

**S.S. 268 "DEL VESUVIO"
RADDOPPIO DA DUE A QUATTRO CORSIE DELLA STATALE
dal Km 19+550 al Km 29+300
IN CORRISPONDENZA DELLO SVINCOLO DI ANGRÌ**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

COD. **NA234**
NA235

**PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)
PROGIN S.p.A. - INTEGRA CONSORZIO STABILE
IDROESSE Engineering S.r.l. - Prometeoengineering.it S.r.l. - ART S.r.l.**

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Prof. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Stefano PALLAVICINI

GEOLOGO:

Dott. Geol. Nocerino GIOSAFATTE (Prometeoengineering.it S.r.l.)

MANDANTI:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE



Direttore Tecnico:
Prof. Ing. Franco BRAGA

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Nicola SCIARRA (Proger S.p.A.)



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Alberto CECCHINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Alessandro FOCARACCI

PROJECT MANAGER DELL'R.T.I.:

Dott. Ing. Carlo LISTORTI (Proger S.p.A.)

VISTO: RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Domenico PIETRAPERIOSA



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
ANALISI AMBIENTALE
RUMORE**

Campagna indagini ambientali-rumore

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO DPNA0234	LIV. PROG. D	N. PROG. 19	T00IA00AMBRE05_A.dwg		
PROGETTO DPNA0235	LIV. PROG. D	N. PROG. 19	CODICE ELAB. T00IA00AMBRE05	A	-
A	EMISSIONE		11/12/2020	M. Agostinone	D. Mazzone C. Di Michele
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

S.S. 268 "DEL VESUVIO"
RADDOPPIO DA DUE A QUATTRO CORSIE
dal Km 19+554 al Km 29+300
1° Lotto, dal Km 19+554 al Km 23+100
2° Lotto, dal Km 23+100 al Km 29+300

RELAZIONE ACUSTICA
MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Monitoraggio Ante Operam.docx

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
2.1 Localizzazione	4
2.2 I ricettori	5
2.3 Le infrastrutture dell'area	7
2.4 Classificazione acustica del territorio	9
3. IL PROGETTO FUTURO	11
3.1 L'ampliamento dell'infrastruttura	11
4. RILIEVI ACUSTICI EFFETTUATI	12
4.1 Rilievi fonometrici.....	12
4.2 Confronto con i limiti	17
5. CONCLUSIONI	18
APPENDICE A – DEFINIZIONI TECNICHE	19
APPENDICE B – NORMATIVE DI RIFERIMENTO	23
APPENDICE C - CRITERI DI VALUTAZIONE	25
I limiti assoluti di zona	25
Il criterio differenziale	27
Generalità	27
APPENDICE D – LE MISURE FONOMETRICHE	29
Le catene fonometriche.....	29
Calibrazioni	29
APPENDICE E – ACCURATEZZA DELLE MISURE	31
Accuratezza delle misure acustiche	31
Incertezza dello strumento.....	31
Incertezza della parte microfonica	31
Variabilità delle condizioni emmissive della sorgente	31
Variabilità delle condizioni atmosferiche	31
Direttività dell'onda acustica incidente	32
Campo sonoro nel punto di misura	32
Calcolo delle incertezze associate alle misure.....	32

1. PREMESSA

In relazione all'ampliamento dell'infrastruttura stradale "Strada Statale 268 del Vesuvio" tratto 19+554 al km 29+300, finalizzato al raddoppio dell'infrastruttura, la scrivente società è stata incaricata del monitoraggio acustico ante-operam sull'area circostante al fine di verificare la rispondenza dei livelli acustici emessi con i limiti previsti dalla normativa vigente.

Per valutare tali emissioni sonore sono state eseguite una serie di misure fonometriche di breve durata con modalità di rilevazione mediante la tecnica di campionamento M.A.O.G. (Misure durante alcune ore del giorno).

La scelta di questa soluzione è dovuta esclusivamente dalla situazione presente in questo periodo dovuto dalla diffusione del Corona Virus COVID-19.

Le misure eseguite avranno la principale funzione di tarare il modello più che, come detto, essere rappresentative di uno scenario ante operam, rispetto al quale possono risultare indubbiamente sottostimate.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

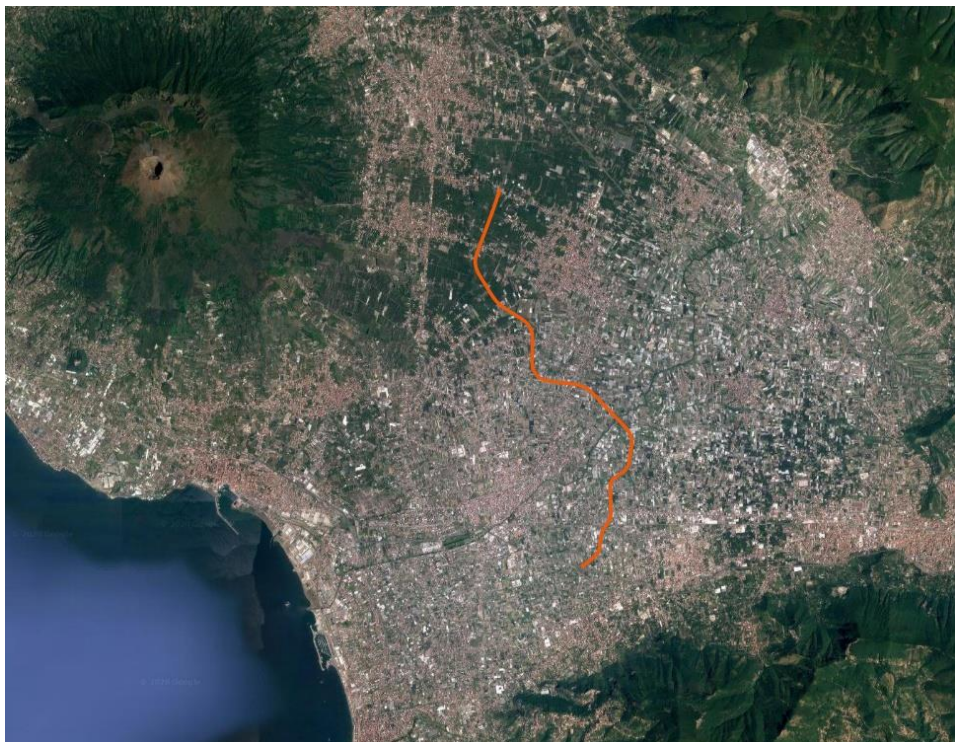
2.1 Localizzazione

L'infrastruttura oggetto di intervento è la Strada Statale 268, che collega la zona est della città metropolitana di Napoli. Ha origine a Cercola (NA) e proseguendo da nord a sud concludendosi nel comune di Scafati (NA), innestandosi poi sull'autostrada A3.

I comuni della Provincia di Napoli interessati dall'attraversamento della tratta di SS268 oggetto di ampliamento sono i seguenti:

- San Giuseppe Vesuviano
- Terzigno
- Poggioreale
- Boscoreale
- Scafati
- Angri
- Sant'Antonio Abate

Nell'immagine viene rappresentato il tracciato della SS268.



Monitoraggio Ante Operam.docx

Tracciato SS268

2.2 I ricettori

I ricettori considerati si estendono per tutta la lunghezza della tratta, per una fascia di estensione di 500 m da bordo strada.

Sono stati individuati inoltre i ricettori all'interno delle fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura, attualmente classificata in categoria C, come da DPR 142/04 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare.



Ricettori considerati all'interno della fascia di 500 m

I ricettori sensibili individuati si trovano nel comune di Scafati. Si tratta di due strutture scolastiche:

Scuola materna Crescere Insieme, in Via Poggiomarino 320

Istituto Tecnico Industriale Alessandro Volta, in via Poggiomarino 278

Qui di seguito i due edifici riportati in mappa:

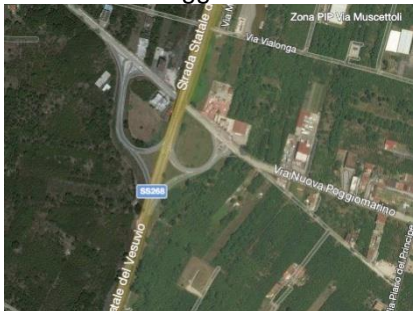


Ricettori sensibili

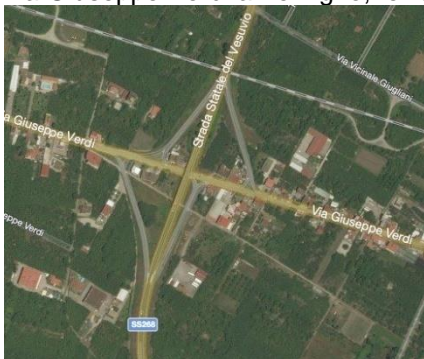
2.3 Le infrastrutture dell'area

La Strada Statale 268 nel suo percorso interseca numerose strade, qui di seguito vengono riportate le principali da cui si originano gli svincoli:

- Via Vecchia Poggiomarino a San Giuseppe Vesuviano



- Via Giuseppe Verdi a Terzigno, ferrovia Circumvesuviana



- Via Passanti Flocco a Boscoreale



- Via Lo Porto a Scafati e Via Orto Longa ad Anga



- SS 18 a Scafati, linea ferroviaria Napoli-Salerno



- Autostrada A3



Monitoraggio Ante Operam.docx



PROGER

PROGIN



INTEGRA



IDROESSE
ENGINEERING

2.4 Classificazione acustica del territorio

La SS268 è una strada esistente e come già anticipato al paragrafo 2.2, ai fini della valutazione d'impatto acustica viene considerata una fascia di 500 m.

La categoria attuale della strada è classificata come C. Di conseguenza le fasce di pertinenza, definite nel DPR 142/04, sono fascia A di larghezza 100 m e fascia B di larghezza 50 m, con i rispettivi limiti di 70 dB(A) per il periodo diurno in fascia A e 65 dB(A) in fascia B; per il periodo notturno invece 60 dB(A) in fascia A e 55 dB(A) in fascia B. Inoltre, per entrambe le fasce i limiti per i ricettori sensibili sono 50 dB(A) per il periodo diurno e 40 dB(A) per il periodo notturno.



Suddivisione fasce di pertinenza

Nella situazione futura non vi saranno variazioni dei limiti pur essendoci un cambiamento della classificazione della strada. Difatti il progetto prevede il raddoppio delle corsie portando così la strada da categoria C a categoria B. Difatti da decreto DPR 142/04, gli ampliamenti ricadono comunque nelle strade attualmente esistenti e i limiti rimangono gli stessi sia per la categoria C che per la categoria B. Nella pagina seguente viene riportata l'estratto della Tabella 2 del DPR 142/04.

I ricettori che si trovano al di fuori delle fasce di pertinenza stradale sono stati classificati in base la DPCM del 01/03/1991 con limiti di 70 dB(A) per il periodo diurno e 60 dB(A) per il periodo notturno, in quanto non è stato possibile recuperare i piani di classificazione acustica dei comuni interessati.

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

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	65
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
		Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)			100	50
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
D - locale		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			

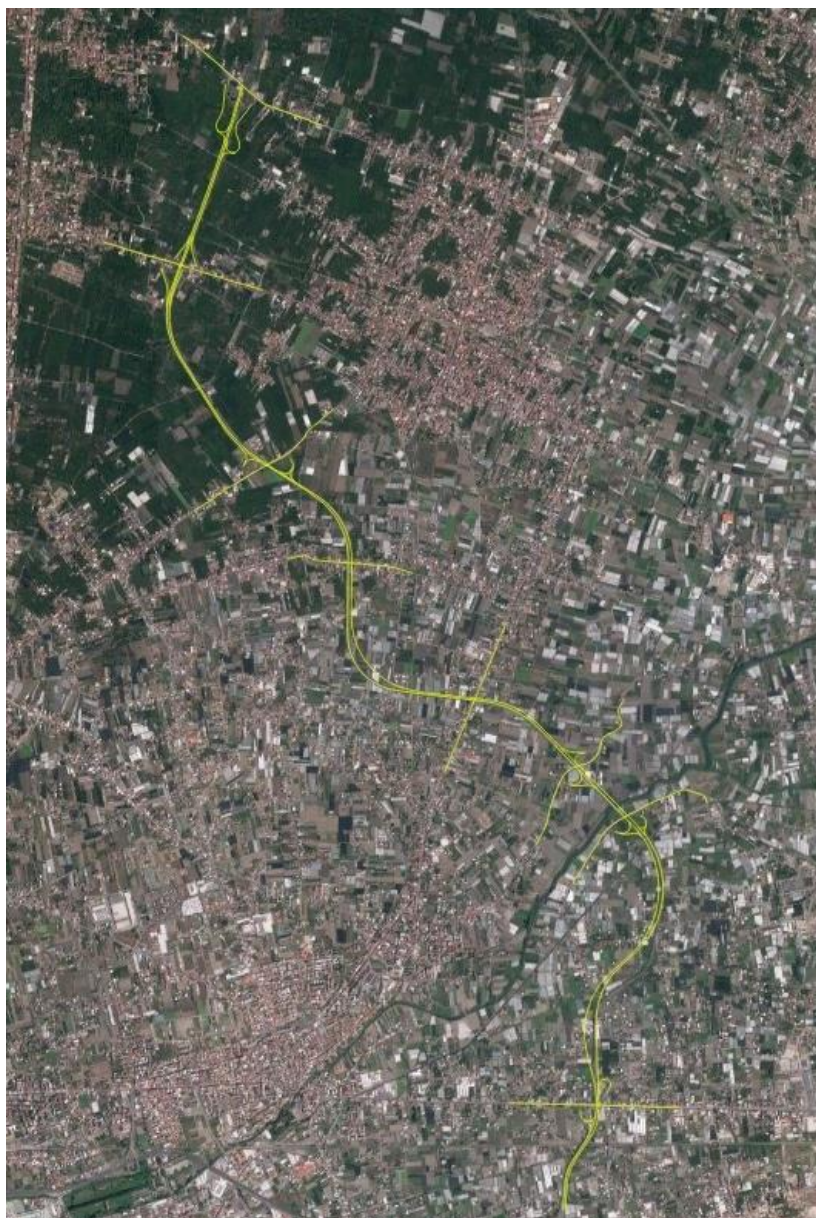
* per le scuole vale il solo limite diurno

Estratto tabella 2 – DPR 142/0

3. IL PROGETTO FUTURO

3.1 L'ampliamento dell'infrastruttura

Come già precedentemente descritto il progetto prevede il raddoppio delle corsie dell'infrastruttura stradale SS268, lungo il tratto 19+554 al km 29+300, portando un notevole incremento dei flussi veicolari sull'intera tratta. Qui di seguito viene riportato il layout del progetto futuro:



Monitoraggio Ante Operam.docx



PROGER

PROGIN



INTEGRA



IDROESSE
ENGINEERING

4. RILIEVI ACUSTICI EFFETTUATI

4.1 Rilievi fonometrici





Per valutare il clima acustico e l'entità delle emissioni dell'infrastruttura si è scelto di procedere all'effettuazione di rilievi fonometrici sul campo con rilievi di tipo breve con tecnica di campionamento MAOG. La scelta, come spiegato in precedenza, è ricaduta su questa tipologia di rilievo a causa della diffusione del Corona Virus COVID-19, rendendo impossibile l'esecuzione di rilievi in ambienti abitativi.

La tecnica di campionamento MAOG prevede una misura di breve durata eseguita però in diverse fasce orarie in maniera da avere una certa rappresentatività del dato.

Sono stati individuati 8 punti distribuiti sull'intero tracciato oggetto di indagine, come rappresentato in figura sottostante, di cui i primi 4 sono stati effettuati presso i ricettori, mentre gli altri 4 sono stati effettuati a bordo strada al fine di caratterizzare al meglio l'emissione dell'infrastruttura stradale.



Ubicazione punti di misura

Punto	Descrizione e coordinate	Foto del ricettore
RUM_01	Punto situato presso un deposito di autocarri in via Marrafossi a Boscoreale (NA). Il ricettore (abitazione privata) dista circa 70 metri dalla mezzeria della SS268. Coordinate: 40°47'46.7"N 14°31'09.5"E Rilievo eseguito ad 1.5 m dal piano di calpestio	
RUM_02	Punto situato presso un'abitazione privata a due piani a Scafati, via Poggiomarino. Il ricettore dista circa 20 metri dalla mezzeria della SS268. Il secondo piano con balcone permette di posizionare il fonometro ad un'altezza maggiore di 4 metri. Coordinate: 40°46'33.86"N 14°32'33.75"E. Rilievo eseguito ad 1.5 m dal piano di calpestio	
RUM_03	Punto situato presso un'abitazione privata a due piani ad Angri (SA), ad una distanza di circa 45 metri dalla mezzeria della SS268. Il secondo piano con balcone permette di posizionare il fonometro ad un'altezza maggiore di 4 metri. Coordinate: 40°45'43.1"N 14°33'30.9"E Rilievo eseguito ad 1.5 m dal piano di calpestio	
RUM_04	Punto situato presso un'abitazione privata a tre piani al civico 16 di Via Tora a Scafati (SA). Il primo e secondo piano con balcone permettono di posizionare il fonometro ad un'altezza maggiore di 4 metri. Coordinate: 40°44'37.6"N 14°33'04.4"E Rilievo eseguito ad 1.5 m dal piano di calpestio	

Monitoraggio Ante Operam.docx



PROGER





PROGIN



INTEGRA



IDROESSE
ENGINEERING

Punto	Descrizione e coordinate	Foto del punto di misura
RUM_05	Punto situato presso la piazzola di sosta della SS268, nel comune di San Giuseppe Vesuviano (NA). Coordinate: 40°48'34.80"N 14°31'9.24"E Rilievo eseguito ad 1.5 m dal piano di calpestio	
RUM_06	Punto situato presso la piazzola di sosta della SS268, nel comune di Scafati (SA). Coordinate: 40°46'51.94"N14°31'53.38"E. Rilievo eseguito ad 1.5 m dal piano di calpestio	
RUM_07	Punto situato presso la piazzola di sosta della SS268, nel comune di Scafati (SA). Coordinate: 40°46'30.86"N14°32'45.39"E Rilievo eseguito ad 1.5 m dal piano di calpestio	
RUM_08	Punto situato presso la piazzola di sosta della SS268, nel comune di Scafati (SA). Coordinate: 40°45'25.26"N 14°33'23.45"E Rilievo eseguito ad 1.5 m dal piano di calpestio	

Monitoraggio Ante Operam.docx



PROGER

PROGIN
 Progettazione Grandi Infrastrutture



I rilievi sono stati eseguiti nei giorni 27, 30 Novembre e 1 Dicembre. I periodi di misura considerati sono stati il mattino il pomeriggio e la notte. Per i punti di misura presso i ricettori sono stati eseguiti doppi rilievi per un confronto maggiore.

Qui di seguito vengono riportati i livelli sonori rilevati:

Mattino

Punto di misura	Data	Ora Inizio	Leq dB(A)	L1	L10	L50	L90	L95
RUM_01	30/11/2020	8.34.48	65.9	77.1	67.9	59.9	55.5	54.3
RUM_02	30/11/2020	9.09.35	61.4	76.8	60.9	50.8	42.7	41.4
RUM_03	27/11/2020	11.37.49	64.4	75.4	67.5	59.4	52.2	49.5
RUM_04	27/11/2020	11.02.14	69.1	82.5	71.1	53.8	44.1	43.4

Punto di misura	Data	Ora Inizio	Leq dB(A)	L1	L10	L50	L90	L95
RUM_05	27/11/2020	9.27.30	76.3	87.7	80.2	67.3	52.0	48.0
RUM_06	27/11/2020	9.49.51	76.7	87.6	81.0	68.4	50.6	47.6
RUM_07	27/11/2020	10.08.16	76.2	87.7	80.8	64.8	48.3	46.0
RUM_08	27/11/2020	10.29.01	73.7	85.9	76.9	64.7	51.0	49.6

Mattino 2

Punto di misura	Data	Ora Inizio	Leq dB(A)	L1	L10	L50	L90	L95
RUM_01	30/11/2020	9.44.46	64.0	71.7	67.1	62.1	58.5	57.6
RUM_02	30/11/2020	10.21.01	58.1	65.9	60.9	56.4	51.3	50.1
RUM_03	30/11/2020	10.56.42	58.1	66.1	61.5	55.9	51.4	50.1
RUM_04	30/11/2020	11.31.24	69.6	82.1	73.8	57.0	41.2	38.9

Pomeriggio

Punto di misura	Data	Ora Inizio	Leq dB(A)	L1	L10	L50	L90	L95
RUM_01	27/11/2020	17.30.09	63.8	76.4	65.3	58.7	52.1	51.0
RUM_02	27/11/2020	16.56.30	54.3	63.9	58.6	48.2	41.5	40.5
RUM_03	27/11/2020	16.21.51	65.0	73.3	69.0	61.8	56.4	54.8
RUM_04	27/11/2020	15.45.22	70.3	82.3	74.0	58.6	46.5	45.1

Punto di misura	Data	Ora Inizio	Leq dB(A)	L1	L10	L50	L90	L95
RUM_05	27/11/2020	14.02.27	76.6	88.5	80.7	63.9	49.8	46.7
RUM_06	27/11/2020	14.22.33	77.4	88.7	81.8	61.8	49.4	47.4
RUM_07	27/11/2020	14.42.46	75.5	86.5	80.2	64.4	51.0	49.6
RUM_08	27/11/2020	15.09.04	71.2	83.1	75.2	60.9	45.0	43.3

Pomeriggio 2

Punto di misura	Data	Ora Inizio	Leq dB(A)	L1	L10	L50	L90	L95
RUM_01	30/11/2020	14.06.47	64.0	73.2	66.9	61.0	57.4	56.2
RUM_02	30/11/2020	14.41.33	57.8	66.1	60.5	55.4	51.6	50.8
RUM_03	30/11/2020	15.17.41	64.6	42.4	37.7	30.9	25.7	24.8
RUM_04	30/11/2020	15.52.10	70.1	81.1	74.2	59.5	44.0	41.7

Notte

Punto di misura	Data	Ora Inizio	Leq dB(A)	L1	L10	L50	L90	L95
RUM_01	30/11/2020	22.01.21	58.1	66.5	61.3	55.7	50.8	49.7
RUM_02	30/11/2020	22.46.45	56.2	63.2	59.6	54.1	48.9	48.2
RUM_03	30/11/2020	23.23.56	58.3	66.2	62.0	56.1	51.7	50.7
RUM_04	27/11/2020	23.36.20	66.7	76.9	69.5	61.7	56.4	54.4

Punto di misura	Data	Ora Inizio	Leq dB(A)	L1	L10	L50	L90	L95
RUM_05	27/11/2020	22.01.05	75.1	86.9	79.8	61.1	49.3	43.0
RUM_06	27/11/2020	22.19.56	77.2	89.4	81.1	66.5	52.9	48.9
RUM_07	27/11/2020	22.38.41	73.3	85.0	77.9	58.1	45.0	44.1
RUM_08	27/11/2020	22.56.18	73.7	85.9	76.4	64.7	51.0	49.6

Notte 2

Punto di misura	Data	Ora Inizio	Leq dB(A)	L1	L10	L50	L90	L95
RUM_01	01/12/2020	22.02.47	57.0	65.5	60.1	54.6	51.3	50.4
RUM_02	01/12/2020	22.37.11	58.2	66.6	61.7	55.0	51.8	51.2
RUM_03	01/12/2020	23.12.32	58.0	66.3	61.1	56.6	52.3	51.7
RUM_04	01/12/2020	23.36.38	64.6	73.8	66.9	60.3	54.1	52.9

4.2 Confronto con i limiti

Qui di seguito vengono riportati i confronti dei livelli misurati con i limiti normativi. I ricettori considerati si trovano nella fascia A di pertinenza stradale, con limiti di 70 dB(A) per il periodo diurno (6-22) e 60 dB(A) per il periodo notturno (22-6), eccetto il ricettore nel punto di misura RUM_04 che seguirà i limiti del DPCM del 01/03/1991 con limiti di 70 dB(A) per il periodo diurno e 60 dB(A) per il periodo notturno.

Per il confronto sono stati mediati i livelli delle mattine e del pomeriggio per il periodo diurno e i livelli della notte per il periodo notturno, per ogni punto di misura e quindi confrontati con i limiti normativi.

Punto di misura	Leq mediato dB(A)	Limiti Periodo diurno
RUM_01	64.5	70
RUM_02	58.6	70
RUM_03	63.7	70
RUM_04	69.8	70

Punto di misura	Notte 1 Leq dB(A)	Limiti Periodo notturno
RUM_01	57.6	60
RUM_02	57.3	60
RUM_03	58.2	60
RUM_04	65.8	60

5. CONCLUSIONI

In base a quanto risulta dall'analisi svolta, si può affermare che il clima acustico è influenzato dal traffico veicolare dell'infrastruttura SS268 eccetto per il ricettore al punto di misura RUM_04, in quanto al momento l'infrastruttura si interrompe allo svincolo con la SS18. Il superamento rilevato può essere ricondotto al traffico veicolare di vie limitrofe come via Salice e via Tora. Si specifica che il confronto con i limiti è stato eseguito seguendo il criterio indicato al capitolo 2.4 con classificazione dei ricettori che si trovano al di fuori delle fasce di pertinenza in base al DPCM del 01/03/1991 con limiti di 70 dB(A) per il periodo diurno e 60 dB(A) per il periodo notturno, in quanto non è stato possibile recuperare i piani di classificazione acustica dei comuni interessati.

In allegato

1. Report dettagliato delle misure fonometriche eseguite

14/12/2020

APPENDICE A – 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

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

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:

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

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

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_p}{10}} dt \right] \quad \text{dB(A)}$$

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 (L_A)

È 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. È 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 (L_R)

È 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 (L_D)

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

Livello di emissione

È il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. È il livello che si confronta con i limiti di emissione.

Fattore correttivo (K_i)

È 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

$$L_c = L_A + K_I + K_T + K_B \quad dB(A)$$

APPENDICE B – NORMATIVE 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"

Rumore in ambiente lavorativo

- Decreto Legislativo n. 81/2008. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

Tecnico competente in acustica

- DECRETO LEGISLATIVO 17 febbraio 2017, n. 42 Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. (17G00055)

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"
- Sent. n.151/86, 153/86, 210/87 della Corte Costituzionale sulla salvaguardia dell'ambiente

APPENDICE C - CRITERI DI VALUTAZIONE

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

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<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.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<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.

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

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

Il criterio differenziale

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."

APPENDICE D – LE MISURE FONOMETRICHE

Le catene fonometriche

Per effettuare i rilievi fonometrici è stato utilizzato uno strumento prodotto dalla NTI Audio modello XL2, strumento in classe 1 secondo le specifiche della EN60651/94 e EN60804/94 richiesti nel D.M. 16/3/98, il calibratore usato è in classe 1 secondo la CEI 29-4 (IEC942/98).



L'analizzatore in frequenza NTI XL2

Le misure sono state eseguite come previsto dalle prescrizioni del D.M. 16/3/98 e, per quegli argomenti non previsti all'interno di tale decreto, ci si è attenuti a norme di buona tecnica. La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine delle sessioni di misura, senza riscontrare, tra il valore iniziale e quello finale, una differenza superiore a 0.5 dB, ed è tarata annualmente da un laboratorio di Accredia.

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	XL2	NTI Audio	12509	17/01/2019	42584-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				17/01/2019	42585-A	LAT-068
Calibratore	4231	Brüel & Kjær	2518174	08/10/2018	42099-A	LAT-068

Estremi dei certificati di taratura delle catene fonometriche

Calibrazioni

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine della sessione di misura senza riscontrare differenze, tra la calibrazione iniziale e quella finale, superiori ai 0.5 dB.

Catena di misura	Calibrazione iniziale	Calibrazione finale	Differenza	Limite
NTI AUDIO XL2	94.0 dB	94.1 dB	+/-0.1 dB	+/-0.5 dB

Differenza tra le calibrazioni iniziale e finale

APPENDICE E – ACCURATEZZA DELLE MISURE

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.

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).

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).

Variabilità delle condizioni emmissive 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.

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).

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.

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.

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

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