



COMUNE DI PRATO

Loc. San Giusto

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO "SAN GIUSTO / GELLO"

Piano di zona S.Giusto Z.2/11

LOTTO AA

Complesso di Edilizia Residenziale Sovvenzionata per 29 alloggi
(di cui 15 da D.D.R.T. 5020/2010 - 14 da risorse di reinvestimenti) e Centro Civico

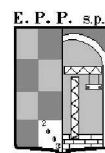
PROGETTO ACUSTICA



COMMITTENTE:

E.P.P. Edilizia Pubblica Pratese

Presidente : Ing. FEDERICO MAZZONI



R.U.P. E CONSULENTE
TECNICO NORMATIVO:

Geom. FABIO CIPRIANI (Coordinatore Generale EPP spa)

SUPPORTO AL R.U.P.:

Ing. GIULIA BORDINA (Direttore Operativo EPP spa)

PROGETTO STRUTTURE, IMPIANTI
COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA
IN FASE DI PROGETTAZIONE :

ing. ANDREA GUIDOTTI



CONSULENTE ACUSTICA :

ing. FABIO MINIATI

Dott. Ing. Fabio Miniati
Tecnico Competente in Acustica Ambientale

H.02

ELABORATO:

VALUTAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO
ai sensi della L.447 del 26/10/1995, dei relativi decreti
attuativi e della Delib. Reg. n. 788, del 13/07/1999

CONSEGNA PREVISTA:

26/06/2012

EFFETTIVA:

26/06/2012

SCALA:

Indice

1. PREMESSA.....	3
2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE DELLA SORGENTE SPECIFICA E DEI RICETTORI.....	4
3.1 DESCRIZIONE GENERALE	4
3.2 SORGENTE SPECIFICA – DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI SORGENTI SONORE.....	6
3.3 RICETTORI.....	7
4. LIMITI DI RUMOROSITÀ.....	10
5. VALUTAZIONE.....	12
5.1 IPOTESI DI CALCOLO	12
5.2 STIMA DEI LIVELLI SONORI ATTESI AI RICETTORI.....	12
5.3 CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE	17
6. CONCLUSIONI.....	18

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	
Intervento edilizio: Comune di Prato. Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 13 marzo 2012
Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto	Pag. 3 di 18

1. PREMESSA

La presente valutazione previsionale di impatto acustico è finalizzata a stimare la rumorosità delle due pompe di calore che saranno installate a servizio dell'edificio residenziale e del centro civico di progetto, previsti nell'ambito del Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello" Piano di zona S. Giusto Z.2/11 – Comune di Prato.

La progettazione acustica ha come obiettivo quello di garantire, nel periodo notturno, il rispetto dei limiti di legge, in particolare del differenziale di immissione in ambiente abitativo indipendentemente dal rumore residuo.

2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la valutazione dei valori limite di emissione ed immissione si è fatto riferimento alla normativa seguente:

- Legge n. 447 del 26/10/1995 "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*";
- D.P.C.M. 14/11/1997 "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*";
- Decreto 16/03/1998 "*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*";
- Legge Regionale Toscana 1/12/1998, n. 89 "*Norme in materia di inquinamento acustico*";
- Giunta Regionale Toscana - Deliberazione n. 788 del 13/07/1999 "*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*";
- Comune di Prato – Delibera C. C. n. 10/05 "*Variante al Piano Comunale di Classificazione Acustica*". (BURT n. 13/05).

ed alla seguente normativa tecnica:

- UNI 9884:1997 Acustica. Caratterizzazione del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale;
- UNI 10855:1999 Acustica. Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti.

3. DESCRIZIONE DELLA SORGENTE SPECIFICA E DEI RICETTORI

3.1 DESCRIZIONE GENERALE

Il progetto prevede la realizzazione di 29 alloggi ed un centro civico in loc. San Giusto nel comune di Prato (fig. 1).



Fig. 1 – Planimetria con indicata in rosso l'area di intervento e dettaglio dell'edificio di progetto.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO**Intervento edilizio:** Comune di Prato.

Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11

Emissione n. 1 del 13 marzo 2012

Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto

Pag. 5 di 18

Si riportano di seguito alcune informazioni riprese dai seguenti elaborati di progetto (redatti da Ing. Guidotti), ai quali si rimanda per ulteriori approfondimenti:

- *Relazione tecnico descrittiva impianti meccanici;*
- *Planimetria generale con la posizione delle pompe di calore di progetto.*

L'intervento di progetto prevede la realizzazione di un nuovo fabbricato a forma di L su quattro piani fuori terra con dimensioni in pianta al livello del terreno di circa 1.160 mq. Al piano terra saranno disposte le cantine, i garage, e il centro civico di circa 250 mq. Agli altri piani saranno invece disposti 29 nuovi alloggi i cui accessi verranno suddivisi su n. 4 vani scala.

Gli impianti che verranno realizzati prevedono l'installazione nel giardino condominiale di:

- una pompa di calore per l'impianto termico centralizzato a servizio dei nuovi 29 alloggi;
- una pompa di calore per l'impianto termico e di raffrescamento a servizio del centro civico.

3.2 SORGENTE SPECIFICA – DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI SORGENTI SONORE

Le due pompe di calore, installate entrambe nel giardino condominiale in prossimità dei posti auto, si troveranno ad una distanza minima dalle facciate di progetto di circa 15 m (vedi fig. 2). In particolare è prevista l'installazione delle seguenti unità:

- Alloggi

Aermec mod. NRL-E 0700 E-HE, livello di potenza sonora $L_{WA} = 77$ dB(A). A titolo conoscitivo si riporta anche il livello di pressione sonora indicato dal costruttore alla distanza di 1/10 m pari rispettivamente a 58/45 dB(A). La pompa di calore sarà in funzione nella sola stagione invernale durante il periodo diurno e in modo occasionale anche in quello notturno.

- Centro Civico

Daikin mod. RXYQ10P7W1B, livello di potenza sonora $L_{WA} = 78$ dB(A). La pompa di calore sarà in funzione sia nella stagione invernale che in quella estiva ma nel solo periodo diurno.

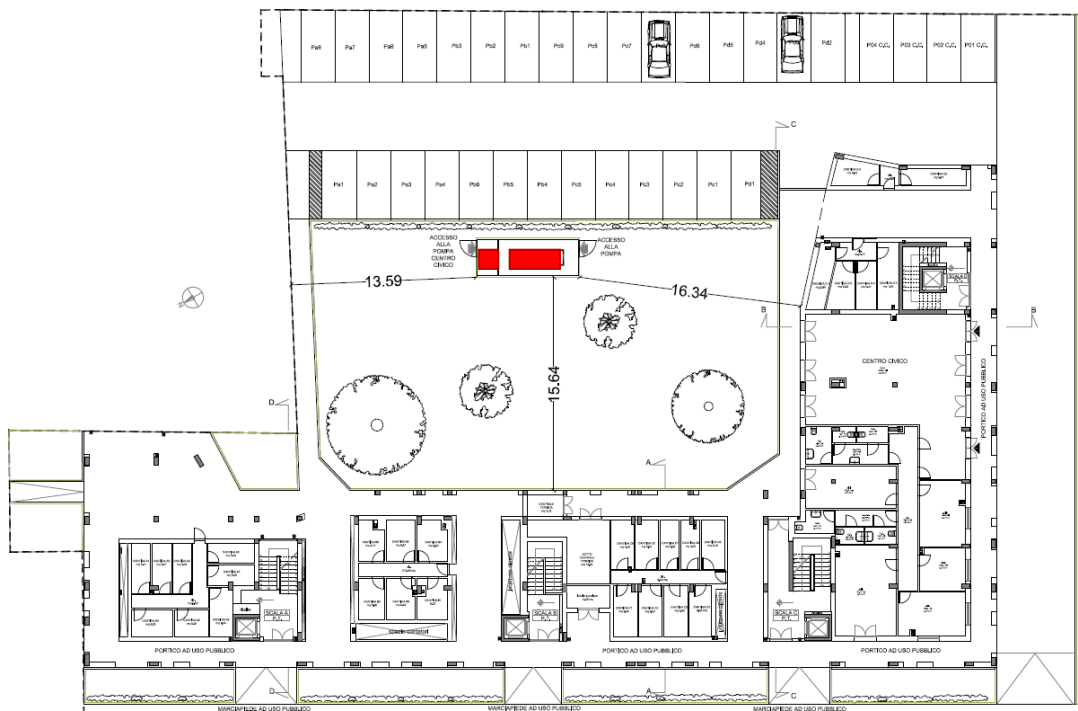


Fig. 2 – Planimetria con indicata la posizione delle pompe di calore in rosso (dimensioni maggiori quella condominiale).

3.3 RICETTORI

In fig. 3 sono indicati i ricettori più vicini alle due pompe di calore.



Fig. 3 – Foto aerea dell'area di intervento e ricettore R1 (fonte bing maps).

Il ricettore R1 (via San Giusto, 101) risulta il più vicino alle due pompe di calore tra gli edifici esistenti. Si tratta di un edificio residenziale a due piani fuori terra (fig. 4), collocato a nord della sorgente specifica e ad una distanza di circa 25 m.

Inoltre sono considerati anche i seguenti ricettori di progetto:

- R_{edificio residenziale} di progetto, costituito dall'edificio di progetto formato da 4 piani fuori terra, collocato ad una distanza di circa 15 m dalle pompe di calore.
- R_{centro civico} di progetto, composto da una porzione del piano terra dell'edificio di progetto e collocato ad una distanza di 15 m dalle pompe di calore.



Fig. 4 – Foto del ricettore R1 (immagine in alto tratta da google maps).

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Intervento edilizio: Comune di Prato.

Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11

Emissione n. 1 del 13 marzo 2012

Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto

Pag. 9 di 18

A est a distanza maggiore rispetto al ricettore R1 è presente un capannone artigianale (foto 5).



Fig. 5 – Foto del capannone artigianale situato ad est rispetto alla sorgente specifica.

4. LIMITI DI RUMOROSITÀ

Il Comune di Prato ha approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 10/05, vigente dal 30/03/2005 (BURT n. 13/05), la variante al Piano di Classificazione Acustica Comunale (PCCA).

Un estratto PCCA relativo all'area di interesse è riportato in fig. 6. In base al piano di zonizzazione l'edificio di progetto e le relative unità esterne a pompa di calore ed i ricettori potenzialmente impattati sono collocati in classe III - *Aree di tipo misto*.

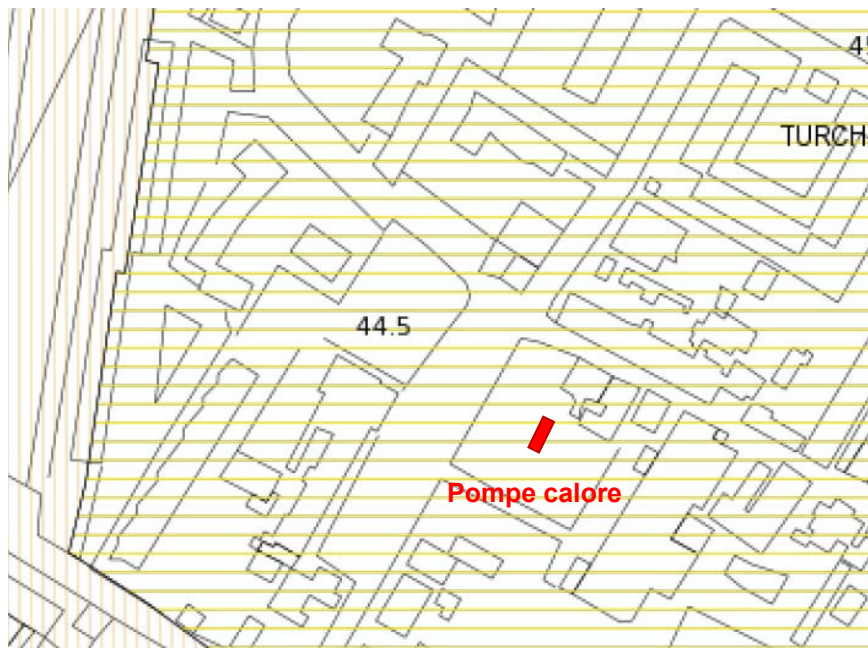


Fig. 6 – Estratto del PCCA relativo all'area di studio.

Per tale classe di destinazione d'uso del territorio il D.P.C.M. 14 novembre 1997 fissa i seguenti valori limite di emissione e assoluti di immissione:

		Periodo di riferimento	
		Limite diurno (06-22) <i>LAeq [dBA]</i>	Limite notturno (22-06) <i>LAeq [dBA]</i>
Classe III	Valore limite di emissione (Tabella B del D.P.C.M. 14/11/97, art. 2)	55	45
	Valore limite assoluto di immissione (Tabella C del D.P.C.M. 14/11/97, art. 3)	60	50

Tab. 1 – Valori limite di emissione ed assoluti di immissione (Tab. B e C del D.P.C.M. 14/11/97). Leq espressi in dB(A).

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	
Intervento edilizio: Comune di Prato. Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 13 marzo 2012
Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto	Pag. 11 di 18

Oltre ai limiti sopra indicati, validi in esterno, per la valutazione dell'accettabilità del rumore all'interno degli ambienti abitativi confinati, è prevista l'applicazione del criterio differenziale. Il D.P.C.M. 14 novembre 1997 stabilisce le seguenti soglie di rumore ambientale per l'applicabilità del criterio differenziale (tab. 2).

	periodo diurno (06-22) [dBA]	periodo notturno (06-22) [dBA]
Soglia di applicabilità a finestre aperte	50	40
Soglia di applicabilità a finestre chiuse	35	25

Tab. 2 – Soglie di applicabilità del criterio differenziale.

Se il rumore ambientale supera i valori riportati in tabella è prevista la verifica del rispetto del limite differenziale di immissione pari a 5 dBA nel periodo di riferimento diurno e 3 dBA in quello notturno. Qualora il rumore ambientale risulti inferiore ai valori indicati in tabella ogni effetto del rumore è ritenuto trascurabile. Il differenziale L_D è ottenuto come differenza tra il livello di rumore ambientale L_A (sorgente specifica in funzione) ed il livello di rumore residuo L_R (sorgente specifica spenta).

Ai sensi dell'art. 4 comma 3 del DPCM 14/11/1997, i valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso. Nel caso in esame pertanto, la verifica del differenziale non è pertinente per il rumore prodotto dalla pompa di calore del condominio verso lo stesso.

Tuttavia a titolo cautelativo, nell'ottica del comfort verso il condominio la progettazione ha l'obiettivo di garantire comunque il rispetto del criterio differenziale, anche per la pompa di calore a servizio dell'edificio residenziale. Pertanto la valutazione è svolta considerando il contemporaneo funzionamento delle due pompe di calore e applicando i limiti più restrittivi.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	
Intervento edilizio: Comune di Prato. Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 13 marzo 2012
Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto	Pag. 12 di 18

5. VALUTAZIONE

5.1 IPOTESI DI CALCOLO

La valutazione è eseguita analiticamente a partire dai dati di rumorosità delle pompe di calore indicati nelle schede tecniche del produttore. Per i due periodi di riferimento diurno e notturno viene verificata la condizione di funzionamento potenzialmente più gravosa, ovvero:

- periodo diurno

nella stagione invernale sono funzionanti contemporaneamente le seguenti sorgenti sonore:

pompa calore edificio residenziale di progetto $L_{WA} = 77 \text{ dB(A)}$

pompa di calore centro civico $L_{WA} = 78 \text{ dB(A)}$

Pertanto la sorgente equivalente considerata ai fini del calcolo (somma energetica delle due pompe di calore) è pari a $L_{WA} = 81 \text{ dB(A)}$.

- periodo notturno

nella stagione invernale, solo in situazioni climatiche occasionali, è previsto il funzionamento della pompa di calore a servizio dell'edificio residenziale di progetto ($L_{WA} = 77 \text{ dBA}$).

La valutazione è svolta ipotizzando, a titolo cautelativo, il funzionamento continuo delle pompe di calore (diurno n. 2 – notturno n. 1) per l'intero periodo di riferimento. Tale ipotesi sovrastima l'emissione della sorgente specifica, L_E (legata alla durata di accensione di ciascuna macchina), ma è coerente con la verifica del differenziale di immissione che deve essere eseguita rispetto alle condizioni d'esercizio più gravose della sorgente.

5.2 STIMA DEI LIVELLI SONORI ATTESI AI RICETTORI

Il livello di pressione sonora in facciata ai ricettori (livello di sorgente L_S - norma UNI 10855:1999) è stimato, ipotizzando la sorgente puntiforme, omnidirezionale, posta su piano riflettente in campo libero, tramite la seguente relazione:

$$L_s = L_{WA} - (20 \log d + 8) + 3 \quad \text{dB(A)}$$

con:

L_s livello di pressione sonora prodotto dalla sorgente in facciata al ricettore R_i ;

L_{WA} potenza sonora della sorgente equivalente;

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	
Intervento edilizio: Comune di Prato. Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 13 marzo 2012
Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto	Pag. 13 di 18

- 20 log d +8 attenuazione per divergenza geometrica con sorgente posta su piano riflettente;
d distanza sorgente-ricettore;
+3 contributo cautelativo per riflessione di facciata (UNI 9884:1997).

Sviluppando i calcoli si ottiene:

Periodo di riferimento	L _{WA} sorgente eq.	Limite di emissione Classe III	Livello sorgente L _s		
			R1	R _{centro civico}	R _{residenziale di progetto}
			d=25 m	d=15 m	d=15 m
Diurno 06-22	81	55	48	52,5	52,5
Notturmo 22-06	77	45	44	chiuso	48,5

Tab. 3 – Livello di sorgente L_s stimato in facciata ai ricettori.

Il livello sonoro stimato in facciata del ricettore esistente R1 e del ricettore residenziale di progetto può determinare il superamento del:

- limite di emissione notturno in corrispondenza dell'edificio condominiale oltre che in tutta l'area di giardino circostante le macchine;
- differenziale di immissione sia al ricettore R1 che ricettore R_{residenziale di progetto} (anche se la normativa non ne prevede l'applicazione).

Risulta pertanto necessario prevedere l'installazione di una barriera acustica avente anche funzione di schermatura di protezione per le macchine stesse. Per incrementare l'efficacia della schermatura verso i piani più alti dell'edificio, saranno installati, nella parte superiore della macchina condominiale, in prossimità dei ventilatori, pannelli fonoassorbenti uguali a quelli utilizzati per realizzare la barriera (vedi fig. 7). L'altezza complessiva macchina + elementi superiori dovrà essere uguale a quella della barriera (non inferiore a 2,5 m). Questo accorgimento consente di regolarizzare i flussi d'aria, evitare turbolenze e fenomeni di corto circuitazione dell'aria e favorire quindi l'espulsione dell'aria.

La barriera acustica (lato fonoassorbente rivolto verso la sorgente) sarà realizzata con pannelli tipo Tecnowall 95 ALV 12 (sp. 95 mm), prodotto dalla ditta Tecnoacustica s.r.l. – Forlì, con:

- indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea (DL_R) norma UNI EN 1793-2. DL_R non inferiore a 24 dB (categoria B3);

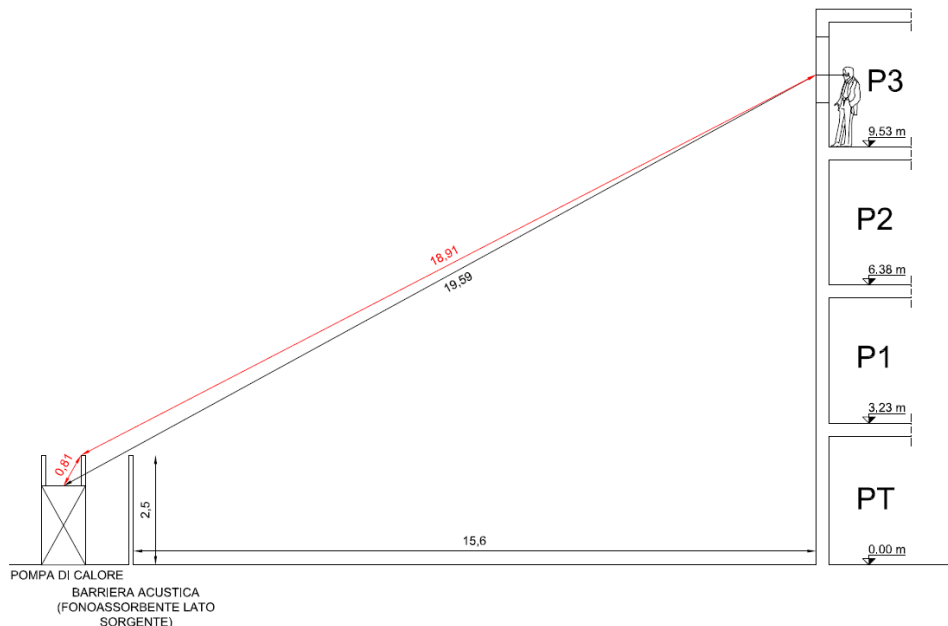
- indice di valutazione dell'assorbimento acustico (DL_{α}) norma UNI EN 1793-1. DL_{α} non inferiore a 14 dB (categoria A4).



Fig. 7 – Schema di realizzazione del plenum sopra la pompa di calore condominiale.

- Attenuazione barriera

Per stimare tale contributo si è fatto riferimento allo schema di fig. 8, considerando cautelativamente l'attenuazione della barriera verso gli alloggi dell'ultimo piano dell'edificio residenziale di progetto (quota calpestio + 9,53 m) che risultano meno schermati rispetto alle finestre del piano più alto del ricettore R1.



VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Intervento edilizio: Comune di Prato.

Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11

Emissione n. 1 del 13 marzo 2012

Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto

Pag. 15 di 18

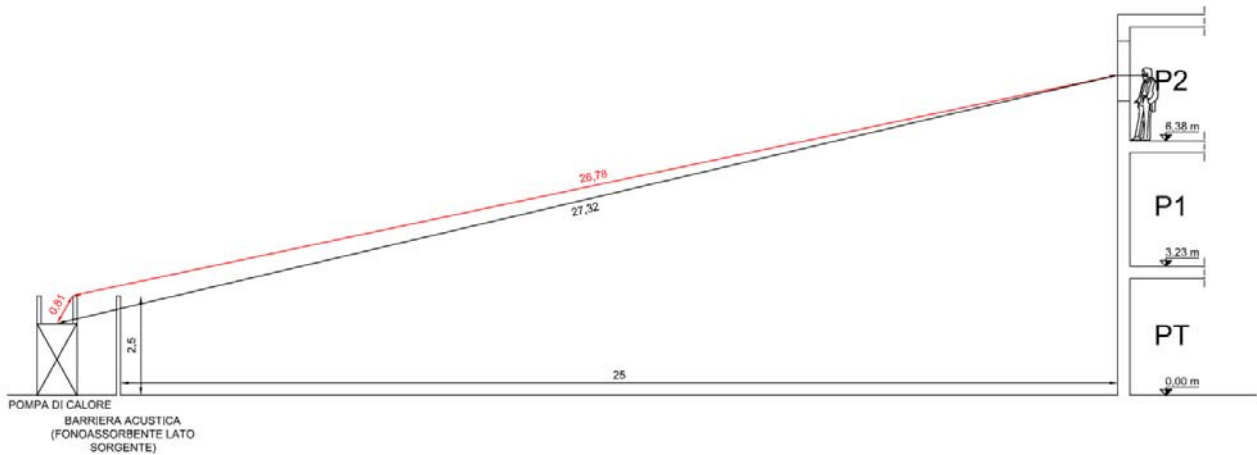


Fig. 8 – Diffrazione della barriera rispetto al R_{residenziale di progetto} e R1.

Come noto l'isolamento di uno schermo dipende da:

- diffrazione sul bordo superiore (vista la posizione relativa sorgente-schermo-ricettore);
- trasmissione attraverso lo schermo (trascurabile se la massa superficiale $m' > 20 \text{ kg/m}^2$ come nel caso in esame);

In queste condizioni l'energia che raggiunge il ricettore è quella trasmessa per diffrazione sulla parte superiore. Questa attenuazione può essere valutata attraverso la relazione di Maekawa:

$$\Delta L_{\text{screen}} = 10 \log (3 + 20 N)$$

dove N rappresenta il numero di Fresnel definito da:

$$N = (2 \times \delta) / \lambda$$

con

δ differenza di cammino tra onda diretta e diffratta nel caso specifico (fig. 8) pari a $18,91 + 0,81 - 19,59 \approx 0,13 \text{ m}$

$\lambda = c/f$ con c velocità del suono assunta uguale a 340 m/s

da cui

$$N = (f \times 2 \times \delta) / c$$

Il numero di Fresnel varia con la frequenza. La relazione semplificata proposta dalla ISO 9613 considera la frequenza di 500 Hz. A tale frequenza risulta quindi:

$$N = (500 \times 2 \times 0,13) / 340 = 0,38$$

da cui

$$\Delta L_{\text{screen}} = 10 \log (3 + 20 N) = 10 \log (3 + 7,6) \approx 10 \text{ dBA}$$

A titolo cautelativo e per semplicità espositiva si assume, per tutti i ricettori considerati $\Delta L_{\text{screen}} = 10 \text{ dBA}$

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO**Intervento edilizio:** Comune di Prato.

Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11

Emissione n. 1 del 13 marzo 2012

Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto

Pag. 16 di 18

Periodo di riferimento	L _{WA} sorgente eq.	Limite di emissione Classe III	ΔL_{screen}	Livello sorgente L _s		
				R1	R centro civico	R residenziale di progetto
				d=25 m	d=15 m	d=15 m
Diurno 06-22	81	55	-10	38	42,5	42,5
Notturmo 22-06	77	45		34	chiuso	38,5
$L_s = L_{WA} - (20 \log d + 8) + 3 - A_{\text{screen}}$						

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	
Intervento edilizio: Comune di Prato. Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11	Emissione n. 1 del 13 marzo 2012
Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto	Pag. 17 di 18

5.3 CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE

Le considerazioni seguenti sono svolte per il periodo di riferimento notturno per il quale valgono limiti di rumorosità più restrittivi rispetto al periodo diurno (inferiori di 10 dBA) mentre la sorgente specifica ha una potenza sonora ridotta rispetto al periodo diurno di soli 4 dBA. Si ricorda che nel periodo notturno funziona solo la pompa di calore dell'edificio residenziale di progetto peraltro solo durante la stagione invernale e in modo occasionale.

- Valore limite di emissione

L'emissione della sorgente specifica, da confrontare con i limiti di legge, è determinabile con la relazione seguente:

$$L_E = L_S + 10 \log (T_f/T_R) \quad \text{dB(A)}$$

con:

T_f tempo di funzionamento della sorgente specifica;
 T_R tempo di riferimento diurno;

Nell'ipotesi che l'impianto di progetto sia in esercizio per l'intero periodo di riferimento ($T_f = T_R$), risulta che $L_E = L_S = 34 \text{ dBA}$. Quindi l'emissione della sorgente specifica nel periodo notturno (valutata in prossimità della facciata più esposta) risulta ampiamente inferiore al limite di legge (45 dBA).

- Valore limite di immissione assoluto

In considerazione del livello di emissione della sorgente specifica è prevedibile anche il rispetto del limite assoluto di immissione notturno (50 dBA): l'eventuale superamento di tale limite sarebbe imputabile al rumore residuo.

- Valore limite di immissione differenziale

Per la valutazione dell'accettabilità del rumore è prevista l'applicazione del criterio differenziale di immissione all'interno degli ambienti abitativi confinati qualora siano superate specifiche soglie di applicabilità (tab. 2). La valutazione deve essere eseguita sia a finestre chiuse che a finestre aperte, al fine di individuare la situazione più gravosa per il ricettore. Nel caso in esame la situazione di finestre aperte è la più gravosa perché la sorgente è esterna agli edifici ricettori e la trasmissione del rumore avviene per via aerea.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Intervento edilizio: Comune di Prato.

Programma Integrato di Intervento "San Giusto/Gello". Piano di zona S. Giusto Z.2/11

Emissione n. 1 del 13 marzo 2012

Titolo elaborato: Verifica della rumorosità delle pompe di calore di progetto

Pag. 18 di 18

In prima approssimazione si può stimare la rumorosità immessa a finestra aperta considerando una riduzione di circa 6 dBA nel passaggio tra ambiente esterno ed ambiente abitativo¹.

Per l'applicabilità del criterio differenziale di immissione nel periodo notturno è necessario che il rumore ambientale superi la soglia di 40 dBA a finestra aperta.

In considerazione del contributo della sorgente specifica in facciata al ricettore pari a 34 dBA (è quindi circa 28 dBA in ambiente abitativo a finestra aperta), è sempre garantito il rispetto del differenziale di immissione indipendentemente dal rumore residuo.

6. CONCLUSIONI

Dall'analisi dei risultati sopra esposti si può concludere che le pompe di calore di progetto rispetteranno i limiti di rumorosità previsti dalla normativa vigente.

¹ A. Di Bella, F. Fellini, M. Tergolina, R. Zecchin, "Metodi per l'analisi di impatto acustico di installazioni impiantistiche per il condizionamento e la refrigerazione".