

SAN GIULIANO TERME

Via Puccini n.9

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO

Relativa a nuovo complesso commerciale e sportivo

ai sensi della L. 447/95 e della L.R. 89/98

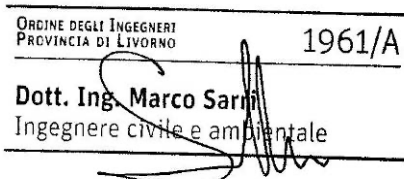
COMMITTENTI:

SIG. ALESSANDRO TRIVELLINI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA:

ING. MARCO SARRI

via Aurelia 32B – 57022 Donoratico (LI)



sundaymorning - studio associato di architettura & ingegneria

via Giacomo Matteotti 48A - 57022 Donoratico - ms@sundaymorning.it - www.sundaymorning.it

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	NORMATIVA E DEFINIZIONI	1
	2.1 Normativa Nazionale.....	1
	2.2 Normativa Regionale.....	2
	2.3 Norme tecniche.....	2
	2.4 Definizioni	3
3	LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO.....	6
4	DESCRIZIONE DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI PRESSO IL SITO	10
5	CLASSIFICAZIONE ACUSTICA	10
6	CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO	12
7	VERIFICA DEI LIMITI DI ZONA.....	13
8	VERIFICA IMPATTO ACUSTICO POST OPERAM.....	13
	8.1 Descrizione delle sorgenti.....	13
	8.2 Individuazione del ricettore.....	13
	8.3 Contributo delle sorgenti al ricettore	14
	8.4 Verifica del limite assoluto di emissione	15
	8.5 Verifica del limite assoluto di immissione	15
	8.6 Verifica del limite differenziale di immissione	16
9	VERIFICA IMPATTO ACUSTICO DI CANTIERE.....	17
	9.1 Descrizione dei lavori	17
	9.2 Valutazione delle emissioni sonore	17
	9.3 Verifica dei limiti di zona.....	18
10	VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI DI FACCIATA	19
	10.1 Caratteristiche delle partizioni di progetto	21
	10.2 Verifica dei requisiti di facciata	21
11	CONCLUSIONI	21

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è redatta, ai sensi dell'art. 12 comma 3 della L.R. n. 89/98, al fine di valutare il clima acustico relativo al piano attuativo per la realizzazione di nuovo complesso commerciale e sportivo, in attuazione del vigente Piano Operativo Comunale del Comune di San Giuliano Terme.

Lo scopo della presente relazione è quello di caratterizzare il rumore ambientale ai fini della verifica dei limiti fissati dal piano di classificazione acustica Comunale descrivere secondo quanto predisposto dalla Deliberazione 13 luglio 1999, n. 788 della Regione Toscana le modificazioni indotte dall'intervento sul clima acustico della zona e dare indicazioni progettuali relativamente alle prestazioni di isolamento acustico dai rumori esterni degli edifici ai sensi del D.P.C.M. 5 dicembre 1997.

Nel caso in cui i livelli sonori previsti risultassero superiori ai limiti, sarà effettuata un'analisi dei possibili interventi che consentirebbero di ricondurre i livelli sonori entro i limiti previsti o di ridurre l'entità del superamento.

2 NORMATIVA E DEFINIZIONI

La normativa di riferimento è la seguente.

2.1 Normativa Nazionale

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 - Limiti massimi d'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- LEGGE 26 ottobre 1995 n. 447 – Legge quadro sull'inquinamento acustico
- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459 - Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario.
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- D.M.A. 16 marzo 1998 – Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142 – Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare
- 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

- Decreto ministeriale 11 gennaio 2017 - Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili

2.2 Normativa Regionale

- Legge regionale n.89 del 01/12/98 – Norme in materia di inquinamento acustico – Bollettino Uff. Regione n.42 del 10/12/98
- Legge Regionale 29 novembre 2004, n. 67 “Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)”
- Legge Regionale 5 agosto 2011, n. 39 “Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 98 n.89” – 10.08.2011 Bollettino Ufficiale della Regione Toscana - n. 41
- D.G.R. 21 ottobre 2013, n. 857 “Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell’art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98”
- D.P.G.R. 8 gennaio 2014, n. 2/R “Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell’articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)”
- D.P.G.R. 7 luglio 2014, n. 38/R “Modifiche al regolamento regionale di attuazione ai sensi dell’articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R”

2.3 Norme tecniche

- UNI 11143:2005 – Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti
- UNI 9884:1997 - Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale
- UNI EN 12354 - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti
- UNI 8297:2006 - Determinazione dei livelli di potenza sonora di insediamenti industriali multisorgente per la valutazione dei livelli di pressione sonora immessi nell'ambiente circostante
- UNI ISO 9613:2006 – Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto
- UNI 10855:1999 – Misura e valutazione del contributo di singole sorgenti

2.4 Definizioni

In conformità al D.M. 16.3.98 ed alle norme tecniche di riferimento si adottano le seguenti definizioni:

tempo a lungo termine,(TL): Il tempo a lungo termine (TL), è stabilito in relazione agli scopi che si prefigge l'indagine acustica, e rappresenta il tempo a cui riferire la caratterizzazione del territorio dal punto di vista della rumorosità ambientale. La lunghezza di questo intervallo di tempo è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano tale rumorosità nel lungo periodo. Il valore di TL può essere un anno, alcuni mesi o riguardare solo alcuni periodi, come per esempio, il periodo estivo per le zone di villeggiatura, o escluderne altri, come per esempio i giorni festivi o di mercato e fiere.

tempo di riferimento,(TR): All'interno del TL si individua il tempo di riferimento, di norma stabilito dalle autorità che si colloca nell'arco delle 24 h. Esso rappresenta l'intervallo di tempo all'interno del quale si determina la rumorosità ambientale ed al quale vanno riferiti i dati rilevati. È scelto, in relazione agli scopi che si prefigge l'indagine, tenendo conto delle attività, abitudini ed esigenze umane, e delle variazioni nel funzionamento delle sorgenti di rumore. Si può definire, per esempio, un tempo di riferimento per l'intero periodo diurno ed uno per quello notturno. 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): All'interno del tempo di riferimento si individuano uno o più tempi di osservazione, (TO) in ciascuno dei quali il livello del rumore presenta omogenee caratteristiche di variabilità. L'insieme dei tempi di osservazione costituisce il tempo di riferimento.

tempo di misurazione,(TM): All'interno di ciascun tempo di osservazione si individua un tempo di misurazione di durata pari o minore del tempo di osservazione in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che il valore di $L_{Aeq,TM}$ sia statisticamente rappresentativo di $L_{Aeq,TO}$

livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nel tempo di misurazione, ($L_{Aeq,TM}$): Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nel tempo di misurazione è definito dalla relazione

$$L_{Aeq,TM} = 10 \lg \left\{ 1/TM \int_0^{TM} [p_A(t)/p_0]^2 dt \right\} \quad \text{dB (A) dove:}$$

$p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata A, in pascal;

p_0 è il valore di riferimento della pressione sonora pari a 20 μ Pa;

TM è il tempo di misurazione, in secondi.

livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nel tempo di osservazione, ($L_{Aeq,TO}$): Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nel tempo di osservazione è definito dalla relazione

$$L_{Aeq,TO} = 10 \lg \left\{ 1/TO \int_0^{TO} [p_A(t)/p_0]^2 dt \right\} \text{ dB (A)}$$

dove:

$p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata A, in pascal;

p_0 è il valore di riferimento della pressione sonora pari a 20 μ Pa;

TO è il tempo di osservazione, in secondi.

livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nel tempo di riferimento, ($L_{Aeq,TR}$): Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nel tempo di riferimento è definito dalla relazione

$$L_{Aeq,TR} = 10 \lg \left\{ 1/TR \int_0^{TR} [p_A(t)/p_0]^2 dt \right\} \text{ dB (A)}$$

dove:

$p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata A, in pascal;

p_0 è il valore di riferimento della pressione sonora pari a 20 μ Pa;

TR è il tempo di riferimento, in secondi.

livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A relativo al tempo a lungo termine, ($L_{Aeq,TL}$): Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A relativo al tempo a lungo termine ed a uno specifico tempo di riferimento è ottenuto dalla media dei valori dei livelli ($L_{Aeq,TR}$)_i, secondo la relazione seguente:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \lg \left[1/N \sum_{i=1}^N 10^{0,1 (L_{Aeq,TR})_i} \right] \text{ dB (A)}$$

dove:

N è il numero di campioni di $L_{Aeq,TR}$ utilizzati per il calcolo di $L_{Aeq,TL}$.

Il livello sonoro di un singolo evento $L_{AE, (SEL)}$: è dato dalla formula:

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

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 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): differenza tra il livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R):

$$L_D = (L_A - L_R)$$

Livello di rumore della sorgente specifica (L_s): livello di pressione sonora equivalente ponderato A dovuto alla sorgente specifica di rumore che si manifesta in un determinato luogo e durante un determinato tempo

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

fattore correttivo (K_i): è la correzione in $db(A)$ introdotta per tener 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 h il valore del rumore ambientale, misurato in $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di $3 \text{ dB}(A)$; qualora sia inferiore a 15 minuti il $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di $5 \text{ dB}(A)$.

livello di rumore corretto (L_C): è definito dalla relazione:

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$$

3 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area di intervento del piano attuativo è collocata nella zona meridionale del Comune di San Giuliano, tra l'area commerciale ed artigianale de La Fontina e l'aggregato urbano di Ghezzano. La via Puccini, sulla quale si attesta il lotto è arteria viaria con importanti carichi di traffico in entrate ed in uscita da Pisa e dalla zona de La Fontina.

L'area è circondata da aree agricole, con case sparse poste nelle immediate vicinanze.

Allo stato attuale, la proprietà risulta dismessa, ma è costituita già da fabbricati ed attrezzature all'aperto destinate allo sport ed al tempo libero.

Nella seguente tabella sono riportate in coordinate WGS84 gli spigoli nord-est e sud ovest della proprietà, ai fini di una sua individuazione più precisa.

Denominazione	Longitudine	Latitudine
Spigolo nord - est	10.433377°	43.731409°
Spigolo sud - ovest	10.433292°	43.730298°

Tabella 3-1 – Posizione dei componenti di impianto

Nelle seguenti immagini si riporta l'individuazione del lotto



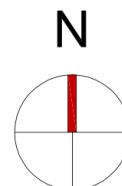
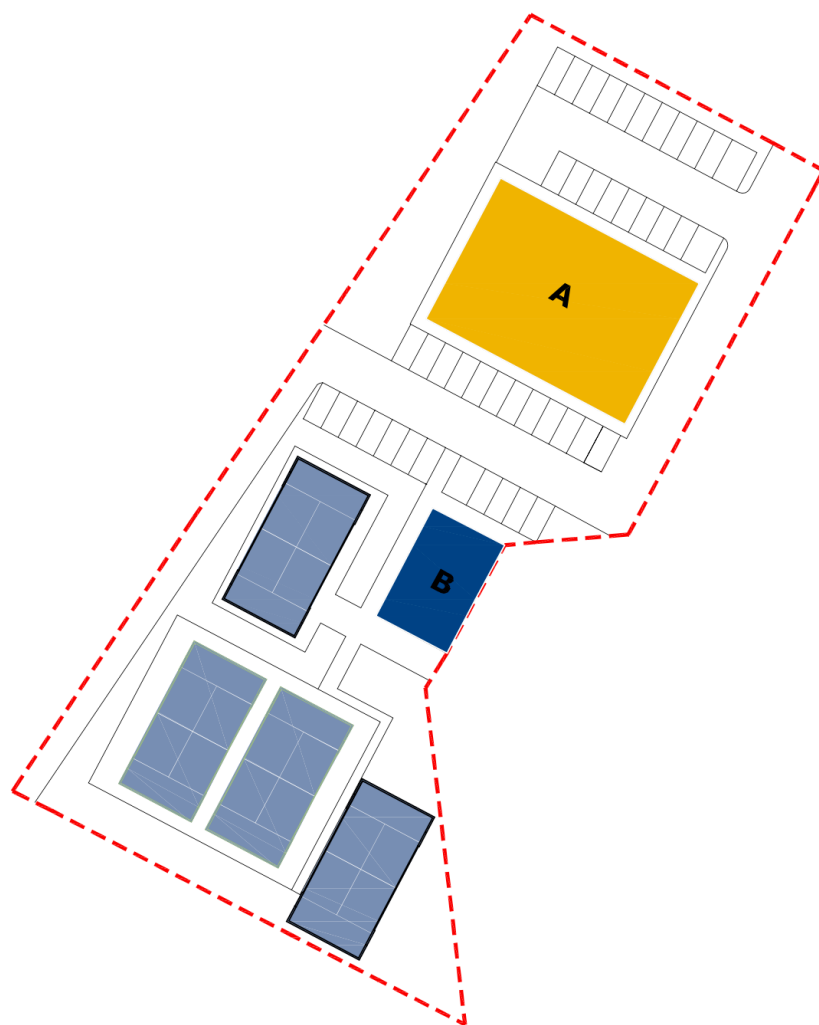
Figura 3-1 – Individuazione dell'area

Il progetto prevede il recupero dei volumi esistenti, con la creazione di un edificio (edificio A) all'interno del quale inserire attività legata alla cura degli animali domestici (veterinario, pet-shop, tolettatura), un secondo edificio (edificio B) all'interno del quale trovano posto gli spogliatoi ed un esercizio di somministrazione e quattro campi da padel, due all'aperto e due al coperto. L'area sarà completata con percorsi interni, parcheggi e superfici verdi.

Nella seguenti immagini si riporta la planimetria di progetto e l'individuazione delle destinazioni d'uso sopra descritte.



Figura 3-2 - Planimetria di progetto



 ARE DI INTERVENTO

 EDIFICIO A

 EDIFICIO B

 CAMPI DA PADEL

Figura 3-3 - Destinazioni d'uso

4 DESCRIZIONE DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI PRESSO IL SITO

Il clima acustico dell'area allo stato attuale è in tutto riconducibile al rumore veicolare proveniente dalle infrastrutture viarie. Infatti, la densità dell'abitato risulta essere molto bassa, mentre la rumorosità legata all'attività agricola, in ordine alle tipologie di colture presenti, sporadica e quindi pressoché ininfluenza.

Per quanto riguarda il rumore veicolare, la viabilità presente può essere riconducibile ad una di tipo C2 – Strada extraurbana secondaria, ai sensi del secondo decreto legislativo n. 285 del 1992 - il Nuovo Codice della Strada. Tale considerazione è riferibile ai volumi di traffico riscontrati e dai dati utilizzati per la costruzione del piano di classificazione acustica comunale. Per tale categoria la fascia di pertinenza acustica ha un'ampiezza pari a 150 m ed i limiti di fascia corrispondono con quelli della tabella C allegata al DPCM 14/11/1997.

Per quanto riguarda invece la rumorosità legata al progetto, si ritiene che essa sia in tutto e per tutto riconducibile a due tipologie, dal momento che il traffico indotta risulta trascurabile a fronte dei flussi preesistenti. Tali sorgenti, delle quali cercheremo di dare descrizione nel paragrafo dedicato, sono la rumorosità impiantistica, determinata dagli impianti di condizionamento dei due edifici e dal rumore antropico degli avventori, principalmente legato all'attività sportiva.

5 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

Tutta l'area di intervento e gli edifici limitrofi potenzialmente esposti alla rumorosità delle nuove attività sono collocati in 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.

I pertinenti valori limite in base al DPCM 14/11/97 sono pertanto:

CLASSE 4 – Aree di intensa attività umana	Diurno	Notturmo
Valori limite assoluti di immissione dB(A)	65	55
Valori limite di emissione dB(A)	60	50

Tabella 5-1 - Valori limite di emissione ed immissione classe 4

Inoltre trattandosi di aree con classificazione diversa dalla VI classe, trova applicazione il criterio di immissione differenziale di cui all'art. 2 comma 3 lett. B Legge 26 ottobre 1995 n° 447, stabiliti come segue:

Periodo di riferimento	Diurno (06-22)	Notturno (22-06)
Valore limite di immissione differenziale (dB)	5	3

Tabella 5-2 - Limiti differenziali di immissione

Il livello di immissione differenziale si calcola come differenza algebrica del livello di rumore ambientale e del livello di rumore residuo, misurati all'interno del ricettore. Nel caso in cui le sorgenti siano esterne le misurazioni del rumore ambientale e del rumore residuo vengono svolte ponendosi ad un metro dalla finestra aperta; viceversa se le sorgenti sono interne sono svolte a finestra chiusa.

I sudetti limiti non trovano applicazione, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile (art. 4 c. 2 D.P.C.M. 14/11/1997) nei seguenti due casi:

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

Per quanto riguarda il rumore veicolare, sia l'area di intervento che i ricettori sopra detti vengono a trovarsi all'interno della fascia di rispetto di 150 m dall'asse viario, prevista per le infrastrutture extraurbane secondarie esistenti di categoria C2. Limitatamente al rumore veicolare i limiti da rispettare, per gli edifici con destinazioni diverse da quelli assimilati a Scuole, Ospedali Case di Cura e di Riposo, sono stabiliti dal DPCM 14/11/1997 come segue:

Periodo di riferimento	Diurno (06-22)	Notturno (22-06)
Strade extraurbane secondarie - C2	65	55

Tabella 5-3 - Limiti emissione sonore infrastruttura

6 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO

Periodo di riferimento	Valori medi	Valori Massimi	Edificio A	Edificio B
Diurno	66,0 dB(A)	66,5 dB(A)	61,0 dB(A)	57,5 dB(A)
Notturno	59,5 dB(A)	58,1 dB(A)	54,5 dB(A)	51,0 dB(A)

Pag. 12 di 21

7 VERIFICA DEI LIMITI DI ZONA

Dai risultati delle misurazioni diurne e notturne effettuate si evince che il clima acustico dell'area risulta essere adeguato all'intervento in progetto, essendo i livelli misurati relativi al rumore veicolare sempre inferiori ai limiti di fascia. Non sono quindi necessarie opere di mitigazione del rumore.

8 VERIFICA IMPATTO ACUSTICO POST OPERAM

Come detto al precedente paragrafo 4, la rumorosità legata al progetto è in tutto e per tutto riconducibile alla rumorosità impiantistica, determinata dagli impianti di condizionamento dei due edifici ed al rumore antropico degli avventori, principalmente legato all'attività sportiva.

8.1 Descrizione delle sorgenti

La rumorosità impiantistica sarà determinata da pompe di calore per la climatizzazione estiva ed invernale degli ambienti e da macchine per l'aria compressa a servizio della clinica veterinaria. Le potenze associate a tale tipologia di sorgente sono riportate nella successiva tabella 8.1. Per quanto riguarda il rumore antropico legati agli avventori si fa riferimento a misurazioni relative a condizioni simili a quelle del gioco del padel.

Sorgente	Distanza dal ricettore [m]	Potenza sonora L_w [dB(A)]	Ore di funzionamento giornaliere
Condizionatori	10	75	4
Compressore	40	90	2
Antropico	50	80	6

Tabella 8-1 - Potenze sonore associate alle sorgenti

8.2 Individuazione del ricettore

I potenziali recettori acustici presenti nell'area di indagine sono stati identificati e censiti in base ai seguenti elementi:

- Analisi della cartografia tecnica regionale in scala 1:10.000 e delle immagini satellitari;
- Analisi del Piano Regolatore comunale;
- Destinazione d'uso;
- Sopralluogo sul posto.

Come in parte già descritto ai precedenti paragrafi, i ricettori potenzialmente disturbati dalle emissioni dell'attività sono caratterizzati dalle unità residenziali e dalle attività poste in prossimità delle sorgenti sonore.

In particolare il ricettore potenzialmente disturbato è costituito da un edificio residenziale, di seguito denominato R1, posto nel lotto contiguo l'area di intervento, in direzione nord – ovest, meglio identificato in figura.

Ricettore	Destinazione d'uso	Longitudine	Latitudine
R1	residenziale	10.433188°	43.731362°

Tabella 8-2 – Individuazione del ricettore

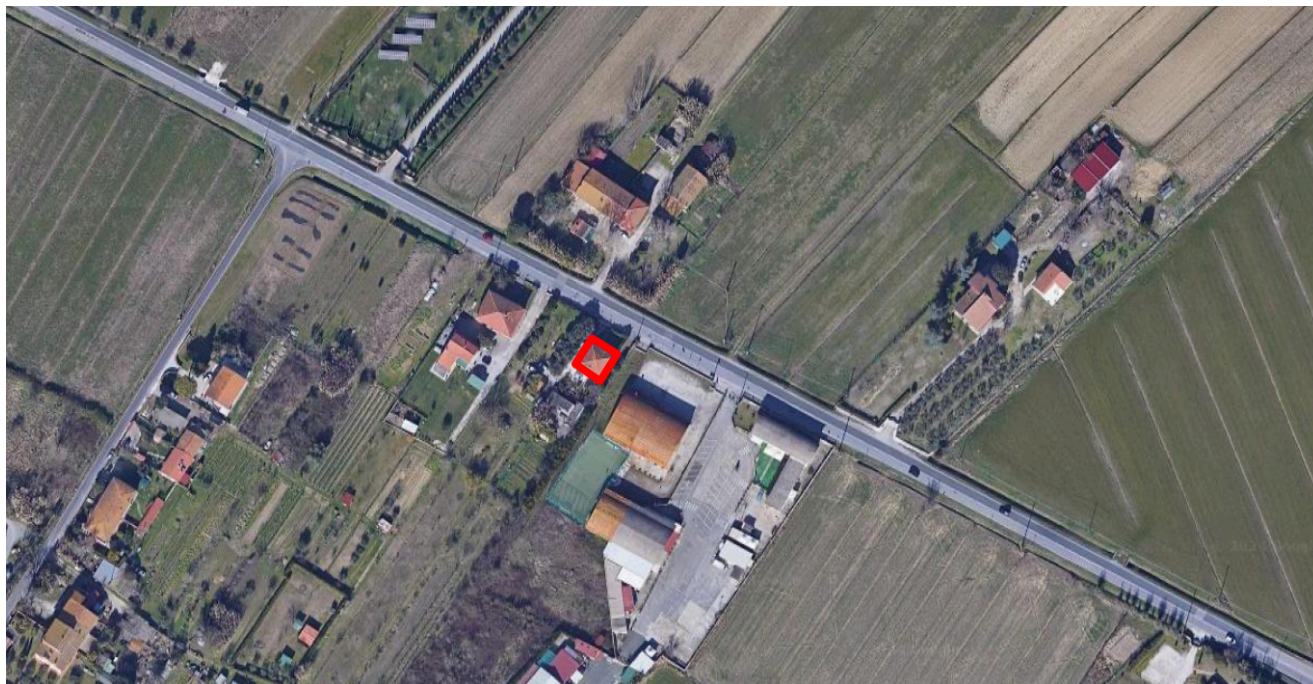


Figura 8-1 – Individuazione del ricettore

8.3 Contributo delle sorgenti al ricettore

Si calcola il contributo delle sorgenti descritte al ricettore, come divergenza geometrica di sorgenti puntiformi che si propagano in campo libero. Nella seguente tabella 8.3 si riportano i risultati ottenuti.

Sorgente	Distanza dal ricettore [m]	Potenza sonora L_w [dB(A)]	Contributo al ricettore [dB(A)]
Condizionatori	10	75	44,0
Compressore	40	90	46,9
Antropico	50	80	35,0

Tabella 8-3 – Contributo delle sorgenti al ricettore

Come si vede, il contributo delle sorgenti, rispetto al rumore di fondo, risulta pressoché trascurabile.

8.4 Verifica del limite assoluto di emissione

Il valore di emissione rappresenta il valore specifico della sorgente considerata e si confronta con i valori limite stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97, tabella B.

Secondo quanto prescritto dal DPCM 14.11.97 *“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”* (art. 2 c. 3): *I rilevamenti e le verifiche [del Valore limite di emissione] sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.* Deve intendersi con ciò che la verifica del rispetto del limite non è dovuta per quegli spazi esterni al sito in esame nei quali non vi sia effettivo utilizzo (e quindi permanenza) di persone.

La stima del valore di emissione riferito al periodo di riferimento è effettuata, in conformità al DM 16/03/98, applicando la seguente formula.

$$L_{Aeq,e} = 10 \log \left[\frac{1}{T_r} \left(\sum_{i=1}^n \left(T_{fi} 10^{\frac{L_{c,e,i}}{10}} \right) \right) \right]$$

Dove:

$L_{c,e,i}$: Contributo al livello di pressione sonora nello scenario i-esimo. Il contributo emissivo può essere stimato seguendo la procedura statistica descritta nella norma UNI 10855:1999 (punto 5.2.) per differenza tra i livelli di pressione del rumore ambientale corretto (L_c) e del residuo (L_r), o dei corrispondenti livelli statistici utili a rappresentare una sorgente di rumore stazionario come quelle considerate.

Andando a sommare i contributi delle sorgenti presso il ricettore, nei loro tempi di funzionamento, si calcola il livello di emissione per il periodo di riferimento diurno, durante il quale si ipotizza l'attività sarà aperta:

$$L_{Aeq,e} = 10 \log \left[\frac{1}{16} \left(4 \left(10^{\frac{44,0}{10}} \right) + 2 \left(10^{\frac{46,9}{10}} \right) + 6 \left(10^{\frac{35,0}{10}} \right) \right) \right] = 41,35 dB(A) < 60 dB(A)$$

8.5 Verifica del limite assoluto di immissione

Rappresenta il valore che si confronta con i limiti stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97 tabella C. La stima del valore di immissione riferito al periodo di riferimento è effettuata, in conformità al DM 16/03/1998, applicando la seguente formula:

$$L_{Aeq,imm} = 10 \log \left[\frac{1}{T_r} \left(\sum_{i=1}^n \left(T_{fi} 10^{\frac{L_{c,i}}{10}} \right) + \left(\left(T_r - \sum T_{fi} \right) 10^{\frac{L_R}{10}} \right) \right) \right]$$

Dove:

T_f : Tempo di funzionamento: 24h/24

T_r : Tempo di riferimento → 16 ore diurno, 8 ore notturno

L_R : Livello di pressione sonora presso il recettore i con la sorgente considerata non funzionante

L_{C,i} : Livello equivalente di pressione sonora del rumore ambientale corretto (L_C) presso i recettori

Al fine della determinazione del livello assoluto diurno di immissione si vanno a sommare tutti i contributi delle sorgenti con il rumore misurato al fine della determinazione del clima acustico attuale, maggiorato di 3 dB(A) per tener conto della riflessione della facciata.

Come detto in precedenza il contributo delle sorgenti risulta quasi del tutto trascurabili ai fini della determinazione del rumore ambientale presso il ricettore.

$$L_{Aeq,i} = 10 \log \left[\frac{1}{16} \left(16 \left(10^{\frac{61,0}{10}} \right) + 4 \left(10^{\frac{44,0}{10}} \right) + 2 \left(10^{\frac{46,9}{10}} \right) + 6 \left(10^{\frac{35,0}{10}} \right) \right) \right] + 3 = 64,15 dB(A) < 65 dB(A)$$

8.6 Verifica del limite differenziale di immissione

Il valore limite di immissione differenziale è stabilito in 5 dB per il periodo diurno e in 3 dB per il periodo notturno (art. 4 D.P.C.M. 14/11/1997). È utile ricordare che il valore differenziale di immissione è definito come differenza tra il livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R) all'interno dell'ambiente abitativo. Poiché il limite è posto con riferimento al tempo di misura e non al periodo di riferimento occorre cautelativamente riferirsi al massimo valore del rumore ambientale atteso all'interno dell'ambiente abitativo considerato. Secondo la norma UNI 11143-1 (par. 5.2.3).

Si procede quindi con la valutazione dei livelli differenziali di immissione, come differenza algebrica del livello massimo di immissione valutabile al di fuori della finestra aperta del ricettore e del valore di rumore residuo diurno.

$$L_{Aeq,i} = 10 \log \left(10^{\frac{61,0}{10}} + 10^{\frac{44,0}{10}} + 10^{\frac{46,9}{10}} + 10^{\frac{35,0}{10}} \right) = 61,35 dB(A)$$

A tale livello di massimo di immissione compete un differenziale inferiore ad 1 dB (A) < 5 dB(A)

9 VERIFICA IMPATTO ACUSTICO DI CANTIERE

9.1 Descrizione dei lavori

In relazione all'intervento descritto, le lavorazioni che interesseranno la realizzazione del cantiere riguarderanno la ristrutturazione interna ed esterna dell'edificio A e dell'edificio B, la creazione dei campi da padel, comprensiva del montaggio delle strutture e della copertura di parte dei campi ed infine le sistemazioni esterne e la viabilità. Le tipologie di opere correlate a tali lavorazioni saranno:

- Opere di demolizione
- Scavi di fondazione e movimentazione terre
- Scarificazione del terreno per la realizzazione di viabilità
- Getto di calcestruzzi per la formazione delle opere di fondazione
- Opere di muratura
- Opere di finitura: rivestimenti
- Opere di finitura: montaggi
- Montaggio e smontaggio cantiere

Tutte le lavorazioni avverranno dal lunedì al venerdì, dalle ore 08 alle ore 18 e riguardano quindi il solo periodo di riferimento diurno.

9.2 Valutazione delle emissioni sonore

Al fine di stimare l'impatto acustico prodotto in fase di cantiere si ipotizza, quale scenario peggiore dal punto di vista emissivo, l'attività di una squadra di lavoro composta dai seguenti mezzi e attrezzature. Per ciascuno di essi si riportano i relativi valori di potenza sonora così come ricavabili dalla banca dati C.P.T. – Torino, di macchine aventi caratteristiche analoghe a quelle ipotizzate; sono riportati altresì il numero massimo di ore/giorno di attività per ciascuna macchina:

Sorgente	Fase lavorativa	Potenza sonora L_w [dB(A)]	Ore di funzionamento giornaliere
Escavatore o ruspa	Movimento terre	95	4
Autobetoniera	Getto fondazioni	101	2
Autocarro o autogru	Posizionamento manufatti	94	2

Tabella 9-1 - Potenze sonore associate alle lavorazioni di cantiere

Le macchine e le attrezzature utilizzate in cantiere saranno tutte di tipo conforme alla Direttiva 2000/14/CE ed ai relativi decreti nazionali di recepimento.

Per quanto riguarda i lavori stradali e di posa delle condotte, le sorgenti sono state considerate, ai fini del calcolo, nelle condizioni di massima vicinanza rispetto al ricettore individuato.

Durante la realizzazione, si ottengono i seguenti valori di emissione diurna presso i ricettori.

Fase lavorativa	Distanza minima [m]	Potenza sonora [dB(A)]
Opere di demolizione	10	102
Scavi di fondazione e movimentazione terre	50	93
Scarificazione del terreno per la realizzazione di viabilità	10	95
Getto di calcestruzzi per la formazione delle opere di fondazione	50	99
Opere di muratura	10	95
Opere di finitura: rivestimenti	10	93
Opere di finitura: montaggi	10	93
Montaggio e smontaggio cantiere	10	88

Tabella 9-2 - Emissioni massime al ricettore

9.3 Verifica dei limiti di zona

In via cautelativa si calcolano i livelli di emissione ed immissione nelle condizioni maggiormente impattanti relativi alla lavorazione ravvicinata di scavo e posa delle condotte.

Fase lavorativa	Immissione [dB(A)]	Verifica limite immissione
Opere di demolizione	65	SI
Scavi di fondazione e movimentazione terre	48	SI
Scarificazione del terreno per la realizzazione di viabilità	64	SI
Getto di calcestruzzi per la formazione delle opere di fondazione	54	SI
Opere di muratura	64	SI
Opere di finitura: rivestimenti	62	SI
Opere di finitura: montaggi	62	SI
Montaggio e smontaggio cantiere	57	SI

Tabella 9-3 - Verifica dei limiti in fase di cantierizzazione

Per quanto riguarda il limite differenziale, dalla modellazione dovrà essere richiesta opportuna deroga alle emissioni sonore per tutte le lavorazioni la cui potenza sonora ecceda i 95 dB(A).

10 VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI DI FACCIATA

L'indice di isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ è ricavabile in sede di collaudo dai valori dell'isolamento acustico in bande di terzi di ottava normalizzando rispetto al tempo di riverberazione e alla curva di riferimento dalla seguente formula.

$$D_{2m,nT}(f) = L_{1,d=2m}(f) - L_2(f) + 10 \log \frac{T(f)}{T_0}, \quad D_{2m,nT}(f) \xrightarrow{ISO717-1} D_{2m,nT,w},$$

in cui:

L_1 è il livello medio di pressione sonora a 2 m di distanza dal fronte della facciata;

L_2 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente;

T è il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente, in secondi;

T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento, pari a 0.5 secondi.

Nella tabella n.10-1 è riportata la classificazione degli ambienti abitativi; nella tabella n. 10-2 sono invece riassunte le prestazioni di isolamento acustico degli edifici previste dalla normativa per le varie categorie di immobile.

Categorie di cui alla Tab. A D.P.C.M. 05/12/97	CATEGORIA
A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Tabella 10-1. Classificazione degli ambienti abitativi

Categorie di cui alla Tab. A D.P.C.M. 05/12/97	PARAMETRI				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax} (funzionamento discontinuo)	L_{Aeq} (funzionamento continuo)
D	55	45	58	35	25
A,C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B,F,G	50	42	55	35	35

Tabella 10-2. Requisiti acustici degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici

La formula utilizzata per la stima previsionale del potere fonoisolante di facciata $D_{2m,nT,w}$ è la seguente:

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta l_{fs} + 10 \log \left(\frac{V}{6T_0 S} \right),$$

dove:

R'_w è il potere fonoisolante in opera della facciata in corrispondenza di ogni stanza;

Δl_{fs} è il fattore di correzione per la forma della facciata;

T_0 è il tempo di riverbero di riferimento di 0.5 sec;

S è la superficie della facciata;

V il volume dell'ambiente interno;

Il valore di R'_w è stavolta calcolato secondo la formula di composizione seguente:

$$R'_w = -10 \log \frac{1}{S} \left(\sum_f S_f \cdot 10^{\frac{-R_{w,f}}{10}} + \sum_h A_0 \cdot 10^{\frac{-D_{n,e,wh}}{10}} \right) - K,$$

in cui:

$R_{w,f}$ è l'indice di potere fonoisolante apparente dell'elemento f , in decibel;

S_f è l'area dell'elemento f , in metri quadrati;

S è l'area totale della facciata, in metri quadrati;

A_0 è l'area di assorbimento equivalente di riferimento, pari a 10 m² per le abitazioni;

$D_{n,e,wh}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato del piccolo elemento h ;

K è la correzione relativa alla trasmissione laterale di elementi rigidi (pari a 2 dB).

Da quanto fin qui introdotto è facile evincere che l'esito della verifica acustica delle facciate risulta condizionato prevalentemente dalla distribuzione prospettica delle aperture (che costituiscono ponti acustici), nonché dall'elevata superficie (imposta da altre normative) delle stesse in relazione al loro basso potere fonoisolante, tenendo conto di ulteriori veicoli di trasmissione rappresentati dalle griglie di areazione potenzialmente presenti in alcuni locali (sale-cucine). La scelta dell'elemento vetrato, unita a quella dell'infixo, risultano dunque determinanti per la validazione delle prestazioni acustiche di facciata.

10.1 Caratteristiche delle partizioni di progetto

Di seguito si daranno indicazioni sui materiali e sulle tecnologie da utilizzare nella progettazione dei nuovi edifici, in relazione alla tipologia costruttiva individuata dal piano attuativo, affinché possano essere rispettati i requisiti acustici passivi di facciata in fase esecutiva.

Infissi e serramenti vetrati

Per gli infissi vetrati ed opachi, si considera per il calcolo un indice R_w non inferiore a 38 dB che deve essere assunto come prescrizione minima per i nuovi serramenti ed elementi finestrati (si prescrive che i valori dichiarati dal costruttore siano opportunamente certificati secondo UNI EN ISO 140-3 per l'intero pacchetto). Al fine della caratterizzazione del clima acustico attuale.

10.2 Verifica dei requisiti di facciata

Dalle verifiche di larga massima effettuate si riscontra il rispetto dei requisiti acustici previsti dalla normativa per la categoria B.

Il maggior dettaglio dei livelli di progettazione successivi potrà portare variazioni ed integrazioni al progetto che determinino anche variazione dei risultati ottenuti.

11 CONCLUSIONI

Sono stati confrontati i livelli di rumore misurati con i valori limite normativi relativi alla destinazione acustica della zona, avendo considerato le condizioni maggiormente rappresentative; dal confronto è emerso che i limiti di legge sono rispettati. Anche per quanto riguarda i requisiti acustici passivi di facciata si prevede che il limite del D.P.C.M 5/12/97 sarà rispettato.

Castagneto Carducci, li 08/02/2024

In fede

Marco Sarri
ORDINE DEGLI INGEGNERI
PROVINCIA DI LIVORNO 1961/A
Dott. Ing. Marco Sarri
Ingegnere civile e ambientale