



COMUNE DI ASSISI
PROVINCIA DI PERUGIA

PIANO DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

Progetto Monitoraggio Acustico
Tecnico Competente in Acustica
Dott. Gianfranco Mancinelli

Misure fonometriche
Tecnico Competente in Acustica
Dott. Gianfranco Mancinelli

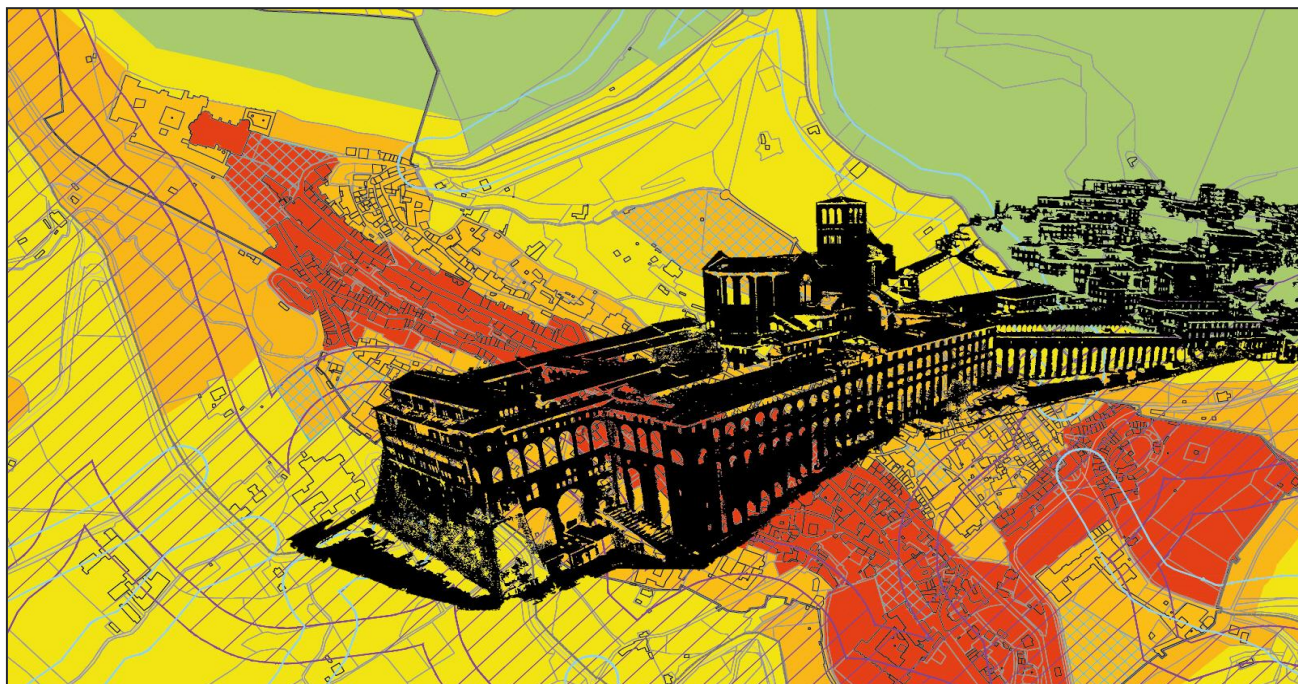
Comune di Assisi

Sindaco
Prof. Ing. Stefania Proietti

**Settore Lavori e Opere Pubbliche,
Servizi alla Città**
Dirigente: Dott. Ing. Matteo Castigliego

Ufficio Parco e Ambiente
Responsabile: Dott. Umberto Sergiacomi

Monitoraggio Acustico – Relazione Tecnica



REV.	EMISSIONE	ADOZIONE	APPROVAZIONE
0	Dicembre 2023		
1			
2			

INDICE

Introduzione	2
Pianificazione del monitoraggio acustico	4
- Contesto generale	4
- Obiettivi del piano	4
- Metodo	5
Normativa	6
Infrastrutture di collegamento	12
Individuazione dei punti di misura	17
- Descrizione del territorio	17
- Sopralluoghi preliminari	19
Caratteristiche dei punti di misura	20
- Descrizione dei parametri fisici	21
- Punti di misura individuati	23
Tempo di misura	26
Misure fonometriche	29
Strumentazione di misura	31
Campagna di misure	33
Analisi dei dati	34
Conclusioni	39
Bibliografia	40
Dichiarazione sostitutiva atto di notorietà	41
Allegato 1 - Tabella riassuntiva attività di monitoraggio acustico	
Allegato 2 - Rapporti di misura	
Allegato 3 - Certificati di taratura strumentazione	

INTRODUZIONE

Il **Monitoraggio Acustico** Ambientale fa seguito al Piano di **Classificazione Acustica** del Comune di Assisi redatto dal sottoscritto in data 16 Novembre 2016.

Le attività di programmazione, di sviluppo urbanistico e di gestione dell'ambiente, di competenza del Comune, che hanno ricadute dirette sul clima acustico sono tre:

1. Classificazione acustica del territorio;
2. Monitoraggio acustico;
3. Risanamento acustico.

La **prima fase**, prevede la redazione della **Classificazione Acustica** del territorio comunale, che in Umbria si effettua utilizzando un metodo statistico previsionale, basato sullo studio e l'analisi di alcuni parametri definiti dalla normativa di riferimento. Viene studiata e valutata la pianificazione urbanistica, viene analizzato l'utilizzo del territorio mediante alcuni parametri statistici: popolazione, traffico, infrastrutture, insediamenti commerciali, turistici e produttivi, tipologie di attività, ecc.

La **seconda fase** è costituita dal **Monitoraggio acustico ambientale**. Nell'attività di monitoraggio vengono effettuate misure fonometriche per conoscere il clima acustico reale del territorio e per verificare la corrispondenza dei livelli di rumore effettivo con le classi individuate nella Classificazione acustica effettuata con procedure statistiche.

Il Monitoraggio acustico è un obbligo definito dalla normativa vigente ed è un vero e proprio processo di validazione della Classificazione acustica, oltre che essere strumento per verificare la conformità delle emissioni di rumore alle normative vigenti.

La **terza fase** è quella del **Risanamento acustico**, in questa fase le amministrazioni comunali e le imprese, quando necessario, devono attuare percorsi di risanamento acustico che ridurre il livello di rumore emesso entro i limiti definiti dalla normativa specifica.

Il percorso descritto è definito dall'impianto normativo derivato dalla Legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge Quadro sull'inquinamento acustico" e da normative europee.

Gli obiettivi del legislatore nazionale, regionale ed europeo, sono finalizzati a regolamentare i vari aspetti di una materia molto complessa e complicata e, a migliorare la qualità della vita delle persone.

Pensando a questo ultimo punto, gli aspetti da considerare possono essere riassunti nei seguenti punti:

- individuare e definire un contesto ambientale sonoro, che tenga conto del benessere e della qualità della vita dell'uomo;
- analizzare e valutare il contesto ambientale sonoro attuale;
- prevedere azioni di riduzione di rumore e di risanamento acustico ove necessario;
- attuare uno sviluppo urbanistico che tenga conto anche del rumore ambientale come parametro da prendere in considerazione.

PIANIFICAZIONE DEL MONITORAGGIO ACUSTICO

Contesto Generale

L'elevato rumore ambientale è una minaccia sempre più rilevante di molte realtà urbane contemporanee, il crescente sviluppo infrastrutturale, il traffico veicolare, le attività produttive, commerciali e sociali causano un aumento significativo delle sorgenti di rumore.

Comprendere e affrontare l'inquinamento acustico è essenziale per promuovere ambienti urbani sani, sostenibili a misura d'uomo.

Il monitoraggio acustico, oltre che essere un obbligo, rappresenta una tappa fondamentale nella gestione ambientale del territorio comunale, è una importante attività di studio, utile a comprendere il reale contesto ambientale urbano e fornisce un'analisi dettagliata del clima acustico nel quale vive la popolazione.

Inoltre, l'analisi dettagliata dei livelli di rumore potrà consentire di identificare aree critiche e adottare misure mirate per ridurre l'inquinamento acustico.

Obiettivi del piano

Prima di iniziare l'attività di monitoraggio acustico, come per qualsiasi altro monitoraggio, occorre definire chiaramente gli obiettivi specifici che si vogliono raggiungere.

Trattandosi di studio del rumore ambientale, gli obiettivi sono i seguenti:

- conoscenza dei livelli di rumore nel territorio comunale e in particolare, nelle zone più importanti, popolate e/o rappresentative del comune;
- verifica e validazione della Classificazione acustica;
- individuazione e analisi di specifiche sorgenti di rumore;
- Individuare eventuali situazioni di non conformità da sottoporre a risanamento acustico.

Metodo

Il successo di un progetto di monitoraggio acustico dipende strettamente dalla precisione e dalla completezza delle attività operative svolte.

Di seguito sono riportate le varie attività da effettuare per produrre il monitoraggio acustico:

- individuazione della normativa di riferimento;
- determinazione dei parametri da misurare, analizzare e valutare;
- definizione della modalità di presentazione dei dati;
- Individuazione dei punti di misura;
- definizione dei tempi di misura nelle 24 ore;
- definizione della durata di ciascuna misura;
- individuazione della strumentazione da adottare;
- validazione della strumentazione;
- programmazione della campagna di misure;
- effettuazione delle misure;
- elaborazione delle misure;
- elaborazione, analisi e valutazione dei dati raccolti;
- comparazione dei valori misurati con quelli della Classificazione acustica;
- raccolta documentazione e redazione della relazione di monitoraggio.

Alcuni di questi punti verranno descritti in dettaglio.

NORMATIVA

Il Monitoraggio acustico è un obbligo previsto dall'art. 121, punto 1, del Regolamento Regionale 18/02/2015 n. 2 *“Norme regolamentari attuative della legge regionale n. 1 del 21 gennaio 2015 (Testo unico Governo del territorio e materie correlate)”*.

Tale obbligo era già previsto dall'Art. 9, punto 1, del Regolamento Regionale 13/08/2004 n. 1, *“Regolamento di attuazione della legge regionale 6 giugno 2002, n. 8 - Disposizioni per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico”*, regolamento che è stato inserito tal quale nella normativa regionale sull'edilizia dalla Regione Umbria.

L'attività di monitoraggio acustico è stata pianificata e condotta in totale conformità con le disposizioni legislative e con la normativa tecnica di settore vigente.

Il contesto normativo è stato attentamente esaminato per garantire che l'approccio metodologico, l'acquisizione e l'elaborazione dei dati, l'interpretazione dei risultati siano qualitativamente validi e allineati agli standard normativi vigenti, fornendo così una base solida per le determinazioni future in merito a:

- pianificazione urbana;
- gestione del rumore ambientale;
- risanamento acustico ove necessario.

Il vasto corpo della normativa che riguarda il rumore ambientale è stato riassunto nella Relazione Tecnica e nelle NTA allegate al Piano di Classificazione Acustica, qui vengono richiamate alcune norme correlate con il monitoraggio e con le tecniche di rilievo, oggetto dell'attività descritta nella presente relazione.

Alcuni punti del Piano di Monitoraggio, come la determinazione dei parametri da misurare, le tecniche di misura, le caratteristiche tecniche e i requisiti di qualità della strumentazione da utilizzare sono definiti dalla Normativa.

Il D.P.C.M. del 01/03/91, la Legge Quadro n. 447 del 1995 e il DPCM del 14/11/1997 prevedono l'inquadramento del territorio comunale in classi acustiche come definito nella Tabella A. Sulla base di tale suddivisione, sono stati definiti i valori limiti rispettivamente di emissione di rumore, immissione di rumore e livelli di qualità di cui alle Tabelle B, C e D che seguono.

Per una maggiore comprensione delle tabelle riportate si citano alcune definizioni utili anche per una corretta interpretazione dei dati.

- Valore limite di emissione

Il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora misurato in prossimità della sorgente stessa.

- Valore limite assoluto di immissione

Il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori e distinti in valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale e valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

- Valori di qualità

Il valore di qualità che è quello da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla normativa.

- Criterio differenziale

Oltre ai parametri indicati nelle tabelle, il DPCM 01/03/91 prevede che per le zone non esclusivamente industriali (VI Classe), oltre ai limiti massimi in assoluto per il rumore, sono stabilite anche le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo (criterio differenziale):

- 5 dB (A) per il Leq (A) durante il periodo diurno;
- 3 dB (A) per il Leq (A) durante il periodo notturno.

Le misure fonometriche devono essere effettuate negli ambienti abitativi, nell'arco di tempo in cui si verificano i fenomeni rumorosi, con e senza sorgente disturbante in funzione, al fine di rilevare la differenza.

Tabella A - Classificazione del territorio comunale (art. 1)

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 al riposo ed 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 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 e con scarsità di abitazioni.

CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Tabella B: valori limite di emissione – Leq in dB(A) (art. 2)

classi di destinazioni d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella C: valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A) (art. 3)

classi di destinazioni d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella D: valori di qualità – Leq in dB(A) (art. 7)

classi di destinazioni d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
VI aree esclusivamente industriali	70	70

La determinazione del “*Livello differenziale di rumore*” è di estrema importanza nella valutazione di impatto acustico per tale motivo è opportuno fare alcune precisazioni importanti al fine di Comprendere alcune scelte fatte nella Classificazione acustica.

Nell’Allegato A del Decreto Ministero Ambiente del 16 Marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”, vengono declinate anche le definizioni delle variabili da prendere in considerazione, definizioni che vengono riportate tal quale:

Punto 5

Tempo di misura (T_M): all’interno di ciascun tempo di osservazione, sia individuato 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.

Punto 11

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 da 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 di esposizione:

- 1) Nel caso dei limiti differenziali, è riferito a T_M ,
- 2) Nel caso dei limiti assoluti è riferito a T_R .

Punto 12

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.

Punto 13

Livello differenziale di rumore (L_D): differenza tra livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R):

$$L_D = (L_A - L_R)$$

I rilievi fonometrici devono essere effettuati nel rispetto della normativa tecnica e delle buone pratiche operative.

Norma	Descrizione
D.Lgs. 03/04/2006, n. 152	Norme in materia ambientale
Art. 659 c.p.	Rumori molesti
Art. 844 c.c.	Immissione di rumore nella proprietà privata
Circ. M.A. 6/09/2004	Criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali
D.D. 30/05/07 n.1367	Riconoscimento della figura professionale di tecnico competente in acustica ambientale
D.Lgs. 17/02/2017, n. 41	Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico
D.Lgs. 17/02/2017 n. 42	Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico
D.M. 28-11-87 n.588	Norme relative al metodo di misura del rumore, nonché al livello sonoro o di potenza acustica di alcuni macchinari industriali
D.M.A. 3-12-99	Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti
D.M.A. 11-12-96	Criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo
D.M.A. 16-3-98	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
D.P.C.M. 1-3-91	Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi ed in ambiente esterno
D.P.C.M. 14-11-97	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
D.P.C.M. 31-3-98 n.31	Criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica
D.P.R. 3-4-01 n.304	Disciplina delle emissioni sonore prodotte durante lo svolgimento delle attività motoristiche
D.P.R. 11-12-97 n.496	Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili
D.P.R. 18-11-98 n.459	Inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario
D.P.R. 30-3-04 n.142	Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare
L. n.447 del 26/10/1995	Legge quadro sull'inquinamento acustico Legge n. 447 del 26 ottobre 1995
D.Lgs. 4 settembre 2002	Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.
L. 31/10/2003, n. 306	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee. Legge comunitaria 2003.
D.Lgs. 19/08/2005, n. 194	Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale
L. 30/10/2014, n. 161	Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione europea - Legge europea 2013-bis.
D.Lgs. 17/02/2017, 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.
D.Lgs. 17/02/2017, 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.
L.R. 21/01/2015 n. 1	Testo unico governo del territorio e materie correlate
R.R. 18/02/2015 n. 2	Norme regolamentari attuative della L.R. 21 Gennaio 2015 n. 1.

Per esempio, nei luoghi dove il traffico è variabile, durante l'arco della giornata, la rumorosità residua esistente potrebbe essere notevolmente diversa, in orario di punta sarà molto più elevata di quella misurata nei momenti in cui il traffico è ridotto.

Per poter fare la giusta valutazione del Livello differenziale di rumore di una impresa produttiva, le misure di Rumore ambientale e quella di Rumore residuo devono essere effettuate nel periodo di tempo comparabili e soprattutto, in un periodo di tempo confrontabile con quello in cui l'attività è in esercizio.

INFRASTRUTTURE DI COLLEGAMENTO

Nel Monitoraggio acustico, come anche nella Classificazione acustica del territorio, occorre tenere conto delle infrastrutture stradali, ferroviarie e aeroportuali, perché sono le sorgenti di rumore che hanno la portata di influenzare notevolmente un territorio, sia nella estensione, che nella durata nel tempo, che nella intensità di rumore.

Per ogni tipologia di infrastruttura, la normativa prevede una classificazione specifica con fasce di pertinenza definite sulla base della distanza dalla infrastruttura e livelli di rumorosità per ogni fascia, correlati con la distanza.

Classificazione della rete viaria stradale – ampiezza e limiti di immissione del rumore prodotto da strade di nuova realizzazione - Tabella E.

Tabella E Allegato 1, tab. 1, D.P.R. 30.03.2004 n. 142)						
Tipo di strada (Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (D.M. 5.11.01)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	Limiti previsti dalla zonizzazione acustica per la classe in cui ricadono			
F - locale		30				

* per le scuole vale il solo limite diurno

Classificazione della rete viaria – ampiezza e limiti di immissione del rumore prodotto da strade esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti) - Tabella F.

Tabella F Allegato 1, tab. 2 del D.P.R. 30.03.2004, n. 142						
Tipo di strada (Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)			70	60
		150 (fascia B)	50	40	65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)			70	60
		150 (fascia B)	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strada a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia) A	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	Limiti previsti dalla zonizzazione acustica per la classe in cui ricadono			
F - locale		30				

* per le scuole vale solo il limite diurno

Classificazione della rete ferroviaria

La classificazione acustica della rete ferroviaria si effettua secondo quanto stabilito dal DPR 18/11/1998 n. 459.

L'art. 2 definisce il campo di applicazione distinguendo infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione.

L'art. 3 definisce le fasce di pertinenza della rete ferroviaria secondo il seguente criterio:

“1. A partire dalla mezzzeria dei binari esterni e per ciascun lato sono fissate fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture della larghezza di:

a) m 250 per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera a), e per le infrastrutture di nuova realizzazione di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b), con velocità di progetto non superiore a 200 km/h. Tale fascia viene 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;

b) m 250 per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b), con velocità di progetto superiore a 200 km/h.”

L'art. 4, relativo alle infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h prevede, tra l'altro, quanto segue:

“1. Per le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h il proponente l'opera individua i corridoi progettuali che meglio tutelino anche i singoli ricettori e quindi tutti i ricettori presenti all'interno di un corridoio di 250 m per lato, misurati a partire dalla mezzzeria del binario esterno e fino la larghezza del corridoio può essere estesa fino a 500 m per lato in presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo.

2. Per i ricettori di cui al comma 1 devono essere individuate ed adottate opportune opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, l'inquinamento acustico ascrivibile all'esercizio della infrastruttura di nuova realizzazione.

3. All'interno della fascia di cui all'articolo 3, comma 1, lettera b), i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto da infrastrutture di nuova realizzazione, con velocità di progetto superiore a 200 km/h sono i seguenti:

a) 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;

b) 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori.”

Fasce di pertinenza della rete ferroviaria (Tabella allegato 3 - Art. 3, art. 4, art. 5 DPR 18.11.1998, n. 459)						
Tipo di infrastruttura ferroviaria	Fascia	Ampiezza fascia di pertinenza acustica(m.)	Limiti di immissione (scuole*, ospedali, case di cura e di riposo)		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
Esistente, in variante, di nuova realizzazione in affiancamento a rete esistente	A	100	50	40	65	55
	B	150	50	40	65	55
Nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 250 km/h	A	100	50	40	65	55
	B	150	50	40	65	55
Nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 250 km/h	Unica	250	50	40	65	55

* per le scuole vale solo il limite diurno

L'art. 5, relativo alle infrastrutture esistenti e a quelle di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h prevede, tra l'altro, quanto segue:

“1. 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:

a) 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;

b) 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);

c) 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).”

Classificazione degli aeroporti

Nel monitoraggio non è stato preso in considerazione l'Aeroporto internazionale di “S. Francesco di Assisi”, di Perugia, anche se, parte dell'area occupata dell'avio superficie ricade nel territorio del Comune di Assisi.

Come specificato nelle N.T.A. allegate alla Classificazione acustica, il rumore degli aeroporti è regolamentato da leggi specifiche e non sono previste competenze per i Comuni.

La competenza per la classificazione acustica degli aeroporti è della specifica Commissione prevista dal DM 31 Ottobre 1997 “Metodologia di misura del rumore aeroportuale”. Il DM citato prevede 3 zone di rispetto correlate con l'articolazione fisica e con le attività dell'aeroporto.

L'area aeroportuale e le fasce di rispetto correlate sono escluse dalla classificazione acustica e dal monitoraggio acustico, rimandando al lavoro svolto dalla competente commissione.

INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

Individuare i punti di misura significa ragionare su due variabili, una quantitativa e una di posizione, queste due variabili devono essere interattive e devono assicurare di raggiungere gli obiettivi definiti con il Piano di monitoraggio. Le variabili sono:

- il numero di punti di misura, che deve essere in minimo possibile, ma valido per lo scopo;
- la posizione dei punti di misura, che deve essere più rappresentativa possibile.

Premesso che le misure fonometriche sono un obbligo normativo e che le parole utilizzate nell'art. 121 del RR 2/2015 già citato, sono le seguenti:

*“... i comuni effettuano i **rilevi sperimentali** necessari per procedere alla verifica della corrispondenza dei livelli di rumore effettivo con le classi individuate nel territorio.”,*

una campagna di rilievi sperimentali o di misure fonometriche, deve riuscire a rappresentare con la massima fedeltà possibile, il territorio oggetto dello studio. Per fare questo in maniera ideale, sarebbero necessari molti punti di misura, ma una campagna di misure con una maglia di punti troppo stretta è molto dispendiosa e poco razionale.

Per questo la scelta del numero dei punti di misura e della loro posizione è di notevole importanza.

Descrizione del territorio

Il territorio del Comune di Assisi è stato ampiamente descritto nella Relazione Tecnica della Classificazione acustica, brevemente si riepilogano alcune caratteristiche.

Si tratta di un territorio diversificato, sono presenti vaste aree collinari, montuose e pianeggianti, è presente il fiume Chiascio e il torrente Tescio, con delle cascate realizzate non in aree abitate, salvo la disposizione di pietre nelle vicinanze del ponte di Petrignano che creano un movimento poco rumoroso di acqua.

Le infrastrutture presenti sono costituite da:

- una linea ferroviaria di importanza regionale;
- un aeroporto internazionale;
- la SS75 che è una strada di grande comunicazione;
- una adeguata rete stradale di varia importanza e utilizzo.

Nel territorio sono presenti molte frazioni, alcune di queste hanno un numero di abitanti maggiore di quello di molti comuni d'Italia; alcune frazioni sono molto articolate, è presente un centro storico, aree commerciali, zone industriali o CAI, aree adibite alle scuole, ospedale, attività turistico ricettive di diversa importanza, cimiteri, edifici religiosi di rilevanza internazionale, elevato flusso di turismo con quanto ne consegue, elevati flussi di autobus, campi sportivi, aree adibite a manifestazioni temporanee, sagre e concerti.

Inoltre, occorre valutare e indagare, ove necessario, le aree a confine con i comuni limitrofi. La zona industriale di Santa Maria degli Angeli ha un'area a confine con il Comune di Bastia che presenta particolari problematiche di rumore in quanto è caratterizzata da una elevata presenza di attività produttive e commerciali e da un viabilità ad alta intensità di traffico. Il territorio del Comune di Bastia è utilizzato in maniera analoga per cui c'è omogeneità di utilizzo.

Anche a Capodacqua c'è un'area a confine con il Comune di Spello che necessita di attenzione.

Una piccola parte di territorio ricade vicino all'Aeroporto Internazionale di Perugia, con quello che ne consegue.

Le frazioni più importanti e studiate e da studiare, sia nella Classificazione acustica, che nel Monitoraggio acustico, sono quelle di seguito elencate:

- Torchiagina;
- Petrignano;
- Palazzo;
- Tordandrea;
- Castelnuovo;
- Rivotorto;
- San Vitale;
- Capodacqua;
- Santa Maria degli Angeli;
- Assisi.

Sopralluoghi preliminari

Per individuare i punti di misura, oltre allo studio della documentazione acquisita, relativa a: pianificazione urbanistica, Classificazione acustica, densità di popolazione, insediamenti ricettivi, insediamenti produttivi, attività commerciali, infrastrutture, traffico veicolare, ecc., sono stati effettuati numerosi sopralluoghi sul territorio.

Sono stati visionati molti punti e grazie alla verifica diretta, alcuni che erano stati individuati come idonei, sono stati scartati.

I sopralluoghi sono stati molto utili per comprendere e individuare la posizione delle potenziali sorgenti di rumore rappresentate da qualsiasi tipologia di infrastruttura o qualsiasi attività rumorosa; sono stati molto utili anche per individuare e comprendere i corpi recettori sensibili, la loro articolazione sul territorio e la compenetrazione tra sorgenti di rumore e corpi recettori sensibili.

CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI MISURA

Un punto di misura è un punto nello spazio in cui viene posizionato il microfono.

La posizione del microfono, nell'area oggetto di studio, è molto importante; per fare una scelta quanto più possibile adeguata, rispetto alla realtà in esame, occorre fare riferimento alle leggi della fisica del rumore.

Nel caso del monitoraggio del Comune di Assisi il microfono è stato posizionato su un supporto alto 4 metri da terra, in modo da rilevare rumori provenienti da distanze maggiori e da superare eventuali barriere (siepi, veicoli, arredi urbani, persone, ecc.) che sono di ostacolo alla propagazione del rumore. Il microfono va posizionato in campo aperto, lontano da pareti o strutture che possano riflettere il rumore e alterare il valore misurato a causa della componente di rumore riflessa, ma nei centri storici questo non è sempre possibile. Nello scegliere la posizione del microfono è importante anche individuare e analizzare le eventuali sorgenti di rumore in modo ottenere la misura più attendibile possibile.

Inoltre occorre tenere conto dei seguenti fattori:

- lo stesso immobile può avere facciate esposte a diverso rumore ambientale, per esempio, la facciata lungo la strada principale, interessata da intenso traffico, avrà una rumorosità molto maggiore della facciata laterale, la facciata posteriore se esposta verso cortili o percorsi pedonali sarà esposta ancora ad un minore rumore;
- non tutti gli edifici sono alla stessa distanza da una sorgente, per esempio, un edificio potrebbe essere più arretrato di altri rispetto alla stessa strada a traffico elevato;
- la facciata di un edificio per come è strutturata (es. terrazzi con muretti, facciata piana liscia, terrazze con porticati, ecc.) o per come è posizionata (es. inclinata o frontale) può ricevere una quantità diversa di rumore prodotto dalla stessa sorgente;
- con la Classificazione acustica realizzata in alcune aree sono state assegnate classi acustiche superiori a quelle previste con il metodo statistico, questo perché la normativa obbliga la realizzazione di una classificazione con fasce acustiche degradanti di un livello e vieta salti di fascia, prevedendoli solo in casi eccezionali, che devono essere ben motivati ed evidenziati.

Ad es., il Punto P6 di Via Baglioni – Petrignano, è stato classificato in IV classe acustica a causa della presenza dello stabilimento Colussi, che a sua volta è stato classificato in VI classe acustica. Per tale motivo, non c'è corrispondenza tra il valore rilevato con le misure fonometriche e la Classe assegnata, ma quell'area rimarrà in IV Classe. Stesso ragionamento per le abitazioni di Santa Maria degli Angeli, di Via Protomartiri Francescani, classificate in IV Classe perché adiacenti le Fonderie Assisi S.p.A., classificata a sua volta in V Classe acustica.

Descrizione dei parametri fisici

Per posizionare in maniera ottimale il microfono è necessario fare riferimento ai parametri fisici che governano la propagazione del rumore in campo aperto. La diffusione del rumore rispetta la seguente regola generale, che può essere riprodotta anche in altre forme più sintetiche:

$$L_p = L_W + Q - A_{div} - A_{atm} - A_{ground} - A_{screen} - A_{misc}$$

dove:

- L_p = livello di pressione sonora nel punto del ricevitore (dB);
- L_W = livello di potenza della sorgente sonora (dB);
- Q = termine correttivo per direttività della sorgente ($Q = 0$ per sorgenti omnidirezionali) (dB);
- A_{div} = attenuazione per divergenza geometrica delle onde (dB);
- A_{atm} = attenuazione per assorbimento dell'aria (dB);
- A_{ground} = attenuazione per "effetto suolo" (dB);
- A_{screen} = attenuazione per presenza di barriere (dB);
- A_{misc} = attenuazione per altri effetti (presenza di edifici o di vegetazione, gradiente termici, vento, ecc.) (dB).

Pertanto sono molti i fattori che influenzano l'attenuazione del rumore, ma per un rapido calcolo può essere considerato solo il fattore Q della direttività.

Nel caso di onde acustiche sferiche prodotte da sorgenti puntiformi, il valore del **livello di pressione sonora** L_p alla distanza r dalla sorgente, può essere determinato con la seguente formula:

$$L_p = L_W - 20 \log r - 11 + 10 \log Q \text{ (dB)}$$

dove L_W è il livello di potenza sonora della sorgente e Q è il fattore di direttività.

Brevemente, il rumore si diffonde nell'aria (o in altri mezzi) a partire dalla sua sorgente e, man mano che si allontana da essa, la sua intensità diminuisce. Questo fenomeno è spiegato dalla Legge dell'Inverso del Quadrato che è un principio fondamentale nella fisica applicabile anche al rumore. Il principio base dice che l'intensità del rumore diminuisce con il quadrato della distanza dalla fonte.

In particolare, la diminuzione del **livello di pressione sonora in dB**, quando ci si allontana da una sorgente puntiforme in un campo libero (senza riflessioni e assorbimenti), è di circa **6 dB** ogni volta che la distanza raddoppia.

Pertanto se misuriamo 60 dB ad 1 metro, a 2 metri sarà 54 dB, a 4 metri sarà 48 dB, a 8 metri sarà 42 dB, ecc. Questo spiega come cambia il livello di rumore nelle abitazioni in funzione della distanza dalla strada.

Alla luce di quanto studiato, analizzato e valutato, sono stati individuati 58 punti di misura, dislocati nelle diverse realtà territoriali, ritenuti maggiormente rappresentativi dell'utilizzo antropico del territorio e degli effetti, che tale utilizzo, produce sul clima acustico.

I punti di misura vengono elencati nella tabella **Punti di misura individuati** a pag. 23.

Il documento "**Rapporti di misura**" (Allegato 2) è costituito da "Schede di misura", dove sono indicate le informazioni necessarie per individuare i punti di misura prescelti e i rapporti delle misure effettuate, in fascia oraria diurna e notturna.

Punti di misura individuati

PUNTO MISURA	UBICAZIONE	DESCRIZIONE	CLASSE ACUSTICA
TORCHIAGINA			
P1	Piazza Don Pietro Dall'Ava	Parcheggio chiesa	III
P2	Via Don Luigi Ridolfi	Verde pubblico	II
PETRIGNANO			
P3	Piazza Luigi Masi	Piazza centrale	III
P4	Area scuole elementari	Ingresso Ovest	II
P5	Via F. Morlacchi	Verde pubblico (asilo)	III
P6	Via Baglioni	Verde pubblico	IV
P7	Via della Madonnuccia	Rotatoria	IV
P8	Zona Industriale Petrignano	Parcheggio	VI
PALAZZO			
P9	Via dell'Artigianato	Parcheggio Zona Industriale	V
P10	Via Michelangelo	Chiesa	III
TORDANDREA			
P11	Piazza dei caduti	Centro storico	III
P12	Via Sant'Angelo	Area scuole	III
CASTELNUOVO			
P13	Piazza del Castello	Centro storico	II
P14	Via dell'Arce	Area lungo strada	III
RIVORTORTO			
P15	Via Sacro Tugurio	Parcheggio rotatoria centro	III
P16	Via Francesco Pasanisi	Area verde - Parcheggio	III
P17	Via S. Maria della Spina	Area residenziale vicino SS75	III
SAN VITALE			
P18	Via Assisana	Parcheggio lato Sud arco	III
P19	Via Sant'Onofrio	Nuova lottizzazione	II
CAPODACQUA			
P20	Via Romana, 43	Area lungo strada	III

PUNTO MISURA	UBICAZIONE	DESCRIZIONE	CLASSE ACUSTICA
SANTA MARIA DEGLI ANGELI			
P21	Via Giusuè Carducci	Piazza della Stazione FS	III
P22	Via Gabriele D'Annunzio	Area Verde "I portali"	III
P23	Via Protomartiri Francescani	Rotatoria Fonderie Tacconi	IV
P24	Via F.lli Matteucci	Rotatoria "Le cave"	III
P25	Via Los Angeles (Est)	Davanti Farmacia Comunale	IV
P26	Via Los Angeles (Centro)	Rotatoria Basilica	IV
P27 - 1	Piazza Garibaldi	Centro storico - Lato Basilica	IV
P27 - 2	Piazza Garibaldi	Centro storico - Lato piazza	IV
P28	Via Sandro Pertini	Rotatoria con Via A. Diaz	III
P29	Via A. De Gasperi	Rotatoria con Via Los Angeles	IV
P30	Via Los Angeles (Ovest)	Rotatoria con Via G. Ermini (BNL)	III
P31	Via Simone Martini	Isola verde	III
P32	Via Giuseppe Saragat	Verde pubblico	III
P33	Via Risorgimento	Angolo Via Raffaello	III
P34	Piazzale Ernesto Tarpani	Parcheggio polo scolastico	III
P35	Via San Pio X	Area residenziale vicino SS75	III
P36	Via Patrono d'Italia	Rotatoria Caserma Carabinieri	III
P37	Via Vincenzo Gioberti	Verde pubblico	III
P38	Via Giuseppe Cipolla	Verde pubblico	III
P39	Via dei Mugnai	Angolo Via dei Fornaciai	V

PUNTO MISURA	UBICAZIONE	DESCRIZIONE	CLASSE ACUSTICA
ASSISI			
P40	Piazza Matteotti	Angolo Via del Torrione	IV
P41	Piazza San Rufino	Parcheggio Cattedrale	III
P42	Piazza S. Chiara	Piazza Lato Nord (semaforo)	IV
P43	Piazza del Comune	Inizio Via San Rufino	IV
P44	Via San Paolo	Inizio Via Metastazio	III
P45	Via Merry del Val	Percorso pedonale Basilica Sup.	IV
P46	Viale Guglielmo Marconi	Area lungo strada	IV
P47	Piazza S. Pietro	Parcheggio davanti chiesa	III
P48	SS 147 Assisi	Area chiesa Ist. Serafico	II
P49	Via Fontebella	Area lungo strada	IV
P50	Via Arnaldo Fortini	Piazzetta Verdi	IV
P51	Via Borgo Aretino	Largo porta Nuova	III
P52	Via Madonna dell'Olivio	Parcheggio Alimentari Tigre	III
P53	Via San Benedetto	Parcheggio lungo strada	II
P54	Via Villamena	Largo Ovest Porta Perlici	IV
P55	Via della Cooperazione	Verde angolo Via Ada Negri	II
P56	Viale Giovanni XXIII	Zona inizio lato Nord	II
P57	Ospedale	Area interna	I
P58	Cimitero Capoluogo	Parcheggio lato Est cimitero	I

TEMPO DI MISURA

Per fare misure fonometriche rappresentative la scelta rispetto al tempo è fondamentale. Il Tempo di misura nel Monitoraggio acustico può avere varie interpretazioni che devono essere definite in maniera molto chiara e univoca perché, sullo stesso punto di misura, i valori misurati possono essere molto differenti.

Gli intervalli di tempo da tenere in considerazione sono i seguenti:

- Tempo di misura durante l'anno.
- Tempo di misura durante la settimana.
- Tempo di misura durante il giorno e la notte.
- Durata del tempo di misura.

Scelta dell'arco temporale di misura nell'anno.

Per individuare il migliore momento per effettuare le misure, sono state fatte considerazioni rispetto a tutto l'arco dell'anno, rispetto alla settimana, rispetto all'arco della giornata, rispetto alla durata della misura. L'arco di tempo in cui effettuare le misure, deve essere quanto più rappresentativo possibile ma dipende da molte variabili.

I mesi migliori per fare le misure sono quelli di marzo, aprile, maggio, settembre e ottobre, escludendo le domeniche e le festività. Questi mesi sono maggiormente indicativi, non è periodo di ferie, c'è un flusso turistico medio (salvo festività e fine settimana), le scuole sono aperte, il traffico veicolare è nella media, l'attività umana "sociale" diurna e notturna è nella media, le persone cominciano a stanno all'aperto.

Nei mesi invernali le attività sociali umane sono ridotte, le persone escono di meno, le iniziative all'aperto sono rare, le attività sociali sono al chiuso, molte persone evitano di uscire, il turismo è notevolmente ridotto, molte attività ricettive sono chiuse per alcune settimane, il traffico veicolare è ridotto per i motivi descritti.

In inverno c'è un fattore vincolante molto importante, le condizioni meteo sono un grande problema.

La normativa prevede che le misure fonometriche devono essere eseguite quando non sono presenti fenomeni meteorologici come pioggia, neve e nebbia, inoltre il vento non deve essere superiore a 5 m/sec., perché la misura sarebbe fortemente alterata. Per tali vincoli, una campagna di misure programmata in Inverno potrebbe trovare difficoltà e la sua durata sarebbe indefinibile.

I mesi estivi sono caratterizzati dalle ferie dei lavoratori, anche se ora sono più frammentate e sono meno le attività che chiudono nel mese di agosto. Le scuole sono chiuse, molte attività sportive, sociali e ricreative sono sospese, il traffico veicolare è alterato rispetto al resto dell'anno. Con il caldo intenso le attività diurne e notturne sono alterate, la città, le piazze, i parchi, il territorio, sono utilizzati in maniera diversa, in piena estate il turismo di città è ridotto per l'aumentare del turismo verso località di villeggiatura. Proprio perché le persone vanno in vacanza la pressione antropica sul territorio si riduce.

Per tali motivi non è indicativo fare rilievi fonometrici in qualsiasi periodo dell'anno.

Scelta dei giorni della settimana.

I giorni della settimana scelti sono quelli lavorativi, non sono state effettuate misure nei giorni di Domenica, di Sabato e nei giorni festivi perché in questi giorni le attività produttive sono prevalentemente chiuse, le scuole sono chiuse, il traffico veicolare non è rappresentativo e in generale le attività quotidiane sono diverse da quelle dei giorni lavorativi.

Scelta dell'orario di misura durante il giorno

La normativa prevede fasce orarie giornaliere con limiti di rumore diversi, secondo il numero di abitanti dell'area di interesse.

Per aggregati urbani superiori a 100.000 abitanti sono previste tre fasce orarie, per realtà con un numero di abitanti minore di 100.000 sono previste due fasce orarie nell'arco delle 24 ore.

Per comuni come Assisi è prevista la fascia oraria diurna che va dalle 06:00 alle 22:00 e la fascia oraria notturna che va dalle ore 22:00 alle ore 06:00.

I limiti per queste due fasce orarie sono definiti dalle Tabelle B,C e D del DPCM 14/11/1997.

L'orario di misura nella giornata è stato scelto in base alla realtà locale, valutando traffico veicolare, insediamenti produttivi e corpi recettori. Sono comunque state escluse le ore meno rappresentative, quelle della mattina presto, della notte fonda, ecc.

Scelta della durata del tempo di misura

La durata della misura è in funzione del fenomeno acustico da rilevare, quanto più il rumore è costante e regolare, tanto più la misura può essere corta e affidabile nel descrivere l'evento sonoro.

Sono stata fatte misure di un'ora o poco più, in pochi punti, dove c'è scarso traffico e rumorosità ambientale costante e ridotta, senza picchi particolari di rumore, il tempo di misura è stato leggermente ridotto.

Per quanto riguarda le misure in fascia oraria notturna, sono state effettuate tra le 22 e le 24, dopo le ore 24 il traffico è molto ridotto, soprattutto in alcune aree.

MISURE FONOMETRICHE

Le determinazioni fonometriche sono regolamentate dal Decreto Ministero dell'Ambiente 16 Marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Per maggiore chiarimento, si riportano alcune definizioni in esso contenute:

- **Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico
- **Tempo di riferimento (TR):** 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 h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.
- **Tempo di osservazione (TO):** è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
- **Tempo di misura (TM):** all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) 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": LAS, LAF, LAI.** Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" LPA secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
- **Livelli dei valori massimi di pressione sonora LASmax, LAFmax, LAI max.** Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e le 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

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

dove LAeq è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t1 e termina all'istante t2; pA(t) è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); p0 = 20 microPa è la pressione sonora di riferimento.

- **Livello di rumore ambientale (LA):** 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. E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:
 - nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM
 - nel caso di limiti assoluti è riferito a TR
- **Livello di rumore residuo (LR):** 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 (LD):** differenza tra livello di rumore ambientale (LA) e quello di rumore residuo (LR):

$$L_D = (L_A - L_R)$$

Condizioni meteorologiche

La normativa prevede che le misure fonometriche ambientali siano effettuate in assenza di pioggia, e di nebbia, la velocità del vento non può essere superiore a 5 m/sec, da rilevare con specifico anemometro.

Anche la strada bagnata o la neve al suolo, a seguito di eventi meteo precedenti, rendono una misura fonometrica falsata.

Arrotondamento della misura.

La normativa prevede che il valore di pressione acustica, deve essere **arrotondato** a 0,5 dB.

In questo studio, considerato che non si tratta di misure per valutare l'Impatto acustico o il Clima acustico, le misure verranno riportate tal quale, senza arrotondamenti.

STRUMENTAZIONE DI MISURA

La strumentazione utilizzata per la rilevazione possiede tutti i requisiti previsti dalla vigente normativa. Si tratta di unità di elaborazione dotata di processore Intel, Schermo da 10.4" TFT (1024x768) ad alto contrasto, touch-screen operativo in modalità "Tablet PC" e/o tastiera e pad o mouse esterno. Hard-Disk da 40 Gbyte, supporto schede PCMCIA, Compact Flash, USB Memory Stick.

Ingressi per numerosi strumenti di rilevamento e molteplici porte di collegamento, tra queste n. 4 canali per collegare 4 microfoni contemporaneamente.

Microfono BSWA e calibratore Larson Davis.

La strumentazione è stata sottoposta a taratura periodica presso un centro di taratura S.I.T e possiede i certificati di taratura previsti che sono stati allegati.

Marca e modello

Marca - "Sinus"

Modello - "SOUNDBOOK .

Caratteristiche tecniche

Fonometro Integratore ed Analizzatore Real-Time a 4 canali per misure, analisi e monitoraggio di rumore e vibrazioni.

Normative di riferimento

- IEC/EN 60651 (1979) tipo 1
- IEC/EN 60804 (2000) tipo 1
- IEC/EN 61672 (2002-1) classe 1
- IEC/EN 61260 (1995) filtri 1/1 e 1/3 d'ottava, Classe 0
- MIL-STD 810E 514.4 - 16 - 10
- Protezione IP54
- EN 50081-1 (1992) Emissione elettromagnetica
- EN 50082-1 (1997) Immissione elettromagnetica

Conformità

- Legge Quadro n. 447 del 26-10-1995 sull'inquinamento acustico successivi decreti attuativi (rumore in ambienti di vita).
- DM 16 Marzo 1998 " Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" oltre all'allegato C "Metodologia di misura del rumore ferroviario" e " Metodologia di misura del rumore stradale".
- DM 31/10/97 " Metodologia di misura del rumore aeroportuale".

Hardware

Caratteristiche conformi alle IEC 651 Tipo 1, IEC 804 Tipo 1, IEC61672 Classe 1, IEC 1260 Classe 0.

Software

La strumentazione è dotata di software per eseguire innumerevoli rilievi ed analisi dei dati.

Software di controllo dello strumento di rilevazione: "SAMURAI.", operativo in ambiente Windows, dedicato alla gestione delle modalità di analisi, impostazione grafica, interfaccia utente, memorizzazione dati, post-analisi, playback e supporto modalità Tablet PC.

Il software "Samurai" genera misure totalmente integrate nella filosofia operativa di "Noise & Vibration Works".

Software di analisi statistica per l'elaborazione dei dati rilevati: "Noise & Vibration Works".

Immagini del fonometro utilizzato



CAMPAGNA DI MISURE

Le 116 misure fonometriche sono state effettuate secondo quanto previsto dal D.M. 16 Marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico” richiamato più volte.

Dopo aver individuato i punti di misura e dopo aver valutato la posizione delle potenziali sorgenti disturbanti, dei corpi recettori e di altri elementi circostanti utili, sono state effettuate misure fonometriche atte a rappresentare in modo quanto più attendibile il clima acustico del comparto.

Le condizioni meteorologiche durante le misure sono state caratterizzate da assenza di fenomeni atmosferici.

Ad ogni misura effettuata, la strumentazione è stata controllata con il calibratore prima e dopo la misura. In nessun caso la differenza tra la calibrazione iniziale e la calibrazione finale ha superato i ± 0.5 dB(A). Ciò sta ad indicare che durante tutta la sessione di misure non si sono verificati eventi tali da alterare la fedeltà della catena strumentale e quindi la validità delle misure effettuate.

Il valore di pressione acustica, non è stato arrotondato a 0,5 dB, pertanto, i dati riportati nella “**Tabella riassuntiva dei valori misurati**” e nel documento “**Rapporti di misura**” allegato, sono quelli effettivamente misurati.

Nei rapporti di misura, sono presenti, per ciascun punto di misura, le informazioni per individuare la posizione del punto di misura, due foto relative al punto misura, il tempo di misura, i diagrammi delle misure effettuate in fascia oraria diurna e notturna, con le grandezze fisiche rilevate e descritte nel paragrafo “Analisi dei dati”.

ANALISI DEI DATI

L'analisi delle misure effettuate ha gli stessi obiettivi del Monitoraggio acustico, obiettivi già indicati e che per comodità di lettura vengono brevemente riassunti:

- conoscenza del rumore ambientale del territorio comunale;
- verifica e validazione della Classificazione acustica;
- individuazione e analisi di specifiche sorgenti di rumore;
- Individuare eventuali situazioni di non conformità.

Le misure sono state elaborate ed esaminate, è stata esaminato il contesto urbanistico, la Pianificazione urbanistica e la Classificazione acustica, è stato fatto il raffronto tra tutti i dati acquisiti, sono stati esaminate le sorgenti di rumore e i corpi recettori sensibili (scuole, ospedali, case di riposo), sono stati presi in esame gli insediamenti residenziali.

Per rendere più comprensibili i valori presenti nel Rapporto di misura si riassumono alcune informazioni, anche se ben note, non possono essere tralasciate:

- Il traffico veicolare altera notevolmente il clima acustico dell'area;
- Il traffico veicolare e quindi, il rumore ambientale da esso derivato, è strettamente correlato con gli orari delle attività umane, ci sono momenti nella giornata, della settimana, dell'anno, ovvero "ore di punta", in cui il traffico è più intenso perché molte persone fanno la stessa cosa, utilizzando un veicolo privato, le ore di punta ricorrenti sono:
 - entrata e uscita di scuola;
 - entrata e uscita dal lavoro;
 - arrivo e partenza da attività umane che richiamano persone (spettacoli/concerti, manifestazioni culturali, fiere e mercati, manifestazioni sportive, manifestazioni temporanee, ecc.);
 - giorni di festività e giorni ponte lavorativi durante l'anno;
 - partenza e ritorno dalle ferie per località di vacanza;
 - fine settimana.

- Durante le misure, in alcuni casi, sono stati rilevati valori parziali di rumorosità superiori ai limiti definiti dalla classificazione acustica, si è trattato di picchi di rumore causati dal transito di veicoli, ma il livello “medio” (Leq) di rumorosità è nei limiti di legge.
- Durante le misurazioni, per quanto è stato possibile accertare, non sono state rilevate componenti tonali, impulsive in frequenza.
- Il rumore misurato presso le aree sensibili quali: scuole, Ospedale di Assisi e Casa di riposo di Assisi, è conforme ai limiti di zona, salvo qualche picco di rumore causato dal traffico veicolare.
- Il livello di rumore notturno in alcune aree industriali è caratterizzato da poco traffico veicolare e un rumore di fondo costante e superiore al fondo in “generale”, a causa degli impianti produttivi in funzione (es. Colussi, Fonderie di Assisi).
- In alcune zone di S.M. degli Angeli e Assisi, ad alto utilizzo antropico, le misure effettuate in orario notturno hanno dato valori simili a quelle effettuate in orario diurno.
- La misura diurna nel Punto P1, a lato della chiesa di Torchiagina, ha rilevato picchi di rumorosità anche di 90 dB(A), il rumore di fondo è stato quasi sempre superiore a 50 dB(A) e in alcuni momenti anche superiore ai 60 dB(A). Questo perché durante la misura era in attività una macchina operatrice che movimentava i rottami di ferro. In questo punto i livelli sono stati superiori al limite di zona, ma la causa è stata l'attività produttiva. Dopo le procedure di risanamento che la ditta dovrà adottare, la rumorosità ambientale tornerà ai livelli prossimi a quelli previsti dalla classe acustica attribuita.
- La misura nel Punto P17 a Rivotorto, nell'area residenziale vicino la SS75, da un punto di misura “a vista” della SS75, ha rilevato un rumore superiore al limite di zona, che potrebbe essere eliminato con barriere lungo la strada.
- Il rumore misurato nel Punto P23, in Via Protomartiri Francescani, nei pressi della rotatoria adiacente le Fonderie di Assisi SpA, ha rilevato un livello in linea con la classificazione adottata, ma il rumore residuo è sempre intorno a 60 dB(A) giorno e notte.
- Le misure effettuate nel Punto P6, presso i giardini di Via Baglioni a Petrignano, hanno le stesse caratteristiche di quelle del P23 vicino le Fonderie di Assisi, seppure con un rumore di fondo più basso che è risultato essere tra 45 e 50 dB(A), a causa della presenza dello stabilimento Colussi, poco più lontano c'è anche il mangimificio Mignini. Questo punto di misura ha la caratteristica di essere lontano dalle strade transitate e i valori rilevati sono poco influenzati dal rumore

stradale e tra i valori diurni e notturni c'è pochissima differenza, il clima acustico è generato dagli impianti produttivi.

- Anche la misura effettuata nel Punto P8 ha rilevato un rumore di fondo di giorno non inferiore a 40 dB(A) e di notte intorno ai 38 dB(A).
- La misura effettuata nel Punto P10, Zona Industriale di Palazzo, ha rilevato elevate oscillazioni di rumore comprese tra i 42 dB(A) e i 70 dB(A) con picchi superiori a 80 dB(A).
- Tutte le attività produttive che non rispettano i limiti di emissione previsti, nella terza fase del Risanamento acustico, saranno obbligate a presentare un piano di risanamento acustico dettagliato che faccia riferimento al proprio sistema produttivo, ai propri impianti e alle soluzioni che intenderà adottare per ridurre le emissioni di rumore.
- Le misure rilevate in alcuni punti, soprattutto nelle ore notturne, sono relativamente omogenee, per l'assenza di sorgenti rumorose, soprattutto quando lontane dalle strade principali.
- I rapporti di misura rendono bene evidenti i fondamentali della pressione sonora rilevata nei punti presi in esame.

Per una corretta valutazione delle misure effettuate si precisa quanto segue:

- Per una omogeneità della visione e del "colpo d'occhio", le misure sono state presentate in grafici che hanno un range di 60 dB, salvo casi eccezionali dove le escursioni tra valore minimo e valore massimo è superiore ai 60 dB. Nella maggior parte dei casi il range va da 30 a 90 dB.
- Per tutte le misure effettuate viene indicato il Tempo di Riferimento TR, che viene segnalato nel titolo del report con la dicitura GIORNO "G" e NOTTE "N", il TR GIORNO va dalle 06:00 alle 22:00 e il TR NOTTE va dalle 22:00 alle 06:00.
- Il Tempo di Osservazione TO, per ciascuna misura, è di 5-10 minuti prima e 5-10 minuti dopo il tempo di misura riportato nel rapporto specifico. Nel caso delle misure effettuate a inizio e a fine ciclo, i tempi di osservazione sono di 20-30 minuti circa, per il tempo tecnico maggiore di gestione della strumentazione.
- Il Tempo di Misura TM, viene indicato con precisione in ogni singolo rapporto di misura, è quello che è riportato nella tabella in basso nel campo DURATA.
- Le grandezze fisiche da rilevare, utili a caratterizzare il clima Acustico di un'area sono definite nell'allegato A del Decreto del Ministero dell'ambiente del 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

- La grandezza fondamentale di riferimento per la valutazione del rumore variabile nel tempo è il **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A"**, $L_{Aeq,T}$. Il **livello sonoro equivalente L_{eq} è espresso in dBA**, rappresenta il livello sonoro di un suono ipotetico costante nel tempo che, nel corso del periodo di tempo considerato T , ha la medesima pressione quadratica media del suono reale, il cui livello varia in funzione del tempo.
- Il valore di $L_{Aeq,T}$ è quindi strettamente connesso al periodo di tempo considerato T . L'introduzione del livello equivalente ha consentito di poter caratterizzare con un solo dato un rumore variabile, per un intervallo di tempo prefissato, inoltre è una grandezza estremamente utile in quanto può essere misurata direttamente con i fonometri, che eseguono automaticamente il calcolo della espressione

$$L_{eq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt$$

dove T è l'intervallo di tempo in cui è stata effettuata la misura e $p(t)$ è la pressione sonora efficace nel tempo del suono o rumore in esame.

- Nella scheda di misura, compilata per ciascun punto di misura, oltre alle informazioni su luogo, data, ora e durata della misura, contiene le informazioni sulle seguenti grandezze fisiche rilevate:
 - Time-history della misura
 - Valore del $L_{eq}(A)$ in dBA
 - Diagramma dell'analisi in frequenza
 - Valore dei Livelli statistici percentili L1, L5, L10, L50, L90, L95
 - Diagramma dei livelli percentili.

La **Time-history** è estremamente utile per vedere a colpo d'occhio l'andamento del rumore durante lo scorrere del tempo.

Il **$L_{eq}(A)$** è la grandezza principale per esprimere il rumore presente nel punto di misura.

L'analisi in frequenza è utile per comprendere la natura del rumore rilevato.

I **livelli percentili** sono grandezze fisiche che indicano il livello sonoro superato nel tempo X , espresso in percentuale del tempo totale della misura effettuata.

I livelli percentili **L1, L5, L10, L50, L90, L95**, rappresentano il livello sonoro in dBA, superato durante un tempo di misura (espresso in percentuale) del 1%, 5%, 10%, 50%, 90%, 95% del tempo totale di misura. Tale grandezza è utile a comprendere

le caratteristiche della rumorosità presente nel luogo preso in esame, soprattutto in caso di rumore stradale.

L90 è il livello sonoro superato nel 90% del tempo di misura, viene utilizzato per definire il livello sonoro e la possibile classe per l'identificazione della zona.

La grandezza permette di escludere picchi di eventi sonori occasionali, caratterizzati da una maggiore energia e che sposterebbero il posizionamento di un'area territoriale in una classe acustica superiore.

L50 è il livello sonoro superato nel 50% del tempo di misura. La grandezza da informazioni sulla frequenza degli eventi sonori e quindi sull'andamento del traffico locale. Ha un valore sistematicamente inferiore al L_{eq} e minori eventi accadono, tanto più è minore del L_{eq} .

L10 è il livello sonoro superato nel 10% del tempo di misura. Maggiore è la differenza con il valore di L_{90} , maggiore è la variabilità del rumore rilevato durante il tempo di misura. In genere L_{10} è maggiore del L_{eq} , in caso di traffico occasionale le due grandezze sono vicine.

L1 è il livello sonoro superato nel 1% del tempo di misura. L_1 indica la presenza di rumori elevati occasionali, serve per individuare sorgenti sonore che generano valori di punta. Tali valori sono molto influenti sul valore del livello equivalente finale, rappresentano le maggiori cause del disturbo e di degrado ambientale nelle aree urbane, dove il rumore da traffico è nettamente prevalente.

Una grande differenza, tra L_1 e L_{99} indica un livello sonoro caratterizzato da picchi elevati di rumore alternati da lunghi momenti di quiete, questa situazione si verifica nelle strade con scarso traffico. Una differenza ridotta denota il contrario, ovvero un rumorosità più continua che si verifica in presenza di una strada con traffico veicolare permanente.

CONCLUSIONI

I rapporti di misura ottenuti con la campagna di rilievi fonometrici sono stati esaminati, valutati e confrontati con quelli della Classificazione acustica del Comune di Assisi, da tale analisi e confronto è risultato quanto segue:

- il superamento dei limiti massimi di zona rilevati in molti casi, sono costituiti da picchi di rumore generati quasi sempre dal traffico veicolare.
- le emissioni di rumore prodotte da alcune attività o infrastrutture incidono sul clima acustico dell'area di loro influenza, tanto da alterare il livello di rumore ambientale;
- dopo il risanamento acustico, la rumorosità ambientale di alcune aree sarà ridotta;
- in alcuni punti, il livello di pressione sonora rilevato (Leq) è notevolmente inferiore al livello di rumore della Classe attribuita, si tratta di punti che ricadono in fasce acustiche degradanti che devono essere mantenute come tali, per evitare "salti" di fascia acustica non consentiti;
- le diverse zone della stessa classe acustica hanno un livello di rumore ambientale differenziato, sulla base della distanza dalla sorgente di rumore che nella maggior parte dei casi è costituita da strade.

Nella **Tabella riassuntiva attività di Monitoraggio acustico - Allegato 1** sono riportati tutti i punti di misura con la classe acustica attribuita, i livelli misurati in fascia oraria diurna e notturna e la conformità alla classe acustica.

Per quanto programmato, rilevato e valutato, dalla campagna di misure fonometriche eseguita nei punti campione e dall'analisi dei dati è emerso che:

La Classificazione Acustica del territorio del Comune di Assisi, redatta in data 16 Novembre 2016 e in corso di approvazione, salvo in alcune situazioni anche temporanee, che sarebbero oggetto di risanamento acustico, è coerente con i livelli di rumore ambientale rilevato con il monitoraggio descritto e non risulta necessario apportare modifiche.

Bastia Umbra, 21/12/2023

Il Tecnico Competente in
Acustica Ambientale
Tecnico della Prevenzione
Dott. Gianfranco Mancinelli



BIBLIOGRAFIA

- ISPRA - Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante da infrastrutture stradali. 2012
- ISPRA - Linee guida per il controllo e il monitoraggio acustico ai fini delle verifiche di ottemperanza delle prescrizioni VIA. 2012
- ISPRA – Esposizione all'inquinamento acustico – 2015
- ISPRA – Rapporto valutazione esposizione al rumore della popolazione – 2010
- ISPRA – Linee guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici. 2012
- ISPRA – Linee guida per una pianificazione integrata dell'inquinamento acustico in ambito urbano. 2008
- F. Alton Everest - Manuale di Acustica. 1996 - Hoepli
- AA.VV. - Il rumore negli ambienti di vita e di lavoro. 2001 - EPC Libri
- C. Bernasconi - L'acustica nella progettazione architettonica. 2001 – Il Sole 24 Ore
- A. Demozzi - La progettazione delle barriere antirumore. 2002 – Il Sole 24 Ore
- AA.VV. - Isolamento acustico degli edifici. 2002 – Maggioli Editore
- D. Halliday - Fisica. 1970 - CEA
- Alonso/Finn - Elementi di fisica per l'università. 1974 – Inter European Editions
- R. Spagnolo - Manuale di acustica applicata. 2004 – UTET
- C.Martorana / S.Becherini - Assorbimento e isolamento acustico negli edifici – Maggioli Editore
- AA.VV. - Corso base di acustica – Bruel & Kjaer
- Anna Magrini - Progettare il silenzio. 2003 - EPC libri
- AA.VV. - Acustica in edilizia. Gruppo Rockwool
- AA.VV. - Isolamento acustico. BPB Placo
- A. Bassi / C. Bonnaure - Capitolato speciale di appalto per opere di acustica ambientale. 2005 - Maggioli E.
- L.Berta / M. Bovati - Progetti di architettura bioecologica. 2005 – Maggioli Editore

**Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà
(art. 4 legge 4 /1/1968 n. 15)**

Il sottoscritto Gianfranco Mancinelli nato a Perugia il 14.01.1957, residente a Cannara in Via Calabria, 9, in qualità di Tecnico Competente nel campo dell'Acustica Ambientale, inserito nell'elenco della Regione dell'Umbria con Determinazione Dirigenziale del 22 Maggio 2002 n. 4337 pubblicata nel Bollettino Ufficiale della Regione dell'Umbria, Serie Generale, n. 26 del 12 Giugno 2002, sotto la propria responsabilità, compila la presente Relazione di Monitoraggio acustico ambientale, relativa alla Classificazione acustica del territorio del Comune di Assisi.

Bastia Umbra, 21/12/2023

Il Tecnico competente
in acustica ambientale
Tecnico della Prevenzione
Dott. Gianfranco Mancinelli

