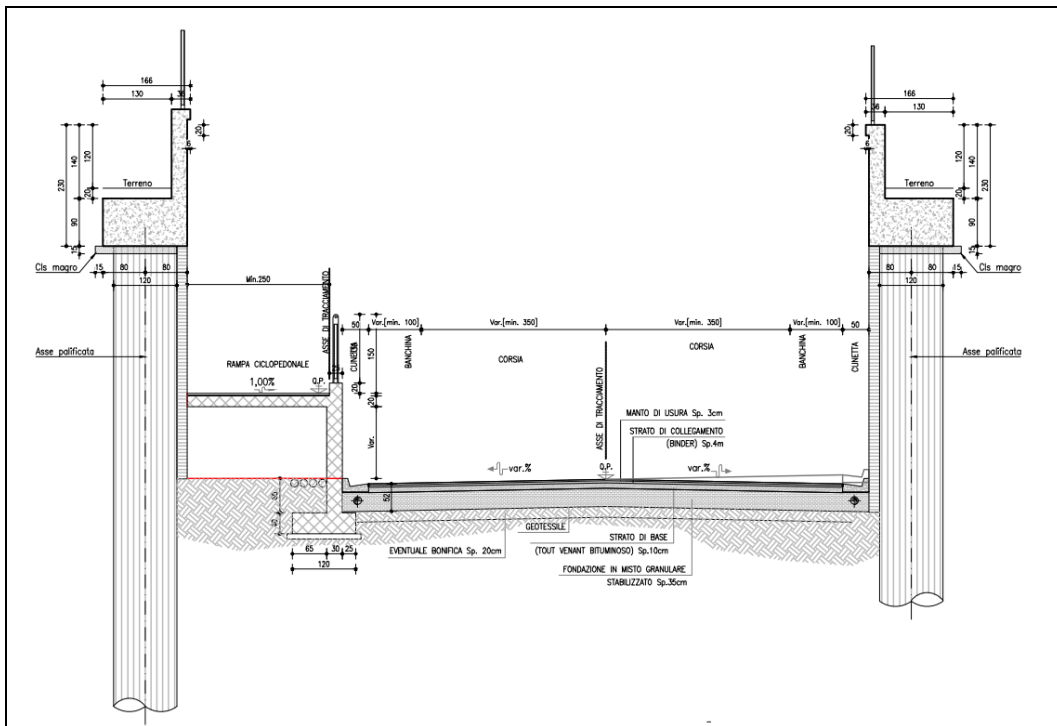
Di seguito, sezioni tipologiche caratteristiche del presente progetto



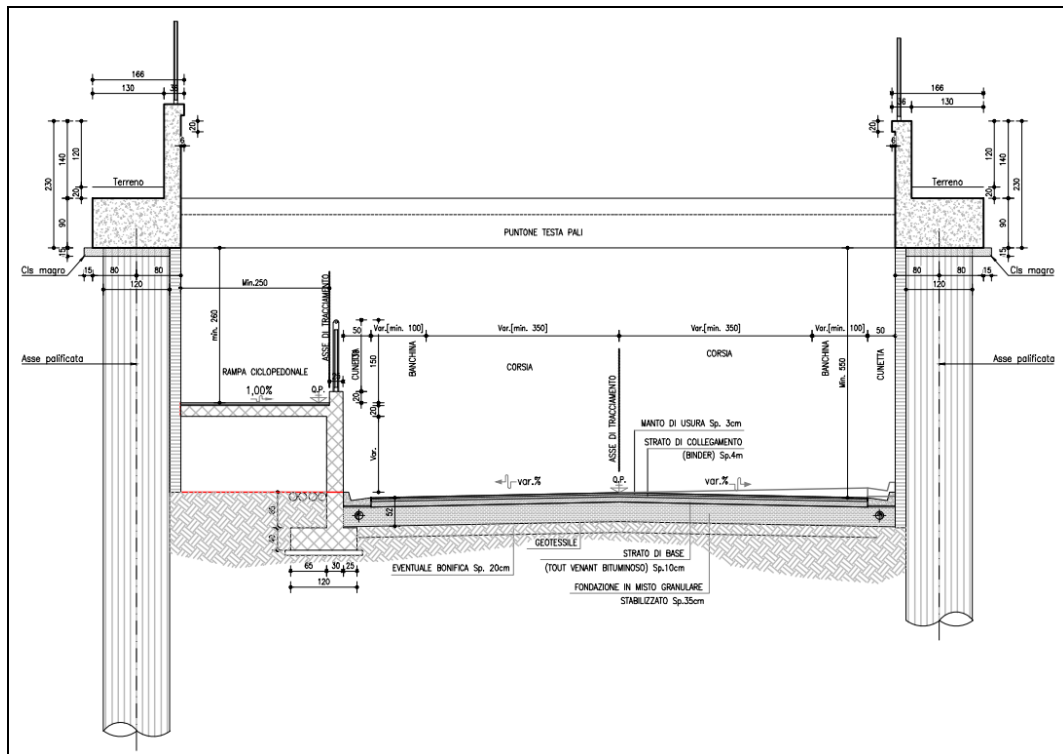
*Sezione tipo asse principale con pista ciclabile*



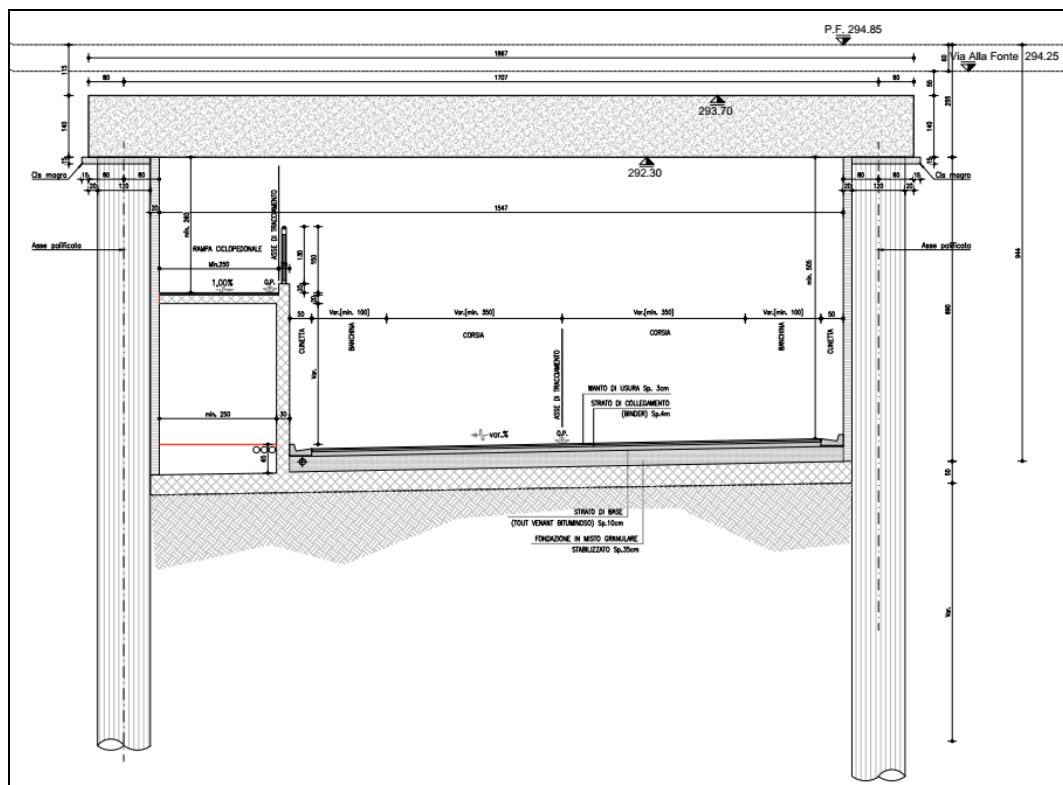
*Sezione tipo asse principale con pista ciclabile e muro di contenimento*



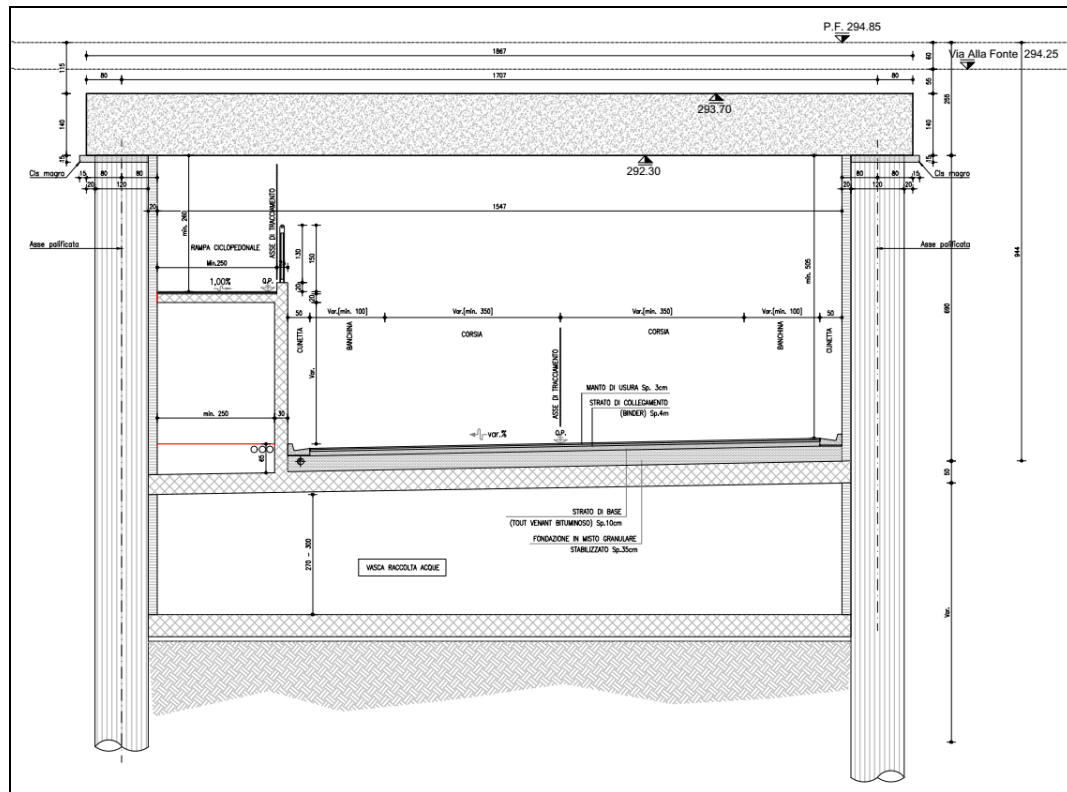
*Sezione tipo asse principale con pista ciclabile e palificata (sezione a cielo aperto)*



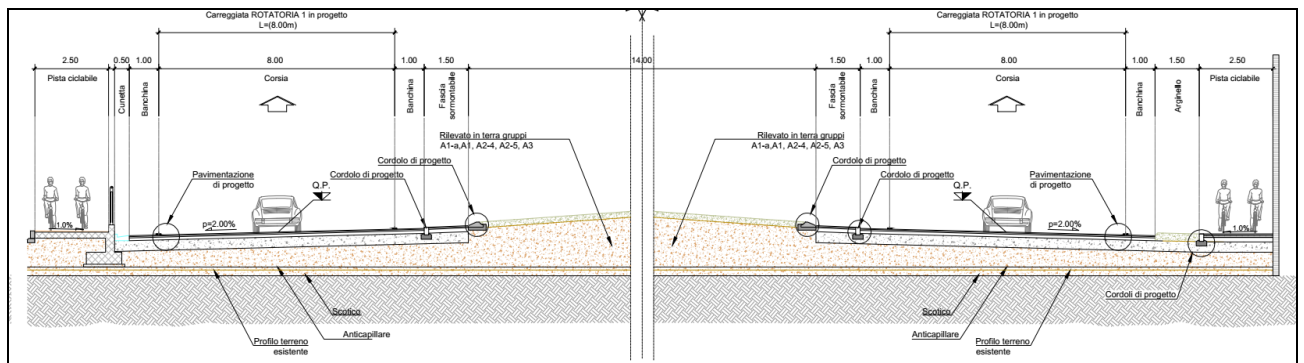
*Sezione tipo asse principale con pista ciclabile e palificata con puntone testa pali (sezione a cielo aperto)*



Sezione tipo ROTATORIA



*Sezione tipo asse principale con pista ciclabile e palificata con soletta  
(sezione interrata con vasca di raccolta acque)*



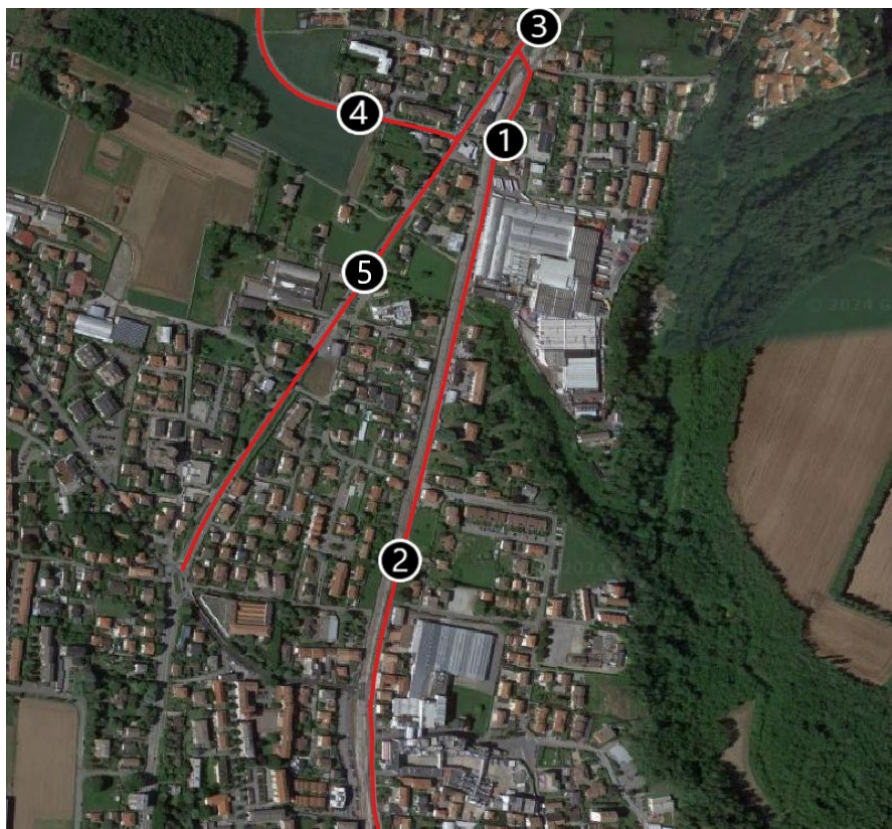
### Sezione tipo rotatoria

#### 4 Situazione del traffico attuale e futura

##### Situazione attuale

Sulla base dei flussi rilevati presso le principali sezioni stradali, e in base allo schema di circolazione vigente, è stato ricostruito il flusso veicolare (bidirezionale) assegnato alla rete stradale in oggetto per l'ora media del giorno ferialo medio, suddivisa per fascia oraria, diurna 6.00-22.00 e notturna 22.00-6.00, e categoria veicolare: veicoli leggeri (moto, auto e commerciali leggeri) e veicoli pesanti (commerciali pesanti).

Si riporta a seguire la planimetria della rete oggetto di rappresentazione stradale. Con i numeri da 1 a 5 sono riportati i centroidi di traffico della rete, ovvero i punti fittizi di generazione ed attrazione del traffico veicolare. Eventuali discrepanze puntuali dei flussi tra archi successivi (comunque di modesta entità) sono dovute a flussi residuali da/verso la viabilità locale non modellata, ma che comunque genera / attrae traffico.



*Schema di rete flussogrammi veicolari*



### Ora media diurna (6.00-22.00) del giorno feriale medio

Nel periodo diurno il traffico è essenzialmente concentrato lungo la viabilità principale, rappresentata dalla via SP30, con flussi bidirezionali pari a 200-900 veicoli/ora. Sulla rete secondaria i flussi sono nel range di 0-100 veicoli/ora bidirezionali. Lungo il tratto maggiormente trafficato si stima un passaggio di circa 660 veicoli/ora bidirezionali, pari a circa 11 veicoli/minuto. Tale flusso risulta contenuto della capacità massima di deflusso dell'arco, che per questo tipo di strade può essere individuata in circa 1.500-1.800 veicoli/ora bidirezionali. Ma si segnala che in prossimità dell'intersezione con la linea ferroviaria sono presenti brevi riserve di capacità, tanto che anche nel corso dei sopralluoghi sono stati registrati accodamenti modesti. Con passaggio a livello chiuso la coda massima lungo la SP30 e via Alla Fonte risulta sufficiente ad alterarne la regolare circolazione. Il traffico dei mezzi pesanti risulta moderato e concentrato sulla provinciale. Sul ramo via Como e via Alla Fonte risulta anche essere destinato allo stabilimento "Spumador".

Si riportano a seguire i flussogrammi relativi al traffico leggero e pesante per il periodo diurno.



*Giorno Feriale medio – Ora media diurna (6.00-22.00) - Veicoli leggeri – Scenario Attuale*



*Giorno Feriale medio – Ora media diurna (6.00-22.00) - Veicoli pesanti – Scenario Attuale*



### Ora media notturna (22.00-6.00) del giorno feriale medio

Nelle ore notturne i flussi veicolari rilevati sono mediamente molto più bassi di quelli del periodo diurno. Nell'ora media notturna transita un numero quasi trascurabile di veicoli pesanti. La distribuzione dei flussi lungo la rete è analoga a quella del periodo diurno.

Si riportano a seguire i flussogrammi relativi al traffico leggero e pesante per il periodo notturno.



*Giorno Feriale medio – Ora media notturno (22.00-6.00) - Veicoli leggeri – Scenario Attuale*



*Giorno Feriale medio – Ora media notturno (22.00-6.00) - Veicoli pesanti – Scenario Attuale*

## **Domanda di sosta**

Essendo l'area di studio una zona principalmente di passaggio per i veicoli, la domanda di sosta si limita ai residenti nell'area e viene soddisfatta dai rispettivi parcheggi privati.

Si ritiene, quindi, che ad oggi l'offerta di sosta sia complessivamente adeguata alla domanda. Per eventuali approfondimenti si rimanda alle successive fasi del progetto.

## **Scenario di Intervento**

Lo Scenario di Intervento rappresenta la completa realizzazione di tutte le infrastrutture di progetto, e in una situazione a regime della circolazione.

In questo capitolo vengono quindi affrontate le medesime tematiche dello Scenario Attuale, ma relativamente alle previsioni infrastrutturali e di mobilità contenute nel progetto di eliminazione dei passaggi a livello.

## **Descrizione del progetto**

Il progetto prevede la soppressione del passaggio a livello tra la SP30 e via Alla Fonte, che viene sostituito da un sottopasso stradale e ciclopeditonale. A causa dell'ingombro di tale struttura, lo schema di circolazione di entrambe le vie subisce delle modifiche, più in particolare la realizzazione di due rotatorie

Per la descrizione puntuale del progetto e delle relative geometrie stradali si rimanda alla relazione descrittiva del progetto e ai relativi elaborati grafici.

## **Offerta di mobilità**

In questo paragrafo vengono descritte le modifiche previste in termini di offerta di mobilità.

## **Schema di circolazione**

Come precedentemente accennato, lo schema di circolazione della SP30 e via Alla Fonte/Como subirà delle modifiche.

Relativamente allo schema di circolazione le principali modifiche riguardano:

- l'aggiunta del sottopasso che congiungerà la SP30 con via Como.
- Eliminazione dell'intersezione della SP30, via Alla Fonte e via Vittorio Veneto dovuta alla soppressione del passaggio a livello.
- l'aggiunta di una rotatoria nella SP30 che funge da collegamento con il sottopasso di futura realizzazione
- l'aggiunta di una rotatoria in via Como che permette di deviare il traffico sulla SP30, tramite il sottopasso, e su via Alla Fonte







## **Domanda di mobilità**

Nello Scenario di Intervento si assume che non intervengano modifiche alla domanda di mobilità, ma che intervengano soltanto differenti scelte di itinerario in funzione del nuovo schema di circolazione. Trattandosi di un intervento di rilevanza locale (scala urbana) e senza variazioni legate alla domanda di mobilità (non vengono cambiate le funzioni urbanistiche né le superfici edificate), tale ipotesi appare ragionevole.

## **Ricostruzione dei flussi assegnati alla rete**

Sulla base dell'ipotesi di invarianza della domanda, la domanda di mobilità attuale è stata assegnata alla rete di progetto oggetto di analisi. I flussi assegnati per le varie relazioni Origine/Destinazione, quindi, potranno evolversi in uno di questi tre modi:

1. continueranno ad avere gli stessi percorsi attuali;
2. continueranno a percorrere la rete, ma con itinerario diverso, ad esempio perché è stata impedita una certa manovra di svolta;
3. continueranno ad esistere, ma non percorreranno più la rete di progetto, perché le modifiche alla rete rendono più conveniente in termini di tempo e/o distanza e/o altro (es. costo percepito, ecc.) un itinerario esterno alla rete stradale analizzata.

Dal momento che il livello di saturazione della rete è molto inferiore alla capacità, non intervengono meccanismi di redistribuzione dei flussi in funzione del flusso, ma solo in funzione del percorso ottimale a "rete scarica".

Le modifiche principali dello scenario di intervento consistono nella realizzazione di una rotatoria lungo la SP30, e una rotatoria su via Como.

Dal momento che l'intersezione con la linea ferroviaria verrà chiusa al traffico, i flussi di via Alla Fonte non si riverseranno più in modo diretto nella SP30, ma verranno deviati dal sottopasso verso la nuova rotatoria.

Per quanto riguarda i flussi lungo la viabilità principale (SP30) si ipotizza un migliore scorrimento del traffico dovuto alla scomparsa degli accodamenti che erano causati dal passaggio a livello.

Nei paragrafi che seguono di riportano i flussogrammi di progetto per la fascia oraria diurna 6.00-22.00 e notturna 22.00-6.00 per i veicoli leggeri e pesanti.

### Ora media diurna (6.00-22.00) del giorno feriale medio

Il nuovo schema di circolazione comporta una redistribuzione dei flussi circolanti, principalmente su via Como e via Alla Fonte e l'intersezione con la ferrovia. Complessivamente i flussi tendono a rimanere i medesimi e sono risolti gli accodamenti significativi alle principali intersezioni della rete.

Si riportano a seguire i flussogrammi relativi al traffico leggero e pesante per il periodo diurno.



*Giorno Feriale medio – Ora media diurna (6.00-22.00) - Veicoli leggeri – Scenario Di Intervento*



*Giorno Feriale medio – Ora media diurna (6.00-22.00) - Veicoli pesanti – Scenario Di Intervento*



### Ora media notturna (22.00-6.00) del giorno feriale medio

Per le ore notturne gli effetti redistributivi dovuti al nuovo schema di circolazione sono analoghi a quelli osservati per le ore diurne. Per quanto riguarda i mezzi pesanti i flussi rimangono bassi. Si riportano a seguire i flussogrammi relativi al traffico leggero e pesante per il periodo diurno.



*Giorno Feriale medio – Ora media notturna (22.00-06.00) - Veicoli leggeri – Scenario Di Intervento*



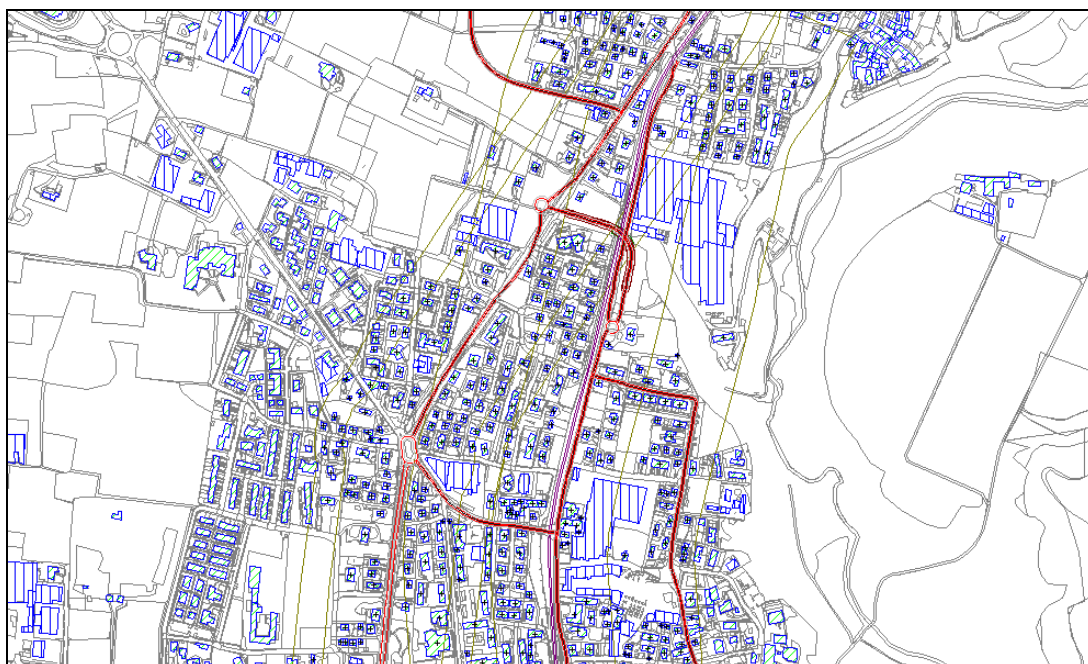
*Giorno Feriale medio – Ora media notturna (22.00-06.00) - Veicoli pesanti – Scenario Di Intervento*

## 5 Il modello matematico

### 5.1 Realizzazione del modello matematico

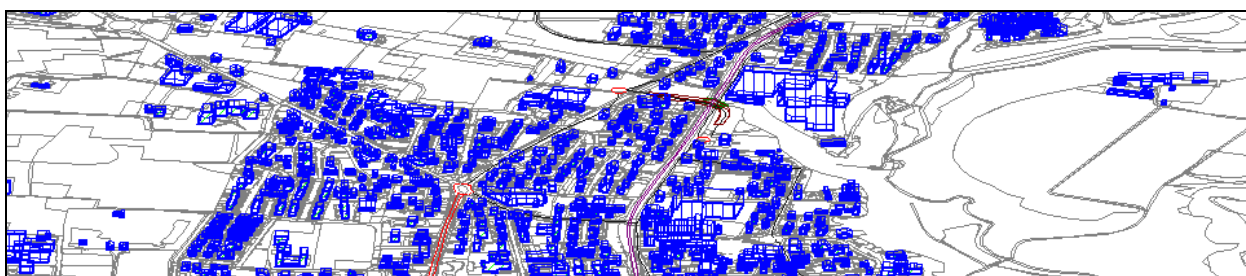
Per rappresentare la situazione esistente è stato realizzato un apposito modello matematico in cui vengono inseriti tutti gli elementi che concorrono a determinare il clima acustico dell'area oggetto di studio.

Il primo passaggio per la definizione dello scenario di calcolo all'interno del modello previsionale è stato la ricostruzione dell'orografia dell'area di interesse, inserendo gli edifici e le strade locali.



*Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista planimetrica)*

Il modello rappresenta in modo tridimensionale la situazione territoriale dell'area.

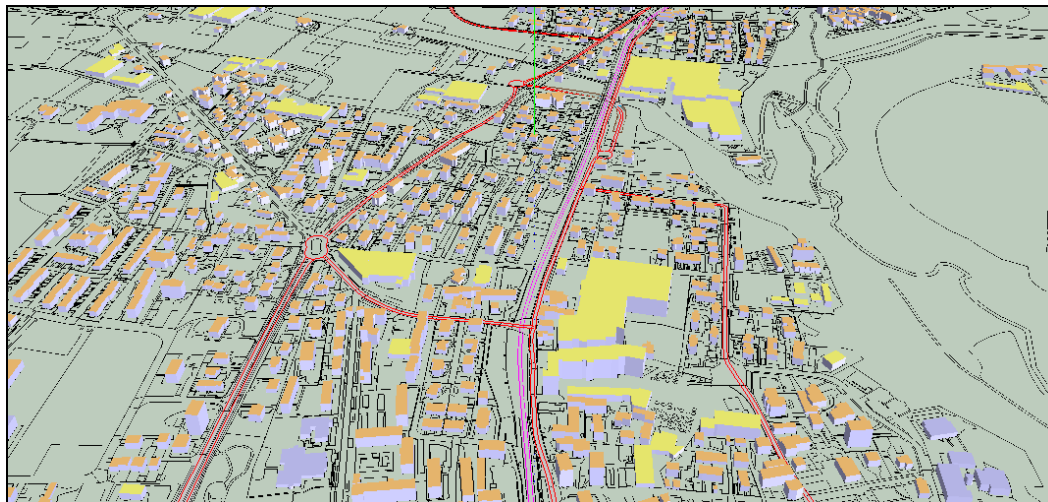


*Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista 3D)*



## 5.2 Creazione dell'orografia del terreno

Sulla base delle informazioni altimetriche raccolte nelle cartografie vettoriali dell'area, è stato ricreato il modello digitale del terreno (DGM) fino a una distanza di circa 500 metri dall'area dell'infrastruttura in modo da comprendere le abitazioni limitrofe potenzialmente interessate dalle emissioni di rumore.



*Creazione del modello digitale del terreno (vista 3D)*

Una volta definita l'orografia del territorio, sono stati inseriti nello scenario di calcolo tutti gli elementi che si comportano come ostacoli alla propagazione dell'onda sonora come, ad esempio, i muretti di contenimento interni, il muro perimetrale e gli edifici.

## 5.3 Inserimento delle sorgenti sonore

In una fase successiva sono state inserite le sorgenti sonore indicate dalla committenza. La modalità d'inserimento di ogni sorgente di rumore all'interno del modello, ossia la scelta di utilizzare sorgenti di tipo puntiforme, lineare o aerale, è stata valutata singolarmente sulla base della posizione, dimensione e tipologia dell'apparecchiatura considerata.

Per la presente valutazione sono stati utilizzati dati di input derivanti da: flussi di traffico rilevati con conteggio o stimati sulla base di istogrammi relativi a strade simili, osservazioni in loco delle dinamiche di traffico dell'area. Il modello di calcolo scelto, ovvero l'RLS 90, è basato sui flussi di traffico nei periodi di riferimento e sulla velocità media dei veicoli transitanti.

Per il calcolo del contributo della ferrovia invece il modello di calcolo usato è lo Schall 03, basato sui flussi di traffico ferroviario e sulla velocità dei mezzi circolanti, unitamente alle caratteristiche della sede ferroviaria sulla quale circolano. Il dato di input è stato ricavato dai tabulati forniti da Ferrovie Nord relativamente alla linea Saronno-Como. Si riportano di seguito i dati di input relativi alla linea ferroviaria utilizzati nel modello di simulazione:

<b>Direzione</b>	<b>Transiti Diurni</b>	<b>Transiti Notturni</b>
Saronno	33	3
Como	32	2

## 5.4 Taratura del modello matematico

Come evidenziato in precedenza, una volta che il modello di calcolo è stato definito e tarato, l'accuratezza della modellizzazione è stata verificata confrontando i dati generati dal modello con i dati riscontrati in misure fonometriche eseguite. Data la variabilità dei livelli di rumore riscontrati dalle misure fonometriche effettuate nei punti di misura esterni, è stato individuato un intervallo di confidenza sul valore medio delle misure effettuate in ogni punto. Quest'analisi statistica è stata compiuta in modo da permettere il confronto dei risultati in considerazione, non solo del valore medio, ma anche della variabilità dei risultati delle misure.

Qui di seguito si riporta tabella di confronto tra i dati rilevati dalle misure fonometriche e i dati calcolati dal modello matematico, ai punti R1 e R2 (vedere cap.6).

Postazione di misura	Valore medio settimanale misurato DIURNO LAeq [dB(A)]	Valore medio settimanale calcolato DIURNO LAeq [dB(A)]	Valore medio settimanale misurato NOTTURNO LAeq [dB(A)]	Valore medio settimanale calcolato NOTTURNO LAeq [dB(A)]
R1	56.5	57.7	51.5	50.0
R2	63.0	64.5	56.5	57.9

## 5.5 Dettagli sul software di simulazione

Il software utilizzato per la simulazione è Soundplan 8.2 della Brauenstein + Berndt GmbH.

Per quanto riguarda l'accuratezza del software modello utilizzato va precisato che questo è stato verificato in molte condizioni reali anche nel nostro paese, e gli algoritmi di calcolo sono conformi alle seguenti linee guida e normative Europee:

ISO 9613-1 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Method of calculation of the attenuation of sound by atmospheric absorption"

ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: A general method of calculation"

VDI 2714 "Sound propagation outdoors"

VDI 2720 "Noise control by screening"

RLS90 "Guideline for noise protection along highways"

SHALL 03 "Guideline for calculating sound immission of railroads"

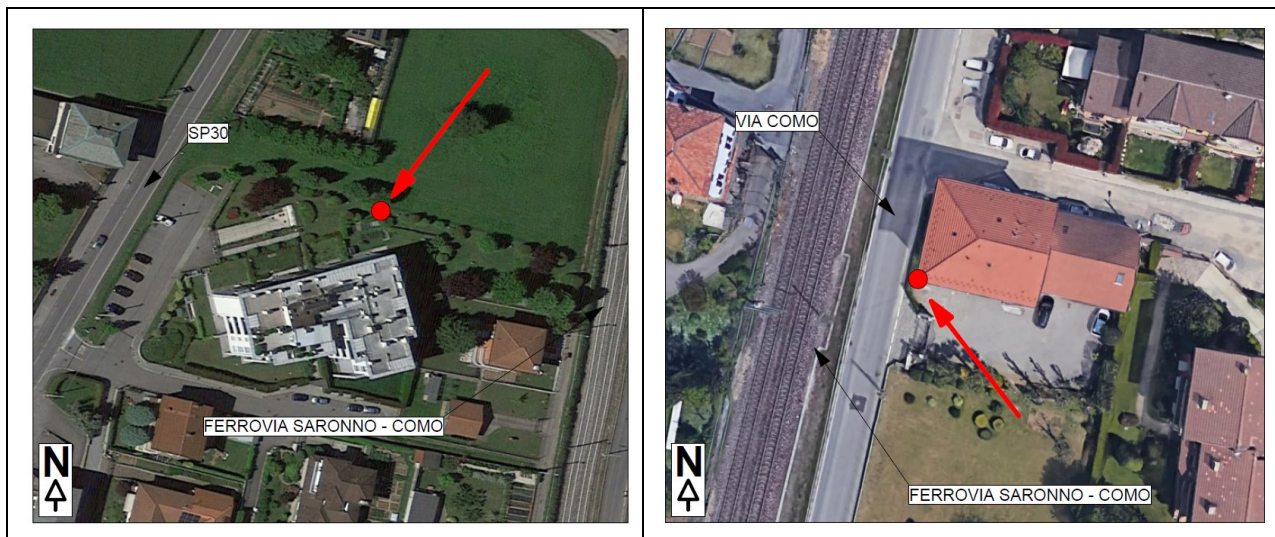
VDI 2751 "Sound radiation of industrial buildings"

Maggiori dettagli sulla modalità di funzionamento del software sono riportati nello specifico allegato tecnico.

## 6 Le misure acustiche

Per la caratterizzazione del rumore ante operam sono state scelte n. 2 postazioni presso ricettori residenziali ritenuti più critici rispetto alla influenza del nuovo tratto stradale. In ognuna delle n. 2 postazioni scelte è stata eseguita n° 1 misura fonometrica ad integrazione continua di una settimana. Il microfono è stato posizionato a 4 m di altezza dal terreno e a più di 1 m dalla facciata più esposta.

La planimetria con l'ubicazione delle postazioni di misura è riportata di seguito.



*Postazioni di misura – R1 e R2*

Le misure sono state eseguite secondo le prescrizioni del DM 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico”.

Il rilevamento è stato effettuato utilizzando una catena di misura microfono, preamplificatore, fonometro integratore, che soddisfa i requisiti imposti dai commi 1, 2, 3 e 4 dell'art.2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/03/98 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”:

- Fonometro integratore IEC 61672/2002 – Class 1 IEC 60651/2001 – IEC 60804/2000 – Type 1
- Calibratore CEI 29-14, IEC 942/1998 – Class 1
- Filtri per analisi in frequenza EN 61260 –1995 (IEC 1260)

Gli strumenti utilizzati (con indicazione del certificato di taratura periodica) sono i seguenti:

- Fonometro Larson Davis LD Lxt s.n. 3329 (n° 163 23593-A del 24/09/2020)
- Fonometro Larson Davis LD Lxt s.n. 3330 (n° 163 23594-A del 24/09/2020)
- Calibratore Larson Davis LD CAL200 s.n. 0516 (n° 163 23445-A del 04/09/2020)

Gli strumenti utilizzati sono in possesso dei relativi certificati di taratura rilasciati da laboratori certificati. L'analisi ed elaborazione dei dati è stata effettuata con software Noise & Vibration Works.

In presenza di sorgenti del tutto aleatorie (sirene, campane, ecc.) le misure sono state mascherate.

Le misure sono avvenute in giorni feriali rappresentativi della rumorosità ambientale presente nell'area in oggetto. La strumentazione è stata calibrata, prima e dopo ciascuna campagna di rilevamenti, ad una pressione costante di 94 dB con calibratore di livello sonoro di precisione. Il valore della calibrazione finale non si è discostato rispetto alla precedente calibrazione, per un valore superiore, od uguale a 0.5 dB (art. 2 comma 3 D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico").

La campagna di monitoraggio acustico è stata eseguita da un soggetto diverso dalla scrivente dalle ore 15:00 del giorno giovedì 14 alle ore 16:00 di giovedì 21 ottobre 2021.

Durante le misure acustiche sono state rilevate:

- le condizioni atmosferiche presenti (temperatura, umidità, velocità del vento, precipitazioni);
- il livello di rumorosità complessiva durante il tempo di misura diurno e notturno espresso in Leq(A) e l'andamento della rumorosità nel tempo;
- la presenza di componenti tonali;
- la presenza di componenti impulsive;
- i livelli statistici cumulativi L1, L5, L10, L50, L90, L95, ed il loro andamento nel tempo, in modo da fornire informazioni sulla frequenza con cui si verificano, nel periodo di osservazione, gli eventi sonori.

In particolare i livelli statistici identificano il livello di rumorosità superato in relazione alla percentuale scelta rispetto al tempo di misura. Ad esempio L90 corrisponde al livello di rumore superato per il 90% del tempo di rilevamento.

Nella terminologia corrente si definisce L1 "livello di picco" poiché identifica i livelli dei picchi più elevati.

Si definisce L90 il "livello di fondo" poiché identifica il livello di rumore di fondo presente nell'arco della misura. Il livello L 50 rappresenta il livello medio di rumorosità.

Dai valori di L10 e L90 è possibile risalire, con il calcolo della loro differenza, al "clima acustico" che è un'indicazione delle fluttuazioni dei livelli di rumore presenti. I valori riscontrati dalla campagna di monitoraggio acustico settimanale sono i seguenti (valori medi logaritmici settimanali arrotondati a 0.5 dB):

Postazione di misura	Valore medio settimanale misurato DIURNO LAeq [dB(A)]	Valore medio settimanale misurato NOTTURNO LAeq [dB(A)]
R1	56.5	51.5
R2	63.0	56.5

*Livelli di rumore rilevati (arrotondati a 0.5)*



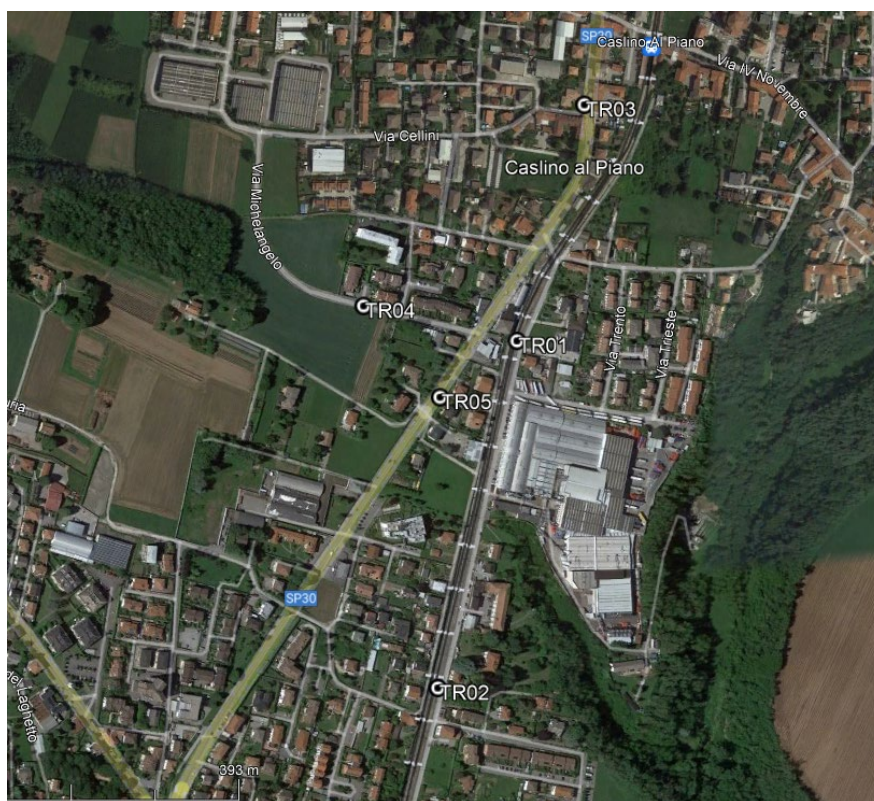
## 7 Rilievo dei flussi di traffico

### 7.1 Strumentazione utilizzata

I rilievi di traffico sono stati condotti con un rilevatore radar di marca Sierzega, modello SR4.

I contatraffico hanno la capacità di registrare il numero di veicoli in transito sulle strade interessate in un determinato lasso di tempo, la lunghezza del veicolo, la velocità, la data e l'orario di transito. Le lunghezze dei veicoli sono state poi suddivise in classi in modo da poter distinguere i veicoli in leggeri (motocicli, automobili, mezzi commerciali) e pesanti.

I rilevatori contatraffico sono stati installati, seguendo le indicazioni riportate sui manuali, esternamente alla sede stradale, senza arrecare alcun disturbo al normale flusso veicolare.



*Punti di rilievo del traffico stradale*

I punti di misura sono riportati nella tabella seguente con le rispettive coordinate e data.

PUNTO DI MISURA	COORDINATE X	COORDINATE Y	DATA
Punto TR01	45°42'28.77"N	9° 2'17.40"E	24-30 Novembre 2023
Punto TR02	45°42'15.43"N	9° 2'13.03"E	24-30 Novembre 2023
Punto TR03	45°42'37.81"N	9° 2'21.12"E	24-30 Novembre 2023
Punto TR04	45°42'30.11"N	9° 2'9.03"E	24-30 Novembre 2023
Punto TR05	45°42'26.61"N	9° 2'13.19"E	24-30 Novembre 2023

Per i risultati dei rilievi dei flussi veicolari si rimanda al documento “Studio di traffico – Lomazzo-Cadorago”.



## 8 Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante

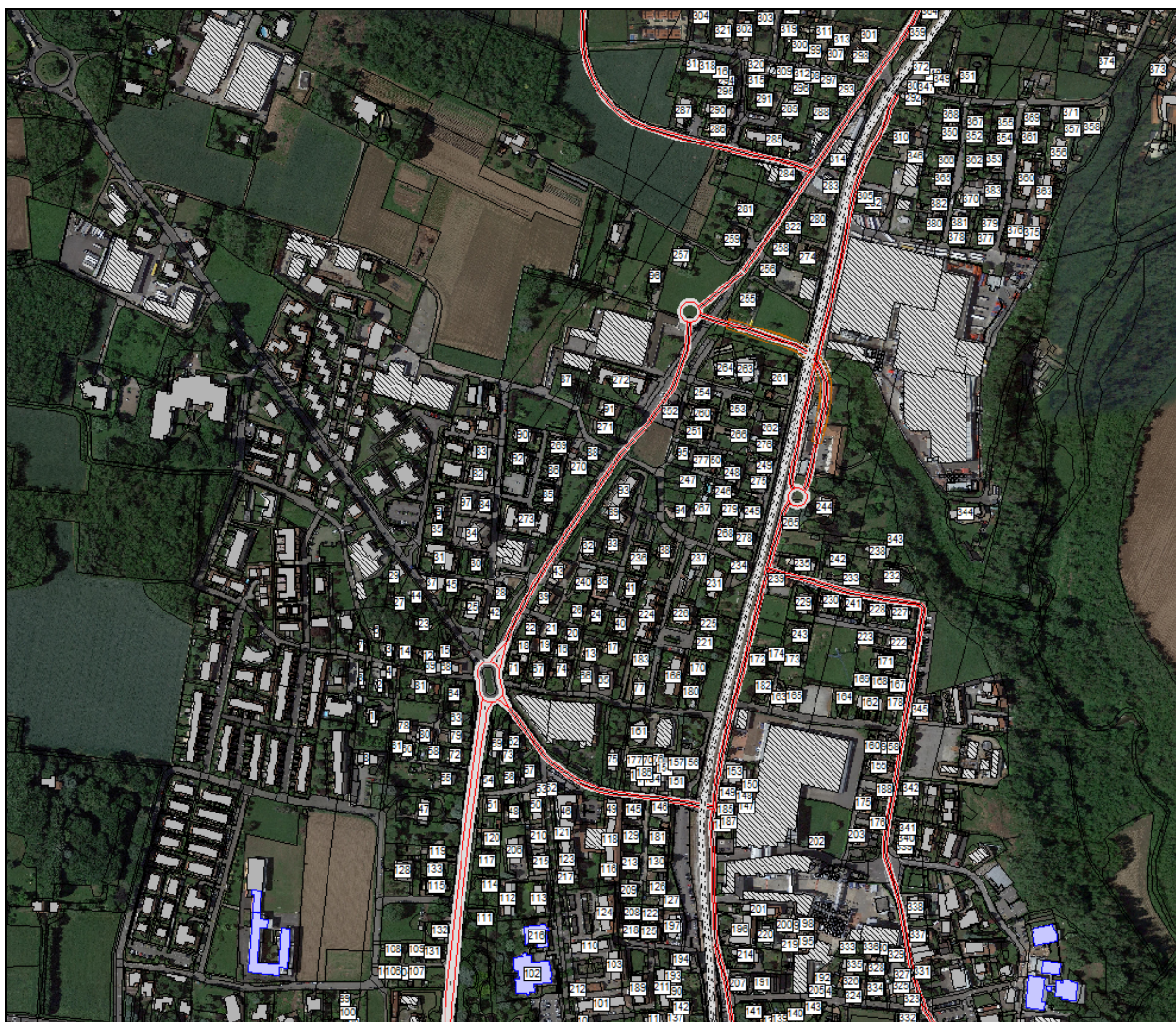
### 8.1 Premessa

Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio, sono state considerate le immissioni sia nel periodo diurno e notturno. Le mappe, per via delle riflessioni degli edifici, possono, apparentemente, discostarsi dai valori puntuali sui ricettori. I valori riportati nelle tavole sono stimati a 4 metri di altezza come previsto dal DM 16/3/98.

### 8.2 Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali

Oltre che alle mappe di isolivello, in prossimità dell'area di pertinenza aziendale, abbiamo considerato come ricettori le case situate nelle vicinanze dell'area.

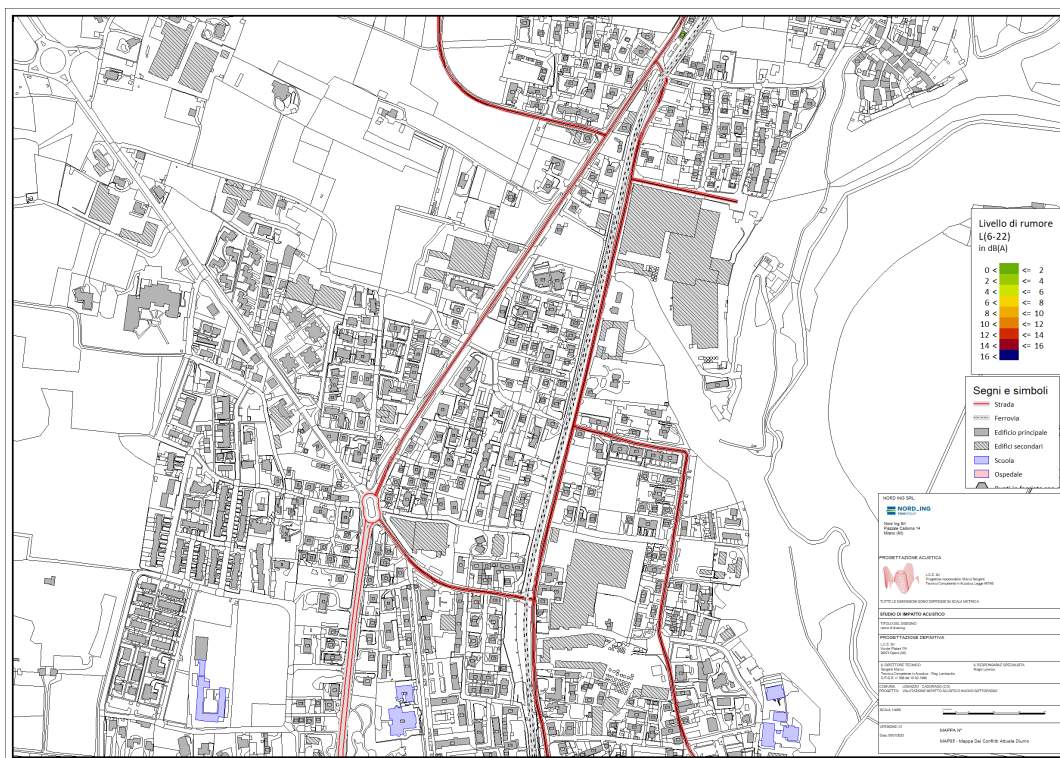
I ricettori considerati sono riportati nella figura seguente.



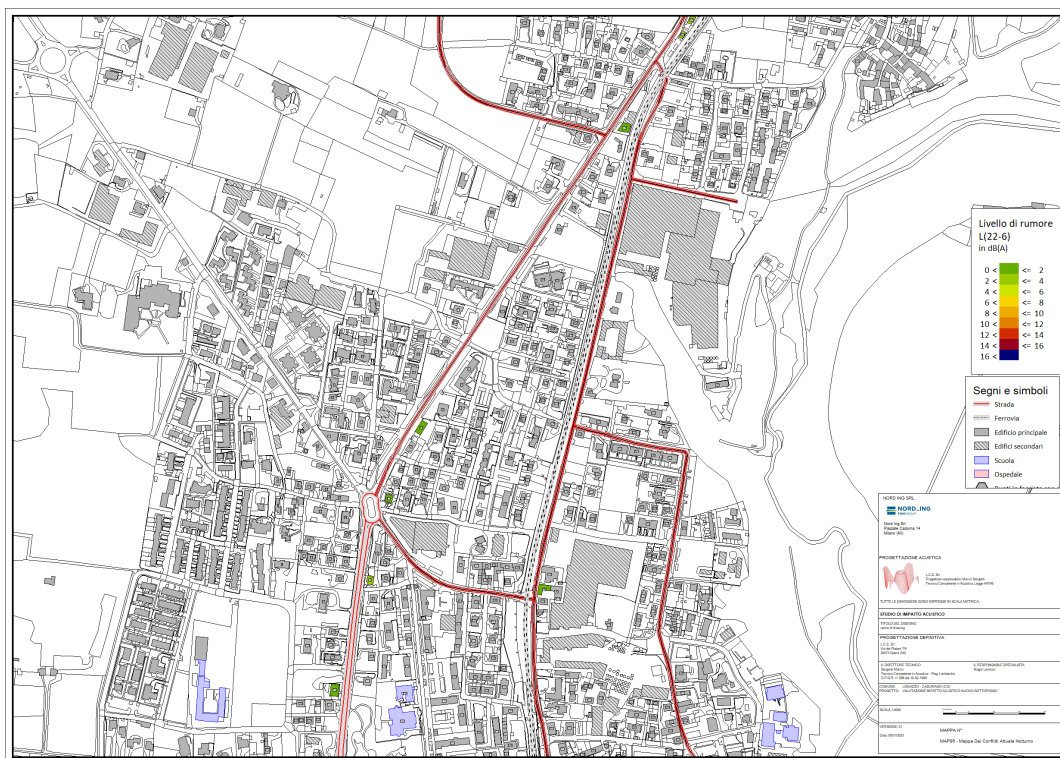
*Ricettori considerati*







*Mappa dei conflitti situazione attuale – Periodo di riferimento diurno*



*Mappa dei conflitti situazione attuale – Periodo di riferimento notturno*







## 9 Conclusioni

Dai risultati ottenuti dalla modellazione acustica, è possibile osservare la distribuzione dei livelli sonori nell'area di interesse a seguito dell'introduzione del nuovo sottopassaggio e dei cambi alla viabilità a Lomazzo.

Nella situazione attuale il clima acustico dell'area oggetto di studio è influenzato dal rumore proveniente dalle infrastrutture già presenti, quali la ferrovia e le infrastrutture stradali confinanti. I livelli di rumore sui ricettori mostrano allo stato attuale superamenti dei limiti normativi moderati per le abitazioni prospicienti le strade interessate dal progetto futuro e, come evidenziato dalle analisi svolte, il superamento è dovuto principalmente alle infrastrutture stradali.

Con l'introduzione del sottopassaggio e delle nuove opere vi sarà su diversi ricettori un miglioramento o un mantenimento dello stato di fatto rispetto al clima acustico attuale, come è possibile osservare nelle tabelle in allegato. I ricettori che risentiranno maggiormente di queste variazioni saranno quelli in diretta vicinanza delle strade oggetto di modifica.

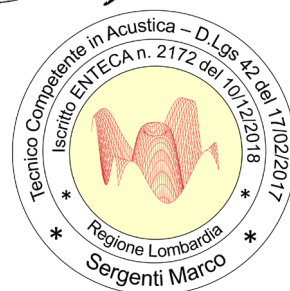
In allegato

- 1) Allegato 01 - Mappe del rumore elaborate
- 2) Allegato 02 – Tabelle degli esposti e superamenti
- 3) Allegato 03 - Contenuti tecnici

Lomazzo 09-02-2024

IL TECNICO INCARICATO

Sergenti Marco



## **Appendice A - Normativa di riferimento**

La normativa sulle problematiche di inquinamento acustico è in rapida evoluzione e attualmente possiamo considerare queste le leggi di riferimento.

### **Legge quadro**

- Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95

### **Disposizioni Regionali**

- Deliberazione n. VII/9776 del 2/7/2002 "Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale"
- Deliberazione n. VII/8313 del 8/3/2002 "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico"
- Legge Regionale 10 agosto 2001 n. 13 - "Norme in materia di inquinamento acustico"
- Deliberazione n. X/1217 del 10/1/2014 - "Semplificazione dei criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione d'impatto acustico dei circoli privati e pubblici esercizi. Modifica ed integrazione dell'allegato alla deliberazione di Giunta regionale 8 marzo 2002, n.VII/8313"

### **Limiti massimi di esposizione al rumore**

- ✓ D.P.C.M. 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"

### **Valori limite delle sorgenti sonore**

- D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

### **Impianti a ciclo continuo**

- D.P.C.M. 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo continuo"

### **Luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo**

- D.P.C.M. 18/9/97 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante"
- D.P.C.M. 19/12/97 "Proroga dei termini per l'acquisizione delle apparecchiature di controllo e registrazione nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 18 settembre 1997"
- D.P.C.M. 16/4/99 n. 215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi"

### **Rumore da traffico ferroviario**

- a) D.P.C.M. 18/11/98 n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"

### **Rumore da traffico stradale**

- D.P.R. 30/03/04 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"

### **Requisiti acustici passivi degli edifici**

- D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

### **Risanamento Acustico**

- D.M. 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"



### ***Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico***

- D.M. 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"

### ***Tecnico competente in acustica***

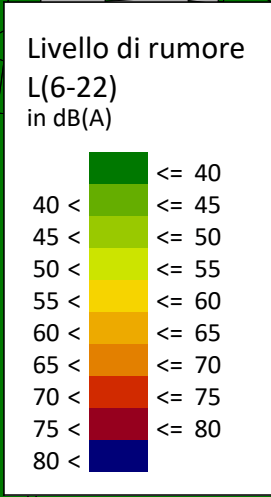
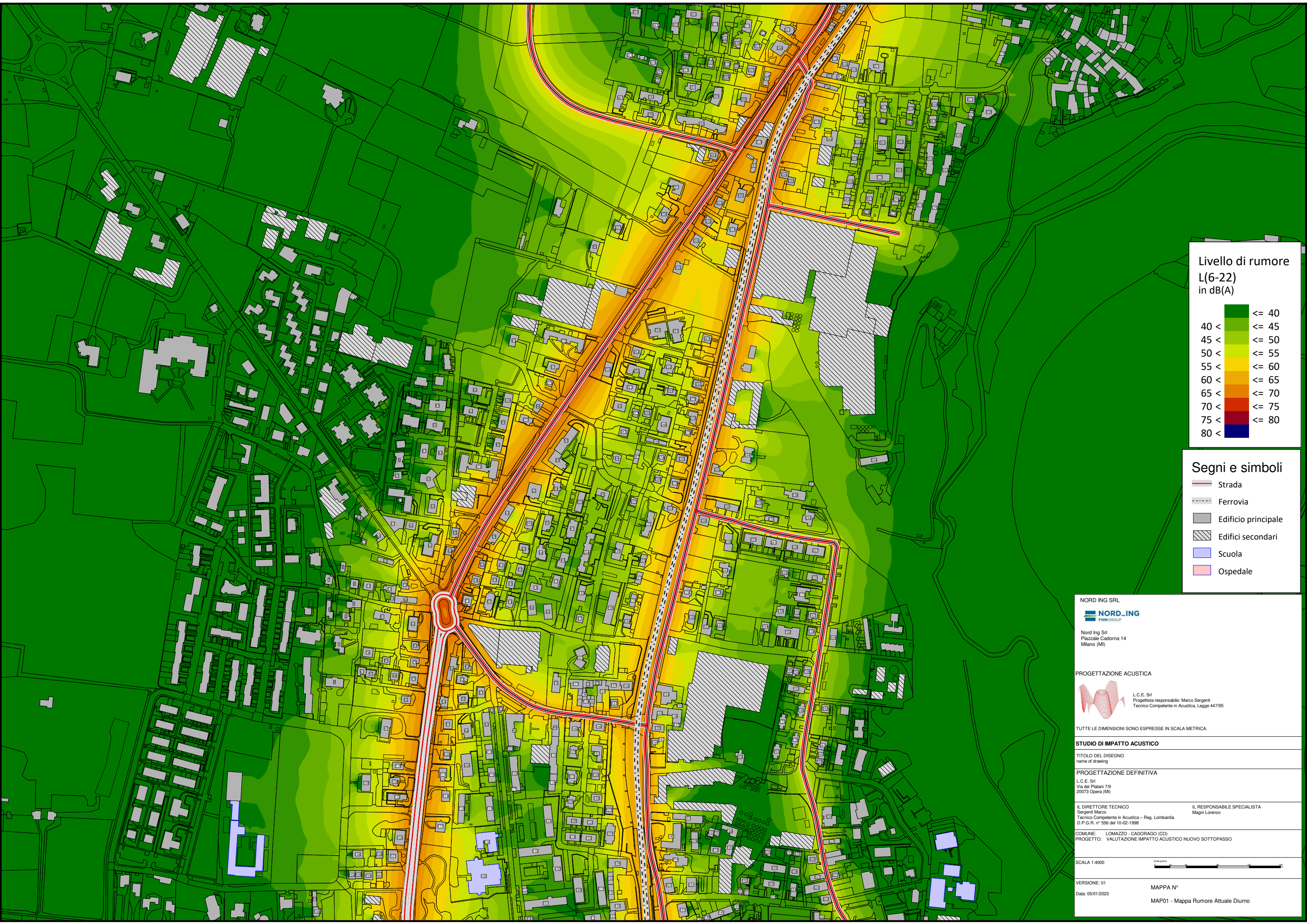
- D.P.C.M. 31/3/98 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"

### ***Altre norme***

- Codice Civile (art. 844) sull'esercizio di attività rumorose eccedenti il limite della normale tollerabilità
- Codice Penale (art. 659) sul disturbo delle occupazioni e del riposo
- Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza (R.D. 18.6.31 n. 773 - art. 66)
- Testo unico delle leggi sanitarie (R.D. 27.7.34 - art. 216)
- Sent. 517 della Corte Costituzionale del dicembre 1991 sulla competenza delle Regioni in materia di "zonizzazione acustica del territorio"

---

**Allegato 01 – Mappe del rumore elaborate**

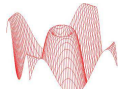


NORD ING SRL



Nord Ing Srl  
Piazzale Cadorna 14  
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA



L.C.E. Srl  
Progettista responsabile: Marco Sergenti  
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO  
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl  
Via dei Platani 7/9  
20073 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO  
Sergenti Marco  
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia  
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA  
Magni Lorenzo

COMUNE: LOMAZZO - CADORAGO (CO)  
PROGETTO: VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO NUOVO SOTTOPASSO

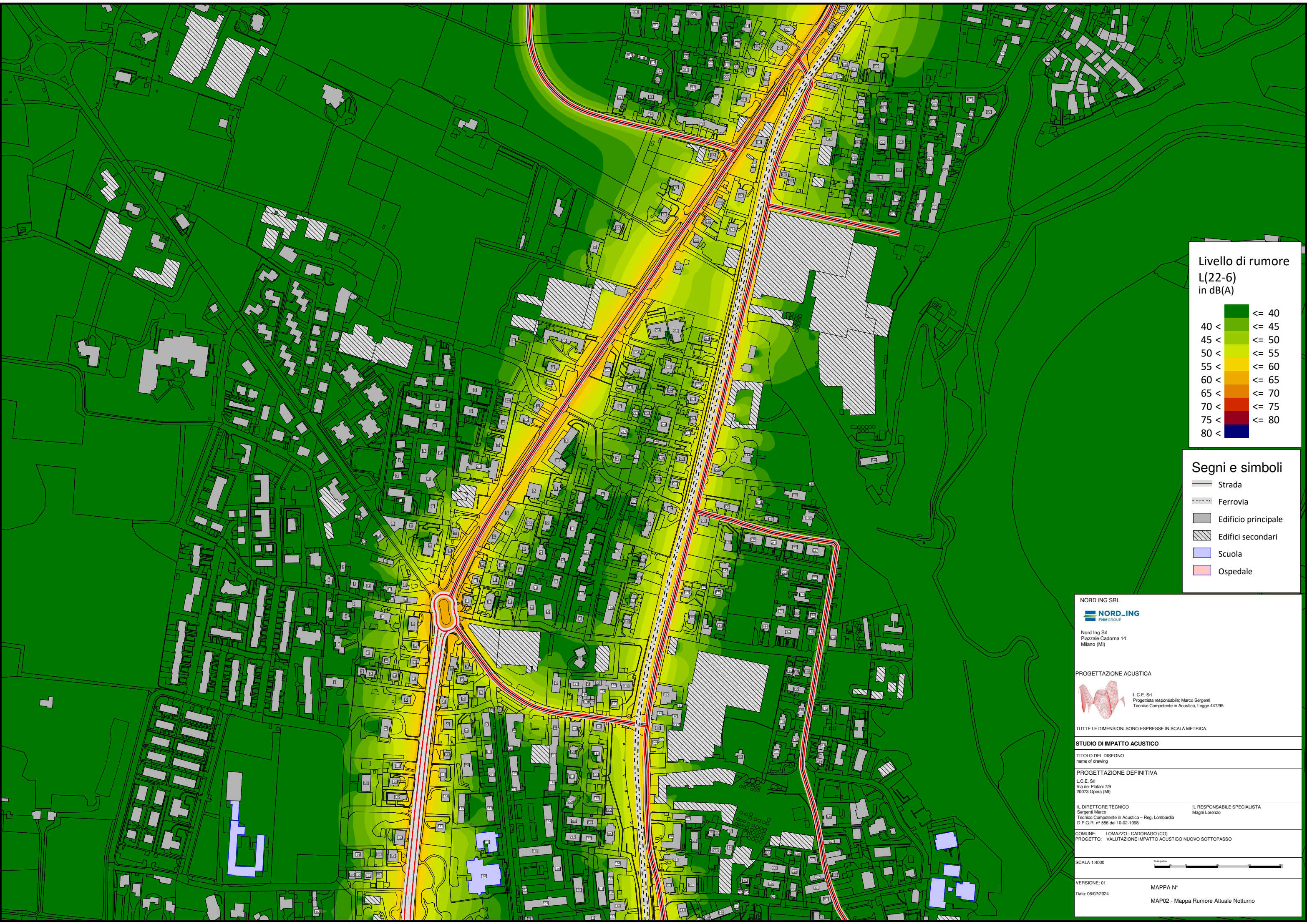
SCALA 1:4000



VERSIONE: 01  
Data: 05/01/2023

MAPPA N°  
MAP01 - Mappa Rumore Attuale Diurno





**Livello di rumore**  
**L(22-6)**  
in dB(A)

<= 40	<= 40
<= 45	<= 45
<= 50	<= 50
<= 55	<= 55
<= 60	<= 60
<= 65	<= 65
<= 70	<= 70
<= 75	<= 75
<= 80	<= 80

**Segni e simboli**

- Strada
- Ferrovia
- Edificio principale
- Edifici secondari
- Scuola
- Ospedale

**NORD ING SRL**  
**NORD.ING**  
Nord Ing Srl  
Piazzale Cadorna 14  
Milano (MI)

**PROGETTAZIONE ACUSTICA**  
L.C.E. Srl  
Progettista responsabile: Marco Sergenti  
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

**STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO**

TITOLO DEL DISEGNO  
name of drawing

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA**  
L.C.E. Srl  
Via dei Platani 7/9  
20073 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO  
Sergenti Marco  
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia  
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA  
Magni Lorenzo

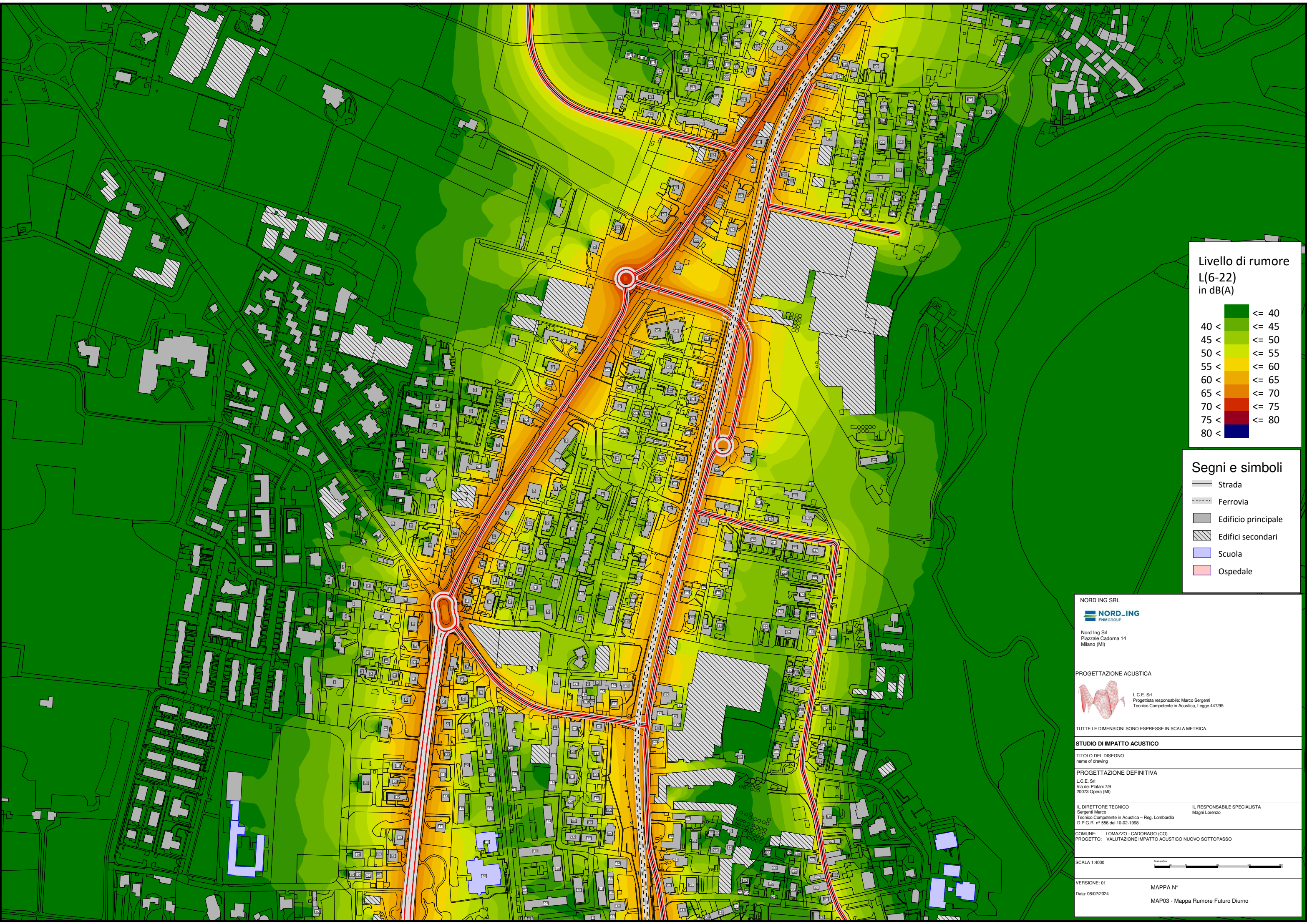
COMUNE: LOMAZZO - CADORAGO (CO)  
PROGETTO: VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO NUOVO SOTTOPASSO

SCALA 1:4000

VERSIONE: 01  
Data: 08/02/2024

MAPPA N°  
MAP02 - Mappa Rumore Attuale Notturno





Livello di rumore  
L(6-22)  
in dB(A)

<= 40	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	<= 70
70 <	<= 75
75 <	<= 80
80 <	

Segni e simboli

- Strada
- Ferrovia
- Edificio principale
- Edifici secondari
- Scuola
- Ospedale

NORD ING SRL

**NORD.ING**  
FNM GROUP

Nord Ing Srl  
Piazzale Cadorna 14  
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

 L.C.E. Srl  
Progettista responsabile: Marco Sergenti  
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

**STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO**

TITOLO DEL DISEGNO  
name of drawing

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA**

L.C.E. Srl  
Via dei Platani 7/9  
20073 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO  
Sergenti Marco  
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia  
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA  
Magni Lorenzo

COMUNE: LOMAZZO - CADORAGO (CO)  
PROGETTO: VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO NUOVO SOTTOPASSO

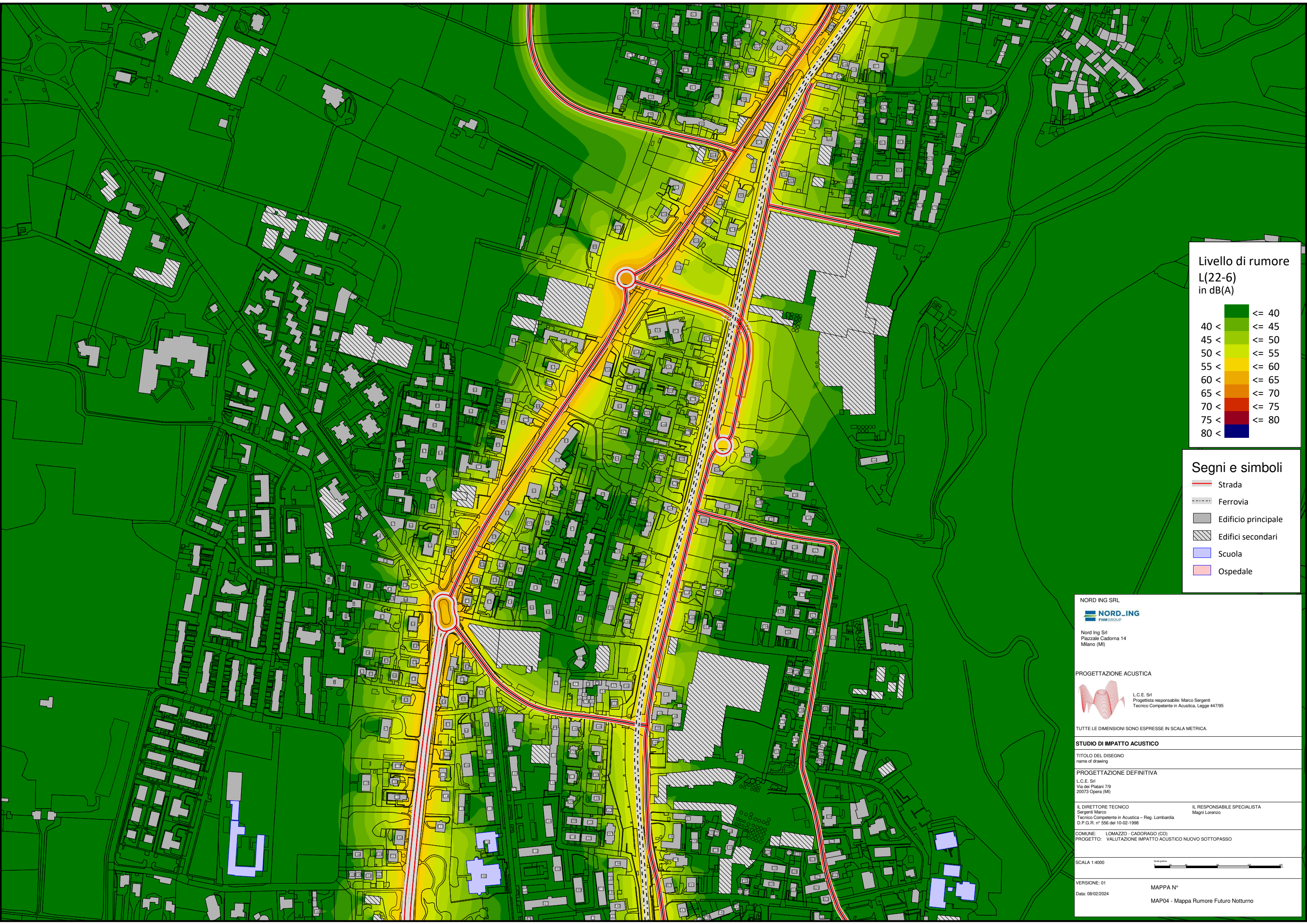
SCALA 1:4000



VERSIONE: 01  
Data: 08/02/2024

MAPPA N°  
MAP03 - Mappa Rumore Futuro Diurno





**Livello di rumore**  
**L(22-6)**  
in dB(A)

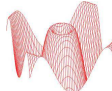
<= 40	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	<= 70
70 <	<= 75
75 <	<= 80
80 <	<= 80

**Segni e simboli**

- Strada
- Ferrovia
- Edificio principale
- Edifici secondari
- Scuola
- Ospedale

NORD ING SRL  
**NORD.ING**  
Nord Ing Srl  
Piazzale Cadorna 14  
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA



L.C.E. Srl  
Progettista responsabile: Marco Sergenti  
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO  
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl  
Via dei Platani 7/9  
20073 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO  
Sergenti Marco  
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia  
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA  
Magni Lorenzo

COMUNE: LOMAZZO - CADORAGO (CO)  
PROGETTO: VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO NUOVO SOTTOPASSO

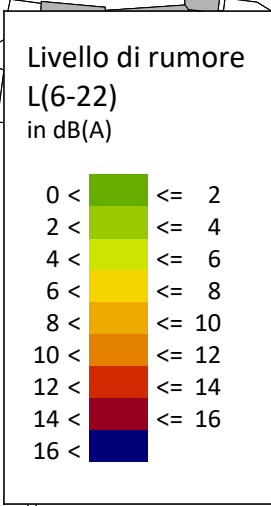
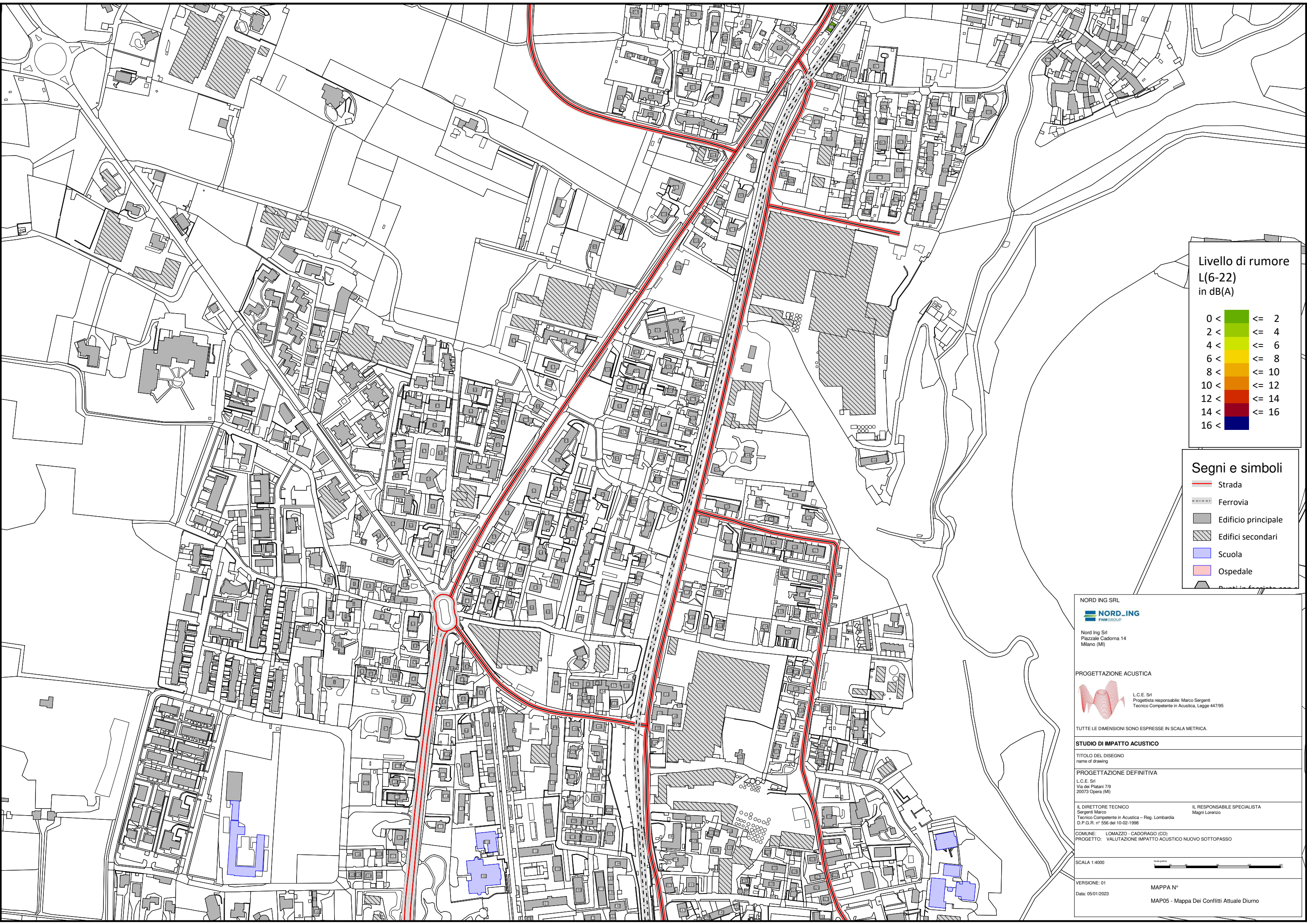
SCALA 1:4000



VERSIONE: 01  
Data: 08/02/2024

MAPPA N°  
MAP04 - Mappa Rumore Futuro Notturno



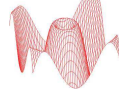


NORD ING SRL

**NORD.ING**  
FNM GROUP

Nord Ing Srl  
Piazzale Cadorna 14  
Milano (MI)

**PROGETTAZIONE ACUSTICA**

 L.C.E. Srl  
Progettista responsabile: Marco Sergenti  
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

**STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO**

TITOLO DEL DISEGNO  
name of drawing

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA**  
L.C.E. Srl  
Via dei Platani 7/9  
20073 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO  
Sergenti Marco  
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia  
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA  
Magni Lorenzo

COMUNE: LOMAZZO - CADORAGO (CO)  
PROGETTO: VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO NUOVO SOTTOPASSO

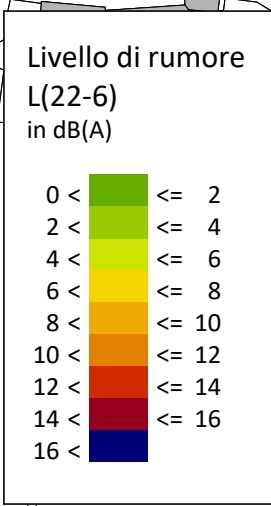
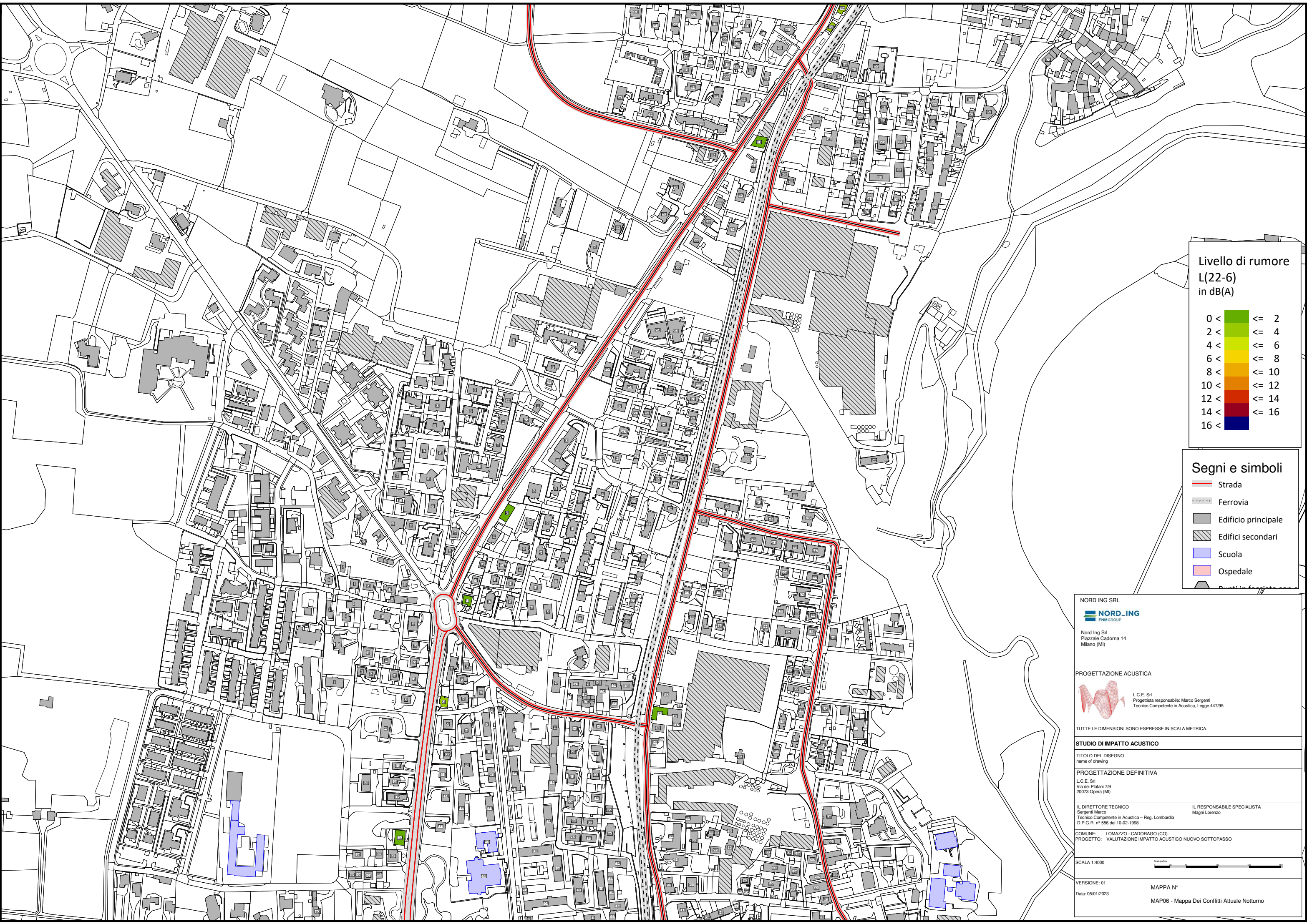
SCALA 1:4000

Scale graph

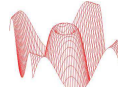
VERSIONE: 01  
Data: 05/01/2023

MAPPA N°  
MAP05 - Mappa Dei Conflitti Attuale Diurno





NORD ING SRL  
**NORD.ING**  
Nord Ing Srl  
Piazzale Cadorna 14  
Milano (MI)

**PROGETTAZIONE ACUSTICA**  
  
L.C.E. Srl  
Progettista responsabile: Marco Sergenti  
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

**STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO**

TITOLO DEL DISEGNO  
name of drawing

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA**

L.C.E. Srl  
Via dei Platani 7/9  
20073 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO  
Sergenti Marco  
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia  
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA  
Magni Lorenzo

COMUNE: LOMAZZO - CADORAGO (CO)  
PROGETTO: VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO NUOVO SOTTOPASSO

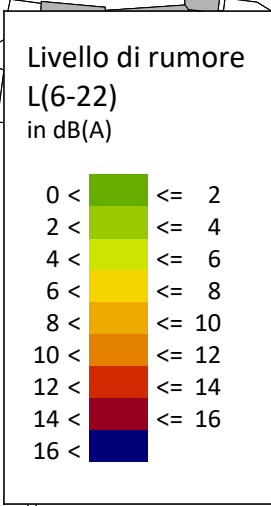
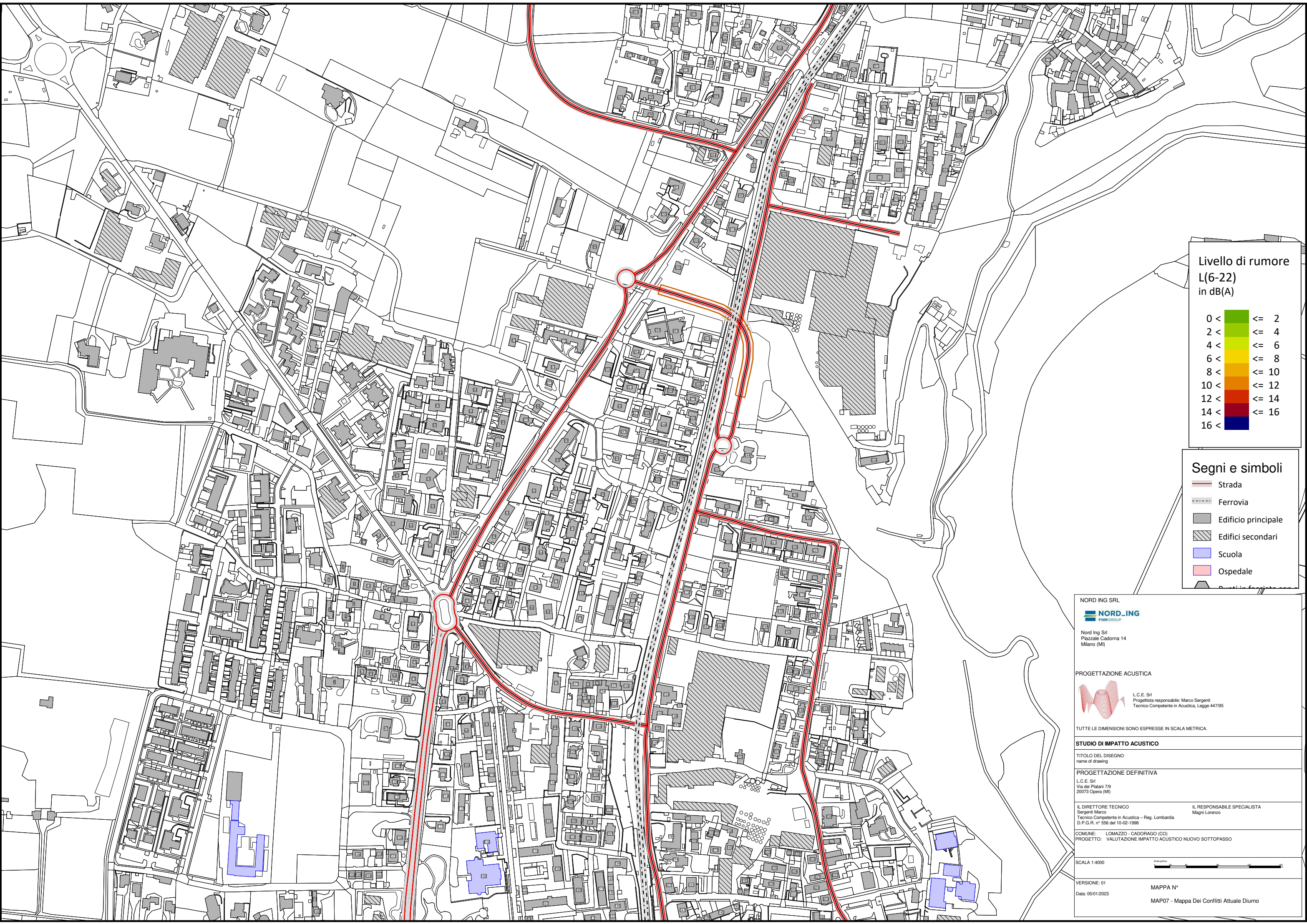
SCALA 1:4000



VERSIONE: 01  
Data: 05/01/2023

MAPPA N°  
MAP06 - Mappa Dei Conflitti Attuale Notturno



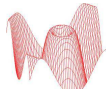


NORD ING SRL



Nord Ing Srl  
Piazzale Cadorna 14  
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA



L.C.E. Srl  
Progettista responsabile: Marco Sergenti  
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO  
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl  
Via dei Platani 7/9  
20073 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO  
Sergenti Marco  
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia  
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA  
Magni Lorenzo

COMUNE: LOMAZZO - CADORAGO (CO)  
PROGETTO: VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO NUOVO SOTTOPASSO

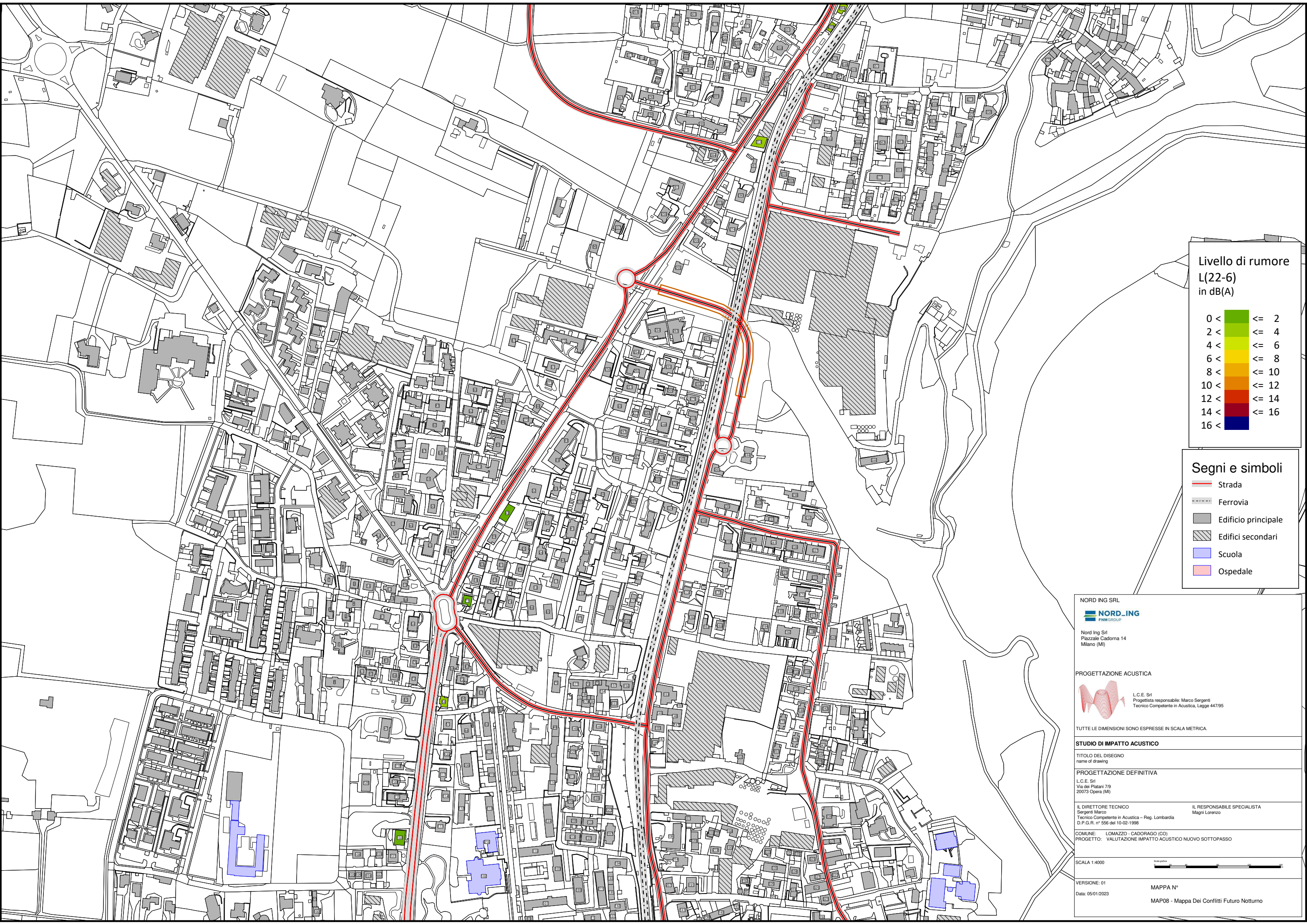
SCALA 1:4000



VERSIONE: 01  
Data: 05/01/2023

MAPPA N°  
MAP07 - Mappa Dei Conflitti Attuale Diurno





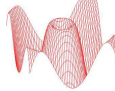
**Livello di rumore  
L(22-6)  
in dB(A)**

0 <	<= 2
2 <	<= 4
4 <	<= 6
6 <	<= 8
8 <	<= 10
10 <	<= 12
12 <	<= 14
14 <	<= 16
16 <	

**Segni e simboli**

- Strada
- Ferrovia
- Edificio principale
- Edifici secondari
- Scuola
- Ospedale

NORD ING SRL  
**NORD.ING**  
Nord Ing Srl  
Piazzale Cadorna 14  
Milano (MI)

**PROGETTAZIONE ACUSTICA**  
  
L.C.E. Srl  
Progettista responsabile: Marco Sergenti  
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

**STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO**

TITOLO DEL DISEGNO  
name of drawing

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA**

L.C.E. Srl  
Via dei Platani 7/9  
20073 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO  
Sergenti Marco  
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia  
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA  
Magni Lorenzo

COMUNE: LOMAZZO - CADORAGO (CO)  
PROGETTO: VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO NUOVO SOTTOPASSO

SCALA 1:4000



VERSIONE: 01  
Data: 05/01/2023

MAPPA N°  
MAP08 - Mappa Dei Conflitti Futuro Notturno

---

**Allegato 02 – Tabelle degli esposti e superamenti**

ESPOSTI - CONFRONTO FUTURO - ATTUALE (PIANO PIU' ESPOSTO)												
N° Edificio	Coord X	Coord Y	Piano	Classe	Limite diurno (dBA)	Limite notturno (dBA)	Leq Diurno Attuale (dBA)	Leq Notturno Attuale (dBA)	Leq Diurno Futuro (dBA)	Leq Notturno Futuro (dBA)	Differenza Futuro-Attuale diurna	Differenza Futuro-Attuale notturna
1	502425.75	5060975.82	piano 1	FB	65	55	48.4	41.2	48.2	40.6	-0.2	-0.6
2	502433.08	5061016.14	piano 2	FB	65	55	51.6	44.4	51.4	43.9	-0.2	-0.5
3	502436.67	5061053.65	piano 1	FB	65	55	45.2	37.9	44.9	37.1	-0.3	-0.8
4	502447.24	5061034.44	piano 2	FB	65	55	52.8	45.6	52.5	44.9	-0.3	-0.7
5	502427.67	5061084.84	piano 1	FB	65	55	46.0	38.5	45.9	38.3	-0.1	-0.2
6	502407.61	5061015.02	p. terra	FB	65	55	39.4	32.1	39.4	31.9	0.0	-0.2
7	502410.84	5061063.77	piano 1	FB	65	55	43.5	36.1	43.4	35.6	-0.1	-0.5
8	502424.83	5060934.05	piano 4	FB	65	55	54.5	47.4	54.5	47.2	0.0	-0.2
9	502501.83	5061225.07	piano 1	FB	65	55	41.6	34.0	41.7	34.1	0.1	0.1
10	502653.16	5060634.29	piano 4	FB	65	55	52.2	45.1	52.2	45.1	0.0	0.0
11	502751.15	5060636.34	piano 3	FA	70	60	53.2	45.9	54.4	45.5	1.2	-0.4
12	502491.29	5061052.57	piano 1	FA	70	60	57.2	50.0	56.9	49.4	-0.3	-0.6
13	502675.46	5061059.65	p. terra	FA	70	60	42.6	35.0	42.8	35.0	0.2	0.0
14	502463.20	5061058.32	piano 1	FA	70	60	47.3	39.9	47.2	39.7	-0.1	-0.2
15	502507.86	5061055.20	piano 1	FA	70	60	62.3	55.1	62.0	54.4	-0.3	-0.7
16	502629.78	5061061.71	piano 1	FA	70	60	52.6	45.2	52.5	45.0	-0.1	-0.2
17	502689.45	5061069.77	piano 1	FB	65	55	45.6	38.1	45.7	38.0	0.1	-0.1
18	502585.98	5061065.91	piano 1	FA	70	60	67.6	60.2	67.5	60.0	-0.1	-0.2
19	502610.02	5061065.90	piano 1	FA	70	60	59.3	51.9	59.2	51.8	-0.1	-0.1
20	502649.67	5061085.40	piano 1	FA	70	60	52.4	44.9	52.4	44.9	0.0	0.0
21	502618.04	5061087.07	piano 1	FA	70	60	60.1	52.6	60.1	52.6	0.0	0.0
22	502595.15	5061085.57	piano 1	FA	70	60	67.3	59.9	67.3	59.8	0.0	-0.1
23	502488.14	5061086.31	piano 1	FA	70	60	56.1	48.8	55.8	48.2	-0.3	-0.6
24	502666.17	5061094.02	piano 1	FA	70	60	50.8	43.3	50.8	43.3	0.0	0.0
25	502540.56	5061109.48	piano 2	FA	70	60	62.8	55.6	62.6	55.1	-0.2	-0.5
26	502645.97	5061107.35	piano 2	FA	70	60	58.1	50.7	58.1	50.7	0.0	0.0
27	502453.62	5061112.06	p. terra	FB	65	55	43.1	35.8	43.1	35.5	0.0	-0.3
28	502571.00	5061124.05	piano 1	FA	70	60	65.2	57.8	65.2	57.7	0.0	-0.1
29	502439.53	5061142.66	p. terra	FB	65	55	36.9	29.4	36.9	29.2	0.0	-0.2
30	502543.45	5061157.44	piano 2	FA	70	60	57.1	49.7	57.1	49.6	0.0	-0.1
31	502504.25	5061150.25	piano 1	FB	65	55	47.4	39.9	47.4	39.9	0.0	0.0
32	502657.62	5061184.29	piano 1	FA	70	60	66.0	58.6	66.0	58.6	0.0	0.0
33	502688.86	5061188.30	piano 3	FA	70	60	61.0	53.5	61.0	53.6	0.0	0.1
34	502536.36	5061181.15	piano 6	FA	70	60	57.3	50.0	57.3	49.7	0.0	-0.3
35	502498.71	5061197.93	p. terra	FB	65	55	39.4	31.9	39.4	31.8	0.0	-0.1
36	502676.66	5061138.16	piano 2	FA	70	60	55.4	47.9	55.4	47.9	0.0	0.0
37	502492.14	5061127.01	piano 1	FB	65	55	52.6	45.4	52.3	44.7	-0.3	-0.7
38	502750.54	5061181.25	piano 1	FB	65	55	50.1	42.3	50.3	42.5	0.2	0.2
39	502609.94	5061122.14	piano 1	FA	70	60	68.5	61.1	68.5	61.1	0.0	0.0
40	502693.90	5061086.46	piano 2	FB	65	55	48.6	41.1	48.7	41.1	0.1	0.0
41	502715.19	5061142.42	p. terra	FA	70	60	44.7	37.0	44.8	36.9	0.1	-0.1
42	502562.25	5061098.92	piano 1	FA	70	60	66.5	59.1	66.4	59.0	-0.1	-0.1
43	502626.20	5061153.23	piano 1	FA	70	60	69.4	62.0	69.4	62.0	0.0	0.0
44	502474.79	5061116.32	piano 2	FB	65	55	54.4	47.2	54.2	46.6	-0.2	-0.6
45	502516.66	5061133.42	piano 1	FA	70	60	52.0	44.7	52.0	44.6	0.0	-0.1
46	502640.70	5060896.10	piano 3	FB	65	55	59.6	51.7	59.3	50.8	-0.3	-0.9
47	502485.42	5060882.64	piano 1	FA	70	60	61.0	53.9	61.0	53.9	0.0	0.0
48	502572.22	5060875.58	piano 2	FA	70	60	59.3	52.2	59.3	52.2	0.0	0.0
49	502693.86	5060889.80	p. terra	FB	65	55	63.2	55.1	62.8	54.3	-0.4	-0.8
50	502600.08	5060897.41	piano 1	FA	70	60	54.0	46.5	53.8	46.2	-0.2	-0.3
51	502549.70	5060882.07	piano 2	FA	70	60	66.1	59.1	66.1	59.0	0.0	-0.1
52	502623.32	5060905.56	piano 2	FA	70	60	59.5	51.7	59.2	50.8	-0.3	-0.9
53	502611.44	5060904.27	piano 2	FA	70	60	58.1	50.4	57.8	49.8	-0.3	-0.6



54	502544.68	5060911.01	piano 1	FA	70	60	69.3	62.2	69.2	62.2	-0.1	0.0
55	502510.03	5060912.18	piano 2	FA	70	60	65.6	58.6	65.6	58.5	0.0	-0.1
56	502568.50	5060914.29	p. terra	FA	70	60	56.7	49.6	56.7	49.6	0.0	0.0
57	502598.45	5060929.60	piano 1	FA	70	60	59.8	52.0	59.4	51.2	-0.4	-0.8
58	502494.54	5060942.79	piano 1	FA	70	60	57.3	50.3	57.3	50.2	0.0	-0.1
59	502555.27	5060949.08	p. terra	FA	70	60	66.8	59.7	66.8	59.7	0.0	0.0
60	502464.26	5060942.90	p. terra	FA	70	60	48.2	41.2	48.2	41.1	0.0	-0.1
61	502443.16	5060942.56	p. terra	FA	70	60	44.7	37.6	44.7	37.5	0.0	-0.1
62	502583.12	5060960.56	piano 1	FA	70	60	63.7	56.2	63.3	55.3	-0.4	-0.9
63	502520.71	5060978.90	piano 1	FA	70	60	66.3	59.2	66.2	58.9	-0.1	-0.3
64	502518.66	5061008.55	p. terra	FA	70	60	63.7	56.6	63.4	55.9	-0.3	-0.7
65	502684.19	5061014.23	piano 2	FB	65	55	50.6	43.2	50.8	42.5	0.2	-0.7
66	502656.61	5061029.42	piano 2	FA	70	60	52.5	45.3	52.2	44.2	-0.3	-1.1
67	502602.25	5061029.33	piano 1	FA	70	60	62.1	55.0	61.8	53.6	-0.3	-1.4
68	502517.98	5061038.60	piano 2	FA	70	60	66.3	59.2	66.0	58.5	-0.3	-0.7
69	502490.51	5061045.86	p. terra	FA	70	60	51.9	44.7	51.7	44.2	-0.2	-0.5
70	502729.34	5060926.81	piano 2	FA	70	60	51.9	43.9	51.8	43.3	-0.1	-0.6
71	502574.46	5061040.55	p. terra	FA	70	60	69.2	62.0	68.8	61.3	-0.4	-0.7
72	502519.25	5060940.26	piano 1	FA	70	60	66.7	59.7	66.7	59.6	0.0	-0.1
73	502571.47	5060932.73	piano 1	FA	70	60	59.1	52.0	59.0	51.9	-0.1	-0.1
74	502633.23	5061029.32	piano 1	FA	70	60	53.6	46.4	53.3	45.0	-0.3	-1.4
75	502692.69	5060921.24	p. terra	FB	65	55	55.1	47.0	54.7	46.2	-0.4	-0.8
76	502747.27	5060938.86	piano 1	FA	70	60	50.7	43.3	51.9	43.0	1.2	-0.3
77	502722.42	5061010.18	piano 1	FA	70	60	49.2	41.6	49.8	41.1	0.6	-0.5
78	502462.10	5060973.22	piano 1	FA	70	60	52.9	45.8	52.8	45.2	-0.1	-0.6
79	502520.83	5060962.68	p. terra	FA	70	60	64.1	57.1	64.1	56.9	0.0	-0.2
80	502483.89	5060962.12	piano 1	FA	70	60	55.6	48.5	55.5	48.2	-0.1	-0.3
81	502484.82	5061019.34	p. terra	FA	70	60	53.1	45.9	52.8	45.3	-0.3	-0.6
82	502550.83	5061258.86	p. terra	FB	65	55	41.8	34.2	41.8	34.2	0.0	0.0
83	502554.11	5061280.81	p. terra	FB	65	55	41.2	33.7	41.3	33.7	0.1	0.0
84	502545.60	5061216.02	piano 2	FA	70	60	48.4	41.0	48.4	40.9	0.0	-0.1
85	502625.20	5061230.47	piano 1	FA	70	60	62.7	55.2	62.7	55.2	0.0	0.0
86	502632.78	5061263.49	piano 1	FA	70	60	59.7	52.3	59.7	52.3	0.0	0.0
87	502643.39	5061366.48	piano 1	FA	70	60	51.2	43.7	51.2	43.7	0.0	0.0
88	502672.79	5061278.95	piano 2	FA	70	60	65.8	58.3	65.8	58.3	0.0	0.0
89	502687.06	5061223.77	piano 2	FA	70	60	65.7	58.3	65.8	58.3	0.1	0.0
90	502600.55	5061304.96	piano 1	FB	65	55	47.4	39.9	47.5	39.9	0.1	0.0
91	502694.42	5061330.06	piano 2	FA	70	60	63.7	56.3	63.7	56.3	0.0	0.0
92	502588.08	5061271.65	piano 1	FA	70	60	46.7	39.2	46.8	39.2	0.1	0.0
93	502695.43	5061238.40	piano 1	FA	70	60	65.9	58.4	65.9	58.4	0.0	0.0
94	502771.80	5061225.55	piano 1	FA	70	60	52.1	44.5	52.2	44.5	0.1	0.0
95	502765.86	5061287.57	piano 2	FA	70	60	60.3	52.9	60.5	53.1	0.2	0.2
96	502748.28	5061485.94	piano 1	FA	70	60	55.5	48.0	62.5	55.0	7.0	7.0
97	502524.87	5061218.38	piano 2	FB	65	55	45.2	37.7	45.3	37.7	0.1	0.0
98	502397.48	5060632.41	piano 2	FB	65	55	48.0	40.9	48.0	40.9	0.0	0.0
99	502390.95	5060658.92	p. terra	FB	65	55	43.4	36.3	43.4	36.2	0.0	-0.1
100	502395.97	5060644.68	piano 1	FB	65	55	48.0	40.9	48.0	40.9	0.0	0.0
101	502652.43	5060651.32	piano 4	FB	65	55	52.5	45.5	52.6	45.5	0.1	0.0
102	502579.07	5060706.12	p. terra	SCH	0	0	52.1	45.0	52.1	45.0	0.0	0.0
103	502701.94	5060699.17	piano 3	FB	65	55	49.1	41.9	50.4	41.4	1.3	-0.5
104	502458.38	5060683.33	piano 1	FA	70	60	56.6	49.6	56.6	49.6	0.0	0.0
105	502434.58	5060684.56	p. terra	FA	70	60	46.9	39.8	46.9	39.8	0.0	0.0
106	502442.82	5060685.21	piano 1	FA	70	60	53.2	46.2	53.2	46.2	0.0	0.0
107	502473.84	5060692.16	p. terra	FA	70	60	58.5	51.4	58.5	51.4	0.0	0.0
108	502449.53	5060716.79	piano 1	FA	70	60	53.3	46.3	53.3	46.3	0.0	0.0
109	502468.87	5060710.89	piano 1	FA	70	60	57.0	49.9	57.0	49.9	0.0	0.0

110	502645.10	5060718.71	piano 3	FB	65	55	51.6	44.6	51.6	44.5	0.0	-0.1
111	502540.12	5060754.97	piano 2	FA	70	60	65.2	58.2	65.2	58.2	0.0	0.0
112	502568.49	5060775.15	piano 3	FA	70	60	60.3	53.3	60.3	53.3	0.0	0.0
113	502611.06	5060758.28	piano 2	FA	70	60	50.7	43.6	50.7	43.6	0.0	0.0
114	502547.48	5060790.98	p. terra	FA	70	60	61.2	54.2	61.2	54.2	0.0	0.0
115	502505.21	5060790.48	piano 1	FA	70	60	67.3	60.3	67.3	60.3	0.0	0.0
116	502695.65	5060813.31	piano 4	FB	65	55	52.2	44.9	53.5	44.4	1.3	-0.5
117	502544.12	5060823.57	piano 1	FA	70	60	65.6	58.6	65.6	58.6	0.0	0.0
118	502697.61	5060860.39	piano 5	FB	65	55	55.0	47.6	55.9	47.0	0.9	-0.6
119	502501.28	5060826.94	piano 1	FA	70	60	65.4	58.4	65.4	58.3	0.0	-0.1
120	502549.61	5060843.32	piano 1	FA	70	60	64.9	57.9	64.9	57.9	0.0	0.0
121	502632.27	5060854.95	piano 7	FB	65	55	56.0	48.7	55.9	48.1	-0.1	-0.6
122	502746.88	5060758.70	p. terra	FA	70	60	50.7	43.0	51.3	42.8	0.6	-0.2
123	502645.42	5060837.13	piano 3	FB	65	55	48.8	40.8	48.5	40.1	-0.3	-0.7
124	502689.74	5060764.82	piano 4	FB	65	55	50.5	43.3	51.9	42.8	1.4	-0.5
125	502734.47	5060731.22	p. terra	FA	70	60	47.3	39.5	47.8	39.3	0.5	-0.2
126	502752.66	5060787.26	piano 1	FA	70	60	56.3	49.1	57.7	48.6	1.4	-0.5
127	502766.49	5060776.52	piano 1	FA	70	60	58.6	51.4	60.0	50.9	1.4	-0.5
128	502459.32	5060807.15	piano 3	FA	70	60	58.5	51.4	58.5	51.4	0.0	0.0
129	502718.48	5060854.11	p. terra	FA	70	60	50.7	42.8	50.9	42.4	0.2	-0.4
130	502749.84	5060817.39	piano 2	FA	70	60	57.7	50.5	59.1	50.0	1.4	-0.5
131	502493.96	5060709.48	piano 1	FA	70	60	66.4	59.4	66.4	59.4	0.0	0.0
132	502502.57	5060737.32	piano 1	FA	70	60	68.8	61.7	68.8	61.7	0.0	0.0
133	502496.54	5060812.32	p. terra	FA	70	60	61.8	54.8	61.8	54.8	0.0	0.0
134	502904.80	5061795.84	piano 2	FB	65	55	51.6	43.5	51.6	43.5	0.0	0.0
135	502846.84	5061795.55	p. terra	FB	65	55	39.6	31.4	39.7	31.4	0.1	0.0
136	502871.67	5060630.15	piano 1	FA	70	60	52.0	45.6	54.5	44.8	2.5	-0.8
137	502769.92	5060638.48	piano 1	FA	70	60	56.1	48.6	57.0	48.3	0.9	-0.3
138	502872.08	5060634.94	p. terra	FA	70	60	50.7	43.6	52.2	43.1	1.5	-0.5
139	502881.34	5060633.06	piano 1	FA	70	60	48.3	41.5	50.3	40.9	2.0	-0.6
140	502895.15	5060645.56	piano 1	FA	70	60	46.0	38.8	47.5	38.4	1.5	-0.4
141	502846.35	5060650.42	piano 2	FA	70	60	59.8	53.3	62.2	52.5	2.4	-0.8
142	502782.02	5060652.14	piano 1	FA	70	60	59.8	52.3	60.8	52.0	1.0	-0.3
143	502921.90	5060655.28	piano 1	FB	65	55	45.0	37.5	46.0	37.2	1.0	-0.3
144	502813.16	5060858.82	piano 1	FA	70	60	65.0	58.5	67.3	57.6	2.3	-0.9
145	502717.78	5060887.70	p. terra	FA	70	60	64.0	55.8	63.6	55.0	-0.4	-0.8
146	502748.57	5060885.64	p. terra	FA	70	60	66.5	58.4	66.1	57.6	-0.4	-0.8
147	502840.04	5060881.80	p. terra	FA	70	60	50.4	43.0	51.4	42.5	1.0	-0.5
148	502840.59	5060888.42	piano 1	FA	70	60	53.2	45.9	54.6	45.3	1.4	-0.6
149	502813.79	5060890.71	p. terra	FA	70	60	67.1	61.1	70.1	60.1	3.0	-1.0
150	502845.96	5060905.77	p. terra	FA	70	60	48.4	41.0	49.5	40.7	1.1	-0.3
151	502767.58	5060902.59	piano 1	FA	70	60	61.5	53.7	62.0	53.0	0.5	-0.7
152	502722.90	5060904.31	p. terra	FA	70	60	60.7	52.6	60.3	51.8	-0.4	-0.8
153	502820.09	5060928.16	p. terra	FA	70	60	66.4	60.5	69.6	59.5	3.2	-1.0
154	502748.35	5060908.56	piano 1	FA	70	60	59.8	51.9	59.8	51.2	0.0	-0.7
155	503010.02	5060925.12	piano 1	FB	65	55	50.8	39.2	54.1	39.2	3.3	0.0
156	502791.05	5060929.42	piano 1	FA	70	60	63.7	56.3	64.8	55.9	1.1	-0.4
157	502773.31	5060924.10	piano 1	FA	70	60	58.6	51.1	59.5	50.6	0.9	-0.5
158	503017.47	5060947.68	p. terra	FB	65	55	53.5	41.8	56.8	41.8	3.3	0.0
159	502999.51	5060953.67	p. terra	FB	65	55	42.0	33.0	44.5	30.6	2.5	-2.4
160	502989.95	5060955.88	p. terra	FB	65	55	41.8	33.1	43.2	33.1	1.4	0.0
161	502727.13	5060952.54	p. terra	FA	70	60	45.2	37.3	45.5	37.2	0.3	-0.1
162	502979.20	5061008.27	p. terra	FB	65	55	42.4	34.4	44.3	31.1	1.9	-3.3
163	502876.88	5061002.43	piano 3	FA	70	60	55.7	48.6	57.2	48.1	1.5	-0.5
164	502952.67	5061007.74	piano 1	FB	65	55	46.0	38.4	47.0	38.2	1.0	-0.2
165	502902.12	5061014.04	piano 1	FA	70	60	48.4	41.2	49.8	40.8	1.4	-0.4

166	502764.20	5061010.94	piano 3	FA	70	60	56.4	49.3	57.9	48.8	1.5	-0.5
167	503026.12	5061019.39	piano 1	FB	65	55	51.2	39.6	54.4	39.6	3.2	0.0
168	503003.16	5061028.64	piano 1	FB	65	55	44.2	35.5	45.7	32.8	1.5	-2.7
169	502972.53	5061028.22	piano 1	FB	65	55	46.2	38.5	47.0	38.4	0.8	-0.1
170	502795.84	5061038.41	piano 1	FA	70	60	58.3	51.0	59.6	50.6	1.3	-0.4
171	502993.76	5061044.10	p. terra	FB	65	55	44.1	36.2	46.9	32.3	2.8	-3.9
172	502853.53	5061050.83	piano 1	FA	70	60	63.9	57.5	66.5	56.7	2.6	-0.8
173	502892.56	5061050.45	piano 1	FA	70	60	52.8	45.9	54.6	45.3	1.8	-0.6
174	502877.62	5061056.22	p. terra	FA	70	60	54.5	47.5	56.2	47.0	1.7	-0.5
175	502985.97	5060884.12	piano 2	FB	65	55	43.5	32.2	46.6	32.3	3.1	0.1
176	503002.21	5060861.19	p. terra	FB	65	55	53.1	41.4	56.4	41.4	3.3	0.0
177	502716.87	5060926.25	piano 1	FA	70	60	55.3	47.2	54.9	46.4	-0.4	-0.8
178	503023.48	5060996.37	piano 1	FB	65	55	51.9	40.4	55.2	40.4	3.3	0.0
179	502731.07	5060902.61	piano 1	FA	70	60	62.0	53.9	61.7	53.1	-0.3	-0.8
180	502788.85	5061005.98	p. terra	FA	70	60	56.2	48.6	57.1	48.4	0.9	-0.2
181	502752.80	5060847.94	piano 1	FA	70	60	57.5	50.2	58.7	49.6	1.2	-0.6
182	502860.78	5061023.08	piano 2	FA	70	60	60.3	53.5	62.2	52.9	1.9	-0.6
183	502727.28	5061059.15	p. terra	FA	70	60	44.8	36.9	45.1	36.8	0.3	-0.1
184	502738.93	5060903.31	piano 1	FA	70	60	61.2	53.2	61.1	52.5	-0.1	-0.7
185	502814.55	5060878.38	piano 1	FA	70	60	65.8	59.2	68.3	58.4	2.5	-0.8
186	502732.08	5060923.10	piano 1	FA	70	60	44.2	36.3	44.5	36.1	0.3	-0.2
187	502827.01	5060865.55	p. terra	FA	70	60	56.6	49.7	58.3	49.0	1.7	-0.7
188	503009.96	5060898.36	p. terra	FB	65	55	54.4	42.7	57.7	42.7	3.3	0.0
189	502727.60	5060683.85	piano 3	FA	70	60	49.7	42.4	51.0	42.0	1.3	-0.4
190	502767.89	5060669.21	piano 1	FA	70	60	56.6	49.3	57.9	48.9	1.3	-0.4
191	502857.89	5060672.79	piano 6	FA	70	60	55.6	48.9	57.6	48.2	2.0	-0.7
192	502926.68	5060684.14	piano 2	FB	65	55	45.9	38.3	46.8	38.1	0.9	-0.2
193	502766.94	5060686.58	piano 1	FA	70	60	56.3	49.0	57.5	48.6	1.2	-0.4
194	502784.38	5060704.86	piano 2	FA	70	60	61.8	54.4	63.0	54.0	1.2	-0.4
195	502911.28	5060715.04	piano 2	FB	65	55	45.2	37.9	46.4	37.5	1.2	-0.4
196	502825.70	5060729.57	piano 1	FA	70	60	62.1	55.5	64.3	54.8	2.2	-0.7
197	502769.42	5060749.04	piano 1	FA	70	60	58.8	51.6	60.2	51.2	1.4	-0.4
198	502902.71	5060752.41	piano 1	FB	65	55	39.4	31.8	40.1	31.5	0.7	-0.3
199	502896.09	5060739.17	piano 1	FA	70	60	39.8	32.1	40.5	31.9	0.7	-0.2
200	502885.78	5060746.15	piano 1	FA	70	60	42.6	35.2	43.6	34.9	1.0	-0.3
201	502840.69	5060765.34	piano 2	FA	70	60	58.4	51.6	60.3	51.0	1.9	-0.6
202	502922.38	5060840.00	piano 1	FB	65	55	42.2	34.5	42.9	34.2	0.7	-0.3
203	502978.56	5060846.44	piano 2	FB	65	55	44.7	33.2	47.9	33.2	3.2	0.0
204	502934.38	5060663.78	p. terra	FB	65	55	41.9	34.1	42.4	33.9	0.5	-0.2
205	502927.10	5060664.80	p. terra	FB	65	55	43.0	35.2	43.5	35.0	0.5	-0.2
206	502572.99	5060829.18	piano 3	FA	70	60	59.1	52.0	59.1	52.0	0.0	0.0
207	502829.68	5060676.42	piano 1	FA	70	60	64.0	57.9	67.0	56.8	3.0	-1.1
208	502719.89	5060765.06	p. terra	FA	70	60	46.2	38.4	46.7	38.3	0.5	-0.1
209	502716.06	5060791.01	p. terra	FA	70	60	48.2	40.3	48.5	40.2	0.3	-0.1
210	502602.28	5060853.55	piano 1	FA	70	60	51.2	44.1	51.2	44.1	0.0	0.0
211	502747.79	5060695.09	piano 1	FA	70	60	48.1	40.6	49.0	40.3	0.9	-0.3
212	502650.02	5060667.83	piano 1	FB	65	55	46.0	38.9	46.0	38.9	0.0	0.0
213	502721.01	5060814.26	piano 1	FA	70	60	50.4	42.9	51.3	42.5	0.9	-0.4
214	502829.01	5060712.29	piano 1	FA	70	60	61.6	55.0	63.8	54.2	2.2	-0.8
215	502607.11	5060809.16	piano 1	FA	70	60	48.0	40.9	48.0	40.9	0.0	0.0
216	502592.30	5060725.28	p. terra	SCH	0	0	50.0	43.0	50.0	43.0	0.0	0.0
217	502640.74	5060795.95	p. terra	FB	65	55	41.1	33.5	41.3	33.4	0.2	-0.1
218	502717.91	5060732.59	p. terra	FA	70	60	45.5	37.6	45.8	37.5	0.3	-0.1
219	502895.39	5060716.76	piano 1	FA	70	60	43.7	36.2	44.7	35.9	1.0	-0.3
220	502869.71	5060721.62	piano 2	FA	70	60	47.5	40.3	48.9	39.8	1.4	-0.5
221	502802.52	5061064.17	piano 1	FA	70	60	58.3	51.0	59.6	50.6	1.3	-0.4



222	503032.68	5061065.75	piano 1	FB	65	55	50.4	38.8	53.7	38.8	3.3	0.0
223	502977.58	5061075.95	piano 1	FB	65	55	45.7	37.9	46.5	37.8	0.8	-0.1
224	502736.32	5061126.16	piano 3	FB	65	55	50.5	42.8	50.9	42.9	0.4	0.1
225	502808.49	5061088.29	piano 1	FA	70	60	58.2	50.9	59.5	50.5	1.3	-0.4
226	502778.86	5061103.73	piano 2	FA	70	60	52.7	45.4	54.0	45.0	1.3	-0.4
227	503014.96	5061110.75	p. terra	FB	65	55	53.4	42.0	56.6	42.2	3.2	0.2
228	503000.02	5061113.41	p. terra	FB	65	55	53.8	42.4	56.9	42.6	3.1	0.2
229	502905.66	5061120.59	piano 3	FA	70	60	57.3	49.9	58.8	49.3	1.5	-0.6
230	502950.91	5061122.92	piano 1	FA	70	60	53.8	43.3	56.6	43.7	2.8	0.4
231	502816.92	5061134.08	piano 1	FA	70	60	57.3	50.0	58.6	49.5	1.3	-0.5
232	503014.55	5061132.44	piano 1	FB	65	55	50.1	39.3	53.1	39.4	3.0	0.1
233	502958.07	5061139.71	p. terra	FB	65	55	50.9	40.7	53.7	40.3	2.8	-0.4
234	502847.09	5061152.81	piano 1	FA	70	60	63.9	56.0	64.5	55.6	0.6	-0.4
235	502894.90	5061161.24	piano 2	FA	70	60	62.6	54.0	62.9	53.4	0.3	-0.6
236	502727.39	5061177.30	piano 1	FA	70	60	51.1	43.5	51.1	43.5	0.0	0.0
237	502796.92	5061162.74	piano 1	FA	70	60	51.2	43.2	51.8	42.9	0.6	-0.3
238	502982.02	5061176.27	p. terra	FB	65	55	46.9	38.5	48.3	39.6	1.4	1.1
239	502873.55	5061141.58	piano 1	FA	70	60	65.8	58.8	68.2	58.2	2.4	-0.6
240	502653.78	5061137.51	piano 1	FA	70	60	57.9	50.4	57.9	50.4	0.0	0.0
241	502965.87	5061120.06	p. terra	FB	65	55	54.2	43.1	57.2	43.2	3.0	0.1
242	502945.53	5061164.12	piano 2	FA	70	60	54.8	46.2	56.6	47.0	1.8	0.8
243	502899.79	5061084.09	piano 1	FA	70	60	55.6	48.7	57.5	48.1	1.9	-0.6
244	502930.95	5061231.78	piano 2	FA	70	60	58.9	50.2	64.6	55.1	5.7	4.9
245	502860.58	5061217.03	p. terra	FA	70	60	61.8	53.3	62.0	53.2	0.2	-0.1
246	502834.63	5061237.25	piano 1	FA	70	60	56.2	47.6	57.4	48.3	1.2	0.7
247	502772.83	5061254.49	piano 1	FA	70	60	54.6	47.2	54.6	47.2	0.0	0.0
248	502837.34	5061256.43	piano 1	FA	70	60	54.7	46.1	54.9	45.9	0.2	-0.2
249	502872.22	5061261.96	p. terra	FA	70	60	62.1	53.6	62.3	53.6	0.2	0.0
250	502810.68	5061282.57	piano 1	FA	70	60	51.4	43.5	51.6	43.5	0.2	0.0
251	502777.40	5061309.24	p. terra	FA	70	60	53.8	46.4	54.2	46.7	0.4	0.3
252	502753.50	5061333.66	piano 1	FA	70	60	67.3	59.8	67.4	60.0	0.1	0.2
253	502845.16	5061335.80	piano 2	FA	70	60	56.7	48.0	56.3	47.4	-0.4	-0.6
254	502789.08	5061356.13	piano 1	FA	70	60	63.0	55.5	63.2	55.8	0.2	0.3
255	502842.90	5061462.95	piano 2	FA	70	60	66.6	59.2	67.1	59.2	0.5	0.0
256	502866.01	5061498.77	piano 2	FA	70	60	67.0	59.6	68.0	60.0	1.0	0.4
257	502775.33	5061505.06	piano 1	FA	70	60	57.4	49.9	61.5	53.8	4.1	3.9
258	502881.40	5061523.30	piano 1	FA	70	60	67.5	60.1	68.5	60.4	1.0	0.3
259	502833.97	5061519.71	piano 1	FA	70	60	65.1	57.7	66.1	58.0	1.0	0.3
260	502784.70	5061338.57	piano 1	FA	70	60	60.0	52.6	60.3	52.9	0.3	0.3
261	502891.20	5061369.42	piano 1	FA	70	60	62.8	54.2	62.6	53.8	-0.2	-0.4
262	502881.82	5061313.31	piano 1	FA	70	60	63.8	55.2	63.6	54.8	-0.2	-0.4
263	502841.61	5061395.43	piano 3	FA	70	60	60.5	52.9	62.6	54.6	2.1	1.7
264	502809.02	5061384.91	piano 3	FA	70	60	63.3	55.8	63.5	56.1	0.2	0.3
265	502890.18	5061207.17	p. terra	FA	70	60	67.7	58.7	69.8	59.7	2.1	1.0
266	502843.54	5061306.57	p. terra	FA	70	60	52.0	43.7	51.3	42.9	-0.7	-0.8
267	502799.62	5061220.20	p. terra	FA	70	60	48.1	39.9	48.3	39.8	0.2	-0.1
268	502827.79	5061191.22	piano 1	FA	70	60	54.9	46.7	55.9	46.7	1.0	0.0
269	502637.53	5061286.31	piano 1	FA	70	60	56.2	48.8	56.2	48.8	0.0	0.0
270	502661.15	5061262.32	piano 1	FA	70	60	65.4	58.0	65.4	58.0	0.0	0.0
271	502689.84	5061312.89	piano 1	FA	70	60	64.2	56.7	64.1	56.7	-0.1	0.0
272	502726.02	5061355.72	piano 1	FA	70	60	65.8	58.3	65.7	58.3	-0.1	0.0
273	502618.22	5061193.80	piano 2	FA	70	60	65.8	58.4	65.8	58.4	0.0	0.0
274	502922.66	5061504.76	piano 2	FA	70	60	64.0	55.3	63.7	54.9	-0.3	-0.4
275	502865.60	5061251.60	p. terra	FA	70	60	60.5	52.0	60.8	52.0	0.3	0.0
276	502875.39	5061294.04	piano 1	FA	70	60	63.5	54.9	63.4	54.6	-0.1	-0.3
277	502796.00	5061282.38	piano 1	FA	70	60	51.4	43.7	51.5	43.8	0.1	0.1

278	502851.67	5061189.65	piano 1	FA	70	60	63.2	54.7	63.4	54.5	0.2	-0.2
279	502832.38	5061219.07	piano 1	FA	70	60	56.0	47.4	56.5	47.4	0.5	0.0
280	502925.69	5061562.76	piano 2	FA	70	60	63.9	56.1	64.4	56.2	0.5	0.1
281	502853.67	5061558.42	p. terra	FA	70	60	60.6	53.1	61.4	53.4	0.8	0.3
282	502985.28	5061569.04	p. terra	FA	70	60	61.3	52.3	60.9	51.8	-0.4	-0.5
283	502947.31	5061585.08	p. terra	FA	70	60	62.8	54.2	62.6	53.9	-0.2	-0.3
284	502899.44	5061602.13	piano 1	FA	70	60	67.4	59.8	68.1	60.0	0.7	0.2
285	502906.97	5061632.02	piano 2	FA	70	60	64.6	56.9	65.3	57.1	0.7	0.2
286	502818.29	5061647.98	piano 1	FB	65	55	56.6	46.9	56.9	47.2	0.3	0.3
287	502769.89	5061662.22	piano 2	FB	65	55	55.7	45.9	55.9	46.2	0.2	0.3
288	502939.94	5061672.40	piano 1	FA	70	60	65.6	58.1	66.4	58.2	0.8	0.1
289	502900.94	5061669.32	piano 1	FA	70	60	56.1	48.4	56.7	48.5	0.6	0.1
290	502825.22	5061668.69	p. terra	FB	65	55	47.0	38.4	47.4	38.9	0.4	0.5
291	502872.04	5061684.92	p. terra	FA	70	60	45.3	37.3	45.6	37.4	0.3	0.1
292	503023.15	5061694.97	piano 1	FA	70	60	68.8	60.1	67.6	59.0	-1.2	-1.1
293	502964.21	5061693.41	p. terra	FA	70	60	67.5	60.0	68.2	60.0	0.7	0.0
294	502829.79	5061708.34	piano 2	FB	65	55	48.8	40.8	49.2	40.9	0.4	0.1
295	502826.38	5061697.90	piano 2	FB	65	55	48.8	40.8	49.3	41.0	0.5	0.2
296	502914.99	5061702.09	piano 1	FA	70	60	55.3	47.5	55.8	47.6	0.5	0.1
297	502946.85	5061710.40	p. terra	FA	70	60	55.8	48.0	56.2	48.0	0.4	0.0
298	502988.04	5061738.86	piano 1	FA	70	60	67.5	59.5	67.5	59.4	0.0	-0.1
299	502928.20	5061742.44	piano 1	FA	70	60	53.8	45.9	53.9	45.7	0.1	-0.2
300	502905.74	5061745.41	piano 1	FA	70	60	48.9	41.0	49.1	40.9	0.2	-0.1
301	502995.45	5061758.86	piano 1	FA	70	60	66.2	58.1	66.1	58.0	-0.1	-0.1
302	502850.17	5061761.11	piano 1	FB	65	55	44.9	36.9	45.2	37.1	0.3	0.2
303	502878.49	5061781.41	p. terra	FB	65	55	42.8	34.7	42.9	34.7	0.1	0.0
304	502794.33	5061778.24	piano 2	FA	65	55	43.7	34.9	44.0	35.1	0.3	0.2
305	502976.69	5061580.97	piano 1	FA	70	60	67.7	58.6	67.2	58.1	-0.5	-0.5
306	503028.78	5061705.59	piano 1	FA	70	60	67.5	59.2	66.7	58.5	-0.8	-0.7
307	502948.79	5061736.89	piano 1	FA	70	60	58.9	51.1	59.2	51.0	0.3	-0.1
308	502925.13	5061713.25	piano 1	FA	70	60	55.4	47.7	56.0	47.8	0.6	0.1
309	502893.18	5061725.01	piano 1	FA	70	60	48.6	40.7	48.8	40.6	0.2	-0.1
310	503017.74	5061647.22	piano 2	FA	70	60	65.0	56.4	64.8	56.0	-0.2	-0.4
311	502942.03	5061767.18	p. terra	FA	70	60	49.7	41.7	49.8	41.6	0.1	-0.1
312	502909.45	5061713.74	piano 2	FA	70	60	54.5	46.7	55.0	46.7	0.5	0.0
313	502959.97	5061756.74	p. terra	FA	70	60	52.4	44.4	52.5	44.4	0.1	0.0
314	502943.72	5061622.55	piano 1	FA	70	60	69.3	61.9	70.2	62.1	0.9	0.2
315	502866.14	5061710.92	piano 1	FB	65	55	46.6	38.6	47.1	38.9	0.5	0.3
316	502822.68	5061719.83	piano 3	FB	65	55	48.2	40.2	48.8	40.5	0.6	0.3
317	502788.88	5061727.23	piano 3	FB	65	55	48.4	40.2	49.4	41.1	1.0	0.9
318	502801.87	5061724.59	piano 3	FB	65	55	47.8	39.4	49.1	40.7	1.3	1.3
319	502901.19	5061769.36	piano 2	FB	65	55	49.2	41.1	49.2	41.1	0.0	0.0
320	502863.64	5061731.66	piano 1	FB	65	55	46.2	38.2	46.2	38.1	0.0	-0.1
321	502820.65	5061762.53	p. terra	FB	65	55	40.6	32.4	40.7	32.4	0.1	0.0
322	502895.57	5061545.41	piano 1	FA	70	60	67.8	60.3	68.7	60.6	0.9	0.3
323	503042.70	5060661.98	p. terra	FB	65	55	56.5	44.7	59.7	44.7	3.2	0.0
324	502966.06	5060663.29	p. terra	FB	65	55	40.8	33.0	41.3	32.8	0.5	-0.2
325	503038.55	5060677.76	p. terra	FB	65	55	58.6	46.8	61.8	46.8	3.2	0.0
326	502955.08	5060679.70	piano 1	FB	65	55	41.3	33.3	41.6	33.3	0.3	0.0
327	503035.73	5060690.07	p. terra	FB	65	55	58.8	47.0	62.1	47.0	3.3	0.0
328	503003.35	5060694.18	piano 1	FB	65	55	42.3	31.2	45.4	31.2	3.1	0.0
329	503025.71	5060710.92	p. terra	FB	65	55	53.2	41.5	56.5	41.5	3.3	0.0
330	503005.81	5060716.62	p. terra	FB	65	55	38.2	27.6	41.1	27.5	2.9	-0.1
331	503041.92	5060689.40	p. terra	FB	65	55	55.5	43.8	58.8	43.8	3.3	0.0
332	503042.00	5060633.11	p. terra	FB	65	55	46.6	34.9	49.8	34.9	3.2	0.0
333	502960.22	5060715.61	piano 1	FB	65	55	40.6	32.6	40.8	32.5	0.2	-0.1

334	502989.91	5060667.60	piano 1	FB	65	55	40.7	33.0	42.6	30.8	1.9	-2.2
335	502964.41	5060693.50	p. terra	FB	65	55	37.3	29.4	37.7	29.3	0.4	-0.1
336	502985.92	5060716.94	p. terra	FB	65	55	36.2	28.2	37.1	27.7	0.9	-0.5
337	503031.52	5060731.99	p. terra	FB	65	55	58.1	46.4	61.4	46.4	3.3	0.0
338	503030.21	5060758.99	p. terra	FB	65	55	53.2	41.5	56.4	41.5	3.2	0.0
339	503021.53	5060835.45	piano 1	FB	65	55	49.0	37.5	52.2	37.5	3.2	0.0
340	503024.33	5060847.88	p. terra	FB	65	55	46.7	35.3	49.9	35.3	3.2	0.0
341	503025.15	5060855.22	piano 1	FB	65	55	48.4	36.9	51.6	37.0	3.2	0.1
342	503029.52	5060905.06	piano 1	FB	65	55	49.9	38.4	53.1	38.4	3.2	0.0
343	503013.46	5061187.06	p. terra	FB	65	55	43.6	35.3	46.0	37.3	2.4	2.0
344	503078.58	5061214.14	piano 1	FB	65	55	44.1	35.7	47.7	38.9	3.6	3.2
345	503039.35	5060992.41	piano 1	FB	65	55	52.0	40.6	55.1	40.7	3.1	0.1
346	503029.60	5061622.74	p. terra	FA	70	60	55.8	47.3	55.7	47.1	-0.1	-0.2
347	503053.70	5061708.61	p. terra	FA	70	60	55.3	47.2	55.0	46.9	-0.3	-0.3
348	503054.44	5061720.24	p. terra	FA	70	60	55.6	47.4	55.1	47.0	-0.5	-0.4
349	503072.55	5061722.00	piano 1	FA	70	60	57.4	49.3	57.4	49.3	0.0	0.0
350	503074.29	5061655.65	piano 1	FA	70	60	55.1	46.8	55.1	46.6	0.0	-0.2
351	503088.65	5061719.84	p. terra	FA	70	60	53.2	45.1	53.2	45.1	0.0	0.0
352	503102.84	5061648.21	piano 1	FB	65	55	48.3	40.0	48.3	40.0	0.0	0.0
353	503131.11	5061630.33	piano 1	FB	65	55	45.1	36.9	45.1	36.9	0.0	0.0
354	503136.32	5061646.38	piano 1	FB	65	55	47.3	39.2	47.4	39.2	0.1	0.0
355	503138.56	5061667.12	piano 1	FB	65	55	48.0	39.9	47.9	39.8	-0.1	-0.1
356	503200.15	5061645.33	piano 1	FB	65	55	42.9	34.7	42.9	34.8	0.0	0.1
357	503217.13	5061659.61	piano 1	FB	65	55	44.8	36.7	44.9	36.7	0.1	0.0
358	503232.36	5061657.01	piano 1	FB	65	55	41.4	33.3	41.4	33.3	0.0	0.0
359	503038.93	5061768.86	p. terra	FA	70	60	71.2	63.1	71.2	63.1	0.0	0.0
360	503162.07	5061597.20	piano 1	FB	65	55	43.7	35.4	43.8	35.4	0.1	0.0
361	503170.25	5061654.86	piano 1	FB	65	55	45.7	37.6	45.7	37.6	0.0	0.0
362	503101.01	5061625.30	piano 1	FB	65	55	49.0	40.8	49.1	40.7	0.1	-0.1
363	503178.46	5061572.38	piano 1	FB	65	55	41.9	33.7	42.1	33.8	0.2	0.1
364	503051.48	5061791.80	p. terra	FA	70	60	70.8	62.8	70.8	62.7	0.0	-0.1
365	503066.77	5061603.80	piano 1	FA	70	60	50.5	41.9	50.2	41.6	-0.3	-0.3
366	503071.26	5061624.54	piano 1	FA	70	60	52.8	44.4	52.6	44.1	-0.2	-0.3
367	503103.64	5061662.54	piano 1	FA	70	60	49.5	41.3	49.5	41.2	0.0	-0.1
368	503075.78	5061677.69	piano 1	FA	70	60	55.4	47.0	55.2	46.7	-0.2	-0.3
369	503168.10	5061672.21	piano 1	FB	65	55	47.4	39.3	47.4	39.2	0.0	-0.1
370	503090.12	5061576.45	piano 1	FB	65	55	47.8	39.0	47.9	39.0	0.1	0.0
371	503211.77	5061674.75	piano 1	FB	65	55	46.0	37.9	46.0	37.9	0.0	0.0
372	503042.64	5061728.68	p. terra	FA	70	60	66.3	58.2	66.2	58.1	-0.1	-0.1
373	503311.53	5061720.83	piano 3	FB	65	55	44.8	36.7	44.8	36.7	0.0	0.0
374	503255.99	5061734.34	piano 1	FB	65	55	45.6	37.5	45.6	37.5	0.0	0.0
375	503164.09	5061519.20	piano 2	FB	65	55	46.0	35.5	46.0	35.5	0.0	0.0
376	503146.18	5061527.98	piano 2	FB	65	55	49.0	38.3	49.0	38.4	0.0	0.1
377	503119.99	5061525.78	piano 1	FB	65	55	51.5	37.7	51.5	37.7	0.0	0.0
378	503086.99	5061527.77	piano 1	FB	65	55	54.6	41.1	54.6	41.0	0.0	-0.1
379	503118.46	5061544.55	piano 1	FB	65	55	47.7	36.9	47.7	36.9	0.0	0.0
380	503058.24	5061540.31	piano 1	FB	65	55	54.3	42.6	54.3	42.5	0.0	-0.1
381	503089.21	5061542.90	piano 1	FB	65	55	49.8	38.5	49.8	38.5	0.0	0.0
382	503060.10	5061565.82	piano 1	FB	65	55	52.4	43.3	52.3	43.1	-0.1	-0.2
383	503122.04	5061585.45	piano 1	FB	65	55	46.1	37.7	46.1	37.6	0.0	-0.1



**ESPOSTI - RUMORE AMBIENTALE ATTUALE (PIANO PIU' ESPOSTO)**

N° Edificio	Coord X	Coord Y	Piano	Classe	Limite diurno (dBA)	Limite notturno (dBA)	Leq Diurno (dBA)	Leq Notturno (dBA)
1	502425.75	5060975.82	piano 1	FB	65	55	48.4	41.2
2	502433.08	5061016.14	piano 2	FB	65	55	51.6	44.4
3	502436.67	5061053.65	piano 1	FB	65	55	45.2	37.9
4	502447.24	5061034.44	piano 2	FB	65	55	52.8	45.6
5	502427.67	5061084.84	piano 1	FB	65	55	46.0	38.5
6	502407.61	5061015.02	p. terra	FB	65	55	39.4	32.1
7	502410.84	5061063.77	piano 1	FB	65	55	43.5	36.1
8	502424.83	5060934.05	piano 4	FB	65	55	54.5	47.4
9	502501.83	5061225.07	piano 1	FB	65	55	41.6	34.0
10	502653.16	5060634.29	piano 4	FB	65	55	52.2	45.1
11	502751.15	5060636.34	piano 3	FA	70	60	53.2	45.9
12	502491.29	5061052.57	piano 1	FA	70	60	57.2	50.0
13	502675.46	5061059.65	p. terra	FA	70	60	42.6	35.0
14	502463.20	5061058.32	piano 1	FA	70	60	47.3	39.9
15	502507.86	5061055.20	piano 1	FA	70	60	62.3	55.1
16	502629.78	5061061.71	piano 1	FA	70	60	52.6	45.2
17	502689.45	5061069.77	piano 1	FB	65	55	45.6	38.1
18	502585.98	5061065.91	piano 1	FA	70	60	67.6	60.2
19	502610.02	5061065.90	piano 1	FA	70	60	59.3	51.9
20	502649.67	5061085.40	piano 1	FA	70	60	52.4	44.9
21	502618.04	5061087.07	piano 1	FA	70	60	60.1	52.6
22	502595.15	5061085.57	piano 1	FA	70	60	67.3	59.9
23	502488.14	5061086.31	piano 1	FA	70	60	56.1	48.8
24	502666.17	5061094.02	piano 1	FA	70	60	50.8	43.3
25	502540.56	5061109.48	piano 2	FA	70	60	62.8	55.6
26	502645.97	5061107.35	piano 2	FA	70	60	58.1	50.7
27	502453.62	5061112.06	p. terra	FB	65	55	43.1	35.8
28	502571.00	5061124.05	piano 1	FA	70	60	65.2	57.8
29	502439.53	5061142.66	p. terra	FB	65	55	36.9	29.4
30	502543.45	5061157.44	piano 2	FA	70	60	57.1	49.7
31	502504.25	5061150.25	piano 1	FB	65	55	47.4	39.9
32	502657.62	5061184.29	piano 1	FA	70	60	66.0	58.6
33	502688.86	5061188.30	piano 3	FA	70	60	61.0	53.5
34	502536.36	5061181.15	piano 6	FA	70	60	57.3	50.0
35	502498.71	5061197.93	p. terra	FB	65	55	39.4	31.9
36	502676.66	5061138.16	piano 2	FA	70	60	55.4	47.9
37	502492.14	5061127.01	piano 1	FB	65	55	52.6	45.4
38	502750.54	5061181.25	piano 1	FB	65	55	50.1	42.3
39	502609.94	5061122.14	piano 1	FA	70	60	68.5	61.1
40	502693.90	5061086.46	piano 2	FB	65	55	48.6	41.1
41	502715.19	5061142.42	p. terra	FA	70	60	44.7	37.0
42	502562.25	5061098.92	piano 1	FA	70	60	66.5	59.1
43	502626.20	5061153.23	piano 1	FA	70	60	69.4	62.0
44	502474.79	5061116.32	piano 2	FB	65	55	54.4	47.2
45	502516.66	5061133.42	piano 1	FA	70	60	52.0	44.7
46	502640.70	5060896.10	piano 3	FB	65	55	59.6	51.7
47	502485.42	5060882.64	piano 1	FA	70	60	61.0	53.9
48	502572.22	5060875.58	piano 2	FA	70	60	59.3	52.2
49	502693.86	5060889.80	p. terra	FB	65	55	63.2	55.1
50	502600.08	5060897.41	piano 1	FA	70	60	54.0	46.5
51	502549.70	5060882.07	piano 2	FA	70	60	66.1	59.1
52	502623.32	5060905.56	piano 2	FA	70	60	59.5	51.7
53	502611.44	5060904.27	piano 2	FA	70	60	58.1	50.4
54	502544.68	5060911.01	piano 1	FA	70	60	69.3	62.2
55	502510.03	5060912.18	piano 2	FA	70	60	65.6	58.6
56	502568.50	5060914.29	p. terra	FA	70	60	56.7	49.6
57	502598.45	5060929.60	piano 1	FA	70	60	59.8	52.0
58	502494.54	5060942.79	piano 1	FA	70	60	57.3	50.3
59	502555.27	5060949.08	p. terra	FA	70	60	66.8	59.7
60	502464.26	5060942.90	p. terra	FA	70	60	48.2	41.2
61	502443.16	5060942.56	p. terra	FA	70	60	44.7	37.6
62	502583.12	5060960.56	piano 1	FA	70	60	63.7	56.2
63	502520.71	5060978.90	piano 1	FA	70	60	66.3	59.2
64	502518.66	5061008.55	p. terra	FA	70	60	63.7	56.6
65	502684.19	5061014.23	piano 2	FB	65	55	50.6	43.2
66	502656.61	5061029.42	piano 2	FA	70	60	52.5	45.3
67	502602.25	5061029.33	piano 1	FA	70	60	62.1	55.0
68	502517.98	5061038.60	piano 2	FA	70	60	66.3	59.2
69	502490.51	5061045.86	p. terra	FA	70	60	51.9	44.7
70	502729.34	5060926.81	piano 2	FA	70	60	51.9	43.9

71	502574.46	5061040.55	p. terra	FA	70	60	69.2	62.0
72	502519.25	5060940.26	piano 1	FA	70	60	66.7	59.7
73	502571.47	5060932.73	piano 1	FA	70	60	59.1	52.0
74	502633.23	5061029.32	piano 1	FA	70	60	53.6	46.4
75	502692.69	5060921.24	p. terra	FB	65	55	55.1	47.0
76	502747.27	5060938.86	piano 1	FA	70	60	50.7	43.3
77	502722.42	5061010.18	piano 1	FA	70	60	49.2	41.6
78	502462.10	5060973.22	piano 1	FA	70	60	52.9	45.8
79	502520.83	5060962.68	p. terra	FA	70	60	64.1	57.1
80	502483.89	5060962.12	piano 1	FA	70	60	55.6	48.5
81	502484.82	5061019.34	p. terra	FA	70	60	53.1	45.9
82	502550.83	5061258.86	p. terra	FB	65	55	41.8	34.2
83	502554.11	5061280.81	p. terra	FB	65	55	41.2	33.7
84	502545.60	5061216.02	piano 2	FA	70	60	48.4	41.0
85	502625.20	5061230.47	piano 1	FA	70	60	62.7	55.2
86	502632.78	5061263.49	piano 1	FA	70	60	59.7	52.3
87	502643.39	5061366.48	piano 1	FA	70	60	51.2	43.7
88	502672.79	5061278.95	piano 2	FA	70	60	65.8	58.3
89	502687.06	5061223.77	piano 2	FA	70	60	65.7	58.3
90	502600.55	5061304.96	piano 1	FB	65	55	47.4	39.9
91	502694.42	5061330.06	piano 2	FA	70	60	63.7	56.3
92	502588.08	5061271.65	piano 1	FA	70	60	46.7	39.2
93	502695.43	5061238.40	piano 1	FA	70	60	65.9	58.4
94	502771.80	5061225.55	piano 1	FA	70	60	52.1	44.5
95	502765.86	5061287.57	piano 2	FA	70	60	60.3	52.9
96	502748.28	5061485.94	piano 1	FA	70	60	55.5	48.0
97	502524.87	5061218.38	piano 2	FB	65	55	45.2	37.7
98	502397.48	5060632.41	piano 2	FB	65	55	48.0	40.9
99	502390.95	5060658.92	p. terra	FB	65	55	43.4	36.3
100	502395.97	5060644.68	piano 1	FB	65	55	48.0	40.9
101	502652.43	5060651.32	piano 4	FB	65	55	52.5	45.5
102	502579.07	5060706.12	p. terra	SCH	0	0	52.1	45.0
103	502701.94	5060699.17	piano 3	FB	65	55	49.1	41.9
104	502458.38	5060683.33	piano 1	FA	70	60	56.6	49.6
105	502434.58	5060684.56	p. terra	FA	70	60	46.9	39.8
106	502442.82	5060685.21	piano 1	FA	70	60	53.2	46.2
107	502473.84	5060692.16	p. terra	FA	70	60	58.5	51.4
108	502449.53	5060716.79	piano 1	FA	70	60	53.3	46.3
109	502468.87	5060710.89	piano 1	FA	70	60	57.0	49.9
110	502645.10	5060718.71	piano 3	FB	65	55	51.6	44.6
111	502540.12	5060754.97	piano 2	FA	70	60	65.2	58.2
112	502568.49	5060775.15	piano 3	FA	70	60	60.3	53.3
113	502611.06	5060758.28	piano 2	FA	70	60	50.7	43.6
114	502547.48	5060790.98	p. terra	FA	70	60	61.2	54.2
115	502505.21	5060790.48	piano 1	FA	70	60	67.3	60.3
116	502695.65	5060813.31	piano 4	FB	65	55	52.2	44.9
117	502544.12	5060823.57	piano 1	FA	70	60	65.6	58.6
118	502697.61	5060860.39	piano 5	FB	65	55	55.0	47.6
119	502501.28	5060826.94	piano 1	FA	70	60	65.4	58.4
120	502549.61	5060843.32	piano 1	FA	70	60	64.9	57.9
121	502632.27	5060854.95	piano 7	FB	65	55	56.0	48.7
122	502746.88	5060758.70	p. terra	FA	70	60	50.7	43.0
123	502645.42	5060837.13	piano 3	FB	65	55	48.8	40.8
124	502689.74	5060764.82	piano 4	FB	65	55	50.5	43.3
125	502734.47	5060731.22	p. terra	FA	70	60	47.3	39.5
126	502752.66	5060787.26	piano 1	FA	70	60	56.3	49.1
127	502766.49	5060776.52	piano 1	FA	70	60	58.6	51.4
128	502459.32	5060807.15	piano 3	FA	70	60	58.5	51.4
129	502718.48	5060854.11	p. terra	FA	70	60	50.7	42.8
130	502749.84	5060817.39	piano 2	FA	70	60	57.7	50.5
131	502493.96	5060709.48	piano 1	FA	70	60	66.4	59.4
132	502502.57	5060737.32	piano 1	FA	70	60	68.8	61.7
133	502496.54	5060812.32	p. terra	FA	70	60	61.8	54.8
134	502904.80	5061795.84	piano 2	FB	65	55	51.6	43.5
135	502846.84	5061795.55	p. terra	FB	65	55	39.6	31.4
136	502871.67	5060630.15	piano 1	FA	70	60	52.0	45.6
137	502769.92	5060638.48	piano 1	FA	70	60	56.1	48.6
138	502872.08	5060634.94	p. terra	FA	70	60	50.7	43.6
139	502881.34	5060633.06	piano 1	FA	70	60	48.3	41.5
140	502895.15	5060645.56	piano 1	FA	70	60	46.0	38.8
141	502846.35	5060650.42	piano 2	FA	70	60	59.8	53.3
142	502782.02	5060652.14	piano 1	FA	70	60	59.8	52.3
143	502921.90	5060655.28	piano 1	FB	65	55	45.0	37.5

144	502813.16	5060858.82	piano 1	FA	70	60	65.0	58.5
145	502717.78	5060887.70	p. terra	FA	70	60	64.0	55.8
146	502748.57	5060885.64	p. terra	FA	70	60	66.5	58.4
147	502840.04	5060881.80	p. terra	FA	70	60	50.4	43.0
148	502840.59	5060888.42	piano 1	FA	70	60	53.2	45.9
149	502813.79	5060890.71	p. terra	FA	70	60	67.1	61.1
150	502845.96	5060905.77	p. terra	FA	70	60	48.4	41.0
151	502767.58	5060902.59	piano 1	FA	70	60	61.5	53.7
152	502722.90	5060904.31	p. terra	FA	70	60	60.7	52.6
153	502820.09	5060928.16	p. terra	FA	70	60	66.4	60.5
154	502748.35	5060908.56	piano 1	FA	70	60	59.8	51.9
155	503010.02	5060925.12	piano 1	FB	65	55	50.8	39.2
156	502791.05	5060929.42	piano 1	FA	70	60	63.7	56.3
157	502773.31	5060924.10	piano 1	FA	70	60	58.6	51.1
158	503017.47	5060947.68	p. terra	FB	65	55	53.5	41.8
159	502999.51	5060953.67	p. terra	FB	65	55	42.0	33.0
160	502989.95	5060955.88	p. terra	FB	65	55	41.8	33.1
161	502727.13	5060952.54	p. terra	FA	70	60	45.2	37.3
162	502979.20	5061008.27	p. terra	FB	65	55	42.4	34.4
163	502876.88	5061002.43	piano 3	FA	70	60	55.7	48.6
164	502952.67	5061007.74	piano 1	FB	65	55	46.0	38.4
165	502902.12	5061014.04	piano 1	FA	70	60	48.4	41.2
166	502764.20	5061010.94	piano 3	FA	70	60	56.4	49.3
167	503026.12	5061019.39	piano 1	FB	65	55	51.2	39.6
168	503003.16	5061028.64	piano 1	FB	65	55	44.2	35.5
169	502972.53	5061028.22	piano 1	FB	65	55	46.2	38.5
170	502795.84	5061038.41	piano 1	FA	70	60	58.3	51.0
171	502993.76	5061044.10	p. terra	FB	65	55	44.1	36.2
172	502853.53	5061050.83	piano 1	FA	70	60	63.9	57.5
173	502892.56	5061050.45	piano 1	FA	70	60	52.8	45.9
174	502877.62	5061056.22	p. terra	FA	70	60	54.5	47.5
175	502985.97	5060884.12	piano 2	FB	65	55	43.5	32.2
176	503002.21	5060861.19	p. terra	FB	65	55	53.1	41.4
177	502716.87	5060926.25	piano 1	FA	70	60	55.3	47.2
178	503023.48	5060996.37	piano 1	FB	65	55	51.9	40.4
179	502731.07	5060902.61	piano 1	FA	70	60	62.0	53.9
180	502788.85	5061005.98	p. terra	FA	70	60	56.2	48.6
181	502752.80	5060847.94	piano 1	FA	70	60	57.5	50.2
182	502860.78	5061023.08	piano 2	FA	70	60	60.3	53.5
183	502727.28	5061059.15	p. terra	FA	70	60	44.8	36.9
184	502738.93	5060903.31	piano 1	FA	70	60	61.2	53.2
185	502814.55	5060878.38	piano 1	FA	70	60	65.8	59.2
186	502732.08	5060923.10	piano 1	FA	70	60	44.2	36.3
187	502827.01	5060865.55	p. terra	FA	70	60	56.6	49.7
188	503009.96	5060898.36	p. terra	FB	65	55	54.4	42.7
189	502727.60	5060683.85	piano 3	FA	70	60	49.7	42.4
190	502767.89	5060669.21	piano 1	FA	70	60	56.6	49.3
191	502857.89	5060672.79	piano 6	FA	70	60	55.6	48.9
192	502926.68	5060684.14	piano 2	FB	65	55	45.9	38.3
193	502766.94	5060686.58	piano 1	FA	70	60	56.3	49.0
194	502784.38	5060704.86	piano 2	FA	70	60	61.8	54.4
195	502911.28	5060715.04	piano 2	FB	65	55	45.2	37.9
196	502825.70	5060729.57	piano 1	FA	70	60	62.1	55.5
197	502769.42	5060749.04	piano 1	FA	70	60	58.8	51.6
198	502902.71	5060752.41	piano 1	FB	65	55	39.4	31.8
199	502896.09	5060739.17	piano 1	FA	70	60	39.8	32.1
200	502885.78	5060746.15	piano 1	FA	70	60	42.6	35.2
201	502840.69	5060765.34	piano 2	FA	70	60	58.4	51.6
202	502922.38	5060840.00	piano 1	FB	65	55	42.2	34.5
203	502978.56	5060846.44	piano 2	FB	65	55	44.7	33.2
204	502934.38	5060663.78	p. terra	FB	65	55	41.9	34.1
205	502927.10	5060664.80	p. terra	FB	65	55	43.0	35.2
206	502572.99	5060829.18	piano 3	FA	70	60	59.1	52.0
207	502829.68	5060676.42	piano 1	FA	70	60	64.0	57.9
208	502719.89	5060765.06	p. terra	FA	70	60	46.2	38.4
209	502716.06	5060791.01	p. terra	FA	70	60	48.2	40.3
210	502602.28	5060853.55	piano 1	FA	70	60	51.2	44.1
211	502747.79	5060695.09	piano 1	FA	70	60	48.1	40.6
212	502650.02	5060667.83	piano 1	FB	65	55	46.0	38.9
213	502721.01	5060814.26	piano 1	FA	70	60	50.4	42.9
214	502829.01	5060712.29	piano 1	FA	70	60	61.6	55.0
215	502607.11	5060809.16	piano 1	FA	70	60	48.0	40.9
216	502592.30	5060725.28	p. terra	SCH	0	0	50.0	43.0



217	502640.74	5060795.95	p. terra	FB	65	55	41.1	33.5
218	502717.91	5060732.59	p. terra	FA	70	60	45.5	37.6
219	502895.39	5060716.76	piano 1	FA	70	60	43.7	36.2
220	502869.71	5060721.62	piano 2	FA	70	60	47.5	40.3
221	502802.52	5061064.17	piano 1	FA	70	60	58.3	51.0
222	503032.68	5061065.75	piano 1	FB	65	55	50.4	38.8
223	502977.58	5061075.95	piano 1	FB	65	55	45.7	37.9
224	502736.32	5061126.16	piano 3	FB	65	55	50.5	42.8
225	502808.49	5061088.29	piano 1	FA	70	60	58.2	50.9
226	502778.86	5061103.73	piano 2	FA	70	60	52.7	45.4
227	503014.96	5061110.75	p. terra	FB	65	55	53.4	42.0
228	503000.02	5061113.41	p. terra	FB	65	55	53.8	42.4
229	502905.66	5061120.59	piano 3	FA	70	60	57.3	49.9
230	502950.91	5061122.92	piano 1	FA	70	60	53.8	43.3
231	502816.92	5061134.08	piano 1	FA	70	60	57.3	50.0
232	503014.55	5061132.44	piano 1	FB	65	55	50.1	39.3
233	502958.07	5061139.71	p. terra	FB	65	55	50.9	40.7
234	502847.09	5061152.81	piano 1	FA	70	60	63.9	56.0
235	502894.90	5061161.24	piano 2	FA	70	60	62.6	54.0
236	502727.39	5061177.30	piano 1	FA	70	60	51.1	43.5
237	502796.92	5061162.74	piano 1	FA	70	60	51.2	43.2
238	502982.02	5061176.27	p. terra	FB	65	55	46.9	38.5
239	502873.55	5061141.58	piano 1	FA	70	60	65.8	58.8
240	502653.78	5061137.51	piano 1	FA	70	60	57.9	50.4
241	502965.87	5061120.06	p. terra	FB	65	55	54.2	43.1
242	502945.53	5061164.12	piano 2	FA	70	60	54.8	46.2
243	502899.79	5061084.09	piano 1	FA	70	60	55.6	48.7
244	502930.95	5061231.78	piano 2	FA	70	60	58.9	50.2
245	502860.58	5061217.03	p. terra	FA	70	60	61.8	53.3
246	502834.63	5061237.25	piano 1	FA	70	60	56.2	47.6
247	502772.83	5061254.49	piano 1	FA	70	60	54.6	47.2
248	502837.34	5061256.43	piano 1	FA	70	60	54.7	46.1
249	502872.22	5061261.96	p. terra	FA	70	60	62.1	53.6
250	502810.68	5061282.57	piano 1	FA	70	60	51.4	43.5
251	502777.40	5061309.24	p. terra	FA	70	60	53.8	46.4
252	502753.50	5061333.66	piano 1	FA	70	60	67.3	59.8
253	502845.16	5061335.80	piano 2	FA	70	60	56.7	48.0
254	502789.08	5061356.13	piano 1	FA	70	60	63.0	55.5
255	502842.90	5061462.95	piano 2	FA	70	60	66.6	59.2
256	502866.01	5061498.77	piano 2	FA	70	60	67.0	59.6
257	502775.33	5061505.06	piano 1	FA	70	60	57.4	49.9
258	502881.40	5061523.30	piano 1	FA	70	60	67.5	60.1
259	502833.97	5061519.71	piano 1	FA	70	60	65.1	57.7
260	502784.70	5061338.57	piano 1	FA	70	60	60.0	52.6
261	502891.20	5061369.42	piano 1	FA	70	60	62.8	54.2
262	502881.82	5061313.31	piano 1	FA	70	60	63.8	55.2
263	502841.61	5061395.43	piano 3	FA	70	60	60.5	52.9
264	502809.02	5061384.91	piano 3	FA	70	60	63.3	55.8
265	502890.18	5061207.17	p. terra	FA	70	60	67.7	58.7
266	502843.54	5061306.57	p. terra	FA	70	60	52.0	43.7
267	502799.62	5061220.20	p. terra	FA	70	60	48.1	39.9
268	502827.79	5061191.22	piano 1	FA	70	60	54.9	46.7
269	502637.53	5061286.31	piano 1	FA	70	60	56.2	48.8
270	502661.15	5061262.32	piano 1	FA	70	60	65.4	58.0
271	502689.84	5061312.89	piano 1	FA	70	60	64.2	56.7
272	502726.02	5061355.72	piano 1	FA	70	60	65.8	58.3
273	502618.22	5061193.80	piano 2	FA	70	60	65.8	58.4
274	502922.66	5061504.76	piano 2	FA	70	60	64.0	55.3
275	502865.60	5061251.60	p. terra	FA	70	60	60.5	52.0
276	502875.39	5061294.04	piano 1	FA	70	60	63.5	54.9
277	502796.00	5061282.38	piano 1	FA	70	60	51.4	43.7
278	502851.67	5061189.65	piano 1	FA	70	60	63.2	54.7
279	502832.38	5061219.07	piano 1	FA	70	60	56.0	47.4
280	502925.69	5061562.76	piano 2	FA	70	60	63.9	56.1
281	502853.67	5061558.42	p. terra	FA	70	60	60.6	53.1
282	502985.28	5061569.04	p. terra	FA	70	60	61.3	52.3
283	502947.31	5061585.08	p. terra	FA	70	60	62.8	54.2
284	502899.44	5061602.13	piano 1	FA	70	60	67.4	59.8
285	502906.97	5061632.02	piano 2	FA	70	60	64.6	56.9
286	502818.29	5061647.98	piano 1	FB	65	55	56.6	46.9
287	502769.89	5061662.22	piano 2	FB	65	55	55.7	45.9
288	502939.94	5061672.40	piano 1	FA	70	60	65.6	58.1
289	502900.94	5061669.32	piano 1	FA	70	60	56.1	48.4

290	502825.22	5061668.69	p. terra	FB	65	55	47.0	38.4
291	502872.04	5061684.92	p. terra	FA	70	60	45.3	37.3
292	503023.15	5061694.97	piano 1	FA	70	60	68.8	60.1
293	502964.21	5061693.41	p. terra	FA	70	60	67.5	60.0
294	502829.79	5061708.34	piano 2	FB	65	55	48.8	40.8
295	502826.38	5061697.90	piano 2	FB	65	55	48.8	40.8
296	502914.99	5061702.09	piano 1	FA	70	60	55.3	47.5
297	502946.85	5061710.40	p. terra	FA	70	60	55.8	48.0
298	502988.04	5061738.86	piano 1	FA	70	60	67.5	59.5
299	502928.20	5061742.44	piano 1	FA	70	60	53.8	45.9
300	502905.74	5061745.41	piano 1	FA	70	60	48.9	41.0
301	502995.45	5061758.86	piano 1	FA	70	60	66.2	58.1
302	502850.17	5061761.11	piano 1	FB	65	55	44.9	36.9
303	502878.49	5061781.41	p. terra	FB	65	55	42.8	34.7
304	502794.33	5061778.24	piano 2	FB	65	55	43.7	34.9
305	502976.69	5061580.97	piano 1	FA	70	60	67.7	58.6
306	503028.78	5061705.59	piano 1	FA	70	60	67.5	59.2
307	502948.79	5061736.89	piano 1	FA	70	60	58.9	51.1
308	502925.13	5061713.25	piano 1	FA	70	60	55.4	47.7
309	502893.18	5061725.01	piano 1	FA	70	60	48.6	40.7
310	503017.74	5061647.22	piano 2	FA	70	60	65.0	56.4
311	502942.03	5061767.18	p. terra	FA	70	60	49.7	41.7
312	502909.45	5061713.74	piano 2	FA	70	60	54.5	46.7
313	502959.97	5061756.74	p. terra	FA	70	60	52.4	44.4
314	502943.72	5061622.55	piano 1	FA	70	60	69.3	61.9
315	502866.14	5061710.92	piano 1	FB	65	55	46.6	38.6
316	502822.68	5061719.83	piano 3	FB	65	55	48.2	40.2
317	502788.88	5061727.23	piano 3	FB	65	55	48.4	40.2
318	502801.87	5061724.59	piano 3	FB	65	55	47.8	39.4
319	502901.19	5061769.36	piano 2	FB	65	55	49.2	41.1
320	502863.64	5061731.66	piano 1	FB	65	55	46.2	38.2
321	502820.65	5061762.53	p. terra	FB	65	55	40.6	32.4
322	502895.57	5061545.41	piano 1	FA	70	60	67.8	60.3
323	503042.70	5060661.98	p. terra	FB	65	55	56.5	44.7
324	502966.06	5060663.29	p. terra	FB	65	55	40.8	33.0
325	503038.55	5060677.76	p. terra	FB	65	55	58.6	46.8
326	502955.08	5060679.70	piano 1	FB	65	55	41.3	33.3
327	503035.73	5060690.07	p. terra	FB	65	55	58.8	47.0
328	503003.35	5060694.18	piano 1	FB	65	55	42.3	31.2
329	503025.71	5060710.92	p. terra	FB	65	55	53.2	41.5
330	503005.81	5060716.62	p. terra	FB	65	55	38.2	27.6
331	503041.92	5060689.40	p. terra	FB	65	55	55.5	43.8
332	503042.00	5060633.11	p. terra	FB	65	55	46.6	34.9
333	502960.22	5060715.61	piano 1	FB	65	55	40.6	32.6
334	502989.91	5060667.60	piano 1	FB	65	55	40.7	33.0
335	502964.41	5060693.50	p. terra	FB	65	55	37.3	29.4
336	502985.92	5060716.94	p. terra	FB	65	55	36.2	28.2
337	503031.52	5060731.99	p. terra	FB	65	55	58.1	46.4
338	503030.21	5060758.99	p. terra	FB	65	55	53.2	41.5
339	503021.53	5060835.45	piano 1	FB	65	55	49.0	37.5
340	503024.33	5060847.88	p. terra	FB	65	55	46.7	35.3
341	503025.15	5060855.22	piano 1	FB	65	55	48.4	36.9
342	503029.52	5060905.06	piano 1	FB	65	55	49.9	38.4
343	503013.46	5061187.06	p. terra	FB	65	55	43.6	35.3
344	503078.58	5061214.14	piano 1	FB	65	55	44.1	35.7
345	503039.35	5060992.41	piano 1	FB	65	55	52.0	40.6
346	503029.60	5061622.74	p. terra	FA	70	60	55.8	47.3
347	503053.70	5061708.61	p. terra	FA	70	60	55.3	47.2
348	503054.44	5061720.24	p. terra	FA	70	60	55.6	47.4
349	503072.55	5061722.00	piano 1	FA	70	60	57.4	49.3
350	503074.29	5061655.65	piano 1	FA	70	60	55.1	46.8
351	503088.65	5061719.84	p. terra	FA	70	60	53.2	45.1
352	503102.84	5061648.21	piano 1	FB	65	55	48.3	40.0
353	503131.11	5061630.33	piano 1	FB	65	55	45.1	36.9
354	503136.32	5061646.38	piano 1	FB	65	55	47.3	39.2
355	503138.56	5061667.12	piano 1	FB	65	55	48.0	39.9
356	503200.15	5061645.33	piano 1	FB	65	55	42.9	34.7
357	503217.13	5061659.61	piano 1	FB	65	55	44.8	36.7
358	503232.36	5061657.01	piano 1	FB	65	55	41.4	33.3
359	503038.93	5061768.86	p. terra	FA	70	60	71.2	63.1
360	503162.07	5061597.20	piano 1	FB	65	55	43.7	35.4
361	503170.25	5061654.86	piano 1	FB	65	55	45.7	37.6
362	503101.01	5061625.30	piano 1	FB	65	55	49.0	40.8

363	503178.46	5061572.38	piano 1	FB	65	55	41.9	33.7
364	503051.48	5061791.80	p. terra	FA	70	60	70.8	62.8
365	503066.77	5061603.80	piano 1	FA	70	60	50.5	41.9
366	503071.26	5061624.54	piano 1	FA	70	60	52.8	44.4
367	503103.64	5061662.54	piano 1	FA	70	60	49.5	41.3
368	503075.78	5061677.69	piano 1	FA	70	60	55.4	47.0
369	503168.10	5061672.21	piano 1	FB	65	55	47.4	39.3
370	503090.12	5061576.45	piano 1	FB	65	55	47.8	39.0
371	503211.77	5061674.75	piano 1	FB	65	55	46.0	37.9
372	503042.64	5061728.68	p. terra	FA	70	60	66.3	58.2
373	503311.53	5061720.83	piano 3	FB	65	55	44.8	36.7
374	503255.99	5061734.34	piano 1	FB	65	55	45.6	37.5
375	503164.09	5061519.20	piano 2	FB	65	55	46.0	35.5
376	503146.18	5061527.98	piano 2	FB	65	55	49.0	38.3
377	503119.99	5061525.78	piano 1	FB	65	55	51.5	37.7
378	503086.99	5061527.77	piano 1	FB	65	55	54.6	41.1
379	503118.46	5061544.55	piano 1	FB	65	55	47.7	36.9
380	503058.24	5061540.31	piano 1	FB	65	55	54.3	42.6
381	503089.21	5061542.90	piano 1	FB	65	55	49.8	38.5
382	503060.10	5061565.82	piano 1	FB	65	55	52.4	43.3
383	503122.04	5061585.45	piano 1	FB	65	55	46.1	37.7



**ESPOSTI - RUMORE AMBIENTALE FUTURO (PIANO PIU' ESPOSTO)**

N° Edificio	Coord X	Coord Y	Piano	Classe	Limite diurno (dBA)	Limite notturno (dBA)	Leq Diurno (dBA)	Leq Notturno (dBA)
1	502425.75	5060975.82	piano 1	FB	65	55	48.2	40.6
2	502433.08	5061016.14	piano 2	FB	65	55	51.4	43.9
3	502436.67	5061053.65	piano 1	FB	65	55	44.9	37.1
4	502447.24	5061034.44	piano 2	FB	65	55	52.5	44.9
5	502427.67	5061084.84	piano 1	FB	65	55	45.9	38.3
6	502407.61	5061015.02	p. terra	FB	65	55	39.4	31.9
7	502410.84	5061063.77	piano 1	FB	65	55	43.4	35.6
8	502424.83	5060934.05	piano 4	FB	65	55	54.5	47.2
9	502501.83	5061225.07	piano 1	FB	65	55	41.7	34.1
10	502653.16	5060634.29	piano 4	FB	65	55	52.2	45.1
11	502751.15	5060636.34	piano 3	FA	70	60	54.4	45.5
12	502491.29	5061052.57	piano 1	FA	70	60	56.9	49.4
13	502675.46	5061059.65	p. terra	FA	70	60	42.8	35.0
14	502463.20	5061058.32	piano 1	FA	70	60	47.2	39.7
15	502507.86	5061055.20	piano 1	FA	70	60	62.0	54.4
16	502629.78	5061061.71	piano 1	FA	70	60	52.5	45.0
17	502689.45	5061069.77	piano 1	FB	65	55	45.7	38.0
18	502585.98	5061065.91	piano 1	FA	70	60	67.5	60.0
19	502610.02	5061065.90	piano 1	FA	70	60	59.2	51.8
20	502649.67	5061085.40	piano 1	FA	70	60	52.4	44.9
21	502618.04	5061087.07	piano 1	FA	70	60	60.1	52.6
22	502595.15	5061085.57	piano 1	FA	70	60	67.3	59.8
23	502488.14	5061086.31	piano 1	FA	70	60	55.8	48.2
24	502666.17	5061094.02	piano 1	FA	70	60	50.8	43.3
25	502540.56	5061109.48	piano 2	FA	70	60	62.6	55.1
26	502645.97	5061107.35	piano 2	FA	70	60	58.1	50.7
27	502453.62	5061112.06	p. terra	FB	65	55	43.1	35.5
28	502571.00	5061124.05	piano 1	FA	70	60	65.2	57.7
29	502448.39	5061140.81	p. terra	FB	65	55	36.9	29.2
30	502543.45	5061157.44	piano 2	FA	70	60	57.1	49.6
31	502504.25	5061150.25	piano 1	FB	65	55	47.4	39.9
32	502657.62	5061184.29	piano 1	FA	70	60	66.0	58.6
33	502688.86	5061188.30	piano 3	FA	70	60	61.0	53.6
34	502541.23	5061195.31	piano 6	FA	70	60	57.3	49.7
35	502498.71	5061197.93	p. terra	FB	65	55	39.4	31.8
36	502676.66	5061138.16	piano 2	FA	70	60	55.4	47.9
37	502492.14	5061127.01	piano 1	FB	65	55	52.3	44.7
38	502750.54	5061181.25	piano 1	FB	65	55	50.3	42.5
39	502609.94	5061122.14	piano 1	FA	70	60	68.5	61.1
40	502693.90	5061086.46	piano 2	FB	65	55	48.7	41.1
41	502715.19	5061142.42	p. terra	FA	70	60	44.8	36.9
42	502562.25	5061098.92	piano 1	FA	70	60	66.4	59.0
43	502626.20	5061153.23	piano 1	FA	70	60	69.4	62.0
44	502474.79	5061116.32	piano 2	FB	65	55	54.2	46.6
45	502516.66	5061133.42	piano 1	FA	70	60	52.0	44.6
46	502640.70	5060896.10	piano 3	FB	65	55	59.3	50.8
47	502485.42	5060882.64	piano 1	FA	70	60	61.0	53.9
48	502572.22	5060875.58	piano 2	FA	70	60	59.3	52.2
49	502693.86	5060889.80	p. terra	FB	65	55	62.8	54.3
50	502600.08	5060897.41	piano 1	FA	70	60	53.8	46.2
51	502549.70	5060882.07	piano 2	FA	70	60	66.1	59.0
52	502623.32	5060905.56	piano 2	FA	70	60	59.2	50.8
53	502611.44	5060904.27	piano 2	FA	70	60	57.8	49.8
54	502544.68	5060911.01	piano 1	FA	70	60	69.2	62.2
55	502510.03	5060912.18	piano 2	FA	70	60	65.6	58.5
56	502568.50	5060914.29	p. terra	FA	70	60	56.7	49.6
57	502598.45	5060929.60	piano 1	FA	70	60	59.4	51.2
58	502494.54	5060942.79	piano 1	FA	70	60	57.3	50.2
59	502555.27	5060949.08	p. terra	FA	70	60	66.8	59.7
60	502464.26	5060942.90	p. terra	FA	70	60	48.2	41.1
61	502443.16	5060942.56	p. terra	FA	70	60	44.7	37.5
62	502583.12	5060960.56	piano 1	FA	70	60	63.3	55.3
63	502520.71	5060978.90	piano 1	FA	70	60	66.2	58.9
64	502518.66	5061008.55	p. terra	FA	70	60	63.4	55.9
65	502684.19	5061014.23	piano 2	FB	65	55	50.8	42.5
66	502656.61	5061029.42	piano 2	FA	70	60	52.2	44.2
67	502602.25	5061029.33	piano 1	FA	70	60	61.8	53.6
68	502517.98	5061038.60	piano 2	FA	70	60	66.0	58.5
69	502490.51	5061045.86	p. terra	FA	70	60	51.7	44.2
70	502729.34	5060926.81	piano 2	FA	70	60	51.8	43.3

71	502574.46	5061040.55	p. terra	FA	70	60	68.8	61.3
72	502519.25	5060940.26	piano 1	FA	70	60	66.7	59.6
73	502571.47	5060932.73	piano 1	FA	70	60	59.0	51.9
74	502633.23	5061029.32	piano 1	FA	70	60	53.3	45.0
75	502692.69	5060921.24	p. terra	FB	65	55	54.7	46.2
76	502747.27	5060938.86	piano 1	FA	70	60	51.9	43.0
77	502729.00	5061014.97	piano 1	FA	70	60	49.8	41.1
78	502462.10	5060973.22	piano 1	FA	70	60	52.8	45.2
79	502520.83	5060962.68	p. terra	FA	70	60	64.1	56.9
80	502483.89	5060962.12	piano 1	FA	70	60	55.5	48.2
81	502484.82	5061019.34	p. terra	FA	70	60	52.8	45.3
82	502550.83	5061258.86	p. terra	FB	65	55	41.8	34.2
83	502554.11	5061280.81	p. terra	FB	65	55	41.3	33.7
84	502545.60	5061216.02	piano 2	FA	70	60	48.4	40.9
85	502625.20	5061230.47	piano 1	FA	70	60	62.7	55.2
86	502632.78	5061263.49	piano 1	FA	70	60	59.7	52.3
87	502643.39	5061366.48	piano 1	FA	70	60	51.2	43.7
88	502672.79	5061278.95	piano 2	FA	70	60	65.8	58.3
89	502687.06	5061223.77	piano 2	FA	70	60	65.8	58.3
90	502600.55	5061304.96	piano 1	FB	65	55	47.5	39.9
91	502694.42	5061330.06	piano 2	FA	70	60	63.7	56.3
92	502595.04	5061276.80	piano 1	FA	70	60	46.8	39.2
93	502695.43	5061238.40	piano 1	FA	70	60	65.9	58.4
94	502771.80	5061225.55	piano 1	FA	70	60	52.2	44.5
95	502765.86	5061287.57	piano 2	FA	70	60	60.5	53.1
96	502748.28	5061485.94	piano 1	FA	70	60	62.5	55.0
97	502524.87	5061218.38	piano 2	FB	65	55	45.3	37.7
98	502397.48	5060632.41	piano 2	FB	65	55	48.0	40.9
99	502390.95	5060658.92	p. terra	FB	65	55	43.4	36.2
100	502395.97	5060644.68	piano 1	FB	65	55	48.0	40.9
101	502652.43	5060651.32	piano 4	FB	65	55	52.6	45.5
102	502579.07	5060706.12	p. terra	SCH	0	0	52.1	45.0
103	502701.94	5060699.17	piano 3	FB	65	55	50.4	41.4
104	502458.38	5060683.33	piano 1	FA	70	60	56.6	49.6
105	502434.58	5060684.56	p. terra	FA	70	60	46.9	39.8
106	502442.82	5060685.21	piano 1	FA	70	60	53.2	46.2
107	502473.84	5060692.16	p. terra	FA	70	60	58.5	51.4
108	502449.53	5060716.79	piano 1	FA	70	60	53.3	46.3
109	502468.87	5060710.89	piano 1	FA	70	60	57.0	49.9
110	502645.10	5060718.71	piano 3	FB	65	55	51.6	44.5
111	502540.12	5060754.97	piano 2	FA	70	60	65.2	58.2
112	502568.49	5060775.15	piano 3	FA	70	60	60.3	53.3
113	502611.06	5060758.28	piano 2	FA	70	60	50.7	43.6
114	502547.48	5060790.98	p. terra	FA	70	60	61.2	54.2
115	502505.21	5060790.48	piano 1	FA	70	60	67.3	60.3
116	502695.65	5060813.31	piano 4	FB	65	55	53.5	44.4
117	502544.12	5060823.57	piano 1	FA	70	60	65.6	58.6
118	502697.61	5060860.39	piano 5	FB	65	55	55.9	47.0
119	502501.28	5060826.94	piano 1	FA	70	60	65.4	58.3
120	502549.61	5060843.32	piano 1	FA	70	60	64.9	57.9
121	502632.27	5060854.95	piano 7	FB	65	55	55.9	48.1
122	502746.88	5060758.70	p. terra	FA	70	60	51.3	42.8
123	502645.42	5060837.13	piano 3	FB	65	55	48.5	40.1
124	502689.74	5060764.82	piano 4	FB	65	55	51.9	42.8
125	502734.47	5060731.22	p. terra	FA	70	60	47.8	39.3
126	502752.66	5060787.26	piano 1	FA	70	60	57.7	48.6
127	502766.49	5060776.52	piano 1	FA	70	60	60.0	50.9
128	502459.32	5060807.15	piano 3	FA	70	60	58.5	51.4
129	502718.48	5060854.11	p. terra	FA	70	60	50.9	42.4
130	502749.84	5060817.39	piano 2	FA	70	60	59.1	50.0
131	502493.96	5060709.48	piano 1	FA	70	60	66.4	59.4
132	502502.57	5060737.32	piano 1	FA	70	60	68.8	61.7
133	502496.54	5060812.32	p. terra	FA	70	60	61.8	54.8
134	502904.80	5061795.84	piano 2	FB	65	55	51.6	43.5
135	502846.84	5061795.55	p. terra	FB	65	55	39.7	31.4
136	502871.67	5060630.15	piano 1	FA	70	60	54.5	44.8
137	502769.92	5060638.48	piano 1	FA	70	60	57.0	48.3
138	502872.08	5060634.94	p. terra	FA	70	60	52.2	43.1
139	502881.34	5060633.06	piano 1	FA	70	60	50.3	40.9
140	502889.75	5060643.58	piano 1	FA	70	60	47.5	38.4
141	502846.35	5060650.42	piano 2	FA	70	60	62.2	52.5
142	502782.02	5060652.14	piano 1	FA	70	60	60.8	52.0
143	502921.90	5060655.28	piano 1	FB	65	55	46.0	37.2

144	502813.16	5060858.82	piano 1	FA	70	60	67.3	57.6
145	502717.78	5060887.70	p. terra	FA	70	60	63.6	55.0
146	502748.57	5060885.64	p. terra	FA	70	60	66.1	57.6
147	502840.04	5060881.80	p. terra	FA	70	60	51.4	42.5
148	502838.18	5060902.72	piano 1	FA	70	60	54.6	45.3
149	502813.79	5060890.71	p. terra	FA	70	60	70.1	60.1
150	502845.96	5060905.77	p. terra	FA	70	60	49.5	40.7
151	502772.88	5060908.74	piano 1	FA	70	60	62.0	53.0
152	502722.90	5060904.31	p. terra	FA	70	60	60.3	51.8
153	502820.09	5060928.16	p. terra	FA	70	60	69.6	59.5
154	502748.35	5060908.56	piano 1	FA	70	60	59.8	51.2
155	503010.02	5060925.12	piano 1	FB	65	55	54.1	39.2
156	502791.05	5060929.42	piano 1	FA	70	60	64.8	55.9
157	502773.31	5060924.10	piano 1	FA	70	60	59.5	50.6
158	503017.47	5060947.68	p. terra	FB	65	55	56.8	41.8
159	502997.67	5060943.13	p. terra	FB	65	55	44.5	30.6
160	502989.95	5060955.88	p. terra	FB	65	55	43.2	33.1
161	502727.13	5060952.54	p. terra	FA	70	60	45.5	37.2
162	503002.38	5060993.12	p. terra	FB	65	55	44.3	31.1
163	502876.88	5061002.43	piano 3	FA	70	60	57.2	48.1
164	502952.67	5061007.74	piano 1	FB	65	55	47.0	38.2
165	502902.12	5061014.04	piano 1	FA	70	60	49.8	40.8
166	502764.20	5061010.94	piano 3	FA	70	60	57.9	48.8
167	503026.12	5061019.39	piano 1	FB	65	55	54.4	39.6
168	503003.70	5061020.23	piano 1	FB	65	55	45.7	32.8
169	502972.53	5061028.22	piano 1	FB	65	55	47.0	38.4
170	502795.84	5061038.41	piano 1	FA	70	60	59.6	50.6
171	503015.49	5061038.15	p. terra	FB	65	55	46.9	32.3
172	502853.53	5061050.83	piano 1	FA	70	60	66.5	56.7
173	502892.56	5061050.45	piano 1	FA	70	60	54.6	45.3
174	502877.62	5061056.22	p. terra	FA	70	60	56.2	47.0
175	502985.97	5060884.12	piano 2	FB	65	55	46.6	32.3
176	503002.21	5060861.19	p. terra	FB	65	55	56.4	41.4
177	502716.87	5060926.25	piano 1	FA	70	60	54.9	46.4
178	503023.48	5060996.37	piano 1	FB	65	55	55.2	40.4
179	502731.07	5060902.61	piano 1	FA	70	60	61.7	53.1
180	502788.85	5061005.98	p. terra	FA	70	60	57.1	48.4
181	502752.80	5060847.94	piano 1	FA	70	60	58.7	49.6
182	502860.78	5061023.08	piano 2	FA	70	60	62.2	52.9
183	502727.28	5061059.15	p. terra	FA	70	60	45.1	36.8
184	502738.93	5060903.31	piano 1	FA	70	60	61.1	52.5
185	502814.55	5060878.38	p. terra	FA	70	60	68.3	58.4
186	502732.08	5060923.10	piano 1	FA	70	60	44.5	36.1
187	502827.01	5060865.55	p. terra	FA	70	60	58.3	49.0
188	503009.96	5060898.36	p. terra	FB	65	55	57.7	42.7
189	502727.60	5060683.85	piano 3	FA	70	60	51.0	42.0
190	502767.89	5060669.21	piano 1	FA	70	60	57.9	48.9
191	502857.89	5060672.79	piano 6	FA	70	60	57.6	48.2
192	502926.68	5060684.14	piano 2	FB	65	55	46.8	38.1
193	502766.94	5060686.58	piano 1	FA	70	60	57.5	48.6
194	502784.38	5060704.86	piano 2	FA	70	60	63.0	54.0
195	502911.28	5060715.04	piano 2	FB	65	55	46.4	37.5
196	502825.70	5060729.57	piano 1	FA	70	60	64.3	54.8
197	502769.42	5060749.04	piano 1	FA	70	60	60.2	51.2
198	502902.71	5060752.41	piano 1	FB	65	55	40.1	31.5
199	502896.09	5060739.17	piano 1	FA	70	60	40.5	31.9
200	502885.78	5060746.15	piano 1	FA	70	60	43.6	34.9
201	502840.69	5060765.34	piano 2	FA	70	60	60.3	51.0
202	502922.38	5060840.00	piano 1	FB	65	55	42.9	34.2
203	502978.56	5060846.44	piano 2	FB	65	55	47.9	33.2
204	502934.38	5060663.78	p. terra	FB	65	55	42.4	33.9
205	502927.10	5060664.80	p. terra	FB	65	55	43.5	35.0
206	502572.99	5060829.18	piano 3	FA	70	60	59.1	52.0
207	502829.68	5060676.42	p. terra	FA	70	60	67.0	56.8
208	502719.89	5060765.06	p. terra	FA	70	60	46.7	38.3
209	502716.06	5060791.01	p. terra	FA	70	60	48.5	40.2
210	502602.28	5060853.55	piano 1	FA	70	60	51.2	44.1
211	502747.79	5060695.09	piano 1	FA	70	60	49.0	40.3
212	502650.02	5060667.83	piano 1	FB	65	55	46.0	38.9
213	502721.01	5060814.26	piano 1	FA	70	60	51.3	42.5
214	502829.01	5060712.29	piano 1	FA	70	60	63.8	54.2
215	502607.11	5060809.16	piano 1	FA	70	60	48.0	40.9
216	502592.30	5060725.28	p. terra	SCH	0	0	50.0	43.0



217	502640.74	5060795.95	p. terra	FB	65	55	41.3	33.4
218	502717.91	5060732.59	p. terra	FA	70	60	45.8	37.5
219	502895.39	5060716.76	piano 1	FA	70	60	44.7	35.9
220	502869.71	5060721.62	piano 2	FA	70	60	48.9	39.8
221	502802.52	5061064.17	piano 1	FA	70	60	59.6	50.6
222	503032.68	5061065.75	piano 1	FB	65	55	53.7	38.8
223	502977.58	5061075.95	piano 1	FB	65	55	46.5	37.8
224	502736.32	5061126.16	piano 3	FB	65	55	50.9	42.9
225	502808.49	5061088.29	piano 1	FA	70	60	59.5	50.5
226	502778.86	5061103.73	piano 2	FA	70	60	54.0	45.0
227	503014.96	5061110.75	p. terra	FB	65	55	56.6	42.2
228	503000.02	5061113.41	p. terra	FB	65	55	56.9	42.6
229	502905.66	5061120.59	piano 3	FA	70	60	58.8	49.3
230	502950.91	5061122.92	piano 1	FA	70	60	56.6	43.7
231	502816.92	5061134.08	piano 1	FA	70	60	58.6	49.5
232	503014.55	5061132.44	piano 1	FB	65	55	53.1	39.4
233	502964.49	5061138.47	p. terra	FB	65	55	53.7	40.3
234	502847.09	5061152.81	piano 1	FA	70	60	64.5	55.6
235	502894.90	5061161.24	piano 2	FA	70	60	62.9	53.4
236	502727.39	5061177.30	piano 1	FA	70	60	51.1	43.5
237	502796.92	5061162.74	piano 1	FA	70	60	51.8	42.9
238	502982.02	5061176.27	p. terra	FB	65	55	48.3	39.6
239	502873.55	5061141.58	p. terra	FA	70	60	68.2	58.2
240	502653.78	5061137.51	piano 1	FA	70	60	57.9	50.4
241	502965.87	5061120.06	p. terra	FB	65	55	57.2	43.2
242	502945.53	5061164.12	piano 2	FA	70	60	56.6	47.0
243	502899.79	5061084.09	piano 1	FA	70	60	57.5	48.1
244	502930.95	5061231.78	piano 2	FA	70	60	64.6	55.1
245	502860.58	5061217.03	p. terra	FA	70	60	62.0	53.2
246	502834.63	5061237.25	piano 1	FA	70	60	57.4	48.3
247	502772.83	5061254.49	piano 1	FA	70	60	54.6	47.2
248	502837.34	5061256.43	piano 1	FA	70	60	54.9	45.9
249	502872.22	5061261.96	p. terra	FA	70	60	62.3	53.6
250	502810.68	5061282.57	piano 1	FA	70	60	51.6	43.5
251	502777.40	5061309.24	p. terra	FA	70	60	54.2	46.7
252	502753.50	5061333.66	piano 1	FA	70	60	67.4	60.0
253	502845.16	5061335.80	piano 2	FA	70	60	56.3	47.4
254	502789.08	5061356.13	piano 1	FA	70	60	63.2	55.8
255	502842.90	5061462.95	piano 2	FA	70	60	67.1	59.2
256	502866.01	5061498.77	piano 2	FA	70	60	68.0	60.0
257	502775.33	5061505.06	piano 1	FA	70	60	61.5	53.8
258	502881.40	5061523.30	piano 1	FA	70	60	68.5	60.4
259	502833.97	5061519.71	piano 1	FA	70	60	66.1	58.0
260	502783.13	5061332.79	piano 1	FA	70	60	60.3	52.9
261	502891.20	5061369.42	piano 1	FA	70	60	62.6	53.8
262	502881.82	5061313.31	piano 1	FA	70	60	63.6	54.8
263	502841.61	5061395.43	piano 3	FA	70	60	62.6	54.6
264	502809.02	5061384.91	piano 3	FA	70	60	63.5	56.1
265	502890.18	5061207.17	p. terra	FA	70	60	69.8	59.7
266	502843.54	5061306.57	p. terra	FA	70	60	51.3	42.9
267	502799.62	5061220.20	p. terra	FA	70	60	48.3	39.8
268	502827.79	5061191.22	piano 1	FA	70	60	55.9	46.7
269	502637.53	5061286.31	piano 1	FA	70	60	56.2	48.8
270	502661.15	5061262.32	piano 1	FA	70	60	65.4	58.0
271	502689.84	5061312.89	piano 1	FA	70	60	64.1	56.7
272	502726.02	5061355.72	piano 1	FA	70	60	65.7	58.3
273	502618.22	5061193.80	piano 2	FA	70	60	65.8	58.4
274	502922.66	5061504.76	piano 2	FA	70	60	63.7	54.9
275	502865.60	5061251.60	p. terra	FA	70	60	60.8	52.0
276	502875.39	5061294.04	piano 1	FA	70	60	63.4	54.6
277	502796.00	5061282.38	piano 1	FA	70	60	51.5	43.8
278	502851.67	5061189.65	piano 1	FA	70	60	63.4	54.5
279	502832.38	5061219.07	piano 1	FA	70	60	56.5	47.4
280	502925.69	5061562.76	piano 2	FA	70	60	64.4	56.2
281	502851.99	5061553.21	p. terra	FA	70	60	61.4	53.4
282	502985.28	5061569.04	p. terra	FA	70	60	60.9	51.8
283	502947.31	5061585.08	p. terra	FA	70	60	62.6	53.9
284	502899.44	5061602.13	piano 1	FA	70	60	68.1	60.0
285	502906.97	5061632.02	piano 2	FA	70	60	65.3	57.1
286	502818.29	5061647.98	piano 1	FB	65	55	56.9	47.2
287	502769.89	5061662.22	piano 2	FB	65	55	55.9	46.2
288	502939.94	5061672.40	piano 1	FA	70	60	66.4	58.2
289	502900.94	5061669.32	piano 1	FA	70	60	56.7	48.5

290	502828.94	5061674.29	p. terra	FB	65	55	47.4	38.9
291	502872.04	5061684.92	p. terra	FA	70	60	45.6	37.4
292	503023.15	5061694.97	piano 1	FA	70	60	67.6	59.0
293	502964.21	5061693.41	p. terra	FA	70	60	68.2	60.0
294	502829.79	5061708.34	piano 2	FB	65	55	49.2	40.9
295	502826.38	5061697.90	piano 2	FB	65	55	49.3	41.0
296	502914.99	5061702.09	piano 1	FA	70	60	55.8	47.6
297	502946.85	5061710.40	p. terra	FA	70	60	56.2	48.0
298	502988.04	5061738.86	piano 1	FA	70	60	67.5	59.4
299	502928.20	5061742.44	piano 1	FA	70	60	53.9	45.7
300	502905.74	5061745.41	piano 1	FA	70	60	49.1	40.9
301	502995.45	5061758.86	piano 1	FA	70	60	66.1	58.0
302	502850.17	5061761.11	piano 1	FB	65	55	45.2	37.1
303	502878.49	5061781.41	p. terra	FB	65	55	42.9	34.7
304	502794.33	5061778.24	piano 2	FB	65	55	44.0	35.1
305	502976.69	5061580.97	piano 1	FA	70	60	67.2	58.1
306	503028.78	5061705.59	piano 1	FA	70	60	66.7	58.5
307	502948.79	5061736.89	piano 1	FA	70	60	59.2	51.0
308	502925.13	5061713.25	piano 1	FA	70	60	56.0	47.8
309	502893.95	5061718.54	piano 1	FA	70	60	48.8	40.6
310	503017.74	5061647.22	piano 2	FA	70	60	64.8	56.0
311	502942.03	5061767.18	p. terra	FA	70	60	49.8	41.6
312	502909.45	5061713.74	piano 2	FA	70	60	55.0	46.7
313	502959.97	5061756.74	p. terra	FA	70	60	52.5	44.4
314	502943.72	5061622.55	piano 1	FA	70	60	70.2	62.1
315	502858.12	5061706.55	piano 1	FB	65	55	47.1	38.9
316	502822.68	5061719.83	piano 3	FB	65	55	48.8	40.5
317	502788.88	5061727.23	piano 3	FB	65	55	49.4	41.1
318	502801.87	5061724.59	piano 3	FB	65	55	49.1	40.7
319	502901.19	5061769.36	piano 2	FB	65	55	49.2	41.1
320	502863.64	5061731.66	piano 1	FB	65	55	46.2	38.1
321	502820.65	5061762.53	p. terra	FB	65	55	40.7	32.4
322	502895.57	5061545.41	piano 1	FA	70	60	68.7	60.6
323	503042.70	5060661.98	p. terra	FB	65	55	59.7	44.7
324	502966.06	5060663.29	p. terra	FB	65	55	41.3	32.8
325	503038.55	5060677.76	p. terra	FB	65	55	61.8	46.8
326	502955.08	5060679.70	piano 1	FB	65	55	41.6	33.3
327	503035.73	5060690.07	p. terra	FB	65	55	62.1	47.0
328	503003.35	5060694.18	piano 1	FB	65	55	45.4	31.2
329	503025.71	5060710.92	p. terra	FB	65	55	56.5	41.5
330	503005.81	5060716.62	p. terra	FB	65	55	41.1	27.5
331	503041.92	5060689.40	p. terra	FB	65	55	58.8	43.8
332	503042.00	5060633.11	p. terra	FB	65	55	49.8	34.9
333	502960.22	5060715.61	piano 1	FB	65	55	40.8	32.5
334	502995.24	5060681.20	piano 1	FB	65	55	42.6	30.8
335	502964.41	5060693.50	p. terra	FB	65	55	37.7	29.3
336	502988.35	5060714.35	p. terra	FB	65	55	37.1	27.7
337	503031.52	5060731.99	p. terra	FB	65	55	61.4	46.4
338	503030.21	5060758.99	p. terra	FB	65	55	56.4	41.5
339	503021.53	5060835.45	piano 1	FB	65	55	52.2	37.5
340	503024.33	5060847.88	p. terra	FB	65	55	49.9	35.3
341	503025.15	5060855.22	piano 1	FB	65	55	51.6	37.0
342	503029.52	5060905.06	piano 1	FB	65	55	53.1	38.4
343	503013.46	5061187.06	p. terra	FB	65	55	46.0	37.3
344	503078.58	5061214.14	piano 1	FB	65	55	47.7	38.9
345	503039.35	5060992.41	piano 1	FB	65	55	55.1	40.7
346	503029.60	5061622.74	p. terra	FA	70	60	55.7	47.1
347	503053.70	5061708.61	p. terra	FA	70	60	55.0	46.9
348	503054.44	5061720.24	p. terra	FA	70	60	55.1	47.0
349	503072.55	5061722.00	piano 1	FA	70	60	57.4	49.3
350	503074.29	5061655.65	piano 1	FA	70	60	55.1	46.6
351	503088.65	5061719.84	p. terra	FA	70	60	53.2	45.1
352	503102.84	5061648.21	piano 1	FB	65	55	48.3	40.0
353	503131.11	5061630.33	piano 1	FB	65	55	45.1	36.9
354	503136.32	5061646.38	piano 1	FB	65	55	47.4	39.2
355	503138.56	5061667.12	piano 1	FB	65	55	47.9	39.8
356	503200.15	5061645.33	piano 1	FB	65	55	42.9	34.8
357	503217.13	5061659.61	piano 1	FB	65	55	44.9	36.7
358	503243.43	5061667.04	piano 1	FB	65	55	41.4	33.3
359	503038.93	5061768.86	p. terra	FA	70	60	71.2	63.1
360	503162.07	5061597.20	piano 1	FB	65	55	43.8	35.4
361	503170.25	5061654.86	piano 1	FB	65	55	45.7	37.6
362	503101.01	5061625.30	piano 1	FB	65	55	49.1	40.7

363	503178.46	5061572.38	piano 1	FB	65	55	42.1	33.8
364	503051.48	5061791.80	p. terra	FA	70	60	70.8	62.7
365	503066.77	5061603.80	piano 1	FA	70	60	50.2	41.6
366	503071.26	5061624.54	piano 1	FA	70	60	52.6	44.1
367	503103.64	5061662.54	piano 1	FA	70	60	49.5	41.2
368	503075.69	5061669.20	piano 1	FA	70	60	55.2	46.7
369	503168.10	5061672.21	piano 1	FB	65	55	47.4	39.2
370	503090.12	5061576.45	piano 1	FB	65	55	47.9	39.0
371	503211.77	5061674.75	piano 1	FB	65	55	46.0	37.9
372	503042.64	5061728.68	p. terra	FA	70	60	66.2	58.1
373	503313.16	5061729.73	piano 3	FB	65	55	44.8	36.7
374	503255.99	5061734.34	piano 1	FB	65	55	45.6	37.5
375	503164.09	5061519.20	piano 2	FB	65	55	46.0	35.5
376	503146.18	5061527.98	piano 2	FB	65	55	49.0	38.4
377	503119.99	5061525.78	piano 1	FB	65	55	51.5	37.7
378	503086.99	5061527.77	piano 1	FB	65	55	54.6	41.0
379	503118.46	5061544.55	piano 1	FB	65	55	47.7	36.9
380	503058.24	5061540.31	piano 1	FB	65	55	54.3	42.5
381	503089.21	5061542.90	piano 1	FB	65	55	49.8	38.5
382	503060.10	5061565.82	piano 1	FB	65	55	52.3	43.1
383	503122.04	5061585.45	piano 1	FB	65	55	46.1	37.6



**SUPERAMENTI - RUMORE AMBIENTALE ATTUALE (PIANO PIU' ESPOSTO)**

N° Edificio	Coord X	Coord Y	Piano	Classe	Limite diurno (dBA)	Limite notturno (dBA)	Leq Diurno (dBA)	Leq Notturmo (dBA)	Superamento diurno	Superamento notturno
39	502609.94	5061122.14	piano 1	FA	70	60	68.5	61.1	NO	1.1
43	502626.20	5061153.23	piano 1	FA	70	60	69.4	62.0	NO	2.0
54	502544.68	5060911.01	piano 1	FA	70	60	69.3	62.2	NO	2.2
71	502574.46	5061040.55	p. terra	FA	70	60	69.2	62.0	NO	2.0
132	502502.57	5060737.32	piano 1	FA	70	60	68.8	61.7	NO	1.7
149	502813.79	5060890.71	p. terra	FA	70	60	67.1	61.1	NO	1.1
364	503051.48	5061791.80	p. terra	FA	70	60	70.8	62.8	NO	2.8

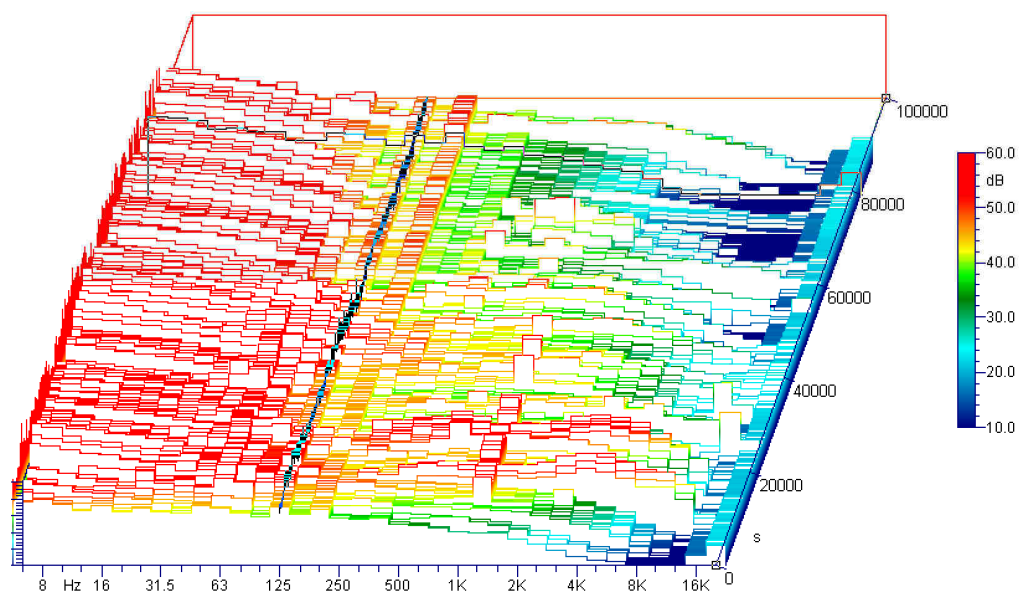
**SUPERAMENTI - RUMORE AMBIENTALE FUTURO (PIANO PIU' ESPOSTO)**

N° Edificio	Coord X	Coord Y	Piano	Classe	Limite diurno (dBA)	Limite notturno (dBA)	Leq Diurno (dBA)	Leq Notturmo (dBA)	Superamento diurno	Superamento notturno
39	502609.94	5061122.14	piano 1	FA	70	60	68.5	61.1	NO	1.1
43	502626.20	5061153.23	piano 1	FA	70	60	69.4	62.0	NO	2.0
54	502544.68	5060911.01	piano 1	FA	70	60	69.2	62.2	NO	2.2
71	502574.46	5061040.55	p. terra	FA	70	60	68.8	61.3	NO	1.3
132	502502.57	5060737.32	piano 1	FA	70	60	68.8	61.7	NO	1.7
314	502943.72	5061622.55	piano 1	FA	70	60	70.2	62.1	NO	2.1
359	503038.93	5061768.86	p. terra	FA	70	60	70.9	63.1	NO	3.1
364	503051.48	5061791.80	p. terra	FA	70	60	70.8	62.7	NO	2.7

---

**Allegato 03 – Contenuti tecnici**





## ALLEGATO TECNICO

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>DEFINIZIONI TECNICHE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CRITERI DI VALUTAZIONE .....</b>	<b>7</b>
2.1	I LIMITI ASSOLUTI DI ZONA .....	7
2.2	IL CRITERIO DIFFERENZIALE .....	9
2.2.1	Generalità.....	9
	Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo .....	9
	Circolare 6 settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente.....	10
<b>3</b>	<b>TEORIA DELL'INTENSITÀ SONORA.....</b>	<b>11</b>
3.1.1	Rilievo dell'intensità sonora.....	13
3.1.2	Limitazioni nel rilievo dell'intensità sonora.....	16
3.1.3	Applicazioni dell'intensità sonora.....	20
3.1.4	Le misure eseguite sulle sorgenti.....	23
<b>4</b>	<b>MODELLISTICA MATEMATICA SUL RUMORE .....</b>	<b>25</b>
	GRANDEZZE CONSIDERATE AI FINI DELL'ATTENUAZIONE ACUSTICA.....	25
4.1	SPECIFICHE DEL MODELLO MATEMATICO USATO .....	27
4.1.1	Tecnica di ritracciamento dei raggi (Raytracing).....	27
4.1.2	Le tipologie di sorgenti .....	28
4.1.3	La diffrazione degli ostacoli.....	29
4.1.4	L'assorbimento di elementi .....	30
4.1.5	Quote di calcolo delle mappe.....	30
4.2	RIFERIMENTI NORMATIVI DEL MODELLO UTILIZZATO .....	31
<b>5</b>	<b>ACCURATEZZA DELLE MISURE E DELLE SIMULAZIONI .....</b>	<b>32</b>
5.1	ACCURATEZZA DELLE MISURE ACUSTICHE.....	32
5.1.1	Incertezza dello strumento .....	32
5.1.2	Incertezza della parte microfonica .....	32
5.1.3	Variabilità delle condizioni emissive della sorgente .....	32
5.1.4	Variabilità delle condizioni atmosferiche .....	32
5.1.5	Direttività dell'onda acustica incidente .....	33
5.1.6	Campo sonoro nel punto di misura .....	33
5.1.7	Calcolo delle incertezze associate alle misure.....	33
5.2	ACCURATEZZA DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE .....	33
5.2.1	Tipo di modello e utilizzo dello stesso .....	34
5.2.2	Dati di potenza sonora delle sorgenti.....	34
5.2.3	Dati non considerati nei modelli .....	34
5.2.4	Inserimento dati morfologici .....	34
5.2.5	Riferimenti normativi del modello .....	35
5.2.6	Scelta dei parametri di calcolo .....	35
5.2.7	Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni.....	36
5.3	MIGLIORAMENTO DELL'ACCURATEZZA .....	37
5.4	QUALI PARAMETRI MISURARE .....	38
5.5	LA DURATA DELLE MISURE .....	38
5.6	IL LIVELLO DI ACCURATEZZA.....	38

## 1 Definizioni tecniche

### *Inquinamento acustico*

Introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle altre attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

### *Ambiente abitativo*

Ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane; vengono esclusi gli ambienti di lavoro salvo quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti esterne o interne non connesse con attività lavorativa propria.

### *Ambiente di lavoro*

E' un ambiente confinato in cui operano uno o più lavoratori subordinati, alle dipendenze sotto l'altrui direzione, anche al solo scopo di apprendere un'arte, un mestiere od una professione.

Sono equiparati a lavoratori subordinati i soci di enti cooperativi, anche di fatto, e gli allievi di istituti di istruzione o laboratori-scuola.

### *Rumore*

Qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente.

### *Sorgente sonora*

Qualsiasi oggetto, dispositivo, macchina, impianto o essere vivente, atto a produrre emissioni sonore.

### *Sorgente specifica*

Sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.

### *Tempo a lungo termine ( $T_L$ )*

Rappresenta un insieme sufficientemente ampio di  $T_R$  all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di  $T_L$  è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità a lungo periodo.

### *Tempo di riferimento ( $T_R$ )*

Rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le ore 6.00 e le ore 22.00 e quello notturno compreso tra le ore 22.00 e le ore 6.00.



### *Tempo di osservazione ( $T_O$ )*

E' un periodo di tempo compreso in  $T_R$  nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.

### *Tempo di misura ( $T_M$ )*

All'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura ( $T_M$ ) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

### *Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A" $L_{AS}$ , $L_{AF}$ , $L_{AI}$*

Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A"  $L_{pA}$  secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

### *Livelli dei valori massimi di pressione sonora $L_{ASmax}$ , $L_{AFmax}$ , $L_{AImax}$*

Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

### *Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A"*

Valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \quad dB(A)$$

dove  $L_{Aeq}$  è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante  $t_1$  e termina all'istante  $t_2$ ;  $P_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa);  $p_0$  20  $\mu$ Pa è la pressione sonora di riferimento.

### *Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine $TL$ ( $L_{A,qTL}$ )*

Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine ( $L_{AeqTL}$ ) può essere riferito:

- al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo TL, espresso dalla relazione

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,Tr})} \right] \quad dB(A)$$

essendo N i tempi di riferimento considerati.

- al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un TM di 1 ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. ( $L_{Aeq,TL}$ ) rappresenta il livello continuo equivalente di

pressione sonora ponderata “A” risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TM})_i} \right] \quad dB(A)$$

dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell’ i-esimo TR.

E’ il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

*Livello sonoro di un singolo evento LAE, (SEL)*

E’ dato dalla formula

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad dB(A)$$

dove:

$t_2 - t_1$  è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l’evento;

$t_0$  è la durata di riferimento (1 s)

*Livello di rumore ambientale (LA)*

E’ il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall’insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l’esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. E’ il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

- 1) nel caso dei limiti differenziali, è riferito a  $T_M$
- 2) nel caso di limiti assoluti è riferito a  $T_R$

*Livello di rumore residuo (LR)*

E’ il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

*Livello differenziale di rumore (LD)*

$$L_D = (L_A - L_R) \quad dB(A)$$

*Livello di emissione*

E’ il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, dovuto alla sorgente specifica. E’ il livello che si confronta con i limiti di emissione.

### *Fattore correttivo ( $K_i$ )*

E' la correzione in dB(A) introdotta per tenere conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

- per la presenza di componenti impulsive  $K_I = 3 \text{ dB}$
- per la presenza di componenti tonali  $K_T = 3 \text{ dB}$
- per la presenza di componenti in bassa frequenza  $K_B = 3 \text{ dB}$

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

### *Presenza di rumore a tempo parziale*

Esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 ore il valore del rumore ambientale, misurato in  $L_{eq}(A)$  deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il  $L_{eq}(A)$  deve essere diminuito di 5 dB(A).

### *Livello di rumore corretto ( $L_C$ )*

E' definito dalla relazione

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B \quad \text{dB(A)}$$



## 2 Criteri di valutazione

### 2.1 I limiti assoluti di zona

Il D.P.C.M. 1/3/91 e il successivo D.P.C.M. 14/11/97 prevedono la classificazione del territorio comunale in zone di sei classi:

#### *Classe I - Aree particolarmente protette*

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

#### *Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale*

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.

#### *Classe III - Aree di tipo misto*

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

#### *Classe IV - Aree di intensa attività umana*

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.

#### *Classe V - Aree prevalentemente industriali*

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali con scarsità di abitazioni.

#### *Classe VI - Aree esclusivamente industriali*

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali prive di insediamenti abitativi.

Viene poi fissata una suddivisione dei livelli massimi in relazione al periodo di emissione del rumore, definito dal decreto come "Tempo di riferimento":

- *periodo diurno dalle ore 6.00 alle ore 22.00;*
- *periodo notturno dalle ore 22.00 alle ore 6.00.*

I limiti massimi di immissione prescritti nel D.P.C.M. 14/11/97, fissati per le varie aree, sono rappresentati nella tabella seguente

<b>Classe di destinazione d'uso del territorio</b>	<b>Periodo diurno (6-22)</b>	<b>Periodo notturno (22-6)</b>
<i>Classe I - Aree particolarmente protette</i>	50 dBA	40 dBA
<i>Classe II - Aree destinate ad uso residenziale</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe III - Aree di tipo misto</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Classe V - Aree prevalentemente industriali</i>	70 dBA	60 dBA
<i>Classe VI - Aree esclusivamente industriali</i>	70 dBA	70 dBA

*Limiti massimi di immissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97)*

Mentre, per quel che riguarda i limiti di emissione (misurati in prossimità della sorgente sonora) abbiamo i seguenti limiti.

<b>Classe di destinazione d'uso del territorio</b>	<b>Periodo diurno (6-22)</b>	<b>Periodo notturno (22-6)</b>
<i>Classe I - Aree particolarmente protette</i>	45 dBA	35 dBA
<i>Classe II - Aree destinate ad uso residenziale</i>	50 dBA	40 dBA
<i>Classe III - Aree di tipo misto</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe V - Aree prevalentemente industriali</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Classe VI - Aree esclusivamente industriali</i>	65 dBA	65 dBA

*Limiti massimi di emissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97)*

I livelli di pressione sonora, ponderati con la curva di pesatura A, devono essere mediati attraverso il Livello Equivalente (Leq).

In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla tabella precedente, si applicano per le sorgenti fisse i limiti di accettabilità (art. 6 D.P.C.M. 1/3/91) riportati nella tabella seguente.

<b>Classe di destinazione d'uso del territorio</b>	<b>Periodo diurno (6-22)</b>	<b>Periodo notturno (22-6)</b>
<i>Tutto il territorio nazionale</i>	70 dBA	60 dBA
<i>Zona A (art. 2 D.M. n. 1444/68)</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Zona B (art. 2 D.M. n. 1444/68)</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Aree esclusivamente industriali</i>	70 dBA	70 dBA

*Limiti massimi per le diverse aree in attesa di zonizzazione (D.P.C.M. 1/3/91)*

## **2.2 Il criterio differenziale**

### **2.2.1 Generalità**

Questo tipo di criterio è un ulteriore parametro di valutazione che si applica alle zone non esclusivamente industriali che si basa sulla differenza di livello tra il “rumore ambientale” e il “rumore residuo”.

Il “rumore ambientale” viene definito come il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A del rumore presente nell’ambiente con la sovrapposizione del rumore relativo all’emissione delle sorgenti disturbanti specifiche. Mentre con “rumore residuo” si intende il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A presente senza che siano in funzione le sorgenti disturbanti specifiche.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante il periodo notturno;
- se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante il periodo notturno.

Non si dovrà tenere conto di eventi eccezionali in corrispondenza del luogo disturbato.

Le differenze ammesse tra il livello del “rumore ambientale” e quello del “rumore residuo” misurati nello stesso modo non devono superare i 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA nel periodo notturno.

La misura deve essere eseguita nel “tempo di osservazione” del fenomeno acustico.

Con il termine “tempo di osservazione” viene inteso il periodo, compreso entro uno dei tempi di riferimento (diurno, notturno), durante il quale l’operatore effettua il controllo e la verifica delle condizioni di rumorosità. Nella misura del “rumore ambientale” ci si dovrà basare su un tempo significativo ai fini della determinazione del livello equivalente e comunque la misura dovrà essere eseguita nel periodo di massimo disturbo.

### **Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo**

Secondo l’articolo 2 del decreto 11.12.1996 “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a



ciclo produttivo continuo”, si intende per impianto a ciclo produttivo continuo:

- quello di cui non è possibile interrompere l'attività senza provocare danni all'impianto stesso, pericolo di incidenti o alterazioni del prodotto o per necessità di continuità finalizzata a garantire l'erogazione di un servizio pubblico essenziale;
- quello il cui esercizio è regolato da contratti collettivi nazionali di lavoro o da norme di legge, sulle ventiquattro ore per cicli settimanali, fatte salve le esigenze di manutenzione.

Inoltre si intende per impianto a ciclo produttivo continuo esistente quello in esercizio o autorizzato all'esercizio o per il quale sia stata presentata domanda di autorizzazione all'esercizio precedente all'entrata in vigore del decreto (15 giorni dopo la pubblicazione del decreto nella Gazzetta Ufficiale, avvenuta il 4 marzo 1997).

Secondo l'articolo 3 dello stesso decreto, gli impianti a ciclo produttivo continuo esistenti hanno l'obbligo del rispetto del criterio differenziale solo quando non siano rispettati i valori limite assoluti di zona. Se i valori limite assoluti di zona sono rispettati, questi impianti non devono rispettare il criterio differenziale; se invece i valori limite assoluti non sono rispettati, dovranno realizzare di un piano di risanamento acustico finalizzato anche al rispetto dei valori limite differenziali.

#### **Circolare 6 settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente.**

**“Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.”**

Al punto 6 di tale Circolare viene specificato che:

“Si precisa infine che nel caso di impianto esistente oggetto di modifica (ampliamento, adeguamento ambientale, etc.), non espressamente contemplato dall'art. 3 del decreto ministeriale 11 dicembre 1996, l'interpretazione corrente della norma si traduce nell'applicabilità del criterio differenziale limitatamente ai nuovi impianti che costituiscono la modifica.”

### 3 Teoria dell'intensità sonora.

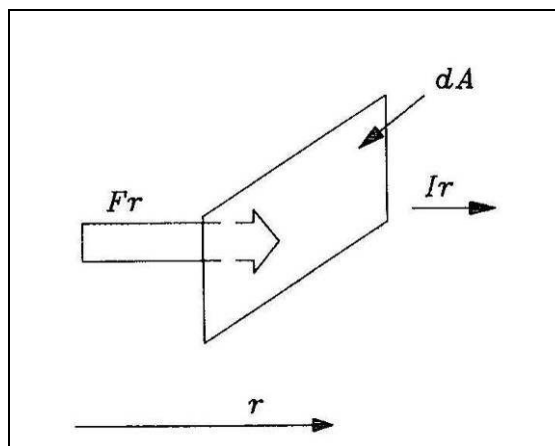
I primi studi sull'intensità sonora risalgono agli anni trenta (H.F. OLSON) ma è solo con l'avvento delle misure eseguite con tecniche di analisi in tempo reale che si sono potuti realizzare studi più approfonditi.

Il rilevamento di questa grandezza rende possibile la quantificazione dell'energia sonora emessa da una sorgente, e uno studio approfondito sulle caratteristiche di emissione della stessa.

L'intensità sonora (anche chiamata flusso di energia sonora), come abbiamo già visto precedentemente, è una grandezza vettoriale che descrive la quantità di flusso dell'energia sonora in una certa direzione.

Dal punto di vista fisico si differenzia notevolmente dalla pressione sonora (parametro a cui siamo certamente più abituati) perché quest'ultima è una grandezza scalare e non ci fornisce nessuna informazione di tipo direzionale.

Essendo un'energia che attraversa una superficie in un certo tempo, come nella seguente figura,



*Forza che agisce su una superficie*

dimensionalmente l'intensità sonora verrà misurata in  $\text{W/m}^2$ .

Senza considerare una particolare direzione l'intensità sonora sarà data dalla relazione:

$$I = p \cdot u \quad [\text{W/m}^2]$$

dove:

$p$  = valore di pressione sonora;

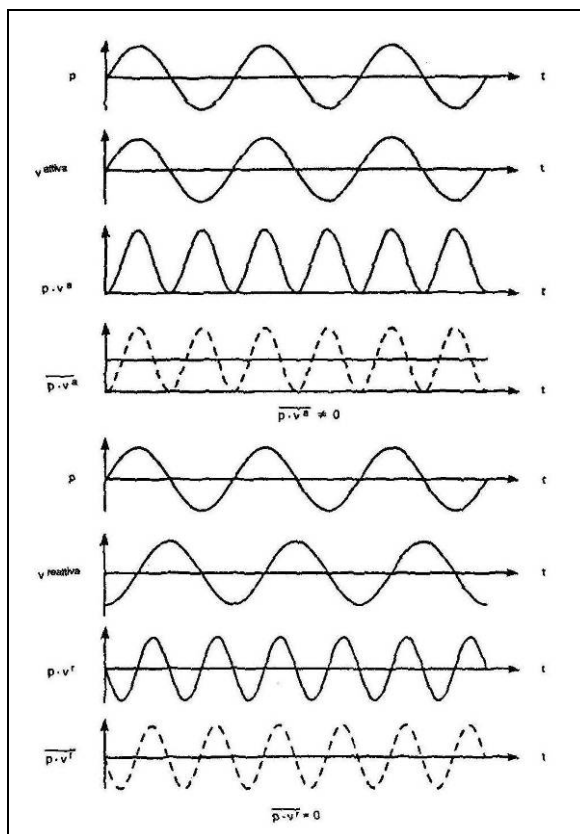
$u$  = velocità delle particelle.

Attenzione però, questo è vero solo nel caso in cui la velocità delle particelle non abbia delle componenti di tipo continuo (che non esista flusso d'aria).

Queste componenti possono essere evitate, entro certi limiti, attraverso l'uso di appositi schermi controvento.

Una delle particolarità dell'intensità sonora è la possibilità di distinguere la parte attiva del campo sonoro da quella reattiva: per parte attiva, si intende il campo sonoro creato da un'onda in assenza di riflessioni (campo libero) e per parte reattiva il campo sonoro determinato dalle continue riflessioni dell'onda (campo riverberante).

Possiamo immaginare queste due componenti presenti nella velocità ( $u$ ) delle particelle sfasate tra di loro di  $90^\circ$ ; come nella figura seguente.



*Andamenti dell'intensità sonora in relazione alla reattività del campo acustico*

Si può notare come la parte reattiva, in quanto risultato del prodotto tra pressione e velocità eseguito come nella relazione precedente, dia un risultato nullo.

La possibilità di rilevare queste due componenti era fino ad oggi impossibile da realizzare con i normali mezzi di misura in uso, in particolare con i fonometri, perché la pressione sonora misurata è il contributo dei due campi (attivo e reattivo) e modificando la direzione di rilevamento del microfono i dati non cambiano, proprio perché la sua risposta spaziale deve essere omnidirezionale.



### 3.1.1 Rilievo dell'intensità sonora.

La direzionalità dei rilievi di intensità sonora viene sfruttata completamente in due principali applicazioni:

- 1) misura della potenza sonora;
- 2) ricerca dei punti di emissione di una sorgente.

Prima di entrare nel merito di queste applicazioni chiariamo come sia possibile sfruttare la teoria per realizzare un sistema di rilievo dell'intensità sonora.

Tornando, brevemente, alla relazione espressa dalla formula si può notare come per ottenere il valore di intensità sonora bisogna conoscere sia la pressione sonora che la velocità delle particelle, però mentre è molto semplice ottenere i valori di pressione con i mezzi usuali cioè con sistemi microfonic a condensatore, più complesso diventa il rilievo della seconda grandezza.

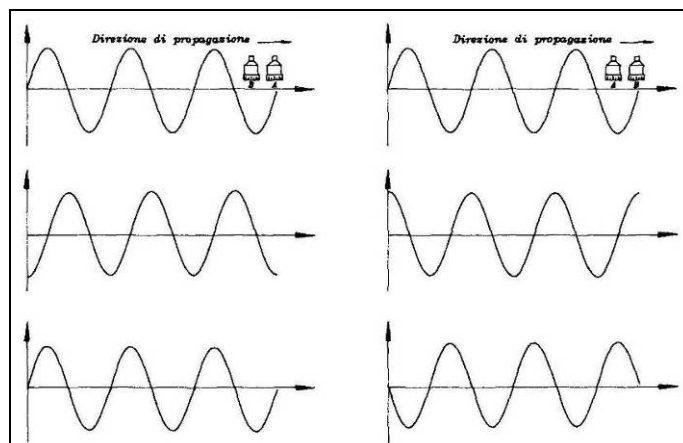
Uno dei metodi di indagine sulla velocità delle particelle è dato dall'uso di un anemometro a filo caldo con altissima sensibilità di risposta. Le difficoltà nell'applicare una simile metodica stanno nella limitata dinamica e soprattutto nella impossibilità di utilizzo per le normali misure ambientali, l'apparato è infatti sufficientemente delicato da limitarne l'uso quasi esclusivamente ad applicazioni di laboratorio.

Ricordando le considerazioni fatte dove si analizzavano i legami tra pressione sonora e velocità delle particelle potremo ricavare quest'ultima grandezza dalla prima attraverso un processo di integrazione dei valori di pressione presi in due punti abbastanza vicini.

Quanto è lecita un'approssimazione simile?

Sicuramente è valida se la separazione tra i due punti ( $\Delta r$ ) è molto più piccola della lunghezza d'onda del suono analizzato.

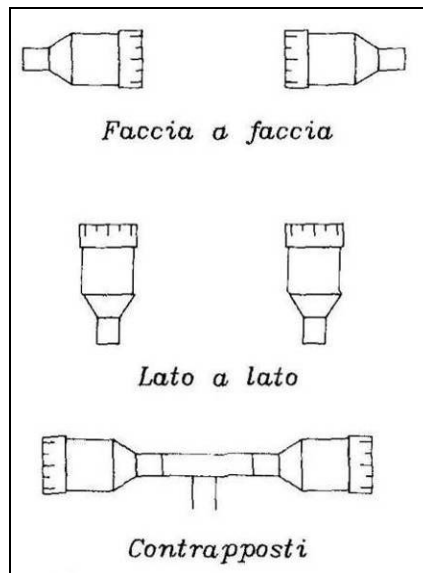
La misura della pressione nei due punti A e B viene svolta con due microfoni ravvicinati ed il segno (positivo o negativo) dell'intensità sonora viene determinato dalla reciproca posizione degli stessi, come riportato nella seguente figura.



### *Risposta dei microfoni accoppiati nel campo sonoro*

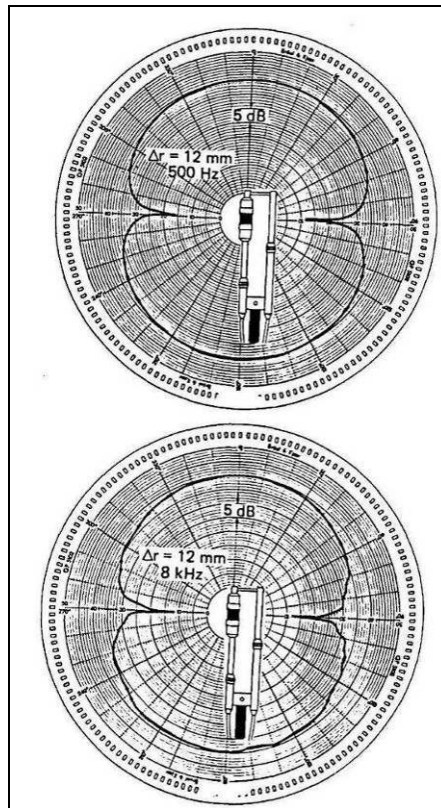
Le indicazioni sul segno che otteniamo dal prodotto tra  $p$  e  $u$  dipenderanno anche dalla direzione dell'onda sonora, per cui nella direzione di provenienza noi otterremo sempre un massimo che sarà positivo se si prende come riferimento il microfono più vicino alla sorgente, mentre avremo un valore negativo se la sonda viene posizionata in senso contrario.

Le tecniche di posizionamento dei due microfoni sono di diverso tipo e fanno capo a diverse scuole; ognuno di essi posseggono vantaggi e svantaggi. Noi analizzeremo solo quella più diffusa e precisa che vede i due microfoni affacciati l'uno all'altro (face-to-face) come rappresentato nella figura sottostante.



*Diversi tipi di posizionamento dei microfoni*

La risposta direzionale della sonda così composta viene riportata nella seguente figura,

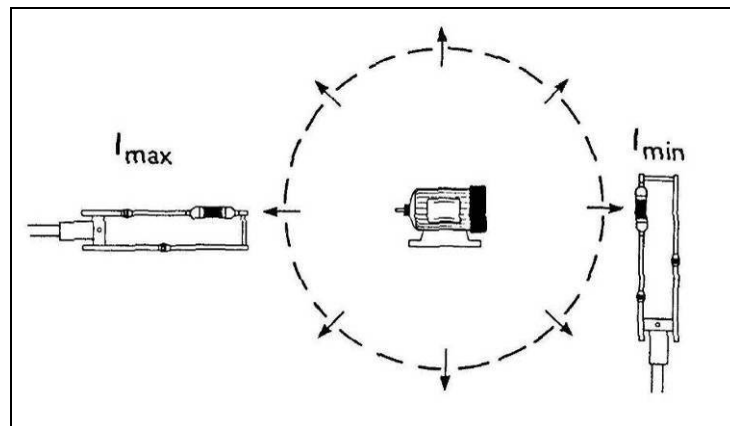


*Diagramma polare della risposta della sonda intensimetrica*

dove possiamo notare la principale caratteristica di omnidirezionalità. Nella direzione della freccia abbiamo un minimo di lettura per cui nel passaggio materiale della sonda sulla sorgente si avrà in successione una lettura del microfono A, il minimo di lettura, una lettura da parte del microfono B. Questo fa sì che, quando la direzione di provenienza dell'onda è quella indicata dalla freccia in figura, il livello letto, dalla sonda, tende a essere molto piccolo.

Spostando questa sonda rispetto ad una sorgente fissa otterremo in un certo istante un brusco cambiamento di lettura strumentale, segno che la pressione rilevata prima dal microfono A e successivamente dal microfono B ora viene letta prima dal microfono B e poi da A.

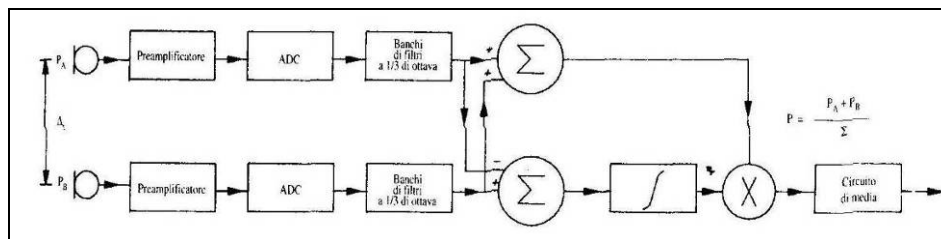
Il punto in cui avviene questo cambiamento di direzione ci indica una delle tre coordinate cartesiane spaziali necessarie per l'individuazione della sorgente come riportato nella seguente figura.



*Direzionalità della sonda intensimetrica*

Interpolando i dati così ottenuti si potranno costruire delle mappe di emissione sonora di cui più avanti vedremo alcuni esempi.

Il circuito elettronico che esegue questo calcolo è descritto nella figura seguente.



*Schema a blocchi di un misuratore di intensità sonora*

Si possono osservare i due distinti canali A e B che vengono da un lato sommati e dall'altro sottratti, infine dopo alcune operazioni i valori risultanti vengono moltiplicati ottenendo il valore dell'intensità sonora. Questo valore di intensità viene fornito filtrato in terzi di ottava o in ottave attraverso una serie di filtri digitali.

Questo è sicuramente un metodo molto diretto e non richiedendo molti passaggi, può essere considerato come un rilievo di intensità in tempo reale.

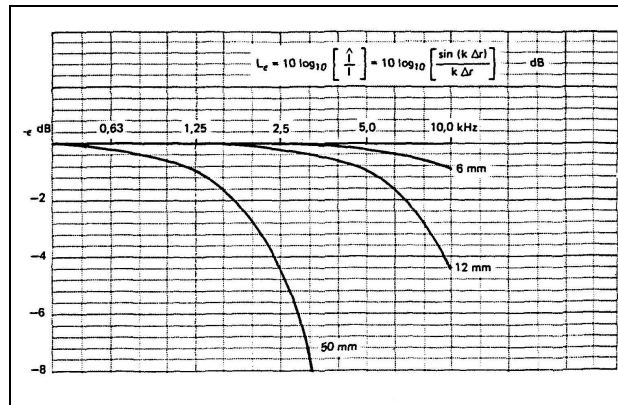
Esiste un altro metodo, per eseguire il rilievo dell'intensità sonora, che si basa sull'uso di un analizzatore in tempo reale a due canali con tecnica FFT (trasformata veloce di Fourier). In questo caso le frequenze vengono sintetizzate attraverso algoritmi matematici per cui viene rallentato notevolmente il calcolo dell'intensità sonora stessa.

### 3.1.2 Limitazioni nel rilievo dell'intensità sonora.

Si è già accennato alla prima grande limitazione della misura dell'intensità sonora: considerare un intervallo discreto  $\Delta r$  al posto di uno continuo. E' evidente infatti che le approssimazioni ottenute introducendo variazioni discrete al posto di una derivata continua nel calcolo della velocità particellare, sono valide solo se la lunghezza d'onda misurata è molto più grande del  $\Delta r$  che separa i microfoni.

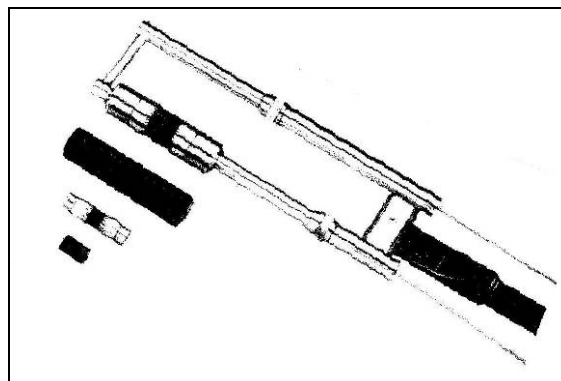


I problemi iniziano quindi a sorgere per lunghezze d'onda piccole cioè in alta frequenza. Se possiamo esprimere l'errore di misura commesso in funzione delle frequenze per diverse distanze a cui vengono posti i microfoni otteniamo l'andamento descritto nel grafico seguente.

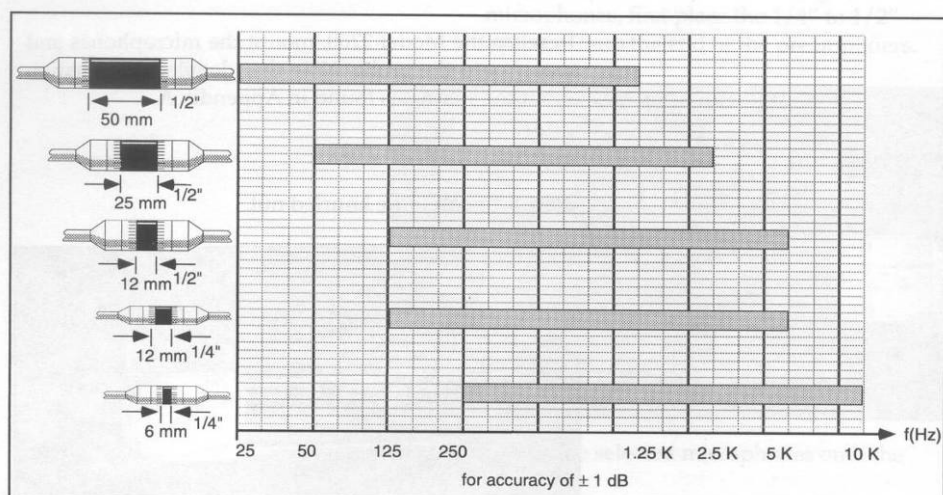


*Limite alle alte frequenze in relazione allo spaziatore usato*

Per poter misurare campi di frequenze diversi si possono quindi adottare diversi spaziatori e diversi tipi di microfoni come questi riportati nelle figure seguenti.



*Sonda intensimetrica e spaziatori*



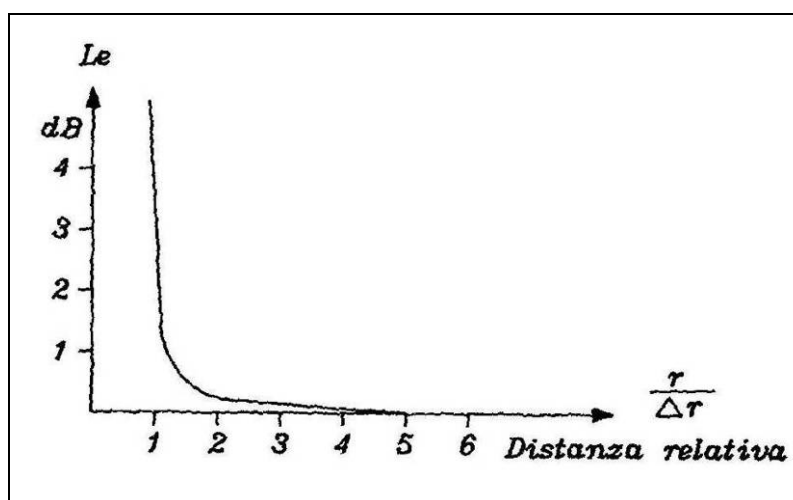
### *Campo di misura in frequenza in relazione alla diversa distanza tra i due microfoni*

Come si può notare la possibilità di misurare frequenze alte viene notevolmente migliorata con l'adozione di microfoni da 1/4 di pollice e spaziatori molto piccoli.

Un secondo errore lo si può avere nella misura dell'intensità sonora in campo vicino.

In effetti, supponendo la sorgente puntiforme e con un tipo di irradiazione a monopolo, quando la misura viene eseguita a distanze paragonabili a quelle dello spaziatore tra i due microfoni si può incorrere in grossolani errori.

Rappresentando l'errore commesso in funzione del rapporto  $r/\Delta r$  otteniamo il seguente grafico.



*Errore dovuto alla distanza relativa*

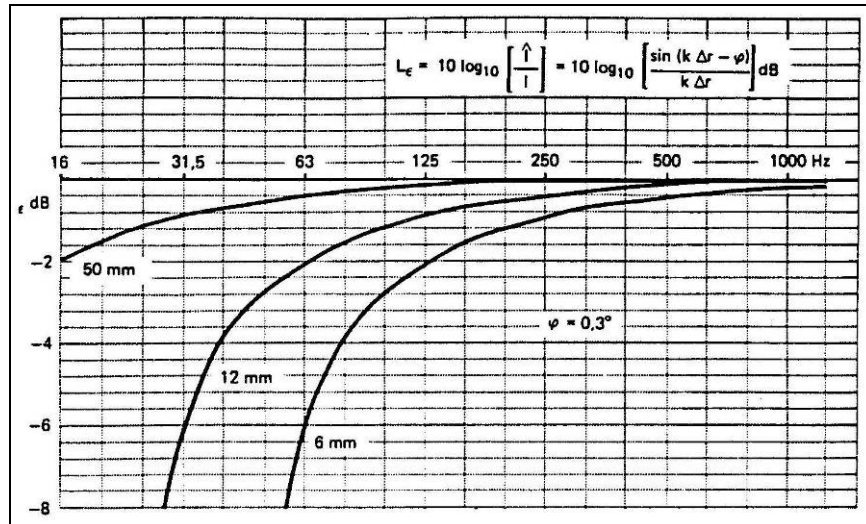
La distanza minima di misura, per non commettere errori, si differenzia a seconda del tipo di emissione sonora e aumenta con l'allontanarsi dalle condizioni di sorgente monopolo, come si può notare nella tabella seguente.

Tipo di sorgente	Errore di prossimità minore di 1 (dB)
Monopolo	$> 1.1 r$
Dipolo	$> 1.6 r$
Quadrupolo	$> 2.3 r$

*Errore in decibel legato al tipo di irradiazione della sorgente*

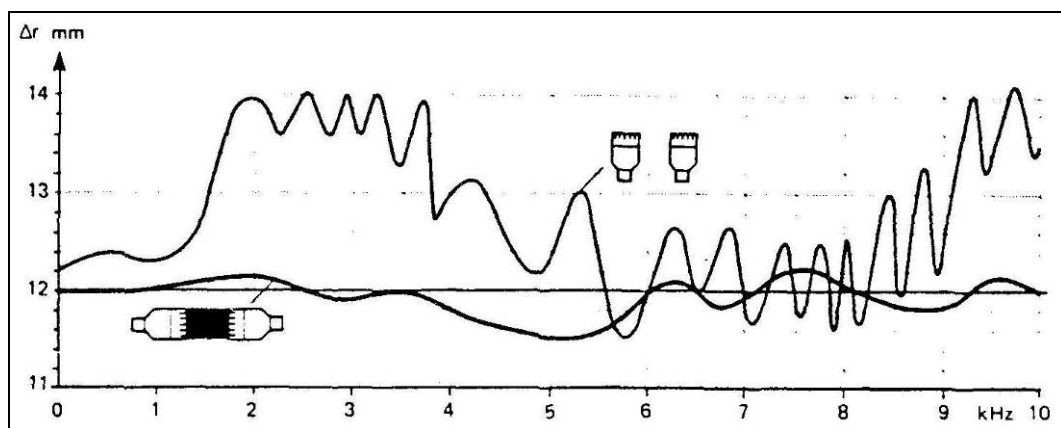
Uno dei problemi fondamentali nel rilievo dell'intensità sonora, rimane comunque la, sempre presente, differenza di fase tra i due canali alle diverse frequenze. Questa differenza si può avere sia sulla parte elettronica, che comunque è sempre più controllabile, sia sulle caratteristiche dei microfoni che possono solo essere selezionati ed accoppiati.

Il limite di misura in questo caso viene imposto sulle basse frequenze ed è più critico con microfoni ravvicinati piuttosto che nella configurazione faccia-a-faccia, come possiamo notare nel grafico seguente.



*Limite alle basse frequenze in relazione allo spaziatore usato*

Una differenza di fase dei due microfoni provoca inoltre uno spostamento del centro acustico degli stessi per cui la distanza  $\Delta r$ , sarà anch'essa funzione della frequenza. Come si può osservare nella seguente figura,

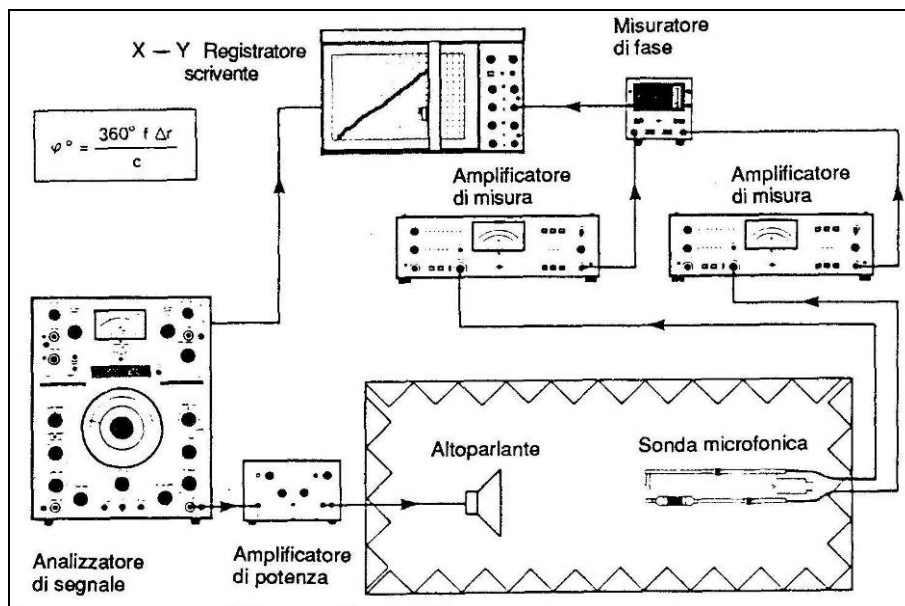


*Errore di fase tra i due sistemi di posizionamento dei microfoni*

vengono mostrate le risposte di due tipi di sistemi di sonda utilizzabili, cioè microfoni messi faccia a faccia e microfoni avvicinati di lato.

La scelta dei microfoni dovrà tener conto di tutti questi fattori, rendendo necessaria una accurata selezione ed una precisa taratura di tutta la catena.

Un sistema di calibrazione per rilevare la separazione del centro acustico dei microfoni è quello rappresentato nella seguente figura



*Sistema di calibrazione della sonda intensimetrica*

in cui si ha da un lato la parte di generazione (scansione sinusoidale di frequenza) e dall'altro la parte di analisi formata da due amplificatori di misura le cui uscite vengono ben analizzate da un misuratore di fase e successivamente il risultato viene riportato in forma grafica su un registratore X-Y.

### 3.1.3 Applicazioni dell'intensità sonora.

L'applicazione più importante è data sicuramente dalla possibilità di ricavare direttamente la potenza sonora emessa da una sorgente particolare.

La potenza sonora emessa da una sorgente ha un valore uguale all'integrale del prodotto scalare del vettore di intensità sonora per il vettore della superficie elementare associata, individuata su una qualunque superficie che circonda completamente la sorgente.

Ricordiamo la relazione esistente tra intensità sonora e potenza

$$W = \int_S I \, da = \int_S I_n \, da \quad [W]$$

dove:

$I_n$  è il valore dell'intensità sonora nella direzione perpendicolare alla superficie di misura.

Eseguendo una media dei valori rilevati su questa superficie con tempi di integrazione sufficientemente lunghi, si potrà ricavare direttamente il valore della potenza sonora con il solo prodotto del valore di intensità mediata spazialmente per quello della superficie di inviluppo.

Tutto questo senza ricorrere a misure in ambienti qualificati.



L'utilizzo dei valori di potenza rilevati con queste metodiche non è ancora previsto dalle vigenti raccomandazioni anche se la precisione diventa comparabile con i risultati ottenuti con i procedimenti di misura descritti nelle norme specifiche.

Le norme internazionali precedenti che descrivono i metodi per la determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore, principalmente la serie dalla ISO 3740 alla ISO 3747, indicano senza eccezione il livello di pressione sonora come la grandezza acustica primaria da misurare. La relazione tra il livello di intensità sonora e il livello di pressione sonora in qualunque punto dipende dalle caratteristiche della sorgente, dalle caratteristiche dell'ambiente di misurazione e dalla disposizione delle posizioni di misurazione rispetto alla sorgente. Perciò le norme dalla ISO 3740 alla ISO 3747 specificano necessariamente le caratteristiche della sorgente, le caratteristiche dell'ambiente di prova e le procedure di definizione, oltre ai metodi di misurazione che permettono di ridurre, entro limiti accettabili, l'incertezza della determinazione del livello di potenza sonora.

Le procedure specificate dalla ISO 3740 alla ISO 3747 non sono sempre applicabili, per le ragioni seguenti:

a) Se è richiesto un alto grado di precisione sono necessari costosi apparati di prova: sovente non è possibile installare e mettere in funzione apparecchiature di grandi dimensioni in tali installazioni.

b) Questi non possono essere utilizzati in presenza di livelli elevati di rumore residuo generato da sorgenti diverse da quelle allo studio.

Lo scopo della ISO 9614 è quello di specificare dei metodi grazie ai quali possano essere determinati i livelli di potenza sonora di sorgenti, entro limiti specifici di incertezza e in condizioni di prova che siano meno restrittive di quelle richieste dalla serie dalla ISO 3740 a ISO 3747. La potenza sonora è quella determinata in sito mediante il procedimento descritto nella prima parte della ISO 9614; è fisicamente una funzione dell'ambiente e, in alcuni casi, può essere differente dalla potenza sonora della stessa sorgente, determinata in altre condizioni.

La ISO 9614 completa la serie dalla ISO 3740 alla ISO 3747 che specificano diversi metodi per la determinazione dei livelli di potenza sonora di macchine ed apparecchiature. Si differenzia da queste norme internazionali soprattutto in tre aspetti:

- ✓ Vengono eseguite le misurazioni di intensità sonora e, contemporaneamente, di pressione sonora;
- ✓ L'incertezza del livello di potenza sonora determinato con il metodo specificato nella ISO 9614 è classificata in base ai risultati di prove ausiliarie specificate e di calcoli eseguiti congiuntamente alle misurazioni di prova;
- ✓ I limiti attuali della strumentazione per misure intensimetriche restringono le misurazioni alle bande di terzo di ottava comprese tra 50 Hz e 6,3 kHz. I valori ponderati A entro un numero limitato di bande sono determinati a partire dai valori componenti per bande di ottava e di terzo di ottava e non da misurazioni dirette ponderate A.

La ISO 9614 fornisce un metodo per la determinazione del livello di potenza sonora di una sorgente di rumore fissa a partire da misurazioni dell'intensità sonora su una superficie che circonda la sorgente. In teoria, l'integrale, su qualunque superficie che circonda completamente la sorgente, del prodotto scalare del vettore di Intensità sonora per il vettore della superficie elementare associata, fornisce la misura della potenza sonora emessa direttamente nell'aria da tutte le sorgenti comprese nella superficie circostante ed

esclude il suono emesso dalle sorgenti poste al di fuori di questa superficie. In presenza di sorgenti sonore che operano al di fuori della superficie di misurazione, qualunque sistema che si trovi compreso all'interno della superficie può assorbire una frazione dell'energia che riceve. La potenza sonora totale assorbita all'interno della superficie di misurazione appare come contributo negativo alla potenza della sorgente e può provocare un errore durante la determinazione della potenza sonora; per poter ridurre l'errore associato alla misurazione, è perciò necessario eliminare eventuali materiali fonoassorbenti che si trovino all'interno della superficie di misurazione e che non siano normalmente presenti durante il funzionamento della sorgente in prova.

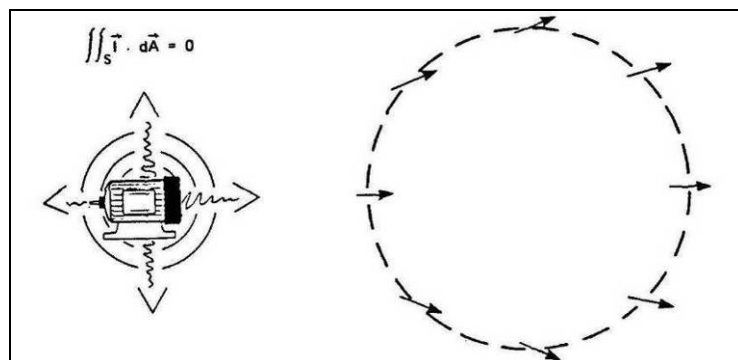
La prima parte della ISO 9614 si basa sul campionamento in punti discreti del campo di intensità sonora normale alla superficie di misurazione. L'errore di campionamento risultante è una funzione della variazione spaziale della componente di intensità normale sulla superficie di misurazione, che dipende dalla direttività della sorgente, dalla superficie di campionamento scelta, dalla distribuzione dei punti di campionamento e dalla vicinanza di sorgenti estranei al di fuori della superficie di misurazione.

La precisione di misurazione della componente normale dell'intensità sonora in un punto dipende dalla differenza tra il livello di pressione sonora locale e il livello di intensità sonora normale locale. Può verificarsi una grande differenza quando il vettore intensità nella posizione di misurazione forma un ampio angolo (prossimo a  $90^\circ$ ) con la perpendicolare locale alla superficie di misurazione. In altri casi, il livello di pressione sonora locale può includere notevoli contributi provenienti da sorgenti situate all'esterno della superficie di misurazione, ma può essere associato ad un debole flusso netto di energia sonora, come nel caso di un campo riverberante in uno spazio chiuso; oppure il campo può essere notevolmente reattivo a causa della presenza di un campo vicino e/o in presenza di onde stazionarie.

Nel caso di misure di intensità sonora diretta i vantaggi sono molteplici, facciamo ora un breve riepilogo:

- a) Non esistono restrizioni sul tipo di campo sonoro che si utilizza per cui ci si può porre sia in campo vicino (con le raccomandazioni del caso) che in campo lontano facendo però variare il numero di punti di misura. Infatti per le misure in campo vicino l'elemento importante da prendere in considerazione è la direzionalità di emissione delle sorgenti; per avere un dato attendibile bisogna aumentare il numero dei punti di rilievo.
- b) Non viene richiesto nessun ambiente particolare per cui le misure di potenza possono essere eseguite in qualunque ambiente.
- c) La misura può anche essere eseguita in presenza di rumore esterno alla sorgente a patto che questo sia di carattere continuo.
- d) L'area su cui viene eseguita la media può avere qualunque forma. Questo diventa importante con sorgenti di grandi dimensioni e di forma strana.
- e) E' possibile analizzare sorgenti costituite da parti congiunte, sia come misura totale di emissione sia come misura parziale della singola struttura.

Se la sorgente è esterna alla superficie di misura, nel processo di integrazione il contributo di intensità da un lato della superficie sarà uguale e contrario a quello rilevato dal lato opposto per cui i due contributi si annullano e il risultato pertanto sarà pari a zero ( questo se nella superficie di misura non esistono altre sorgenti, come nella seguente figura.



*Applicazione del teorema di Gauss all'intensità sonora*

Il dato di intensità sonora rilevata dall'integrazione sulla superficie sarà solo quello emesso internamente alla superficie stessa senza che questa sia influenzata da emissioni esterne.

Questo, diventa molto importante nella determinazione della potenza emessa da un singolo elemento di una struttura complessa dal punto di vista acustico.

### **3.1.4 Le misure eseguite sulle sorgenti**

Nell'allegato specifico riportiamo tutti i dati relativi alla misura delle diverse sorgenti. Questi sono posti sotto forma di report, come mostrato nella figura sottostante. Sono state valutate anche le emissioni derivanti dalle barre che in presenza di umidità dell'aria generano rumore per il cosiddetto "effetto corona", anche se non è stato realizzare un vero e proprio report di misura.

Posizionamento: sorgente in normale funzionamento al centro della superficie di inviluppo  
 Sorgente misurata: Frantumatore  
 Superficie di inviluppo: 28 m<sup>2</sup>  
 Incertezza associata (KwA): 1.4 dBA  
 Indicatore di campo  $L_{eq} > F_{ref}$  Si  
 Indicatore di campo  $F_{ref} \leq 3$  dB Si  
 Strumentazione utilizzata: SINUS - Apollo 4 ch



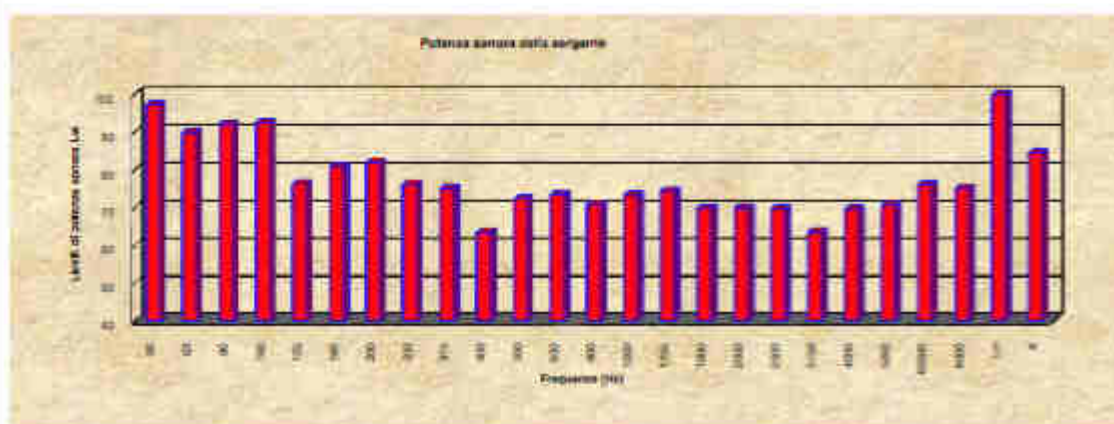
Tipologia superficie di inviluppo



Dimensioni superficie di inviluppo

Lunghezza (m) 2  
 Larghezza (m) 2  
 Altezza (m) 3  
 Superficie di inviluppo (m<sup>2</sup>) 28

Freq (Hz)	$L_{eq}$ (dB)	$L_{eq}$ (dB)	$L_{eq}$ (dB)
50	90.1	82.7	97.2
63	82.6	75.4	89.9
80	84.1	77.6	92.1
100	84.7	78.1	92.6
125	81.5	61.9	76.4
160	79.7	66.3	80.8
200	79.7	67.6	82.1
250	78.5	61.8	76.3
315	76.6	60.5	75.0
400	73.4	49.0	63.5
500	70.1	57.8	72.3
630	70.1	58.9	73.4
800	68.0	56.4	70.9
1000	67.8	58.8	73.3
1250	67.4	59.8	74.3
1600	65.7	55.2	69.7
2000	64.8	55.5	70.0
2500	65.0	55.2	69.7
3150	65.2	49.1	63.6
4000	65.4	55.1	69.6
5000	65.8	56.3	70.8
63000	66.3	81.6	76.1
8000	65.6	60.6	75.1
Lin	93.6		100.1
A	80.4		84.6



Esempio di report di una sorgente misurata



## 4 Modellistica matematica sul rumore

Diamo una breve descrizione del modello matematico utilizzato ai fini delle previsioni di impatto acustico in esame.

### Grandezze considerate ai fini dell'attenuazione acustica

#### - Direttività della sorgente

Molto spesso nelle emissioni di rumore che avvengono a media ed alta frequenza osserviamo una certa direttività nell'emissione sonora della sorgente.

Dovremo quindi tenere conto di questa eventualità e considerare come livello di potenza sonora non tanto quello globale fornito ma un livello corretto che tenga conto di questa direttività

$$L_{wd} = L_w + D_c \quad [1]$$

dove:

$L_{wd}$  è il livello di potenza sonora corretto (dB);

$L_w$  è il livello di potenza sonora medio (dB);

$D_c$  è la correzione da applicare al livello di potenza sonora (dB).

La condizione in cui il fattore correttivo  $D_c=0$  dB indica che la sorgente è omnidirezionale o che comunque non possiede una spiccata direttività.

I termini che compongono  $D_c$  sono fondamentalmente due: l'indice di direttività (*directivity index*  $D_i$ ) e l'indice di emissione sull'angolo solido ( $D_\Omega$ ).

$$D_c = D_i + D_\Omega \quad [2]$$

Il fattore di correzione  $D_\Omega$  sarà:

$D_\Omega = 0$  dB emissione su  $4\pi$  radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);

$D_\Omega = 3$  dB emissione su  $2\pi$  radianti (una superficie riflettente);

$D_\Omega = 6$  dB emissione su  $\pi$  radianti (due superfici riflettenti);

$D_\Omega = 9$  dB emissione su  $\pi/2$  radianti (tre superfici riflettenti).

Questi fattori correttivi vanno bene seguendo il metodo di calcolo proposto in queste pagine, in quando l'influenza dell'assorbimento del terreno viene tenuta in conto nei prossimi paragrafi. Nel caso di metodi diversi in cui l'attenuazione del terreno non viene contemplata i valori saranno i seguenti:

- $D_{\Omega} = 0$  dB emissione su  $4\pi$  radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);
- $D_{\Omega} = 3$  dB emissione su  $2\pi$  radianti (una superficie riflettente che non sia il terreno);
- $D_{\Omega} = 3$  dB emissione su  $\pi$  radianti (due superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega} = 6$  dB emissione su  $\pi$  radianti (due superfici riflettenti di cui nessuna sia il terreno);
- $D_{\Omega} = 6$  dB emissione su  $\pi/2$  radianti (tre superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega} = 9$  dB emissione su  $\pi/2$  radianti (tre superfici riflettenti).

### **Elementi di attenuazione sul percorso dell'onda acustica**

Il livello di pressione sonora  $L_p$  presente nella posizione del ricevitore sarà fornita dal valore di partenza della potenza sonora a cui devono essere detratti i contributi di attenuazione.

$$L_p = L_{wd} - A \quad [3]$$

dove:

$L_p$  è il livello di pressione sonora al ricevitore (dB);

$L_{wd}$  è il livello di potenza sonora corretto (dB);

$A$  è la correzione da applicare che tiene conto dei fattori di attenuazione (dB).

I fattori di assorbimento che concorrono nella formazione del nostro termine  $A$  possono essere riassunti nella seguente relazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ter} + A_{rfl} + A_{dif} + A_{misc} \quad [4]$$

dove:

$A_{div}$  è l'attenuazione per la divergenza geometrica (dB);

$A_{atm}$  è l'attenuazione per le condizioni meteorologiche (dB);

$A_{ter}$  è l'attenuazione del terreno (dB);

$A_{rfl}$  è l'attenuazione per la riflessione su ostacoli (dB);

$A_{dif}$  è l'attenuazione per effetti schermanti (dB);

$A_{misc}$  è l'attenuazione per effetti diversi (dB).

Le condizioni del vento non entrano in questo contesto supponendole di entità non influente, per aree ad intensa presenza di vento si correggerà la direzionalità di emissione della sorgente.

#### 4.1 Specifiche del modello matematico usato

Il modello matematico per acustica usato è Soundplan ver. 6.4 prodotto dalla Braunstein + Bernt GmbH.

E' il modello acustico più diffuso e testato nel mondo e consente attraverso i suoi moduli di poter sopperire a tutte le problematiche di emissione delle diverse sorgenti presenti sul territorio.

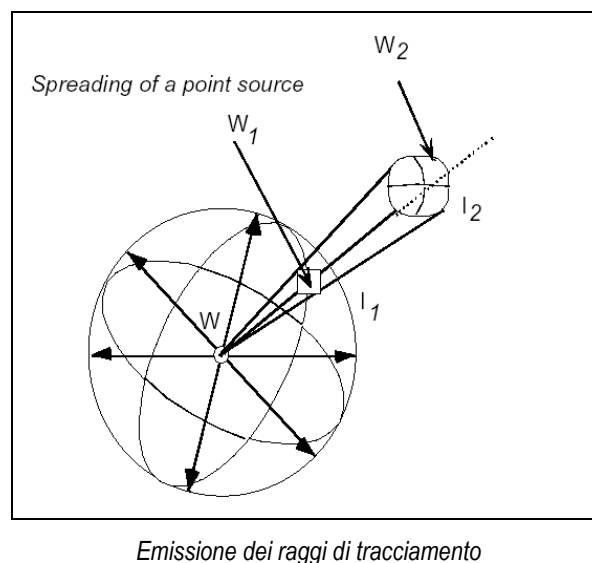
Il problema di un qualunque modello matematico è che questi sono nati per sparare fuori numeri e se non c'è un operatore in grado di capire se l'output sono cose sensate o meno il risultato può essere disastroso. Non a caso abbiamo sviluppato un capitolo dedicato alle incertezze associate alle valutazioni.

##### 4.1.1 Tecnica di ritracciamento dei raggi (*Raytracing*)

Nel calcolo del livello presente nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento.

Vengono in sostanza sparati dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme.

La situazione viene descritta nella figura seguente.



Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.

#### 4.1.2 Le tipologie di sorgenti

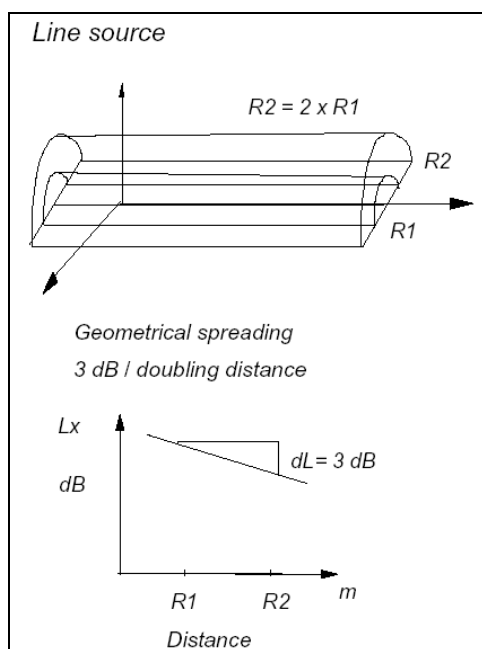
Come sappiamo le sorgenti possono essere considerate fondamentalmente di tre tipi:

- ✓ puntiformi
- ✓ lineiformi
- ✓ areali

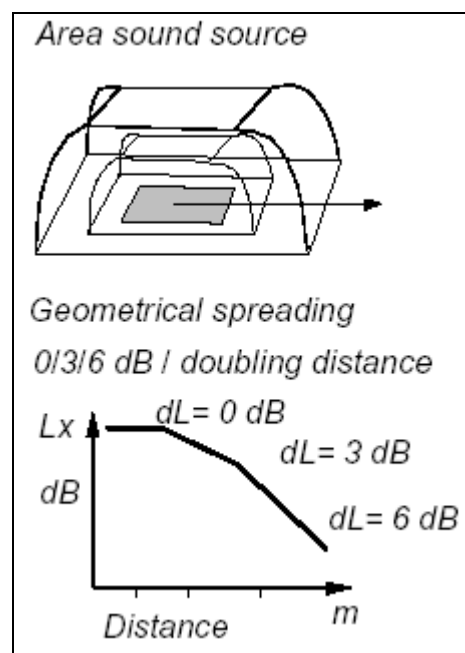
Per le sorgenti puntiformi vale la legge generale della divergenza geometrica per cui abbiamo che ad ogni raddoppio della distanza un'attenuazione di 6 dB del livello sonoro.

Nel caso di sorgente lineare, come in pratica sono rappresentate tutte le sorgenti varie abbiamo una situazione che viene descritta nella figura seguente.

Per le sorgenti areali la propagazione è una composizione delle diverse tipologie e diviene molto importante nella valutazione di impianti e strutture industriali.



*Emissione di una sorgente lineiforme*



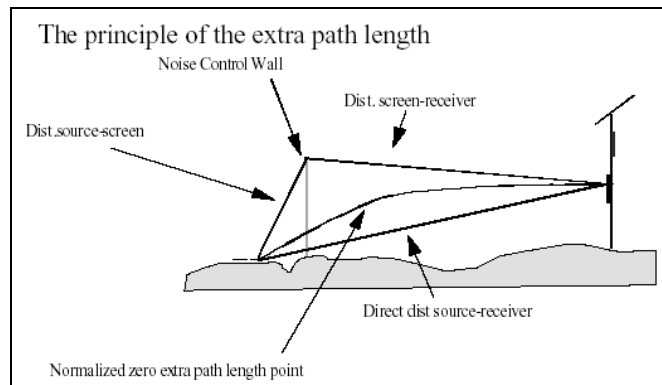
*Emissione di una sorgente areale*



#### 4.1.3 La diffrazione degli ostacoli

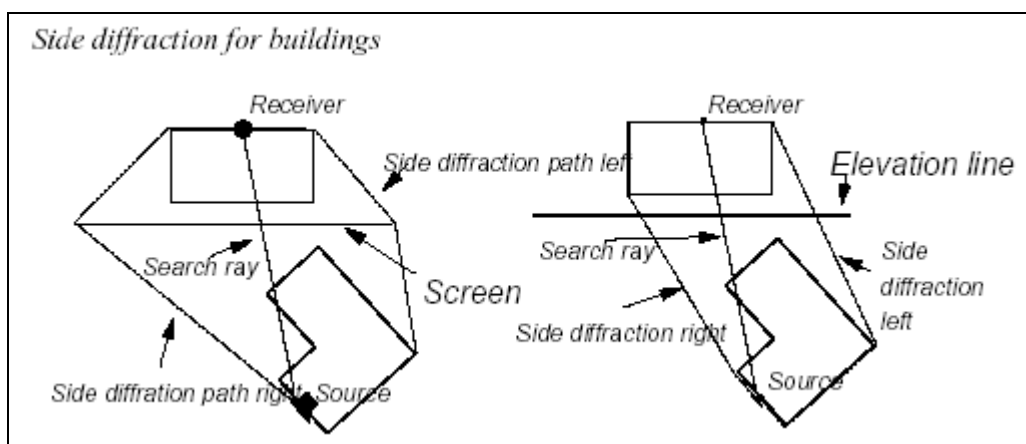
Elemento importante soprattutto per la caratterizzazione degli eventuali risanamenti sono le metodologie di calcolo per le barriere e gli eventuali ostacoli.

Nella figura sottostante si possono notare i diversi percorsi dell'onda acustica nel suo cammino quando incontra una barriera.



*Diffrazioni verticali*

All'interno del programma di calcolo vengono considerate non solo le diffrazioni dei bordi superiori di eventuali ostacoli (barriere, edifici, ecc.) ma anche le diffrazioni laterali, cosa molto importante nel caso di strutture industriali.

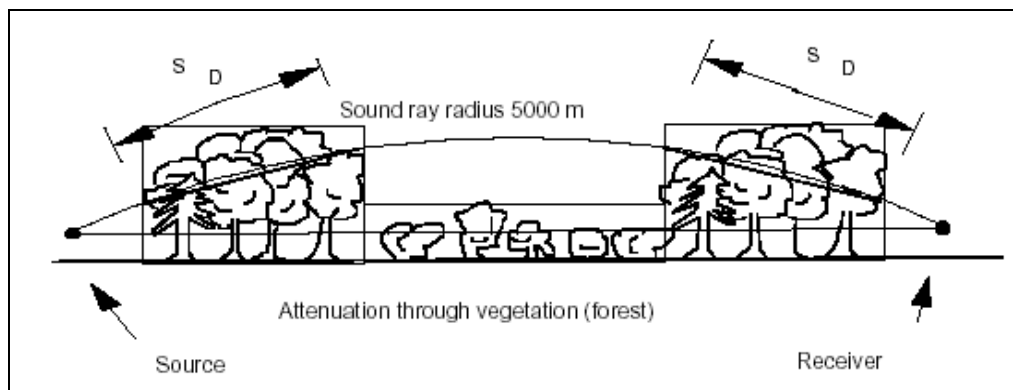


*Diffrazioni laterali*

#### 4.1.4 L'assorbimento di elementi

Lungo il suo percorso l'onda sonora può incontrare elementi che assorbono parte dell'energia come può avvenire nel caso di boschi o di aree particolari con moltitudine di ostacoli.

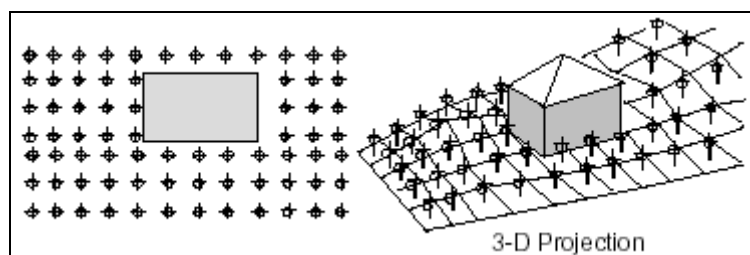
Nel programma è possibile considerare queste aree fornendo un valore di assorbimento per frequenza o semplicemente impostando la tipologia del fogliame.



*Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno*

#### 4.1.5 Quote di calcolo delle mappe

Le mappature sono ottenute ad una certa altezza relativa dal terreno in modo che anche in condizioni di morfologie particolari i livelli sono quelli che si misurerebbero andando su quel punto con un cavalletto di altezza pari alla quota scelta.



*Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno*

## **4.2 Riferimenti normativi del modello utilizzato**

Per quanto riguarda l'accuratezza del modello utilizzato va precisato che questo è stato verificato in molte condizioni reali anche nel nostro paese, e gli algoritmi di calcolo sono conformi alle seguenti linee guida e normative Europee:

- ISO 9613-1 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Method of calculation of the attenuation of sound by atmospheric absorption"
- ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: A general method of calculation"
- VDI 2714 "Sound propagation outdoors"
- VDI 2720 "Noise control by screening"
- RLS90 "Guideline for noise protection along highways"
- SHALL 03 "Guideline for calculating sound immission of railroads"
- VDI 2751 "Sound radiation of industrial buildings"

## **5 Accuratezza delle misure e delle simulazioni**

### **5.1 Accuratezza delle misure acustiche**

I problemi relativi all'accuratezza della misura sono diversi ed in particolare dobbiamo tenere in considerazione:

- incertezza dello strumento;
- incertezza del sistema microfonico per esterni;
- variabilità dell'emissione della sorgente;
- condizioni atmosferiche;
- direttività dell'onda sonora incidente;
- campo sonoro nel punto di misura.

#### **5.1.1 Incertezza dello strumento**

Evitando di scavare troppo nelle problematiche metrologiche degli strumenti per il rilevamento del rumore, diciamo che la sola parte di analisi del segnale (il corpo dello strumento con il suo sistema di alimentazione senza microfono) una volta che è stato verificato presso un centro SIT ha un notevole livello di accuratezza che potremmo riassumere entro i 0,3 dB(A).

#### **5.1.2 Incertezza della parte microfonica**

Questa parte è sicuramente quella che della catena strumentale può avere più problemi. Infatti dobbiamo pensare che il microfono ed in particolare la membrana è sottoposta a escursioni termiche notevoli e non sempre il funzionamento continua a essere lineare. Anche l'umidità incide pesantemente sulla risposta del microfono in quanto questo è fondamentalmente un condensatore che ha come dielettrico l'aria e quando questa è umida variano le condizioni di movimento della membrana e della conducibilità dielettrica.

Dalle osservazioni svolte in molti anni di misure e in molteplici verifiche su sistemi di monitoraggio per esterni, la variabilità di risposta dei microfoni per esterni può essere contenuta entro 1 dB(A).

#### **5.1.3 Variabilità delle condizioni emissive della sorgente**

Se non avvengono fatti strani, come ad esempio per un'infrastruttura può essere un incidente stradale (anche se questi sono all'ordine del giorno), la ripetibilità emissiva di un insieme di sorgenti sul territorio è notevole e da giorno a giorno (almeno per i feriali) abbiamo valori medi globali che si discostano entro 1 dB(A).

La maggior variabilità del rumore emesso la si ha nel periodo notturno, dove i flussi di traffico sono di molto inferiori a quelli diurni e le velocità salgono.

#### **5.1.4 Variabilità delle condizioni atmosferiche**

Per il fatto stesso che le misure vengono eseguite all'aperto, questi elementi sono più importanti di quanto sembri. Una variazione della velocità dell'aria, anche modesta, può comportare una variazione di livello di alcuni dB(A), per cui è bene che le misure avvengano in condizioni pressoché stabili.



In condizioni di controllo dei parametri dove si hanno temperature comprese tra i 5 e i 35 °C, velocità dell'aria inferiore a 1 m/s e umidità compresa tra il 30 e il 90% con un normale sistema per esterni possiamo stare sotto un'incertezza di 0,5 dB(A).

### 5.1.5 Direttività dell'onda acustica incidente

Questa componente non è di grande rilevanza quando parliamo di rumore proveniente da infrastrutture viarie (che costituiscono, statisticamente, un contributo pari al 90% del clima acustico del territorio) in quanto le frequenze in gioco vanno dai 100 ai 1000 Hz.

### 5.1.6 Campo sonoro nel punto di misura

Questo elemento può avere una certa importanza se nelle vicinanze del punto di misura vi sono superfici riflettenti.

Sicuramente i valori rilevati ad una stessa distanza dal bordo dell'infrastruttura ma in due contesti di campo sonoro diversi possono portare a differenze di alcuni dB(A).

L'importante è che se questa misura è finalizzata alla taratura del modello matematico, ne si tenga conto in fase di simulazione.

### 5.1.7 Calcolo delle incertezze associate alle misure

Tenuto conto delle grandezze che intervengono nella determinazione del misurando, l'incertezza associata alle misure acustiche può essere espressa attraverso la relazione seguente

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n u_i^2(y)$$

La quantità  $u_i(y)$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) è il contributo all'incertezza standard associata al valore stimato  $y$  di *output* risultante dall'incertezza standard associata  $x_i$

$$u_i(y) = c_i u(x_i)$$

dove  $c_i$  è il coefficiente di sensibilità associato al valore stimato di *input*  $x_i$ , ad esempio la derivata parziale della funzione modello  $f$  rispetto ad  $X_i$ , valutata al valore stimato di *input*  $x_i$ ,

$$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} \Big|_{X_i = x_1 \dots X_N = x_N}$$

Il coefficiente di sensibilità  $c_i$  descrive l'estensione con la quale il valore dei dati di uscita  $y$  è influenzato dalle variazioni del valore stimato di *input*  $x_i$ .

Nel nostro caso, con le ampiezze di incertezza espresse nei punti precedenti, in condizioni meteo normali abbiamo un'incertezza totale sulla misura acustica pari a

$$u(m) = 1.64 \text{ dBA}$$

## 5.2 Accuratezza delle simulazioni acustiche

Gli elementi che concorrono all'incertezza dei dati forniti da una valutazione previsionale possono essere fondamentalmente riassunti nei seguenti punti:

- tipo di modello e utilizzatore di questo;
- dati delle potenze delle sorgenti in gioco;
- dati non considerati nella propagazione sonora;
- corretto inserimento della morfologia del territorio;
- riferimenti normativi del modello;
- taratura del modello;
- scelta dei parametri di calcolo.

### **5.2.1 Tipo di modello e utilizzo dello stesso**

Vi sono in commercio diversi modelli matematici dedicati all'acustica con costi e prestazioni svariate. Non spetta a me dire quale è quello buono e quello non buono per lo specifico uso, di certo ve ne sono alcuni che sono molto approssimativi su queste problematiche e che, quantomeno, non danno modo di percepire un possibile errore valutativo.

In questo senso conta molto l'esperienza del modellista che oltre che tecnico competente ai sensi di legge deve avere anche una conoscenza profonda delle problematiche di propagazione delle onde sonore.

### **5.2.2 Dati di potenza sonora delle sorgenti**

E' sicuramente il punto di partenza di una buona valutazione revisionale, se abbiamo un dato di partenza sbagliato difficilmente troveremo un dato di uscita corretto.

Questo elemento richiede forzatamente la distribuzione spettrale di emissione perché nei processi di propagazione la lunghezza d'onda è la componente che determina i fattori diffrattivi. Nel caso del rumore emesso da infrastrutture stradali abbiamo una serie di linee guida che variano in relazione alla nazione dove sono state sviluppate. Alcune lavorano sullo spettro altre sul valore globale.

La sorgente viene supposta con distribuzione lineare (per alcuni modelli la distribuzione è pseudo-lineare) e quindi abbiamo una propagazione di tipo cilindrico.

Il modelli propagativi da cui, inseriti i dati di volume di traffico, velocità e composizione, si ottengono i livelli sonori, sono fondamentalmente empirici e quindi fortemente dipendenti dalla tipologia e dalla manutenzione delle autovetture che in alcune zone potrebbero essere diverse da altre: per esempio in paesi come la Germania abbiamo un numero limitato di piccole cilindrato rispetto al nostro paese.

### **5.2.3 Dati non considerati nei modelli**

Spesso i modelli lavorano su condizioni meteorologiche standardizzate per cui diventa difficile rapportarli alle misure di taratura se queste sono state eseguite in condizioni molto diverse.

### **5.2.4 Inserimento dati morfologici**

Diventa difficile riprodurre la reale morfologia del territorio quando questo possiede una notevole variabilità: è il caso di zone con variazioni altimetriche, dove l'inserimento corretto dei valori di quota della strada e del terreno intorno creano non pochi problemi. L'assorbimento del terreno è anch'esso uno dei parametri delicati difficile da quantificare.

### 5.2.5 Riferimenti normativi del modello

Questo potrebbe sembrare un problema da poco, spesso siamo portati a pensare che la grande diversità tra una simulazione e l'altra sia fondamentalmente legata all'algoritmo di calcolo che viene utilizzato dal modello stesso, e invece dobbiamo osservare come esistano grandi differenze a seconda dei riferimenti normativi utilizzati.

Prendiamo ad esempio una situazione semplice:

- strada extraurbana;
- 10.000 veicoli sulle 24 ore di cui 9360 dalle ore 6 alle 22 e 640 dalle ore 22 alle 6;
- 20% di veicoli pesanti di giorno;
- 10% di pesanti di notte;
- velocità veicoli leggeri 70 km/h;
- velocità veicoli pesanti 50 km/h;
- simulazioni eseguite a 4 metri di altezza a distanza di 25, 50 e 100 metri dalla strada.

Nella tabella seguente è possibile osservare i valori ottenuti usando lo stesso modello ma con i riferimenti normativi diversi.

<b>Norma</b>	<b>Diurno a 25 m</b>	<b>Notturmo a 25 m</b>	<b>Diurno a 50 m</b>	<b>Notturmo a 50 m</b>	<b>Diurno a 100 m</b>	<b>Notturmo a 100 m</b>
<i>RLS 90</i>	66.6	56.1	61.4	50.8	57	46.4
<i>DIN 18005</i>	67.6	56.8	63.6	52.8	59.1	48.3
<i>Nordic</i>	70		64.8		58.4	
<i>RVS</i>	64.4	58.2	60.4	54.2	56.2	50
<i>NMPB</i>	72.5	61.7	67.4	56.5	60.8	49.9

*Riferimenti normativi e confronto con diversi modelli*

La ISO 9613 esprime, in condizioni meteorologiche favorevoli, l'accuratezza associabile alla previsione, in relazione alla distanza ed all'altezza del ricevitore come riportato nella tabella sottostante

<b>Altezza media di ricevitore e sorgente (m)</b>	<b>Distanza (m) <math>0 &lt; d &lt; 100</math></b>	<b>Distanza (m) <math>100 &lt; d &lt; 1000</math></b>
$0 < h < 5$	$\pm 3 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$
$5 < h < 30$	$\pm 1 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$

*Accuratezza delle misure in relazione all'altezza del ricevitore*

### 5.2.6 Scelta dei parametri di calcolo

Anche in questo caso vi possono essere diversità tra i risultati ottenuti modificando i parametri di calcolo del modello, come ad esempio avviene quando si vuole abbreviare i tempi di calcolo e si eseguono delle interpolazioni con una griglia molto estesa.

Il software comunque esegue l'interpolazione e quindi il risultato apparentemente sembra corretto ma in punti specifici le differenze possono essere notevoli.

### 5.2.7 Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni

In questo caso, per quanto sopra esposto, diventa difficile quantificare in modo preciso e numerico i diversi parametri che concorrono a determinare l'incertezza dei valori di uscita di una simulazione matematica. In particolare sono così diversi i comportamenti umani di fronte a queste problematiche che conviene considerare questo parametro come un'incertezza di **Tipo B**.

Un'analisi delle differenze ottenibili dai diversi modelli matematici fu sviluppata nel 1995 al congresso dell'Associazione Italiana di Acustica" (supplemento degli atti del congresso), la memoria era "INTERCOMPARISON OF TRAFFIC NOISE COMPUTER SIMULATION" – R. Pompoli, A. Farina, P. Fausti, M. Bassanino, S. Invernizzi, L. Menini.

A questo test parteciparono 23 soggetti che attraverso i diversi modelli posseduti fornirono i risultati su situazioni semplici predefinite dagli autori.

Nella figura sottostante riportiamo dal quella memoria i grafici dei risultati su tre posizioni diverse di una simulazione.

Sulle ascisse abbiamo il numero del partecipante al test mentre sulle ordinate il livello previsto in un particolare punto ad una certa distanza dall'infrastruttura viaria.

Come si può osservare le differenze possono essere anche maggiori di 10 dB(A).



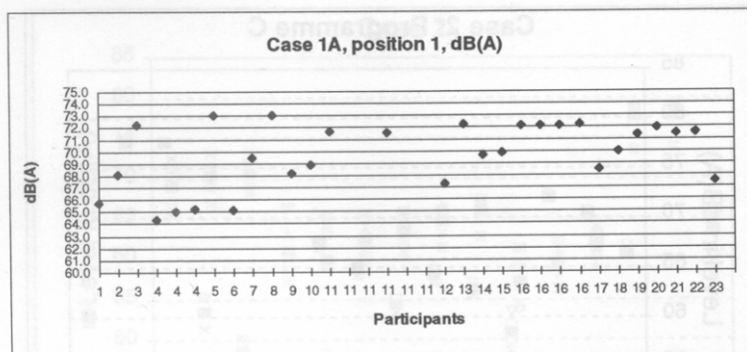


Fig. 17:  $L_{med} = 69.7 \text{ dB(A)}$   $L_{max} - L_{min} = 8.7 \text{ dB(A)}$   $\text{Std.Dev.} = 2.66$

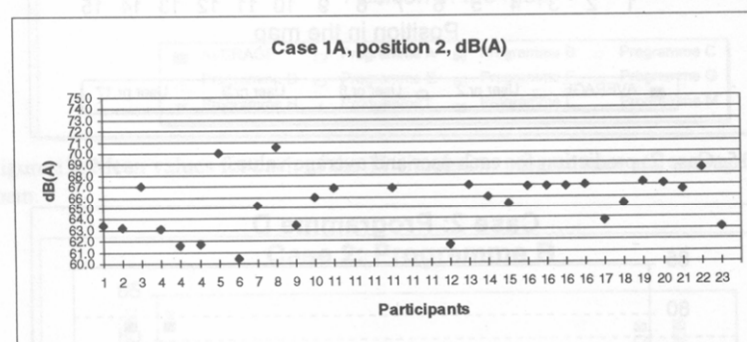


Fig. 18:  $L_{med} = 65.5 \text{ dB(A)}$   $L_{max} - L_{min} = 10.1 \text{ dB(A)}$   $\text{Std.Dev.} = 2.47$

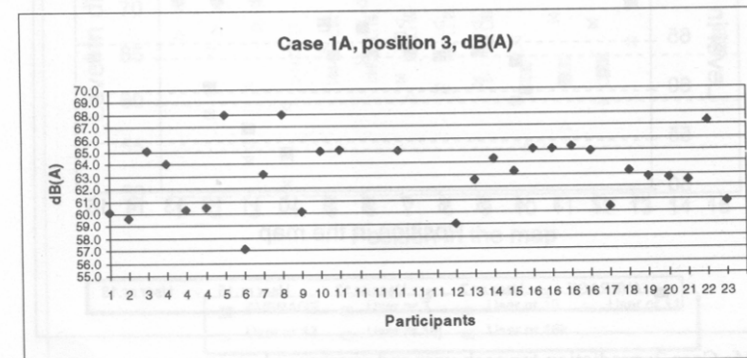


Fig. 19:  $L_{med} = 63.1 \text{ dB(A)}$   $L_{max} - L_{min} = 10.9 \text{ dB(A)}$   $\text{Std.Dev.} = 2.69$

Grafici: incertezze associate a tre posizioni i simulazione

### 5.3 Miglioramento dell'accuratezza

Visti i valori non certo esigui di incertezza associata alle simulazioni è bene porsi l'obiettivo di comprendere quali possono essere i parametri che ci consentono di migliorare l'accuratezza.

L'elemento principale che ci consente di limitare la variabilità dei risultati delle simulazioni sono le misure di taratura del modello e la veridicità dei dati di potenza sonora delle sorgenti.

Le misure di taratura del modello sono molto più importanti di quanto si possa credere : danno un riferimento metrologico alla simulazione che, come abbiamo visto, resta altrimenti in balia del riferimento normativo usato, del modello matematico acquistato e delle capacità personali del modellista.

Questo vuol dire che più costringiamo il modello ad adeguarsi alla misura acustica di taratura più accurato sarà il risultato ottenuto.

In pratica se la misura viene eseguita vicino ai ricevitori l'incertezza viene a diminuire per arrivare quasi a quella della sola misura: l'errore di cui potrebbe essere affetta sarà presente solo negli scenari futuri in relazione alle inesattezze dei dati delle sorgenti sonore inserite e agli effetti di diffrazione degli schermi che verranno posti.

#### **5.4 Quali parametri misurare**

A parte il rispetto delle richieste del DPCM del 16/3/98 (Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico) può essere importante avere una serie di indicatori statistici e spettrali che ci possono descrivere meglio la situazione di inquinamento acustico.

Avere questi dati su base oraria può in certi casi non essere sufficientemente descrittivo del fenomeno sonoro, e allora sarà necessario utilizzare intervalli di tempo inferiore anche se solo finalizzati ad un approfondimento delle problematiche emissive.

#### **5.5 La durata delle misure**

Il DPCM del 16/3/98 sulle Tecniche di rilevamento, nel caso di traffico stradale, ci indica misure di una settimana e possiamo dire che questo periodo è effettivamente rappresentativo per poter osservare le differenze di rumore emesso nelle giornate festive e prefestive rispetto ai giorni feriali.

Per una situazione di identificazione del clima acustico presente sul territorio, vista la ripetitività già accennata, possono essere sufficienti una misura a 24 ore e alcune a breve termine.

Se le sorgenti sono principalmente di tipo industriale e l'andamento temporale è di tipo stazionario, allora saranno sufficienti un buon numero di misure a breve termine.

#### **5.6 Il livello di accuratezza**

Per la modellazione della situazione esistente, il livello di accuratezza, seguendo queste indicazioni, migliora fino a portarsi vicino all'accuratezza della sola misura. E' chiaro che quando si affrontano le simulazioni di stato futuro, con l'introduzione di sorgenti specifiche e con gli elementi di bonifica acustica (dossi o barriere), si possono introdurre nuove incertezze che vanno a peggiorare il valore di accuratezza globale.

La differenza in questa situazione si può avere su come un modello calcola, a differenza di un altro, le attenuazioni delle barriere. Analizzando le relazioni di Fresnel si può dire che l'ampiezza di errore dovrebbe essere limitata entro 1 dB(A), il che ci porta verso un'incertezza totale sulla simulazione pari a

$$u(s) = 2.88 \text{ dBA}$$

Questo valore è la migliore accuratezza ottenibile ma, ribadiamo, solo nelle seguenti condizioni:

- strumentazione a norma tarata (presso un Centro Accredia) possibilmente negli ultimi sei mesi;
- misura di almeno 24 ore in vicinanza dei recettori più esposti;
- ulteriori misure di taratura di durata inferiore;
- morfologia non troppo complicata;
- condizioni atmosferiche stabili;
- corretto valore dello spettro di potenza delle diverse sorgenti modellizzate;
- situazione di normalità delle sorgenti in gioco.

Nel momento stesso in cui la misura non viene eseguita in prossimità dei recettori, per motivi di diverso genere, non ultimo l'impossibilità di accedere in proprietà private, il valore di incertezza sulla situazione preesistente può arrivare a 7- 8 dB(A).