

Committente

Sideros Srl
Via Francesco Sforza, 1 - 20122 Milano (MI)



VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO CENTRO COMMERCIALE VIA TORINO 45 - CERNUSCO SUL NAVIGLIO

Marzo 2015

Relazione tecnica con integrazioni



Il presente documento è stato elaborato dalla:

Tecnologie d'Impresa S.r.l.

Via Don Minzoni, 15 – 22060 Cabiato (CO)

Tel. 031 / 76991

Fax 031 / 7699199

e-mail: marco.sergenti@tecnoimp.it

Ne hanno curato la stesura:

SERGENTI Marco

(Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 556 del 10.02.1998)

MOSCATELLI Stefano

(Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 3124 del 29.07.1997)

Staff:

Costa Claudio, Pani Riccardo, Fumagalli Daniele, Canevari Mirco

Rif. SL-15-0024

SOMMARIO

1	PREMESSA	5
2	DEFINIZIONI TECNICHE	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
4	CRITERI DI VALUTAZIONE	12
4.1	I LIMITI ASSOLUTI DI ZONA.....	12
4.2	IL CRITERIO DIFFERENZIALE.....	14
4.2.1	<i>Generalità</i>	14
5	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	15
5.1	LOCALIZZAZIONE	15
5.2	SORGENTI INFRASTRUTTURALI	18
5.3	LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI	20
5.4	LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO.....	22
6	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	24
6.1	CARATTERISTICHE DELL'ATTIVITÀ	24
6.2	IL PROGETTO	24
6.3	OPERATIVITÀ AZIENDALE.....	25
6.4	LE SORGENTI SONORE DEL PROGETTO.....	26
6.5	IL TRAFFICO INDOTTO	29
7	LE MISURE ACUSTICHE	30
7.1.1	<i>La strumentazione utilizzata</i>	30
7.1.2	<i>Estremi dei certificati di taratura delle catene di misura</i>	30
7.1.3	<i>Calibrazioni</i>	31
7.1.4	<i>Dati meteo</i>	31
7.1.5	<i>I punti di misura</i>	31
8	MODELLISTICA MATEMATICA SUL RUMORE	33
8.1	GRANDEZZE CONSIDERATE AI FINI DELL'ATTENUAZIONE ACUSTICA	33
8.2	SPECIFICHE DEL MODELLO MATEMATICO USATO	35
8.2.1	<i>Tecnica di ritracciamento dei raggi (Raytracing)</i>	35
8.2.2	<i>Le tipologie di sorgenti</i>	36
8.2.3	<i>La diffrazione degli ostacoli</i>	37
8.2.4	<i>L'assorbimento di elementi</i>	37
8.2.5	<i>Quote di calcolo delle mappe</i>	38
8.3	RIFERIMENTI NORMATIVI DEL MODELLO UTILIZZATO.....	38
9	ACCURATEZZA DELLE MISURE E DELLE SIMULAZIONI	39
9.1	ACCURATEZZA DELLE MISURE ACUSTICHE	39
9.1.1	<i>Incertezza dello strumento</i>	39
9.1.2	<i>Incertezza della parte microfonica</i>	39
9.1.3	<i>Variabilità delle condizioni emmissive della sorgente</i>	39
9.1.4	<i>Variabilità delle condizioni atmosferiche</i>	40
9.1.5	<i>Direttività dell'onda acustica incidente</i>	40
9.1.6	<i>Campo sonoro nel punto di misura</i>	40
9.1.7	<i>Calcolo delle incertezze associate alle misure</i>	40
9.2	ACCURATEZZA DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE.....	41

9.2.1	<i>Tipo di modello e utilizzo dello stesso</i>	41
9.2.2	<i>Dati di potenza sonora delle sorgenti</i>	41
9.2.3	<i>Dati non considerati nei modelli</i>	42
9.2.4	<i>Inserimento dati morfologici</i>	42
9.2.5	<i>Riferimenti normativi del modello</i>	42
9.2.6	<i>Scelta dei parametri di calcolo</i>	43
9.2.7	<i>Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni</i>	43
9.3	MIGLIORAMENTO DELL'ACCURATEZZA	45
9.4	QUALI PARAMETRI MISURARE	45
9.5	LA DURATA DELLE MISURE.....	45
9.6	IL LIVELLO DI ACCURATEZZA	46
10	PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORIO CIRCOSTANTE	47
10.1	47
10.2	PREMESSA	47
10.3	INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI – VALORI PUNTUALI	47
10.4	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA - SITUAZIONE ATTUALE	48
10.5	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA - SITUAZIONE FUTURA	49
11	CONCLUSIONI	50



1 Premessa

In relazione alle richieste della Legge Quadro n. 447/95 e alla richiesta di integrazioni dell'ARPA Lombardia del 14/10/2015, la scrivente società è stata incaricata di redigere una valutazione previsionale di impatto acustico al fine di valutare le future emissioni sonore di un nuovo centro commerciale da realizzarsi in via Torino 45 a Cernusco Sul Naviglio (MI).

Per valutare correttamente i dati di ingresso del modello matematico, è stata realizzata una campagna di misure sull'area circostante. Tali misure sono state svolte solo durante il periodo diurno in quanto la futura attività sarà attiva solo in quel periodo di riferimento.

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



2 Definizioni tecniche

Inquinamento acustico

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

Ambiente abitativo

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

Ambiente di lavoro

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

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

Rumore

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

Sorgente sonora

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

Sorgente specifica

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

Tempo a lungo termine (T_L)

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

Tempo di riferimento (T_R)

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



Tempo di osservazione (T_O)

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

Tempo di misura (T_M)

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

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

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

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

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

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A"

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

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \quad dB(A)$$

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

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

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

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

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

essendo N i tempi di riferimento considerati.

- b) al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un TM di 1 ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. ($L_{Aeq,TL}$) rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

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

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

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

Livello sonoro di un singolo evento LAE, (SEL)

E' dato dalla formula

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

dove:

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

t_0 è la durata di riferimento (1 s)

Livello di rumore ambientale (LA)

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

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

Livello di rumore residuo (LR)

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

Livello differenziale di rumore (LD)

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



Livello di emissione

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

Fattore correttivo (K_i)

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

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

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

Presenza di rumore a tempo parziale

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

Livello di rumore corretto (L_C)

E' definito dalla relazione

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

3 Normativa di riferimento

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

Legge quadro

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

Disposizioni Regionali

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

Limiti massimi di esposizione al rumore

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

Valori limite delle sorgenti sonore

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

Impianti a ciclo continuo

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

Luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo

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

Rumore aeroportuale

- D.M. 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"
- D.M. 20/5/99 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico"



Rumore da traffico ferroviario

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

Rumore da traffico stradale

- D.P.R. 30/03/04 n.142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”

Requisiti acustici passivi degli edifici

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

Risanamento Acustico

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

Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico

- D.M. 16/3/98 “Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico”

Rumore in ambiente lavorativo

- Decreto Legislativo n. 277 “Attuazione delle direttive CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizioni ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro”

Tecnico competente in acustica

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

Altre norme

- Codice Civile (art. 844) sull’esercizio di attività rumorose eccedenti il limite della normale tollerabilità
- Codice Penale (art. 659) sul disturbo delle occupazioni e del riposo
- Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza (R.D. 18.6.31 n. 773 - art. 66)
- Testo unico delle leggi sanitarie (R.D. 27.7.34 - art. 216)
- Sent. 517 della Corte Costituzionale del dicembre 1991 sulla competenza delle Regioni in materia di “zonizzazione acustica del territorio”
- Sent. n.151/86, 153/86, 210/87 della Corte Costituzionale sulla salvaguardia dell’ambiente



4 Criteri di valutazione

4.1 I limiti assoluti di zona

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

Classe I - Aree particolarmente protette

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

Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale

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

Classe III - Aree di tipo misto

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

Classe IV - Aree di intensa attività umana

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

Classe V - Aree prevalentemente industriali

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

Classe VI - Aree esclusivamente industriali

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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



4.2 Il criterio differenziale

4.2.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

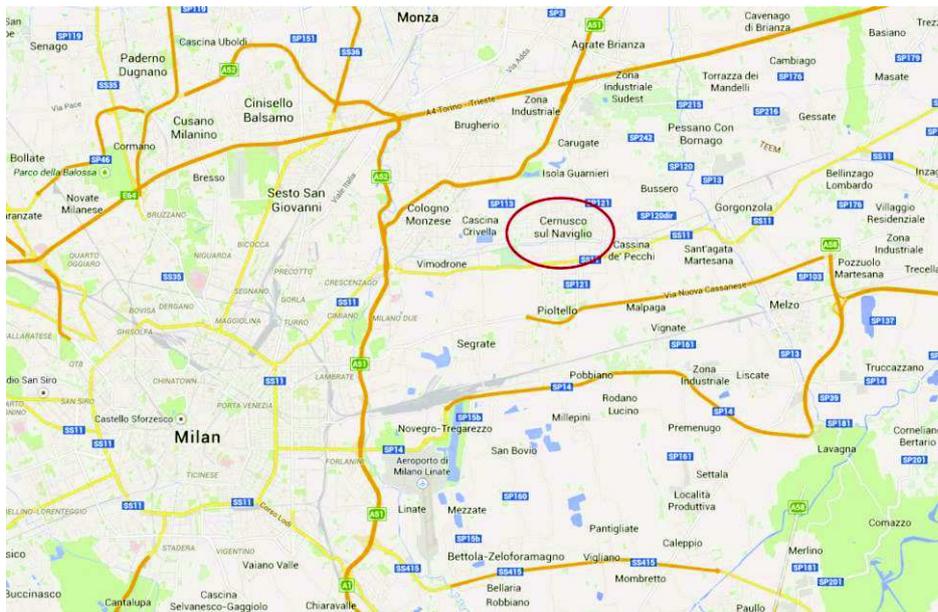
La misura deve essere eseguita nel “tempo di osservazione” del fenomeno acustico.

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

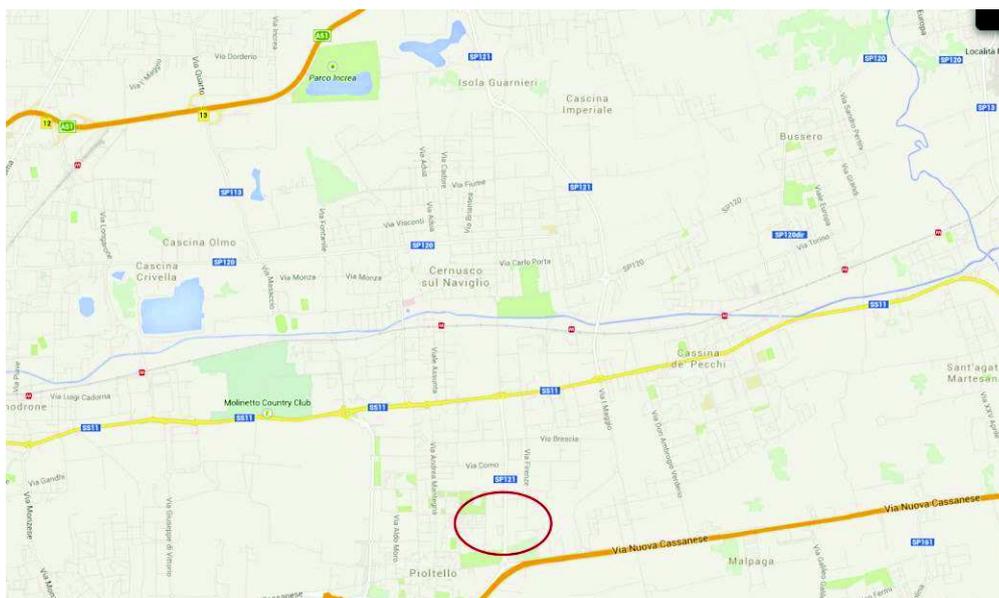
5 Inquadramento territoriale

5.1 Localizzazione

Il centro commerciale sarà realizzato a Cernusco Sul Naviglio, a circa una decina di km ad est di Milano.

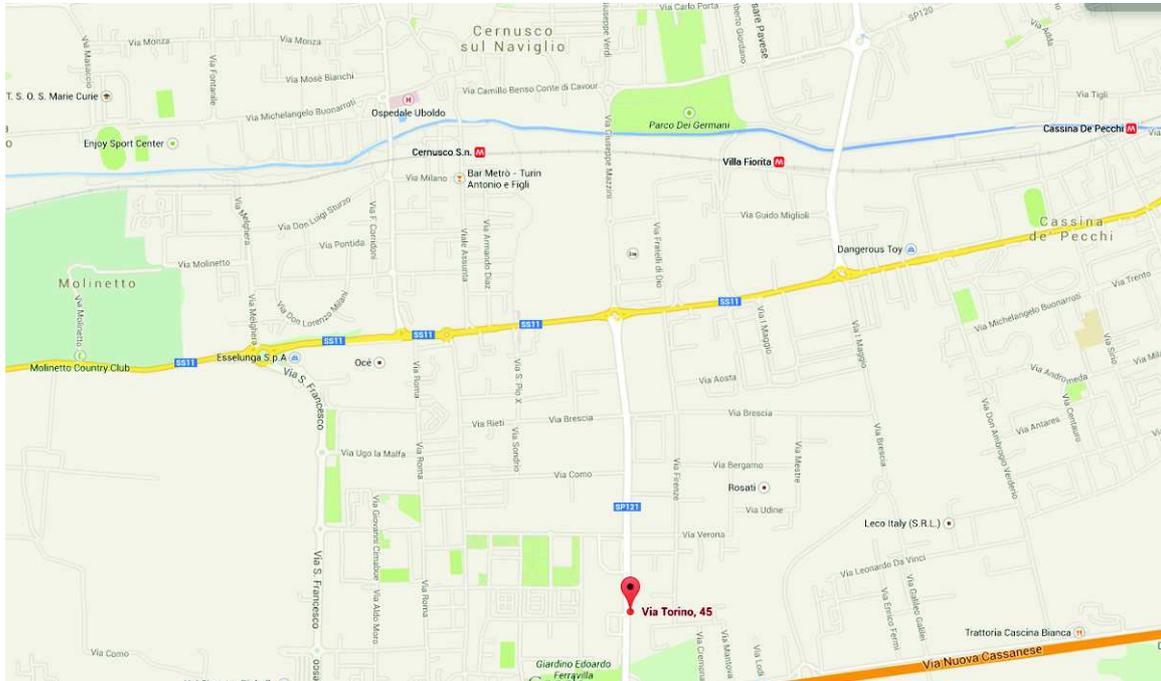


Localizzazione di Cernusco Sul Naviglio



Localizzazione della zona di realizzazione del centro commerciale a Cernusco Sul Naviglio

In particolare il centro commerciale si trova nella zona industriale a sud del territorio comunale.



Localizzazione della zona di realizzazione del centro commerciale a Cernusco Sul Naviglio



Localizzazione della zona di realizzazione del centro commerciale nella zona sud di Cernusco Sul Naviglio

La zona oggetto di indagine è un'area caratterizzata dalla presenza di insediamenti industriali e/o artigianali.

Seguono alcune fotografie dell'area oggetto di indagine:



L'area a contorno



Edifici industriali/commerciali limitrofi allo stabilimento

Nella foto aerea seguente si evidenzia la localizzazione dell'insediamento all'interno del territorio comunale di Cernusco Sul Naviglio.



Localizzazione del centro commerciale nella zona sud di Cernusco Sul Naviglio



Scorcio dello stabilimento produttivo

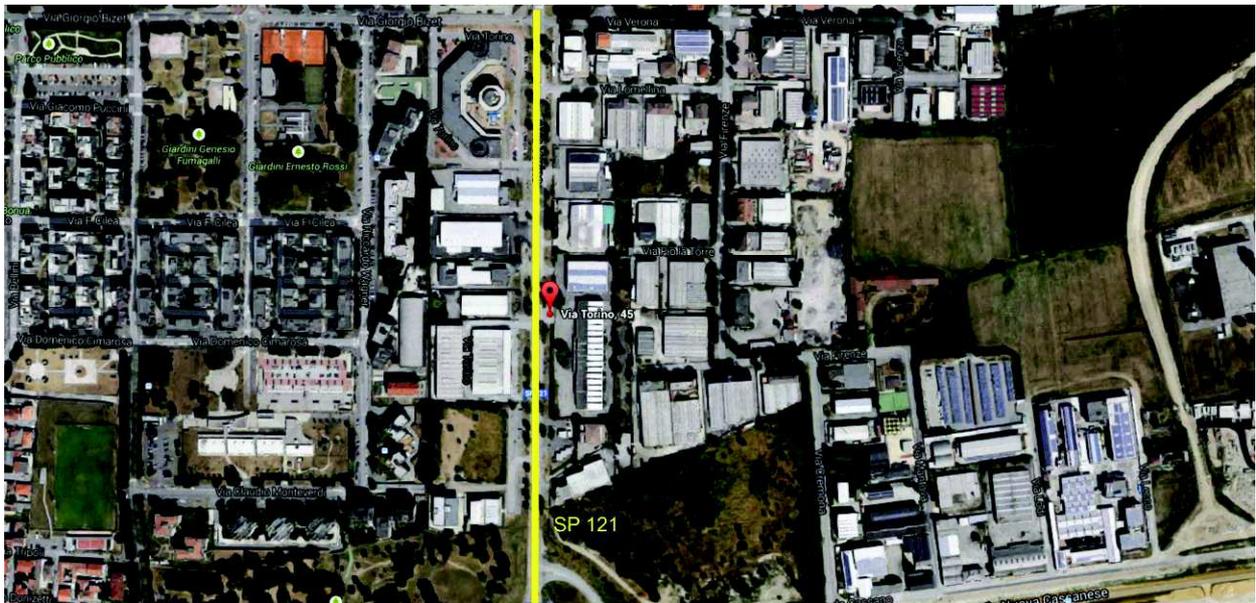
5.2 Sorgenti infrastrutturali

Nel corso del sopralluogo, il traffico veicolare (anche automezzi pesanti) sulla SP 121 si è rivelato, nel periodo diurno, abbastanza sostenuto.

Seguono alcune immagini dell'area oggetto di indagine:



Foto della Strada Provinciale



Infrastrutture dell'area oggetto di analisi

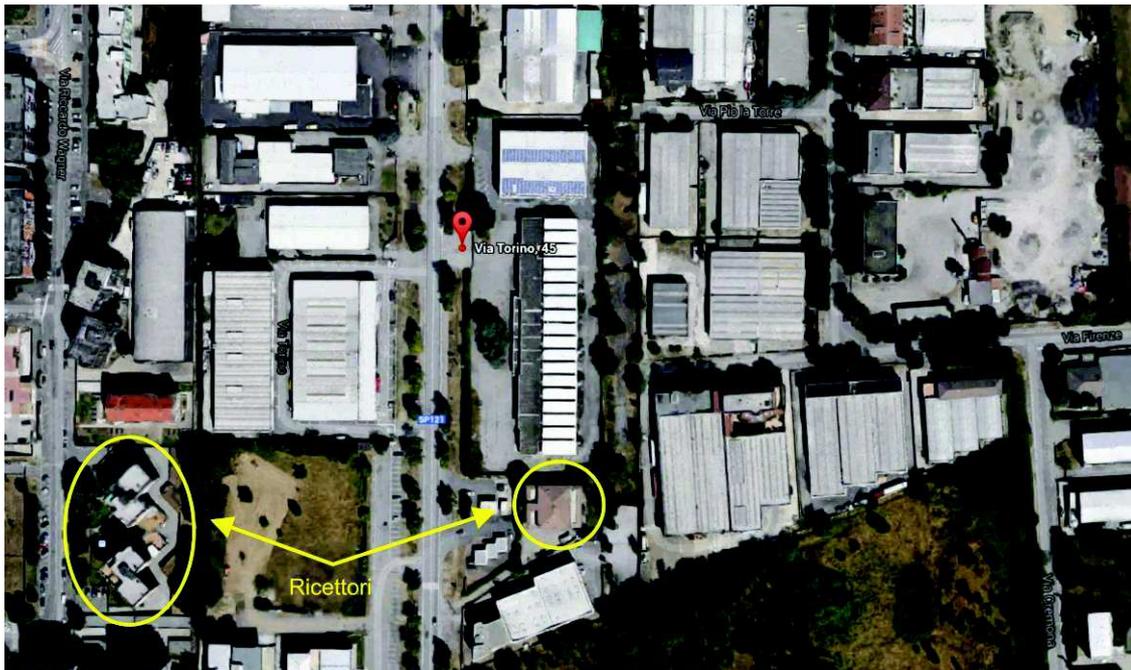
I flussi veicolari verificati dal sopralluogo sono riportati nella seguente tabella.

Traffico Giornaliero Medio		Velocità leggeri	Velocità pesanti	Percentuale mezzi pesanti	
Diurno	Notturmo			Diurno	Notturmo
12540	1341	50 km/h	40 km/h	19%	15%

Flussi di traffico sulla SP 121

5.3 Localizzazione dei ricettori

Abbiamo considerato i ricettori più vicini al futuro centro commerciale, quelli che potenzialmente, potrebbero ricevere maggior disturbo a causa delle immissioni di rumore.



Localizzazione delle abitazioni più vicine all'insediamento



Abitazione a sud del centro commerciale

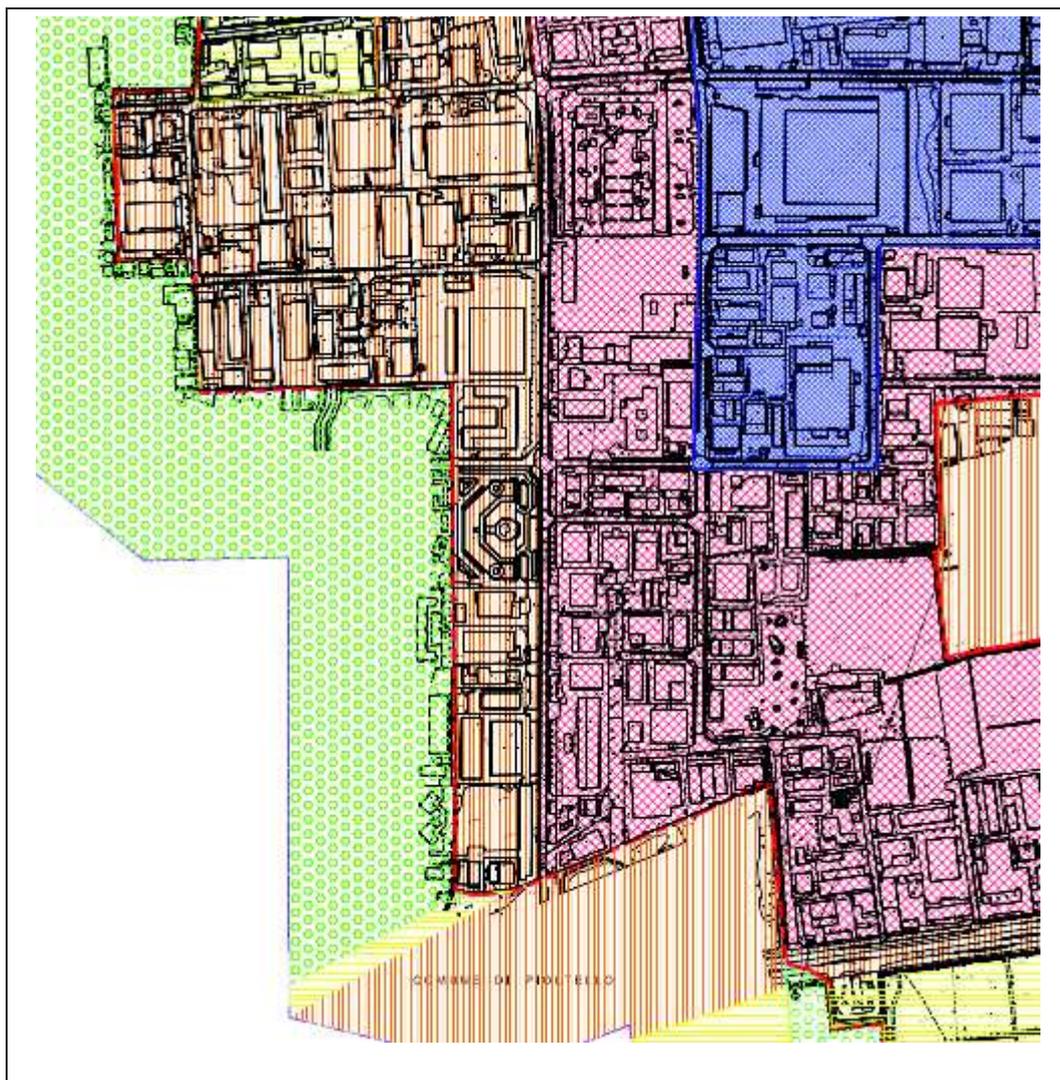


Abitazione a sud-ovest del centro commerciale

5.4 La Classificazione Acustica del Territorio

Il Comune di Cernusco Sul Naviglio ha adottato il Piano di Classificazione Acustica del territorio.

Nella seguente figura riportiamo uno stralcio del suddetto Piano, inerente all'area oggetto di studio.



Estratto Azzonamento Acustico dell'area oggetto di indagine

VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE ED EMISSIONE (D.P.C.M. 14.11.1997)

Zone Acustiche		Limiti di immissione		Limiti di emissione	
		periodo diurno (06.00-22.00)	periodo notturno (22.00-06.00)	diurno	notturno
	Classe I - Aree particolarmente protette	50 dB(A)	40 dB(A)	45 dB(A)	35 dB(A)
	Classe II - Aree destinate ad uso residenziale	55 dB(A)	45 dB(A)	50 dB(A)	40 dB(A)
	Classe III - Aree di tipo misto	60 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)
	Classe IV - Aree di intensa attivita' umana	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
	Classe V - Aree prevalentemente industriali	70 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)	55 dB(A)
	Classe VI - Aree esclusivamente industriali	70 dB(A)	70 dB(A)	65 dB(A)	65 dB(A)

Legenda relativa al Piano di Zonizzazione Acustica Comunale

Quanto ai limiti di area, è bene far riferimento alla seguente tabella.

Area	Classificazione acustica	Limite diurno	Limite notturno
Area occupata dal futuro centro commerciale	<i>Classe V Aree prevalentemente Industriali</i>	70 dBA	60 dBA
Aree confinanti Abitazioni zona sud	<i>Classe V Aree prevalentemente Industriali</i>	70 dBA	60 dBA
Aree confinanti Abitazioni zona sud-ovest	<i>Classe IV Aree di intensa attività umana</i>	65 dBA	55 dBA

Limiti massimi di immissione individuati in relazione all'area.



6 Descrizione del progetto

6.1 Caratteristiche dell'attività

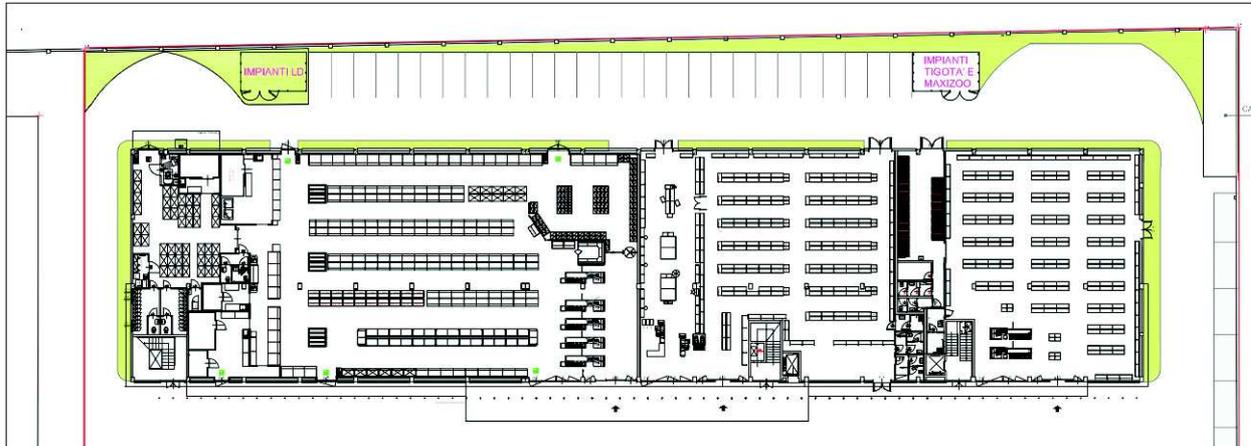
L'attività svolta sarà quella di rivendita di prodotti vari alimentari e non alimentari.

Dati relativi all'attività.

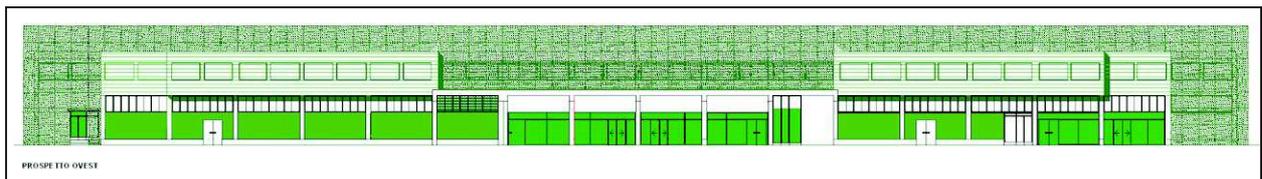
Denominazione o ragione sociale:	SIDEROS S.R.L. – Via Francesco Sforza 1, Milano
Iscrizione CCIAA di Milano:	04863890960
Titolare o legale rappresentante:	CECCARELLI MAURIZIO, nato a Milano il 6/11/1948
Ubicazione:	Via Torino 45, Cernusco Sul Naviglio
Settore merceologico alimentare:	900 metri quadrati di superficie
Settore merceologico non alimentare:	1589 metri quadrati di superficie

6.2 Il progetto

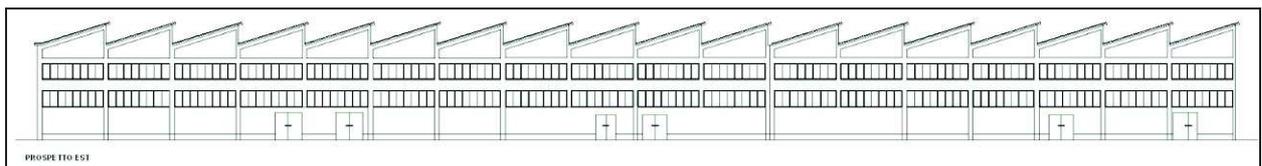
Il centro commerciale non è di grandi dimensioni e la planimetria ed i prospetti sono mostrati nelle seguenti figure.



Planimetria del centro commerciale in progetto



Prospetto ovest del centro commerciale in progetto



Prospetto est del centro commerciale in progetto

Per ulteriori dettagli è bene fare riferimento alla relazione di progetto.

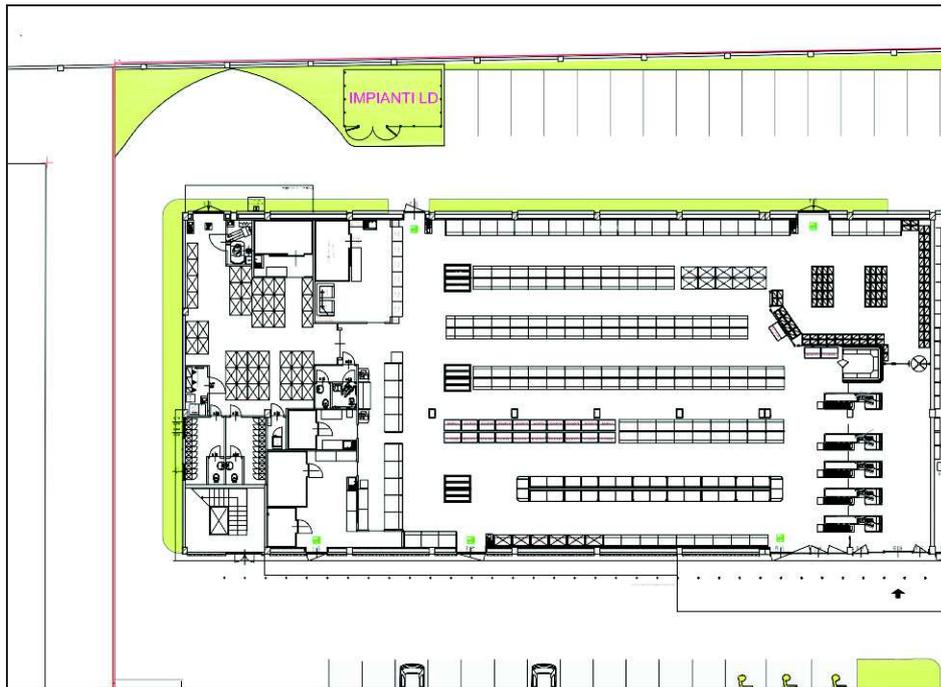
6.3 Operatività aziendale

L'attività del centro commerciale verrà svolta solo in ambito diurno, nel modello sono state comunque considerate attive le diverse sorgenti che svolgono l'attività di raffreddamento per la parte alimentare.

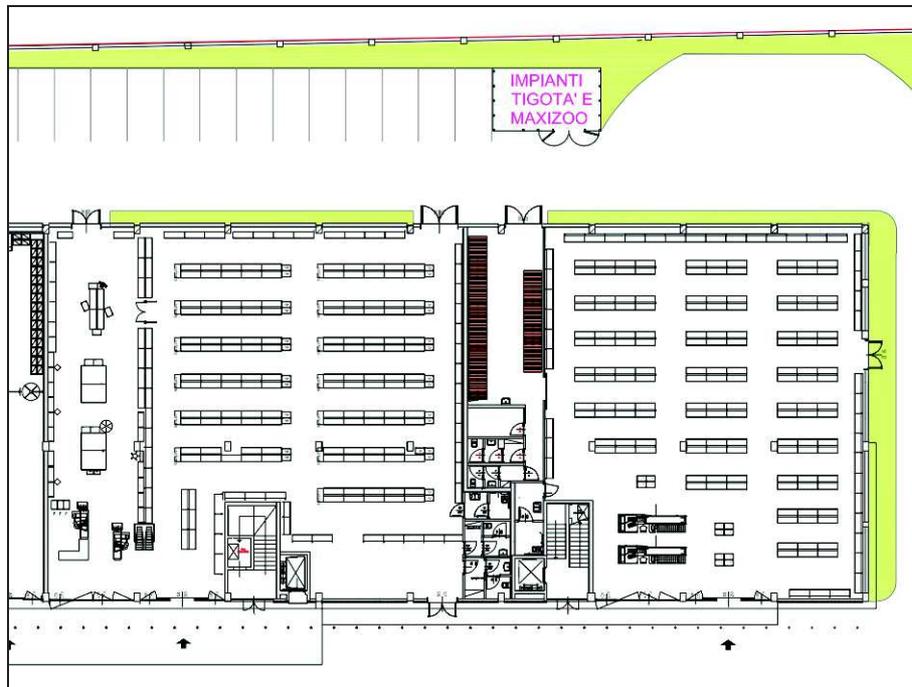
6.4 Le sorgenti sonore del progetto

Visto l'avanzamento del progetto, ora si è a conoscenza della tipologia di macchine che verranno installate esternamente all'edificio.

Nell'immagine seguente è possibile osservare il posizionamento delle macchine frigorifere nella zona di parcheggio retrostante l'edificio.



Individuazione del posizionamento degli impianti per la parte di centro commerciale alimentare



Individuazione del posizionamento degli impianti per la parte di vendita non alimentare

Per quanto concerne la parte alimentare l'impianto frigorifero centrale presenta un livello di pressione sonora pari a 40 dBA a 10 metri in campo libero, mentre il condensatore 46 dBA a 10 metri.

In questa relazione verranno supposti due impianti analoghi (uno per la parte alimentare ed uno per la parte non alimentare), perché in questo momento non vi sono informazioni derivanti da un progetto esecutivo.

Per il condizionamento abbiamo una unità esterna a Pompa di Calore (installata nella zona posti auto sul retro dell'edificio) con le seguenti un'emissione pari a 87 dBA di Potenza sonora . I valori sono riferiti ad installazione in campo aperto, facendo riferimento alle condizioni standard Eurovent.

2-1 Specifiche tecniche				RXYQ8T	RXYQ10T	RXYQ12T	RXYQ14T	RXYQ16T	RXYQ18T	RXYQ20T	
Gamma capacità			HP	8	10	12	14	16	18	20	
Capacità di raffreddamento	Nom.		kW	22,4 (1)	28,0 (1)	33,5 (1)	40,0 (1)	45,0 (1)	50,0 (1)	56,0 (1)	
Capacità di riscaldamento			kW	25,0 (2)	31,5 (2)	37,5 (2)	45,0 (2)	50,0 (2)	56,0 (2)	63,0 (2)	
Potenza assorbita - 50Hz	Raffreddamento	Nom.	kW	5,21 (1)	7,29 (1)	8,98 (1)	11,0 (1)	13,0 (1)	14,7 (1)	18,5 (1)	
	Riscaldamento	Nom.	kW	5,5 (2)	7,38 (2)	9,10 (2)	11,2 (2)	12,8 (2)	14,4 (2)	17,0 (2)	
Capacity control			Method	Controllo ad Inverter							
EER				4,30 (1)	3,84 (1)	3,73 (1)	3,64 (1)	3,46 (1)	3,40 (1)	3,03 (1)	
ESEER				6,37 (24) / 7,53 (25)	5,67 (24) / 7,20 (25)	5,50 (24) / 6,96 (25)	5,31 (24) / 6,83 (25)	5,05 (24) / 6,50 (25)	4,97 (24) / 6,38 (25)	4,42 (24) / 5,67 (25)	
COP				4,54 (2)	4,27 (2)	4,12 (2)	4,02 (2)	3,91 (2)	3,89 (2)	3,71 (2)	
Massimo numero di unità interne collegabili				64 (3)							
Indice unità interna	Min.			100	125	150	175	200	225	250	
	Nom.			200	250	300	350	400	450	500	
	Max.			260	325	390	455	520	585	650	
Rivestimento	Colore	Bianco Daikin									
	Materiale	Lamiere verniciata in acciaio zincato									
Dimensioni	Unità	Altezza	mm	1.685							
		Larghezza	mm	930			1.240				
		Profondità	mm	765							
	Unità compatta	Altezza	mm	1.820							
		Larghezza	mm	1.000			1.310				
		Profondità	mm	835							
Peso	Unità	kg	187	194		305		314			
	Unità compatta	kg	205	212		325		334			
Guarnizione	Materiale	Cartone									
	Peso	kg	2,00			3,00					
Imballaggio 2	Materiale	Legno									
	Peso	kg	17,00			18,50					
Imballaggio 3	Materiale	Plastica									
	Peso	kg	0,50								
Heat exchanger	Type	Batteria con alettatura Cross Fin									
	Aletta	Trattamento	Trattamento anticorrosione								
Compressore	Quantità	1			2						
	Model	Inverter									
	Tipo	Compressore ermetico Scroll									
	Riscaldatore del carter	W	33								
Ventilatore	Type	Ventilatore elicoidale									
	Quantità	1			2						
	Portata d'aria	Raffreddamento	Nom.	m³/min	162	175	185	223	260	251	261
	Prevalenza	Max.	Pa	78							
	Direzione di mandata	Verticale									
Motore del ventilatore	Quantità	1			2						
	Model	Motore DC senza spazzole									
	Uscita	W	750								
Livello potenza sonora	Raffreddamento	Nom.	dB(A)	78	79	81	86		86		
Livello pressione sonora	Raffreddamento	Nom.	dB(A)	58			61		64	65	66
				Min.	Max.	58	61	64	65	66	

Caratteristiche delle macchine di raffreddamento

Per il ricambio d'aria abbiamo in copertura una Unità di Trattamento Aria – UTA con una Potenza Sonora pari a 87 dB(A).



6.5 Il traffico indotto

Le uniche fonti di rumore rimangono quindi limitate al traffico indotto e quello derivante dalla movimentazione del parcheggio.

A tale proposito il parcheggio ha una capienza di circa 100 autovetture, e, prevedendo un ricambio orario di circa il 60% per un orario approssimativo pari a 10 ore, abbiamo un'affluenza giornaliera pari a 600 auto.

Per l'approvvigionamento dei generi di vendita sono previsti circa 2 camion di piccola dimensione al giorno.

La variazione conseguente sul rumore prodotto dal flusso veicolare (mezzi leggeri e pesanti) ha un'incidenza inferiore a 0,15 dBA.

Il rumore prodotto dal parcheggio, secondo i parametri descritti sopra, è stato calcolato secondo la RLS90.

7 Le misure acustiche

7.1.1 La strumentazione utilizzata

Per l'esecuzione dei rilievi fonometrici, è stato utilizzato un analizzatore in tempo reale prodotto dalla Svantek, con microfoni atti a misure in campo libero.

La strumentazione utilizzata è conforme agli standard EN 60651/1994 e 60804/1994 per strumenti in classe 1, secondo quanto indicato nel Decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

I fonometri sono stati calibrati prima e dopo il ciclo di misura mediante l'utilizzo di calibratore di livello sonoro B&K mod.4231.

Le catene di misura utilizzate sono tarate annualmente da un laboratorio accreditato dall'Ente italiano di Accreditamento ACCREDIA.



L'analizzatore in frequenza SVANTEK mod.959

7.1.2 Estremi dei certificati di taratura delle catene di misura

La catena di misure utilizzata è tarata annualmente da un laboratorio di ACCREDIA. Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura della catena di misure utilizzata.

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	SVAN 959	Svantek	14731	20/01/2014	32995-A	LAT n.68
Filtri 1/3 ott				20/01/2014	32996-A	LAT n.68
Calibratore	B&K4231	Bruel & Kjaer	2123120	04/03/2013	31425-A	LAT n.68

Estremi dei certificati di taratura della catena di misura utilizzata

7.1.3 Calibrazioni

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

Catena di misura	Calibrazione iniziale	Calibrazione finale	Differenza	Limite
SVAN 959 (matr.14731)	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB

Differenza tra le calibrazioni iniziali e finali

7.1.4 Dati meteo

Riportiamo di seguito i dati meteo registrati durante il periodo di esecuzione dei rilievi fonometrici.

Parametri microclimatici	Valori
Temperatura	13 °C
Pressione	1011 hPa
Velocità dell'aria	< 0,5 m/s

Dati meteo

7.1.5 I punti di misura

Visto che l'unica sorgente di rumore ambientale in prossimità dell'edificio era la strada provinciale n. 121 è stata eseguita una misura a 19 m dal centro strada, nel punto indicato nella seguente figura. I risultati e i grafici della misura stessa sono riportati nell'allegato 1.



Posizione del punto di misura



8 Modellistica matematica sul rumore

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

8.1 Grandezze considerate ai fini dell'attenuazione acustica

- Direttività della sorgente

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

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

$$L_{WD} = L_W + D_C$$

dove:

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

L_W è il livello di potenza sonora medio (dB);

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

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

I termini che compongono D_C sono fondamentalmente due: l'indice di direttività (*directivity index* D_i) e l'indice di emissione sull'angolo solido (D_Ω).

$$D_C = D_i + D_\Omega$$

Il fattore di correzione D_Ω sarà:

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

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

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

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



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

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

Elementi di attenuazione sul percorso dell'onda acustica

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

$$L_p = L_{wd} + A$$

dove:

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

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

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

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

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ter} + A_{rifl} + A_{dif} + A_{misc}$$

dove:

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

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

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

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

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

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

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

8.2 Specifiche del modello matematico usato

Il modello matematico per acustica usato è Soundplan ver. 6.4 agg. Settembre 2006 prodotto dalla Braunstein + Bernt Gmb.

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

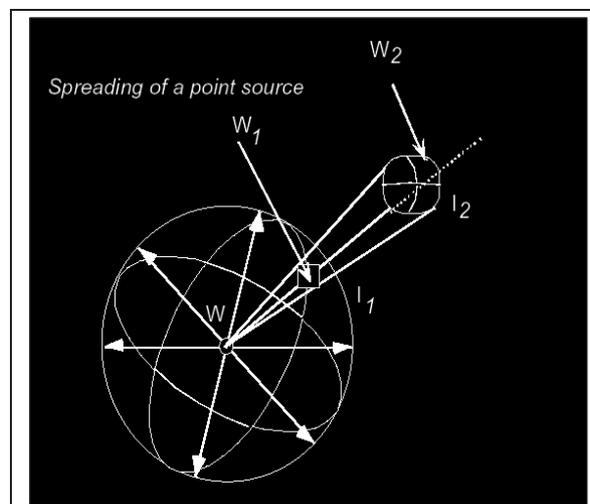
Il problema di un qualunque modello matematico è che questi sono nati per sparare fuori numeri e se non c'è un operatore in grado di capire se l'output sono cose sensate o meno il risultato può essere disastroso. Non a caso abbiamo sviluppato un capitolo dedicato alle incertezze associate alle valutazioni.

8.2.1 Tecnica di ritracciamento dei raggi (*Raytracing*)

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

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

La situazione viene descritta nella figura seguente.



Emissione dei raggi di tracciamento

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

8.2.2 Le tipologie di sorgenti

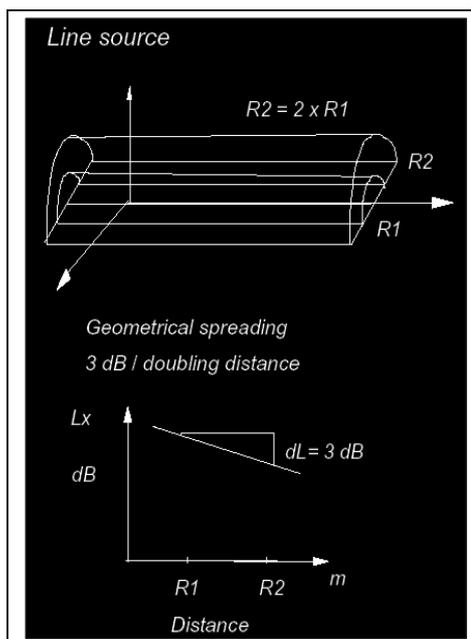
Come sappiamo le sorgenti possono essere considerate fondamentalmente di tre tipi:

- *puntiformi*
- *lineiformi*
- *areali*

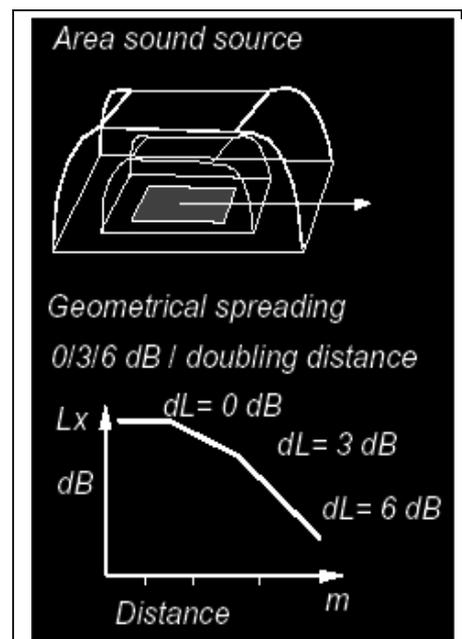
Per le sorgenti puntiformi vale la legge generale della divergenza geometrica per cui abbiamo che ad ogni raddoppio della distanza un'attenuazione di 6 dB del livello sonoro.

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

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



Emissione di una sorgente lineiforme

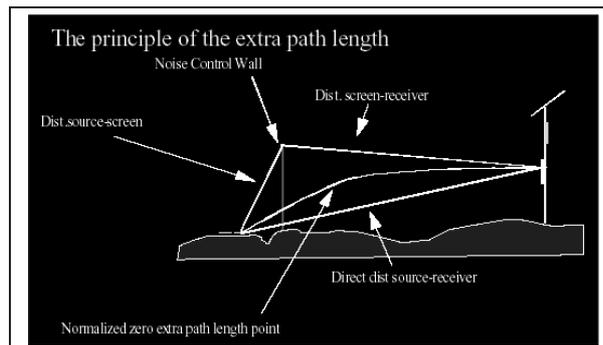


Emissione di una sorgente areale

8.2.3 La diffrazione degli ostacoli

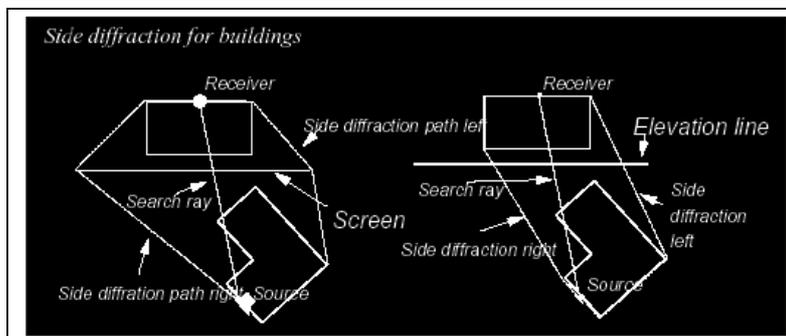
Elemento importante soprattutto per la caratterizzazione degli eventuali risanamenti sono le metodologie di calcolo per le barriere e gli eventuali ostacoli.

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



Diffrazioni verticali

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

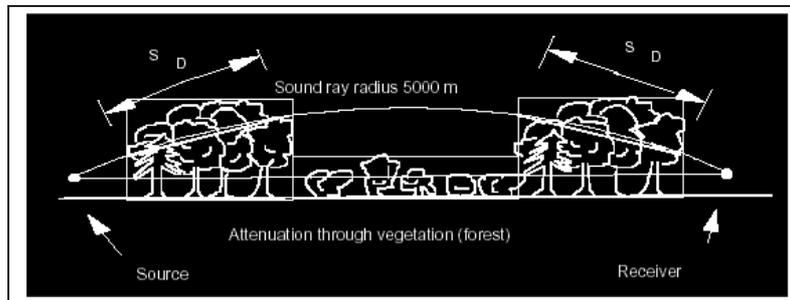


Diffrazioni laterali

8.2.4 L'assorbimento di elementi

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

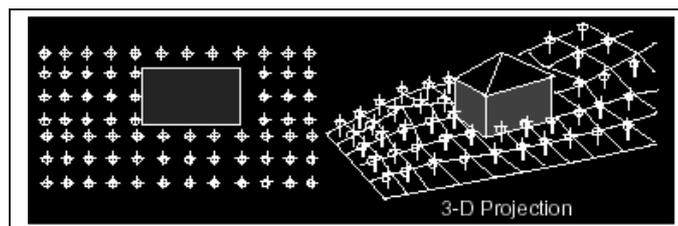
Nel programma è possibile considerare queste aree fornendo un valore di assorbimento per frequenza o semplicemente impostando la tipologia del fogliame.



Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

8.2.5 Quote di calcolo delle mappe

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



Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

8.3 Riferimenti normativi del modello utilizzato

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

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

9 Accuratezza delle misure e delle simulazioni

9.1 Accuratezza delle misure acustiche

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

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

9.1.1 Incertezza dello strumento

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

9.1.2 Incertezza della parte microfonica

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

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

9.1.3 Variabilità delle condizioni emmissive della sorgente

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

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



9.1.4 Variabilità delle condizioni atmosferiche

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

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

9.1.5 Direttività dell'onda acustica incidente

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

9.1.6 Campo sonoro nel punto di misura

Questo elemento può avere una certa importanza se nelle vicinanze del punto di misura vi sono superfici riflettenti. Sicuramente i valori rilevati ad una stessa distanza dal bordo dell'infrastruttura ma in due contesti di campo sonoro diversi possono portare a differenze di alcuni dB(A).

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

9.1.7 Calcolo delle incertezze associate alle misure

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

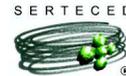
$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n u_i^2(y)$$

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

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

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

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



Il coefficiente di sensibilità c_i descrive l'estensione con la quale il valore dei dati di uscita y è influenzato dalle variazioni del valore stimato di input x_i . Nel nostro caso, con le ampiezze di incertezza espresse nei punti precedenti, in condizioni meteo normali abbiamo un'incertezza totale sulla misura acustica pari a

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

9.2 Accuratezza delle simulazioni acustiche

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

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

9.2.1 Tipo di modello e utilizzo dello stesso

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

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

9.2.2 Dati di potenza sonora delle sorgenti

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

Questo elemento richiede forzatamente la distribuzione spettrale di emissione perché nei processi di propagazione la lunghezza d'onda è la componente che determina i fattori diffrattivi.

Nel caso del rumore emesso da infrastrutture stradali abbiamo una serie di linee guida che variano in relazione alla nazione dove sono state sviluppate. Alcune lavorano sullo spettro altre sul valore globale.

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

Il modelli propagativi da cui, inseriti i dati di volume di traffico, velocità e composizione, si ottengono i livelli sonori, sono fondamentalmente empirici e quindi fortemente dipendenti dalla tipologia e dalla



manutenzione delle autovetture che in alcune zone potrebbero essere diverse da altre: per esempio in paesi come la Germania abbiamo un numero limitato di piccole cilindrate rispetto al nostro paese.

9.2.3 Dati non considerati nei modelli

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

9.2.4 Inserimento dati morfologici

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

L'assorbimento del terreno è anch'esso uno dei parametri delicati difficile da quantificare.

9.2.5 Riferimenti normativi del modello

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

Prendiamo ad esempio una situazione semplice:

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

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

Norma	Diurno a 25 m	Notturno a 25 m	Diurno a 50 m	Notturno a 50 m	Diurno a 100 m	Notturno a 100 m
RLS 90	66.6	56.1	61.4	50.8	57	46.4
DIN 18005	67.6	56.8	63.6	52.8	59.1	48.3
Nordic	70.0		64.8		58.4	
RVS	64.4	58.2	60.4	54.2	56.2	50
NMPB	72.5	61.7	67.4	56.5	60.8	49.9

Confronto tra valori ottenuti mediante uno stesso modello e con diversi riferimenti normativi

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

Altezza media di ricevitore e sorgente (m)	Distanza (m) $0 < d < 100$	Distanza (m) $100 < d < 1000$
$0 < h < 5$	$\pm 3 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$
$5 < h < 30$	$\pm 1 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$

Accuratezza associabile alle previsioni secondo la ISO 9613

9.2.6 Scelta dei parametri di calcolo

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

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

9.2.7 Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni

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

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

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

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

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

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

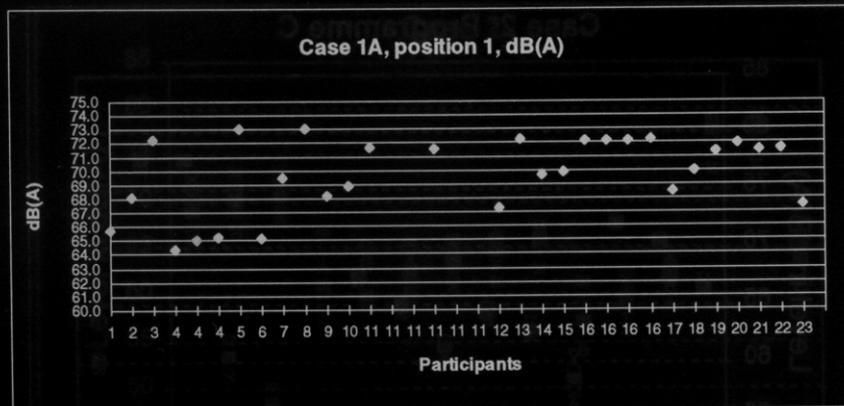


Fig. 17: $L_{med} = 69.7$ dB(A) $L_{max} - L_{min} = 8.7$ dB(A) Std.Dev. = 2.66

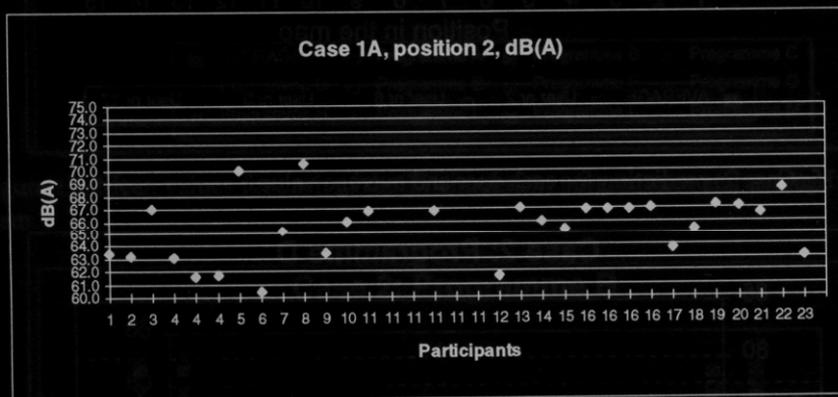


Fig. 18: $L_{med} = 65.5$ dB(A) $L_{max} - L_{min} = 10.1$ dB(A) Std.Dev. = 2.47

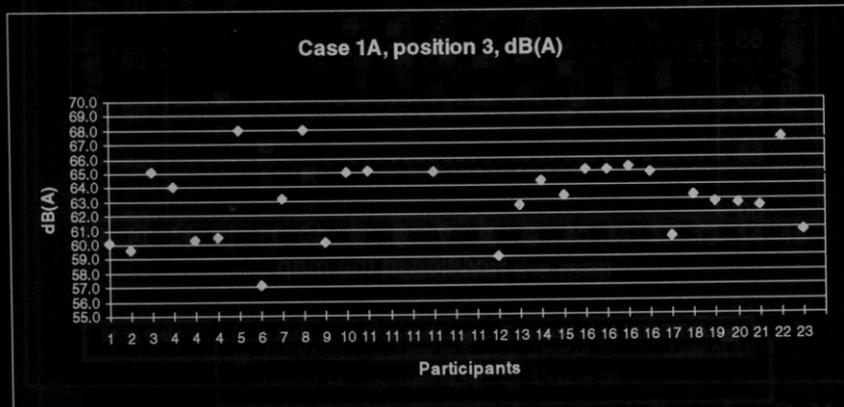


Fig. 19: $L_{med} = 63.1$ dB(A) $L_{max} - L_{min} = 10.9$ dB(A) Std.Dev. = 2.69

Differenze ottenibili attraverso diversi modelli matematici



9.3 Miglioramento dell'accuratezza

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

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

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

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

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

9.4 Quali parametri misurare

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

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

9.5 La durata delle misure

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

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

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



9.6 Il livello di accuratezza

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

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

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

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

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

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

10 Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante

10.2 Premessa

Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio abbiamo considerato solo le immissioni nel periodo diurno in quanto questo sarà il periodo di attività del centro commerciale.

I valori previsionali del rumore sono calcolati sia attraverso mappe di isolivello, sia come valori puntuali sui ricettori abitativi maggiormente esposti alle variazioni di clima acustico.

Le mappe, per via delle riflessioni degli edifici, possono, apparentemente, discostarsi dai valori puntuali sui ricettori.

I valori riportati nelle mappe sono stimati a 1.5 metri di altezza, come previsto da norma tecnica in materia.

10.3 Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali

Oltre che alle mappe di isolivello, in prossimità del capannone abbiamo considerato i ricettori più vicini che possono essere influenzati dalle emissioni sonore.

I valori ottenuti sono previsti in facciata, quelli all'interno dell'ambiente abitativo è presumibile che siano più bassi di circa 2-3 dBA.



Ricettori considerati

10.4 Risultati della simulazione modellistica - Situazione attuale

Lo scenario attuale considera l'attuale situazione di clima acustico ambientale.

I valori puntuali previsti alla facciata dei ricettori sono riportati nella seguente tabella.

Ricettore	Piano	Leq diurno (dBA)	Leq notturno (dBA)
R1	PT	56.9	49.0
R1	P1	59.7	51.9
R2	PT	49.0	41.1
R2	P1	55.7	47.8
R3	PT	53.3	45.4
R3	P1	54.9	47.0
R3	P2	55.5	47.7
R3	P3	55.8	47.9
R3	P4	55.7	47.8
R4	PT	52.8	44.9
R4	P1	54.5	46.6
R4	P2	55.2	47.3
R4	P3	55.4	47.5
R4	P4	54.9	47.0

Valori previsti in facciata nella situazione attuale

In Allegato:

MAP01 Situazione attuale – Rumore immesso in periodo diurno.

MAP02 Situazione attuale – Rumore immesso in periodo notturno.

10.5 Risultati della simulazione modellistica - Situazione futura

Lo scenario futuro considera la situazione con il centro commerciale attivo in periodo diurno.

I valori puntuali previsti alla facciata dei ricettori sono riportati nella seguente tabella.

Ricettore	Piano	Leq diurno (dBA)	Leq notturno (dBA)
R1	PT	57.0	49.0
R1	P1	59.8	51.9
R2	PT	50.9	41.1
R2	P1	57.1	47.8
R3	PT	53.4	45.4
R3	P1	55.0	47.0
R3	P2	55.6	47.7
R3	P3	55.9	47.9
R3	P4	55.8	47.8
R4	PT	53.0	44.9
R4	P1	54.5	46.6
R4	P2	55.2	47.3
R4	P3	55.4	47.5
R4	P4	55.0	47.0

Valori previsti in facciata nella situazione futura

In Allegato:

MAP03 Situazione futura – Rumore immesso in periodo diurno.

MAP04 Situazione futura – Rumore immesso in periodo notturno.

11 Conclusioni

Dai risultati delle misure eseguite e dai dati ottenuti dalla modellazione acustica, è possibile osservare la distribuzione dei livelli sonori nell'area di interesse.

Nella situazione attuale il clima acustico dell'area oggetto di studio è soprattutto influenzata dal rumore proveniente dalle infrastrutture stradali.

Valutazione del rispetto dei limiti assoluti

Abbiamo valutato il rispetto dei limiti assoluti di zona in relazione all'azzoneamento acustico dell'area.

Periodo di riferimento diurno

Ricettore	Piano	Leq attuale (dBA)	Leq futuro (dBA)	Limiti (dBA)
R1	PT	56.9	57.0	70
R1	P1	59.7	59.8	70
R2	PT	49.0	50.9	70
R2	P1	55.7	57.1	70
R3	PT	53.3	53.4	65
R3	P1	54.9	55.0	65
R4	P2	55.5	55.6	65
R4	P3	55.8	55.9	65
R5	P4	55.7	55.8	65
R5	PT	52.8	53.0	65
R6	P1	54.5	54.5	65
R6	P2	55.2	55.2	65
R7	P3	55.4	55.4	65
R7	P4	54.9	55.0	65

Confronto dei valori previsti in facciata nelle due situazioni attuale e futura in ambito diurno

Periodo di riferimento notturno

Ricettore	Piano	Leq attuale (dBA)	Leq futuro (dBA)	Limiti (dBA)
R1	PT	56.9	57.0	60
R1	P1	59.7	59.8	60
R2	PT	49.0	49.3	60
R2	P1	55.7	55.9	60
R3	PT	53.3	53.4	55
R3	P1	54.9	54.9	55
R4	P2	55.5	55.6	55
R4	P3	55.8	55.9	55
R5	P4	55.7	55.8	55
R5	PT	52.8	52.9	55
R6	P1	54.5	54.5	55
R6	P2	55.2	55.2	55
R7	P3	55.4	55.4	55
R7	P4	54.9	55.0	55

Confronto dei valori previsti in facciata nelle due situazioni attuale e futura in ambito notturno

Come si nota, in ambito notturno, vi sono lievi superamenti già presenti nella situazione attuale dovuti al flusso di traffico veicolare presente su via Torino.

Valutazione del rispetto dei limiti differenziali

Abbiamo valutato il rispetto dei limiti differenziali, per l'ambito di attività del centro commerciale.

Periodo di riferimento diurno

Ricettore	Piano	Leq attuale (dBA)	Leq futuro(dBA)	Differenza (dBA)	Limite (dBA)
R1	PT	56.9	57.0	0.1	5
R1	P1	59.7	59.8	0.1	5
R2	PT	49.0	50.9	1.9	5
R2	P1	55.7	57.1	1.4	5
R3	PT	53.3	53.4	0.1	5
R3	P1	54.9	55.0	0.1	5
R4	P2	55.5	55.6	0.1	5
R4	P3	55.8	55.9	0.1	5
R5	P4	55.7	55.8	0.1	5
R5	PT	52.8	53.0	0.2	5
R6	P1	54.5	54.5	0.0	5
R6	P2	55.2	55.2	0.0	5
R7	P3	55.4	55.4	0.0	5
R7	P4	54.9	55.0	0.1	5

Valori differenziali previsti in ambito diurno

Periodo di riferimento notturno

Ricettore	Piano	Leq attuale (dBA)	Leq futuro(dBA)	Differenza (dBA)	Limite (dBA)
R1	PT	49.0	49.0	0.0	3
R1	P1	51.9	51.9	0.0	3
R2	PT	41.1	41.1	0.0	3
R2	P1	47.8	47.8	0.0	3
R3	PT	45.4	45.4	0.0	3
R3	P1	47.0	47.0	0.0	3
R4	P2	47.7	47.7	0.0	3
R4	P3	47.9	47.9	0.0	3
R5	P4	47.8	47.8	0.0	3
R5	PT	44.9	44.9	0.0	3
R6	P1	46.6	46.6	0.0	3
R6	P2	47.3	47.3	0.0	3
R7	P3	47.5	47.5	0.0	3
R7	P4	47.0	47.0	0.0	3

Valori differenziali previsti in ambito notturno



In base alle risultanze previsionali ottenute dal modello matematico, possiamo dire che il centro commerciale non modifica in modo sostanziale il clima acustico dell'area che vede, già nella situazione attuale, lievi superamenti dei limiti assoluti di zona in ambito notturno. L'elemento importante sarà il rispetto dei limiti differenziali sia in ambito diurno che in ambito notturno.

In allegato:

- 1) Report dei livelli di rumore misurati
- 2) Mappe del rumore elaborate
 - ✓ MAP01) Rumore attualmente presente in periodo diurno
 - ✓ MAP02) Rumore attualmente presente in periodo notturno
 - ✓ MAP03) Rumore immesso dopo l'inserimento del centro commerciale in periodo diurno
 - ✓ MAP04) Rumore immesso dopo l'inserimento del centro commerciale in periodo notturno

Cabiate, 30.11.2015

IL TECNICO INCARICATO
Tecnico Competente ai sensi legge 447/95

Sergenti Marco

Tecnologie d'Impresa srl a socio unico

Responsabile Settore Misure Fisiche

Tecnico Competente ai sensi legge 447/95
d.g.r. Reg. Lombardia n. 3124 del 29.07.1997

Dott. Stefano Moscatelli

 TECNOLOGIE D'IMPRESA Via Don Minzoni, 15 22060 Cabiato (CO)	<i>Costumer/Committente</i>		<i>Sideros Srl</i>	<i>Project Number/Numero Progetto</i>		<i>SM-15-0021</i>
	<i>General Project/Progetto Generale</i>				<i>Activity/Attività effettuata</i>	
	<i>Valutazione Previsionale di Impatto Acustico</i>				<i>Misure acustiche esterne</i>	
	<i>Date/Data: 06/03/2014</i>		<i>Revision/Revisione: 01.00</i>		<i>Location/Località: Cernusco SN (MI)</i>	
<i>Project Manager/Responsabile Progetto: SM</i>					<i>Sheet/Pagina: 1</i>	

Misure acustiche



 TECNOLOGIE D'IMPRESA Via Don Minzoni, 15 22060 Cabiata (CO)	Customer/Committente <i>Sideros Srl</i>		Project Number/Numero Progetto <i>SM-15-0021</i>
	General Project/Progetto Generale <i>Valutazione Previsionale di Impatto Acustico</i>		Activity/Attività effettuata <i>Misure acustiche esterne</i>
	Date/Data: <i>06/03/2014</i>	Revision/Revisione: <i>01.00</i>	Location/Località: <i>Cernusco SN (MI)</i>
	Project Manager/Responsabile Progetto: <i>SM</i>		Sheet/Pagina: <i>2</i>

Misura Strada Provinciale

Periodo di riferimento: diurno

Durata misura: 1 ora

Valori acustici principali

Leq(A): 57.5

Lmin(A): 46.6 dBA Lmax(A): 79.1 dBA

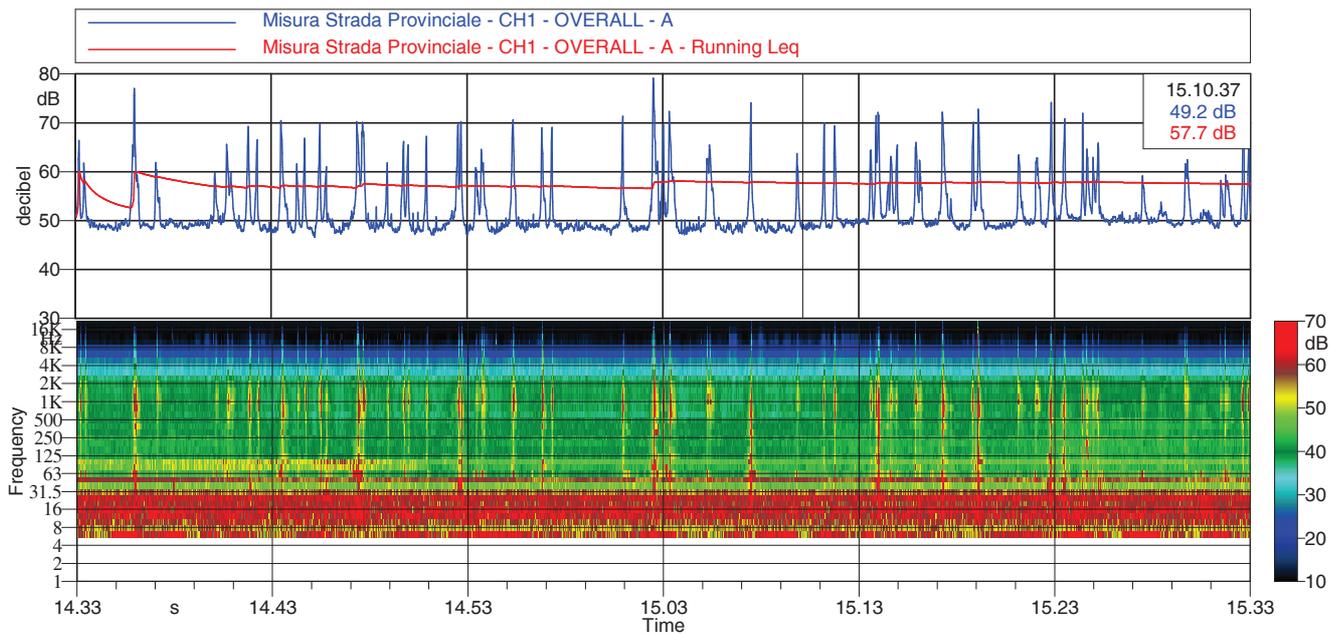
L01: 69.9 dBA L10: 58.7 dBA

L50: 49.6 dBA L66: 49.0 dBA

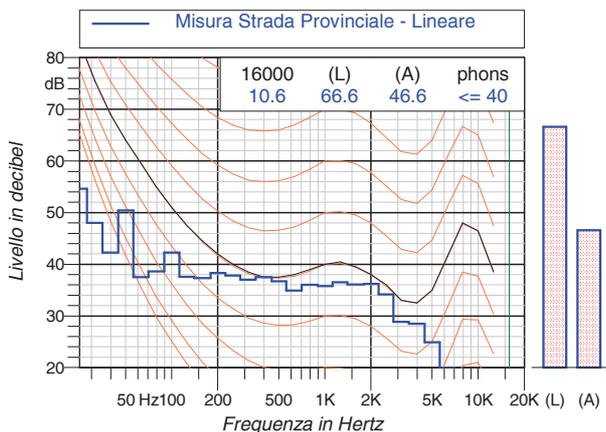
L90: 48.2 dBA L95: 47.9 dBA



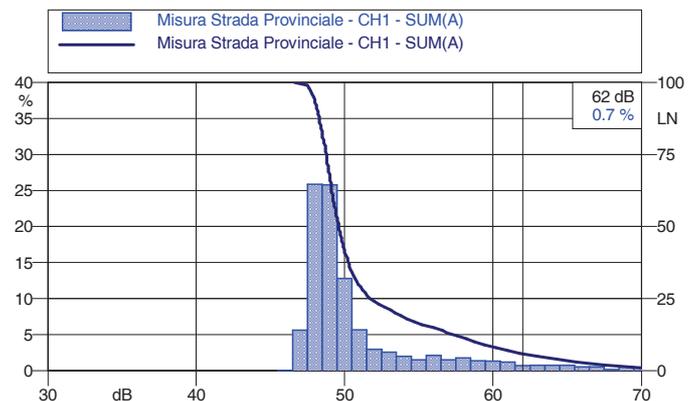
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro



Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori

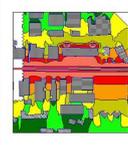




SP
 Concentrazione per la tua mappa.

SIDEROS S11

SIDEROS S11
 Via Francesco Sforza, 1
 20122 Milano (MI)



PROGETTAZIONE ACUSTICA

TECNOLOGIE EMPRESA
 Tecnologie per l'Acustica
 Tecnica Computazionale in Acustica, Legge 447/96

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL PROGETTO
 Nuova impiantazione antenna - Stazione Radio

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

TECNOLOGIE EMPRESA, SpA
 Via San Marco, 15
 20121 Milano (MI)

IL RESPONSABILE SPECIALISTA
 Tecnica Computazionale in Acustica - Regione Lombardia
 D.P.F. n° 3124 del 29/07/1997
 D.P.R. n° 556 del 10/02/1998

COMUNE: Cernusco sul Naviglio (MI)
 PROGETTO: Nuova stazione radio

SCALA: 1:500

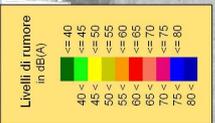
VERSIONE: 02

Data: 06/12/2015

MAPP. N°

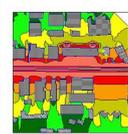
MAPP.01 - Situazione Attuale - Periodo Diurno





Legenda

- Asse strada
- Linea emissione
- Barriere/Muri
- Edifici civili
- Edifici commerciali/industriali
- Sordo terreno
- Sorgente puntuali
- Sorgente volumetrica
- Sorgente areale
- Parcheggio



SIDEROS S1

SIDEROS S1
Via Via Francesco Sforza, 1
20122 Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

TECNOLOGIE EMPRESA
Via Sesto Marengo 15
20122 Milano (MI)
Tel. 02 5749 4100
Tecnica Competente in Acustica, Legge 47/92

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL PROGETTO
Mappa propagazione sonora - Situazione attuale

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

TECNOLOGIE EMPRESA, SpA
Via Sesto Marengo 15
20122 Milano (MI)
Tel. 02 5749 4100

IL RESPONSABILE SPECIALISTA

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA - Regione Lombardia
D.P.R. n° 3128 del 29/07/1997
COMUNE: PROSECCO - PROV. DI PAVIA (PV)
PROFESSIONE: INGEGNERIA

SCALA 1:500

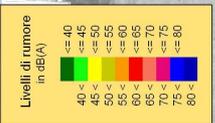
VERSIONE: 02

MAPPA N°

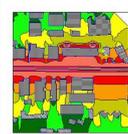
MAP02 - Situazione Attuale - Periodo Notturno

Data: 06/12/2015

SP
Coordinatore per la mappa.



- Legenda**
- Asse strada
 - Linea emissione
 - Barriere/Muri
 - Edifici civili
 - Edifici commerciali/industriali
 - Sorbo terreno
 - Sorgente puntuali
 - Sorgente volumetrica
 - Sorgente areale
 - Parcheggio



SIDEROS S1

SIDEROS S1
Via Francesco Sforza, 1
20122 Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

TECNOLOGIE EMPRESA
Via S. Pietro all'Orto, 10
20122 Milano (MI)
Tel. 02 57494111
www.tecnologie.com

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL PROGETTO
Mappa propagazione sonora - Situazione Futura

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

TECNOLOGIE EMPRESA, SpA
Via S. Pietro all'Orto, 10
20122 Milano (MI)

IL RESPONSABILE SPECIALISTA

Ing. Roberto Moschetti
Tecnico Competente in Acustica - Regione Lombardia
D.P.R. n° 314 del 29/07/1997

COMUNE: Milano (MI) - Consorzio SA Marengo (MI)

PROGETTO: Nuova SA MARENGO (MI)

SCALA: 1:500

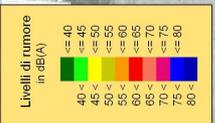
VERSIONE: 02

Data: 06/12/2015

MAPPa N°

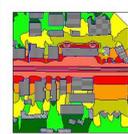
MAPP03 - Situazione Futura - Periodo Diurno

SP
Coesistenza per la tua mappa.



Legenda

- Asse strada
- Linea emissione
- Barriere/Muri
- Edifici civili
- Edifici commerciali/industriali
- Sordo terreno
- Sorgente puntuali
- Sorgente volumetrica
- Sorgente areale
- Parcheggio



SIDEROS S1

SIDEROS S1
Via Via Francesco Sforza, 1
20122 Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

TECNOLOGIE EMPRESA
Via Sesto Marengo 15
20122 Milano (MI)
Tel. 02 5749 4111
www.tecnologieimpresa.it

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL PROGETTO
Mappa propagazione sonora - Situazione Futura

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

TECNOLOGIE EMPRESA, SpA
Via Sesto Marengo 15
20122 Milano (MI)

IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Tecnico Competente in Acustica - Regione Lombardia
D.P.R. n° 3128 del 29/07/1997

COMUNE: PROSECTO - MUNICIPIO DI PARABENGO

SCALA: 1:500

VERSIONE: 02

Data: 06/12/2015

MAPPATA N°
MAPPATA - Situazione Futura - Periodo Notturno

SP
concentrazione per la tua mappa.