

ASSISTUDIO S.r.l.
CONSULENZE DI INGEGNERIA

VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CLIMA ACUSTICO

**Comune di Fombio
PGT
AREA DI ESPANSIONE RESIDENZIALE ATR1**

Ing. Paola Zambarbieri
Tecnico Competente in acustica ambientale



ASSISTUDIO S.R.L.
Via Grandi, 6 – 26900 LODI Tel. 0371 438060 Fax 0371 436630
Via Carducci, 1 – 26845 CODOGNO (LO) Tel/Fax 0377 33155

File \\Sbs2003\\comuni\\COMMESSE ASSISTUDIO\\1001 - 2000\\1076 - Impresa Contardi nuova lott. Fombio PGT clima acustico\\relazione
gen09.doc

Comm. 1076

Pagina 1

INDICE

INTRODUZIONE

DESCRIZIONE DELL'INSEDIAMENTO

DATI IDENTIFICATIVI GENERALI

DESCRIZIONE DELL'INSEDIAMENTO E DELL'AREA CIRCOSTANTE

DESCRIZIONE DELL'AREA IN CUI E' PREVISTO L'INSEDIAMENTO

CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

RILIEVI FONOMETRICI

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

RISULTATI DEI RILIEVI FONOMETRICI

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

CONCLUSIONI

CONSIDERAZIONI FINALI E PRESCRIZIONI

ALLEGATI

RIFERIMENTI NORMATIVI

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

ESTRATTO DEL PIANO DI AZZONAMENTO ACUSTICO

PLANIMETRIA (1:2000) DEL LOTTO CON INDICAZIONE

- DELLE POSTAZIONI IN CUI SONO STATI ESEGUITI I RILIEVI FONOMETRICI
- DELLA POSIZIONE IN CUI E' PREVISTA LA BARRIERA ACUSTICA
- DELLE AREE IN CUI DEVONO ESSERE RISPETTATE SPECIFICHE PRESCRIZIONI

GRAFICI DEI RILIEVI FONOMETRICI ANTE OPERAM

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA E VERIFICA INSERTION-LOSS

VERBALE DI RIUNIONE CON ARPA LODI

INTRODUZIONE

L'Ing. Giovanni Rossi, estensore del PGT del Comune di Fombio, ha affidato all'Ing. Paola Zambarbieri (Codogno, Via Carducci 1 e Lodi, Via Grandi 6) l'incarico di eseguire la valutazione previsionale del clima acustico presente nell'area, descritta in allegato, che verrà trasformata da agricola a residenziale.

La vicinanza del Poligono di Tiro richiede infatti, già in via preliminare, una valutazione delle immissioni sonore presenti nell'area in modo da individuare eventuali incompatibilità e/o definire alcuni vincoli (distanze dai confini, altezza degli edifici, disposizione dei parcheggi e degli spazi a verde) a cui i lottizzanti dovranno attenersi; resta ovviamente inteso che, una volta nota la disposizione degli edifici, la presente valutazione dovrà essere verificata ed eventualmente aggiornata.

Si pertanto deciso, in accordo con ARPA Lodi (Vd. verbale di riunione allegato):

- di eseguire rilevazioni fonometriche nel punto (**P1**) che rappresenta il limite di edificabilità del lotto, ovvero la posizione in cui potrebbe sorgere l'edificio che risulterebbe quindi più esposto al rumore prodotto dagli spari nel Poligono di tiro; in tale postazione le misure sono state eseguite ad altezza di circa 4.5 mt e di 1.5 mt. dal piano di riferimento del lotto
- di verificare, con misure di "breve" durata (circa 15 min. - altezza 1.5 mt.), le immissioni sonore presenti in altri punti (**P2 - P2A - P3 - P4**) dell'area in modo da indagare l'andamento delle immissioni sonore al variare della distanza dal Poligono di Tiro

Lo studio oggetto della presente relazione è stato svolto dall'Ing. Paola Zambarbieri, Tecnico Competente in acustica ambientale.

Le attività per la raccolta e l'analisi dei dati, la campagna di rilevamento, gli approfondimenti puntuali sono state svolte nel periodo compreso tra gennaio e febbraio 2009.

DESCRIZIONE DELL'INSEDIAMENTO

2.1. DATI IDENTIFICATIVI GENERALI

I dati che identificano l'intervento oggetto della presente sono riportati nella Tabella 1:

TABELLA 1

Denominazione	Area ATR1
Committente	Ing. Giovanni Rossi – Comune di Fombio

2.2. DESCRIZIONE DELL'INSEDIAMENTO E DELL'AREA CIRCOSTANTE

Il lotto oggetto della presente si trova nel Comune di Fombio Fraz. Retegno, a fianco di una Strada Provinciale (che non aveva evidenziato, in occasione di campagne di misura precedentemente eseguite su lotti ad essa prospicienti, specifiche criticità – non costituisce oggetto della presente e dovrà quindi essere oggetto di successivo approfondimento) e del Tiro a Segno Nazionale, la cui presenza aveva invece evidenziato, nei lotti attigui (lottizzazione "Il Borgo"), specifiche criticità non tanto per il mancato rispetto delle immissioni sonore quanto piuttosto per il netto superamento del differenziale. Come indicato al paragrafo precedente la disposizione degli edifici che saranno realizzati nel lotto non è nota allo stato attuale né sono note le caratteristiche (in particolare: il numero di piani fuori terra) degli stessi.

DESCRIZIONE DELL'AREA IN CUI E' PREVISTO L'INSEDIAMENTO

3.1. CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

Il Comune di Fombio sta provvedendo alla revisione del piano di azzonamento acustico; si può ragionevolmente ipotizzare che decida di riassegnare all'area in oggetto la **Classe IV** e la **Classe III**.

Dovranno essere rispettati i limiti di immissione qui di seguito riportati:

VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE CLASSE IV		
	Diurno (6.00 – 22.00)	Notturno (22.00 – 6.00)
Leq (dBA)	65 dB(A)	55 dB(A)
VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE CLASSE III		
	Diurno (6.00 – 22.00)	Notturno (22.00 – 6.00)
Leq (dBA)	60 dB(A)	50 dB(A)

RILEVI FONOMETRICI

4.1. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per effettuare le misurazioni è stata impiegata la strumentazione di seguito descritta:

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER RILEVI A 4,5 MT. DAL PIANO DI CAMPAGNA	
Fonometro	Fonometro integratore HD2110 di classe 1 secondo IEC 60651, IEC 60804 e IEC 61672 N. serie fonometro: 03102120021
Microfono	Microfono da 1/2" tipo WS2F tipo WS2F secondo IEC 61064-4 completo di cuffia antivento N. serie microfono: 27387
Calibratore	Calibratore HD9101 secondo IEC 60942 N. serie calibratore: 03020308
Incertezza massima di misura	±0,5dB (incertezza massima di misura definita in occasione della taratura iniziale effettuata dal costruttore)
Specifiche ambientali del sistema	Temperatura: da -10 a +50 C° Umidità: da 0 fino al 90% Effetti elettrostatici: trascurabili

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER RILEVI A 1,5 MT. DAL PIANO DI CAMPAGNA	
Fonometro	Fonometro integratore Larson Davis mod. 831
Microfono	Microfono a condensatore da 1/2" L.D. mod. 377B02 completo di cuffia antivento (numero seriale 0001292)
Calibratore	Calibratore HD9101 secondo IEC 60942
Incertezza massima di misura	±0,5dB (incertezza massima di misura definita in occasione della taratura iniziale effettuata dal costruttore)
Specifiche ambientali del sistema	Temperatura: da -10 a +50 C° Umidità: da 0 fino al 90% Effetti elettrostatici: trascurabili

SET-UP DEGLI STRUMENTI	
Range: auto dB - Ponderazione in frequenza: scala A - Ponderazione dinamica: Fast - Costante di tempo di integrazione: 0.125 sec. - Time History: 0.125 sec.	
Il fonometro è provvisto di certificato di taratura ed è stato calibrato prima e dopo le rilevazioni, in modo da verificare in modo sufficientemente preciso la rispondenza dello strumento agli standard normativi.	

NOTE: La strumentazione utilizzata (fonometri e calibratori) è provvista di certificato di taratura; per rispondere alle normative IEC (ovvero per essere dichiarato di classe 1¹) il fonometro deve eseguire tutte le misure con un errore complessivo, dall'ingresso all'uscita (lettura diretta o trasmissione a periferica), di ± 0.7 dB

¹ La normativa italiana impone l'uso di fonometri classe 1 (IEC 651 e IEC 804)
La strumentazione utilizzata per effettuare le rilevazioni è conforme alle normative per l'esecuzione di tale tipo di misurazioni.

4.2. RISULTATI DEI RILEVI FONOMETRICI

Le rilevazioni fonometriche sono state eseguite, come concordato con ARPA Lodi, durante due fine- settimana (sabato pomeriggio – il sabato e la domenica rappresentano infatti i giorni di maggiore affluenza al Poligono) scelti in modo del tutto casuale; nello specifico:

- la prima campagna di misura è stata condotta il giorno **31.01.2009**
- una seconda campagna di misura è stata condotta il giorno **07.02.2009** per verificare i valori precedentemente rilevati

I punti in cui sono state eseguite le misure sono quelli descritti al Paragrafo 1 e rappresentati sulla planimetria allegata; i rilievi sono stati eseguiti nel solo periodo di riferimento diurno (l'attività del Poligono di Tiro si svolge, indicativamente, dalle 8.30 alle 12.30 e dalle 14.00 alle 17.30).

Le misure sono state eseguite in condizioni "standard"; in particolare si sono evitati fenomeni che avrebbero influito sulla propagazione del rumore ovvero:

- nebbia intensa, che avrebbe introdotto fenomeni di attenuazione
- pioggia battente, che avrebbe introdotto fenomeni accentuanti
- raffiche di vento, che avrebbero influito sulla propagazione del rumore.

Entrambi i fonometri sono stati calibrati prima e dopo l'esecuzione dei rilievi; non si sono rilevati scostamenti.

Vengono di seguito riportati i valori misurati ed una breve descrizione delle condizioni al contorno; i grafici sono inseriti tra gli allegati.

RILIEVI FONOMETRICI ESEGUITI IL 31.01.2009

INSTALLAZIONE DEGLI STRUMENTI

- 1) entrambi gli strumenti di misura sono stati installati in ambiente libero, a circa 1.5 mt. e a 4.5 mt. dal piano di riferimento del lotto;
- 2) Al termine delle misure i dati sono stati scaricati tramite cavo seriale su un personal computer
- 3) Durante le misure i microfoni sono stati protetti con la cuffia antivento (come previsto dalle disposizioni di legge)

CONDIZIONI METEOROLOGICHE PRESENTI AL MOMENTO DEI RILIEVI

Assenza di precipitazioni (pioggia e/o neve) e di nebbia - Velocità del vento < 5 m/sec. - Temperatura: variabile in base all'ora - circa 4°C

RUMORE AMBIENTALE

Misura n.	1.a – 1.b
Punto di indagine	P1
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 1.a – 4.5 mt Grafico 1.b – 1.5 mt
Data esecuzione misure	31.01.09
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	12.02.00
Ora fine misure	12.11.00
Sorgenti di rumore rilevate	Ambientale
Livello di rumore	LAeq (4.5 mt.) = 59 dBA + 3 dBA LAeq (1.5 mt.) = 58.5 dBA + 3 dBA
Note e/o osservazioni	si sente distintamente il rumore degli spari, che però non paiono tra loro troppo ravvicinati.
	Ai valori misurati sono stati sommati 3 dBA (fattore correttivo per componenti impulsive)
	Si osserva la sostanziale rispondenza tra i valori misurati a 4.5 mt e quelli misurati a 1.5 mt.

Misura n.	4.a – 4.b
Punto di indagine	P1
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 4.a – 4.5 mt Grafico 5.b – 1.5 mt
Data esecuzione misure	31.01.09
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	13.47.00
Ora fine misure	14.11.00
Sorgenti di rumore rilevate	Ambientale
Livello di rumore	LAeq (4.5 mt.) = 58.9 dBA + 3 dBA LAeq (1.5 mt.) = 56.7 dBA + 3 dBA
Note e/o osservazioni	si sente distintamente il rumore degli spari, che però non paiono tra loro troppo ravvicinati
	Ai valori misurati sono stati sommati 3 dBA (fattore correttivo per componenti impulsive)
	Si osserva che i valori misurati a 4.5 mt risultano superiori di circa 3 dBA rispetto a quelli misurati a 1.5 mt.

Misura n.	5
Punto di indagine	P1
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 5 – 4.5 mt
Data esecuzione misure	31.01.09
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	14.11.00
Ora fine misure	15.24.00
Sorgenti di rumore rilevate	Ambientale
Livello di rumore	L_{Aeq} (4.5 mt.) = 63.2 dBA + 3 dBA
Note e/o osservazioni	si sente distintamente il rumore degli spari, che a partire dalle 14.40 circa diventano tra loro più ravvicinati
	Ai valori misurati sono stati sommati 3 dBA (fattore correttivo per componenti impulsive)

Misura n.	6
Punto di indagine	P2
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 6 – 1.5 mt
Data esecuzione misure	31.01.09
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	14.12.00
Ora fine misure	14.31.00
Sorgenti di rumore rilevate	Ambientale
Livello di rumore	L_{Aeq} (1.5 mt.) = 57.2 dBA + 3 dBA
Note e/o osservazioni	Ai valori misurati sono stati sommati 3 dBA (fattore correttivo per componenti impulsive)

Misura n.	7
Punto di indagine	P2A
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 7 – 1.5 mt
Data esecuzione misure	31.01.09
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	14.33.00
Ora fine misure	14.44.00
Sorgenti di rumore rilevate	Ambientale
Livello di rumore	L_{Aeq} (1.5 mt.) = 58.1 dBA + 3 dBA
Note e/o osservazioni	Ai valori misurati sono stati sommati 3 dBA (fattore correttivo per componenti impulsive)

Misura n.	8
Punto di indagine	P3
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 8 – 1.5 mt
Data esecuzione misure	31.01.09
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	14.45.00
Ora fine misure	14.58.00
Sorgenti di rumore rilevate	Ambientale
Livello di rumore	L_{Aeq} (1.5 mt.) = 59.4 dBA + 3 dBA
Note e/o osservazioni	Ai valori misurati sono stati sommati 3 dBA (fattore correttivo per componenti impulsive); la misura non è molto significativa in quanto influenzata dal rumore di una moto da cross

Misura n.	9
Punto di indagine	P4
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 9 – 1.5 mt
Data esecuzione misure	31.01.09
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	14.59.00
Ora fine misure	15.08.00
Sorgenti di rumore rilevate	Ambientale
Livello di rumore	L_{Aeq} (1.5 mt.) = 55.0 dBA + 3 dBA
Note e/o osservazioni	Ai valori misurati sono stati sommati 3 dBA (fattore correttivo per componenti impulsive)

RUMORE RESIDUO

Misura n.	2.a – 2.b
Punto di indagine	P1
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 3.a – 4.5 mt Grafico 3.b – 1.5 mt
Data esecuzione misure	31.01.09
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	12.11.00
Ora fine misure	12.42.00
Sorgenti di rumore rilevate	Residuo
Livello di rumore	L_{Aeq} (4.5 mt.) = 48.5 dBA L_{Aeq} (1.5 mt.) = 45.7 dBA

Note e/o osservazioni si percepisce il rumore del traffico veicolare in transito sulla S.P.; si avverte inoltre il rumore prodotto dal passaggio dei treni
Si rileva uno scostamento di circa 3 dBA tra i valori misurati a 4.5 mt e quelli misurati a 1.5 mt; il motivo è probabilmente da individuarsi nell'attenuazione introdotta dal terreno, meno evidente a 4.5 mt di altezza (in particolare il rumore del treno viene più schermato al piano di campagna).

Misura n.	3.a – 3.b
Punto di indagine	P1
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 3.a – 4.5 mt Grafico 3.b – 1.5 mt
Data esecuzione misure	31.01.09
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	12.43.00
Ora fine misure	13.47.00
Sorgenti di rumore rilevate	Residuo
Livello di rumore	L_{Aeq} (4.5 mt.) = 45.4 dBA L_{Aeq} (1.5 mt.) = 42.8 dBA

Note e/o osservazioni si percepisce il rumore del traffico veicolare in transito sulla S.P.; si avverte inoltre il rumore prodotto dal passaggio dei treni
Si osserva ancora lo scostamento (circa 3 dBA) tra i valori misurati a 4.5 mt e quelli misurati a 1.5 mt; il motivo è probabilmente da individuarsi nell'attenuazione introdotta dal terreno, meno evidente a 4.5 mt di altezza (in particolare il rumore del treno viene più schermato al piano di campagna).

Nell'intervallo di misura, quindi, il residuo è pari a:

Livello di rumore	L_{Aeq} (4.5 mt.) = 46.7 dBA L_{Aeq} (1.5 mt.) = 44 dBA
--------------------------	--

RILIEVI FONOMETRICI ESEGUITI IL 07.02.2009

INSTALLAZIONE DEGLI STRUMENTI

- 1) Lo strumento è stato installato in ambiente libero, a circa 4.5 mt. dal piano di riferimento del lotto (condizione più sfavorevole, rappresentativa di un ricettore al piano primo); utilizzando un fonometro Brüel & Kjaer 2236A si è comunque rilevato il valore di LAeq a 1.5. mt
- 2) Al termine delle misure i dati sono stati scaricati tramite cavo seriale su un personal computer
- 3) Durante le misure i microfoni sono stati protetti con la cuffia antivento (come previsto dalle disposizioni di legge)

CONDIZIONI METEOROLOGICHE PRESENTI AL MOMENTO DEI RILIEVI

Assenza di precipitazioni (pioggia e/o neve) e di nebbia - Velocità del vento < 5 m/sec. - Temperatura: variabile in base all'ora - circa 4°C

Misura n.	10
Punto di indagine	P1
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 10 – 4.5 mt
Data esecuzione misure	07.02.00
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	13.58.00
Ora fine misure	14.30.00
Sorgenti di rumore rilevate	Ambientale
Livello di rumore	LAeq (4.5 mt.) = 59.1 dBA + 3 dBA LAeq (1.5 mt.) = 56.3 dBA + 3 dBA

Note e/o osservazioni Ai valori misurati sono stati sommati 3 dBA (fattore correttivo per componenti impulsive); considerando solo l'intervallo temporale compreso tra le 14.17 e le 14.30 (in cui gli spari diventano palesemente più frequenti) si ottiene: **LAeq = 60.9 dBA + 3 dBA**

Misura n.	11
Punto di indagine	P1
Rif. grafico – altezza microfono	Grafico 10 – 4.5 mt
Data esecuzione misure	07.02.00
Tempo di riferimento	Diurno
Tempo di osservazione	Un'ora, in occasione del sopralluogo preliminare sull'area
Ora inizio misure	14.30.00
Ora fine misure	14.35.00
Sorgenti di rumore rilevate	Ambientale
Livello di rumore	LAeq (4.5 mt.) = 60.9 dBA + 3 dBA

Note e/o osservazioni Ai valori misurati sono stati sommati 3 dBA (fattore correttivo per componenti impulsive)

La misura è stata interrotta per il sopraggiungere della pioggia

NOTA: Si osserva quindi che i **valori misurati il 31.01** si possono considerare più cautelativi per i ricettori; il **dimensionamento dell'intervento di bonifica acustica (barriera) verrà eseguito a partire da tali valori**

PROSPETTO RIEPILOGATIVO

TABELLA 1

Rilievi eseguiti il 31.01.2009

NOTA BENE: nel dimensionamento della barriera non si ritiene possibile trascurare l'incremento di 3 dBA dovuto alle componenti impulsive rilevate "ante operam" in quanto, vista la dinamica dell'evento "sparo" (+ 30 – 35 dBA rispetto al residuo) non si può escludere che tali componenti scompaiano una volta completato l'intervento.

Ambientale			Residuo			Differenza		Note
Punto	Altezza	LAeq	Punto	Altezza	LAeq			
P1	1.5 mt	61.5 dBA	P1	1.5 mt	44 dBA	17.5 dBA	A titolo cautelativo si sono considerati i valori di rumore ambientale più elevati.	Si ritiene che i valori di residuo misurati in P1 siano rappresentativi dell'intero lotto. I risultati delle misure in P2A e, soprattutto, in P3 sono stati penalizzati per la presenza di una moto da cross (si considereranno i valori misurati in P2)
	4.5 mt	66.2 dBA		4.5 mt	46.7 dBA	19.5 dBA		
P2	1.5 mt	60.2 dBA	P1	1.5 mt	44 dBA	16.2 dBA		
P2A	1.5 mt	61.1 dBA moto da cross	P1	1.5 mt	44 dBA	17.1 dBA		
P3	1.5 mt	62.4 dBA moto da cross	P1	1.5 mt	44 dBA	non significativa		
P4	1.5 mt	58 dBA	P1	1.5 mt	44 dBA	14 dBA		

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

La presente relazione è relativa alla verifica del clima acustico e, in particolare, delle immissioni sonore imputabili al Poligono di Tiro, presente nell'area di espansione residenziale denominata ATR1 nel Comune di Fombio.

Le attività svolte per la stesura del presente documento possono essere così sintetizzate:

- esecuzione di rilievi fonometrici in campo, come meglio descritti nei paragrafi precedenti
- analisi, registrazione ed elaborazione dei dati acquisiti;
- verifica dei livelli di rumore rilevati e definizione degli eventuali interventi di bonifica

Le analisi acustiche condotte sul lotto evidenziano che allo stato attuale, nel periodo di riferimento diurno (il Poligono è ovviamente aperto solo in tale arco temporale):

- il rumore residuo è compatibile con i limiti che si prevede saranno riadottati dal piano di azionamento acustico comunale
- il rumore ambientale, considerando la presenza di componenti impulsive, non è compatibile con i limiti che si prevede saranno riadottati dal piano di azzonamento acustico comunale nei punti di seguito specificati: **P1**² (Classe IV); il superamento dei limiti alle immissioni è evidentemente imputabile all'attività del Poligono di Tiro (si vedano i valori di residuo ed i valori di L95), che dovrà quindi adoperarsi per ricondurre le immissioni sonore entro i limiti previsti dalla zonizzazione acustica (i limiti alle immissioni sonore si applicano indipendentemente dalla presenza di abitazioni, al cui interno deve essere rispettato il criterio differenziale).
- il rumore ambientale ed il rumore residuo misurati ad un'altezza di 4.5 mt. risultano superiori ai valori misurati, nello stesso arco temporale e nello stesso punto, ad

² Solo nella misura effettuata a 4.5 mt

un'altezza di 1.5 mt. dal piano di campagna (ad un'altezza di 4.5 mt. si risente di meno dell'effetto di attenuazione introdotto dal terreno; si è osservata una differenza di circa 3 dBA)

- il criterio differenziale non viene rispettato in nessun punto di misura; naturalmente, allontanandosi dal confine del lotto rivolto verso il Poligono di Tiro, la differenza tra rumore ambientale e residuo diminuisce

Si manifesta pertanto la necessità realizzare opere di bonifica per ridurre le immissioni sonore nell'area; nello specifico si renderà necessario realizzare una barriera acustica in grado di garantire, in corrispondenza dei punti oggetto di indagine, l'attenuazione netta (IL) di volta in volta specificata:

TABELLA 2

Punto	Altezza	IL richiesto	Nota
P1	1.5 mt	12.5 dBA	I valori di IL sono stati determinati a partire dai livelli di rumore ambientale considerando anche l'incremento dovuto alle componenti impulsive (+3 dBA) in quanto non si può escludere la loro "scomparsa" una volta realizzata l'opera di bonifica.
	4.5 mt	14.5 dBA	
P2	1.5 mt	11.2 dBA	Il valore di IL richiesto in P2A è stato determinato a partire dai valori di ambientale misurati in P2 (le distanze della sorgente dai ricettori sono praticamente uguali) mentre quello richiesto in P3 è stato stimato ipotizzando un valore intermedio tra il valore di IL richiesto in P2 e quello richiesto in P4
P2A	1.5 mt	11.2 dBA	
P3	1.5 mt	11.2 dBA	
P4	1.5 mt	9 dBA	

CONCLUSIONI

Come evidenziato in allegato, la barriera acustica garantirà i valori di IL di seguito riportati:

TABELLA 3

Punto	Altezza	IL richiesto	IL fornito barriera 6 mt.	IL fornito barriera 7 mt.
P1 Distanza sorg - ric. = 70 mt Distanza barr. - ric = 80 mt	1.5 mt	12.5 dBA	11.1 dBA NO	11.9 dBA NO
	4.5 mt	14.5 dBA (**)	8.7 dBA NO	10.1 dBA NO
P2 Distanza sorg - ric. = 70 mt Distanza barr. - ric = 90 mt	1.5 mt	11.2 dBA (**)	10.6 dBA NO	11.5 dBA OK
	4.5 mt	11.2 dBA	8.6 dBA NO	10.5 dBA NO
P2A Distanza sorg - ric. = 60 mt Distanza barr. - ric = 100 mt	1.5 mt	11.2 dBA Nota 1	11.2 dBA OK	11.9 dBA OK
	4.5 mt	11.2 dBA Nota 1	< 11.2 NO	10.7 dBA NO
P3 Distanza sorg - ric. = 70 mt Distanza barr. - ric = 140 mt	1.5 mt	10.5 dBA Nota Tabella 2	9.8 dBA NO	10.5 dBA OK
	4.5 mt	10.5 dBA Nota 1	8.3 dBA NO	9.5 dBA NO
P4 Distanza sorg - ric. = 70 mt Distanza barr. - ric = 220 mt	1.5 mt	9 dBA	8.2 dBA NO	9.4 dBA OK
	4.5 mt	9 dBA Nota 1	7.9 dBA NO	9.0 dBA OK

Nota 1: vista la scarsa attendibilità delle misure eseguite per la presenza di una sorgente disturbante (moto), in P2A e in P3 si sono utilizzati i valori misurati in P2; si è poi osservato che, sia nell'ambientale che

nel residuo, la differenza tra i valori misurati a 4.5 mt. e quelli misurati 1.5 mt. dal piano del lotto si mantiene attorno a circa 3 dBA (→ si considera lo stesso valore di differenziale).

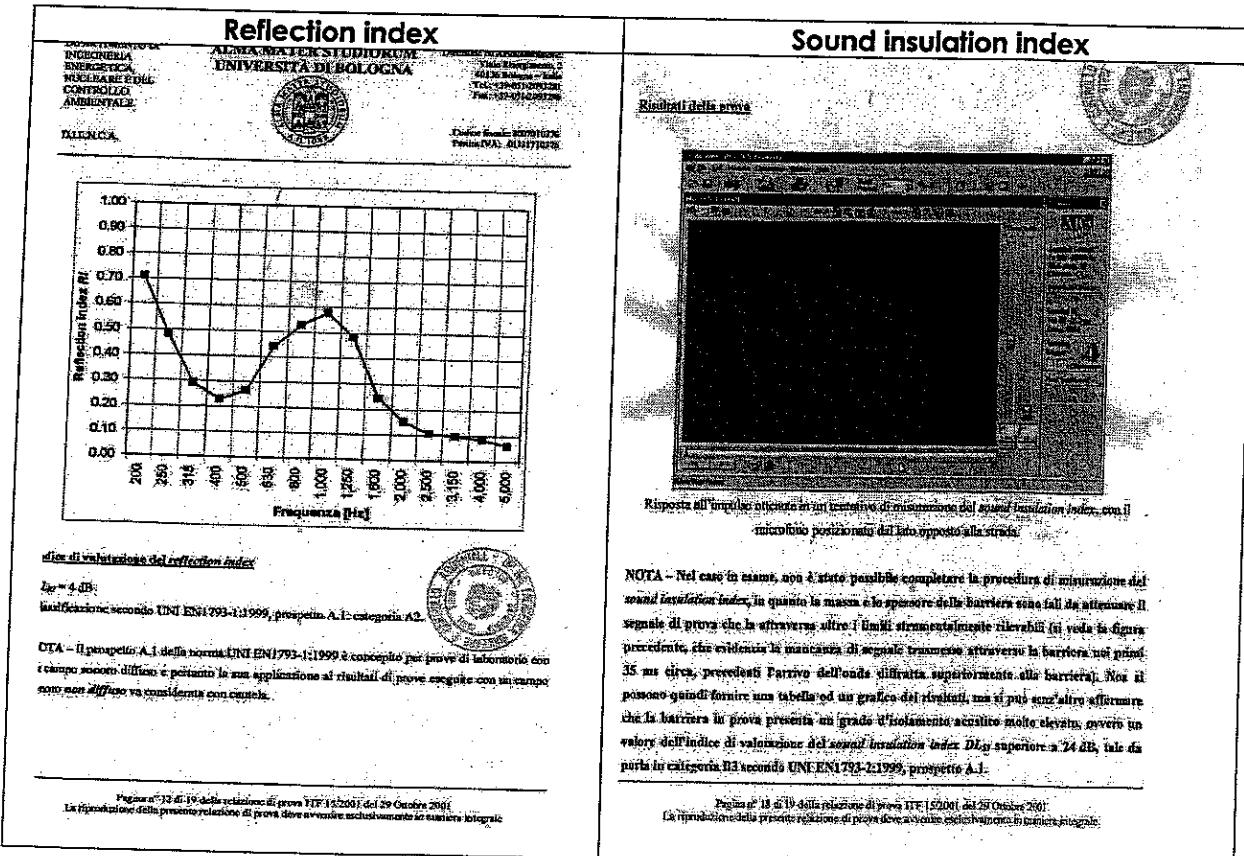
Nota 2: gli effetti dei bordi laterali possono senz'altro essere trascurati, considerando la notevole estensione della barriera

Ed avrà l'effetto, oltre che ricondurre il differenziale entro i 5 dBA, di ridurre le immissioni sonore entro i previsti dalla (presunta) classificazione acustica (Classe III).

La barriera acustica avrà le caratteristiche di seguito riportate:

Tipologia barriera	Rilevato in terra armata piantumato <u>oppure</u> muratura in calcestruzzo armato rinverditato
Posizione barriera	Vd. planimetria allegata
Altezza barriera	Non inferiore a 9,00 mt. rispetto al piano di riferimento del Poligono (ribassato di circa 2 mt. rispetto al lotto → altezza della barriera non inferiore a mt. 7,00); in tal caso permangono limitazioni sul numero di piani fuori terra (un solo piano) degli edifici che sorgeranno, indicativamente, in corrispondenza dei punti P2, P2A e P3 Vd. allegato
Classe barriera	B3 (> 24 dB) – A3
Lunghezza barriera	Vd. planimetria allegata (circa 300 mt.)
Note	Il rilevato in terra dovrà essere dotato di impianto di irrigazione e successivamente rinverditato; sulla sua sommità verrà realizzato un parapetto (muro, rete metallica o struttura analoga) di adeguata altezza e resistenza, a protezione del rischio di caduta dall'alto La muratura dovrà essere provvista, sulla sommità, di rivestimento di larghezza non inferiore a cm 50 per consentire una maggiore attenuazione ($A_{Extra} = 2$ dBA)

Si riporta di seguito, a mero titolo di esempio, un estratto del certificato acustico prodotto dall'Università di Bologna e relativo ad una barriera in terra armata (Classe B3 A2) caratterizzata da un indice di fonoisolamento superiore a 24 dBA.



CONSIDERAZIONI FINALI E PRESCRIZIONI

Si ritiene opportuno, a conclusione del lavoro, formulare alcune osservazioni e fornire alcuni suggerimenti che i progettisti dovranno considerare sia nella definizione del planivolumetrico che, in seguito, nella progettazione dei singoli edifici.

Si rileva in primo luogo

- che l'attività del Poligono di Tiro determina il superamento (punto P1 - altezza di misura: 4.5 mt) delle immissioni sonore che si prevede saranno riadottate dal piano di azzonamento acustico comunale; si ritiene quindi sia compito del Poligono di Tiro adoperarsi per ricondurre i livelli di rumore prodotti durante l'esercizio della propria attività entro i limiti della Classe V
- che una barriera acustica dalla caratteristiche sopra descritte consentirà comunque di rispettare
 - in tutti i punti del lotto (alle altezze di volta in volta specificate): i limiti di zona che si prevede saranno riadottati dal piano di azzonamento acustico del Comune di Fombio garantendo inoltre, in termini "assoluti", il comfort acustico dei residenti
 - nelle sole aree evidenziate in planimetria (alle altezze di volta in volta specificate): il criterio differenziale³.

Premesso che, una volta definite le effettive posizioni delle costruzioni, si renderà necessario verificare la presente valutazione e, nel caso, aggiornarla, si precisa:

- le aree a verde e quelle destinate a parcheggio dovranno essere realizzate nelle fasce più prossime al Poligono (indicativamente: nelle posizioni indicate in planimetria)
- le altezze degli edifici dovranno essere coerenti con quanto indicato nella presente relazione (gli edifici a due piani fuori terra dovranno essere più arretrati rispetto al Poligono)
- gli edifici dovranno essere oggetto di un'accorta progettazione per quanto riguarda i requisiti acustici passivi (potrebbe essere opportuno incrementare il valore dell'isolamento acustico di facciata), per quanto la disposizione delle finestre (conviene ridurre al minimo la superficie finestrata rivolta verso il Poligono) e per quanto riguarda la destinazione d'uso dei vari locali all'interno di ogni singola abitazione (è preferibile progettare gli interventi facendo in modo che verso il Poligono si trovino, ad esempio, i box, i servizi igienici o comunque locali non occupati stabilmente)

³ Pare opportuno sottolineare anche il fatto che, già nelle aree esterne che saranno edificate, il rumore ambientale dovrebbe ridursi in tutti i punti al di sotto dei 50 dBA; considerando quindi che, all'interno degli edifici, si può ipotizzare una diminuzione di 4 - 5 dBA rispetto ai valori misurati in facciata ci si troverebbe addirittura nelle condizioni di non applicabilità del criterio differenziale (che comunque risulta soddisfatto) essendo, negli ambienti abitativi, LAeq ambientale < 50 dBA

ALLEGATO 1 – PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

LEGGE 447/95

Art. 2. - Definizioni.

1. Ai fini della presente legge si intende per:
 - a) **inquinamento acustico:** l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle 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;
 - b) **ambiente abitativo:** ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive;
 - c) **sorgenti sonore fisse:** gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali e agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite a attività sportive e ricreative;
 - d) **sorgenti sonore mobili:** tutte le sorgenti sonore non comprese nella lettera c)
 - e) **valori limite di emissione:** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
 - f) **valore limite di immissione:** il di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;
 - g) **valori di attenzione:** il valore di immissione che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;
 - h) **valori di qualità:** i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.
2. I valori di cui al comma 1, lettere e), f), g) e h), sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere.
3. I valori limite di immissione sono distinti in:
 - a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
 - b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale e il rumore residuo.
4. Restano ferme le altre definizioni di cui all'allegato A del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1 marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991.

DPCM 14/11/97

Art. 1 - Campo di applicazione

1. Il presente decreto, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera a) della legge 26 ottobre 1995, n. 447, determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità, di cui all'art. 2, comma 1, lettere e), f), g) ed h); comma 2; comma 3, lettere a) e b), della stessa legge.

2. I valori di cui al comma 1 sono riferiti alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella tabella A allegata al presente decreto e adottate dai comuni ai sensi e per gli effetti dell'art. 4, comma 1, lettera a) e dell'art. 6, comma 1, lettera a), della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Art. 2 - Valori limite di emissione

1. I valori limite di emissione, definiti all'art. 2, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono riferiti alle sorgenti fisse ed alle sorgenti mobili.

2. I valori limite di emissione delle singole sorgenti fisse di cui all'art. 2, comma 1, lettera c), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono quelli indicati nella tabella B allegata al presente decreto, fino all'emanazione della specifica norma UNI che sarà adottata con le stesse procedure del presente decreto, e si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti, secondo la rispettiva classificazione in zone.

3. I rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

4. I valori limite di emissione del rumore delle sorgenti sonore mobili di cui all'art. 2, comma 1, lettera d), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, e dei singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, laddove previsto, sono altresì regolamentati dalle norme di omologazione e certificazione delle stesse.

Art. 3 - Valori limite assoluti di immissione

1. I valori limite assoluti di immissione come definiti all'art. 2, comma 3, lettera a), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti sono quelli indicati nella tabella C allegata al presente decreto.
2. Per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e le altre sorgenti sonore di cui all'art. 11, comma 1, legge 26 ottobre 1995, n. 447, i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto, non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi. All'esterno di tali fasce, dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.
3. All'interno delle fasce di pertinenza, le singole sorgenti sonore diverse da quelle indicate al precedente comma 2, devono rispettare i limiti di cui alla tabella B allegata al presente decreto. Le sorgenti sonore diverse da quelle di cui al precedente comma 2, devono rispettare, nel loro insieme, i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto, secondo la classificazione che a quella fascia viene assegnata.

Art. 4 - Valori limite differenziali di immissione

1. I valori limite differenziali di immissione, definiti all'art. 2, comma 3, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano nelle aree classificate nella classe VI della tabella A allegata al presente decreto.
2. Le disposizioni di cui al comma precedente non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:
 - a) se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
 - b) se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.
3. Le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alla rumorosità prodotta: dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime; da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali; da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Art. 5 - Infrastrutture dei trasporti

1. I valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, nonché la relativa estensione, saranno fissati con i rispettivi decreti attuativi, sentita la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome.

Art. 6. Valori di attenzione

1. I valori di attenzione espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al tempo a lungo termine (TL) sono:
 - a) se riferiti ad un'ora, i valori della tabella C allegata al presente decreto, aumentati di 10 dB per il periodo diurno e di 5 dB per il periodo notturno;
 - b) se relativi ai tempi di riferimento, i valori di cui alla tabella C allegata al presente decreto. Il tempo a lungo termine (TL) rappresenta il tempo all'interno del quale si vuole avere la caratterizzazione del territorio dal punto di vista della rumorosità ambientale. La lunghezza di questo intervallo di tempo è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano tale rumorosità nel lungo termine. Il valore TL, multiplo intero del periodo di riferimento, è un periodo di tempo prestabilito riguardante i periodi che consentono la valutazione di realtà specifiche locali.
2. Per l'adozione dei piani di risanamento di cui all'art. 7 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, è sufficiente il superamento di uno dei due valori di cui ai punti a) e b) del precedente comma 1, ad eccezione delle aree esclusivamente industriali in cui i piani di risanamento devono essere adottati in caso di superamento dei valori di cui alla lettera b) del comma precedente.
3. I valori di attenzione di cui al comma 1 non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali.

Art. 7 - Valori di qualità

1. I valori di qualità di cui all'art. 2, comma 1, lettera h), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono indicati nella tabella D allegata al presente decreto.

Art. 8 - Norme transitorie

(Omissis)

ALLEGATO

TABELLA A: Classificazione del territorio comunale (art.1)	
CLASSE	DEFINIZIONE
CLASSE I	Aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali
CLASSE III	Aree 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 e con scarsità di abitazioni
CLASSE VI	Aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

TABELLA B: VALORI LIMITI DI EMISSIONE - L_{Aeq} in dB(A) (art. 2)

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

TABELLA C: VALORI LIMITI DI IMMISSIONE - L_{Aeq} in dB(A) (art. 3)

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

TABELLA D: VALORI DI QUALITÀ - L_{Aeq} in dB(A) (art. 7)

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

D.P.C.M. 05.12.1997

ALLEGATO 1 - GRANDEZZE DI RIFERIMENTO: DEFINIZIONI, METODI DI CALCOLO E MISURE

Le grandezze che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

1. il tempo di riverberazione (T), definito dalla norma ISO 3382:1975;
2. il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R), definito dalla norma EN ISO 140-5:1996;
3. l'isolamento acustico standardizzato di facciata (Db2m,nT), definito da:

$$Db2m,nT = Db2m + 10 \log T/Tb0$$

dove:

Db2m = Lb1,2m - L2 è la differenza di livello;

Lb1,2m è il livello di pressione sonora esterno a 2 metri dalla facciata, prodotto da rumore da traffico se prevalente, o da altoparlante con incidenza del suono di 45° sulla facciata;

Lb2 è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente, valutato a partire dai livelli misurati nell'ambiente ricevente mediante la seguente formula:

$$Lb2 = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Lbi}{10} \right)$$

Le misure dei livelli Li devono essere eseguite in numero di n per ciascuna banda di terzi di ottava. Il numero n è il numero intero immediatamente superiore ad un decimo del volume dell'ambiente; in ogni caso, il valore minimo di n è cinque;

T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in sec;

Tb0 è il tempo di riverberazione di riferimento assunto, pari a 0,5s;

4. il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato (Lbn) definito dalla norma EN ISO 140-6:1996;
5. LbA Smax: livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow;
6. LbAeq: livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

Gli indici di valutazione che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

1. indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (Rbw), da calcolare secondo la norma UNI 8270:1987, Parte 7^a, para. 5.1;
2. indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (Db2m,nT,w) da calcolare secondo le stesse procedure di cui al precedente punto a.;
3. indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato (Lbn,w) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI 8270:1987, Parte 7^a, par. 5.2.

RUMORE PRODOTTO DAGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- a) 35 dB(A) LbAmax con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- b) 25 dB(A) LbAeq per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

ALLEGATO 2

TABELLA A - CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (ART. 2)

- **categoria A:** edifici a residenza o assimilabili;
- **categoria B:** edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
- **categoria C:** edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
- **categoria D:** edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
- **categoria E:** edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- **categoria F:** edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
- **categoria G:** edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

ALLEGATO 3

TABELLA B - REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

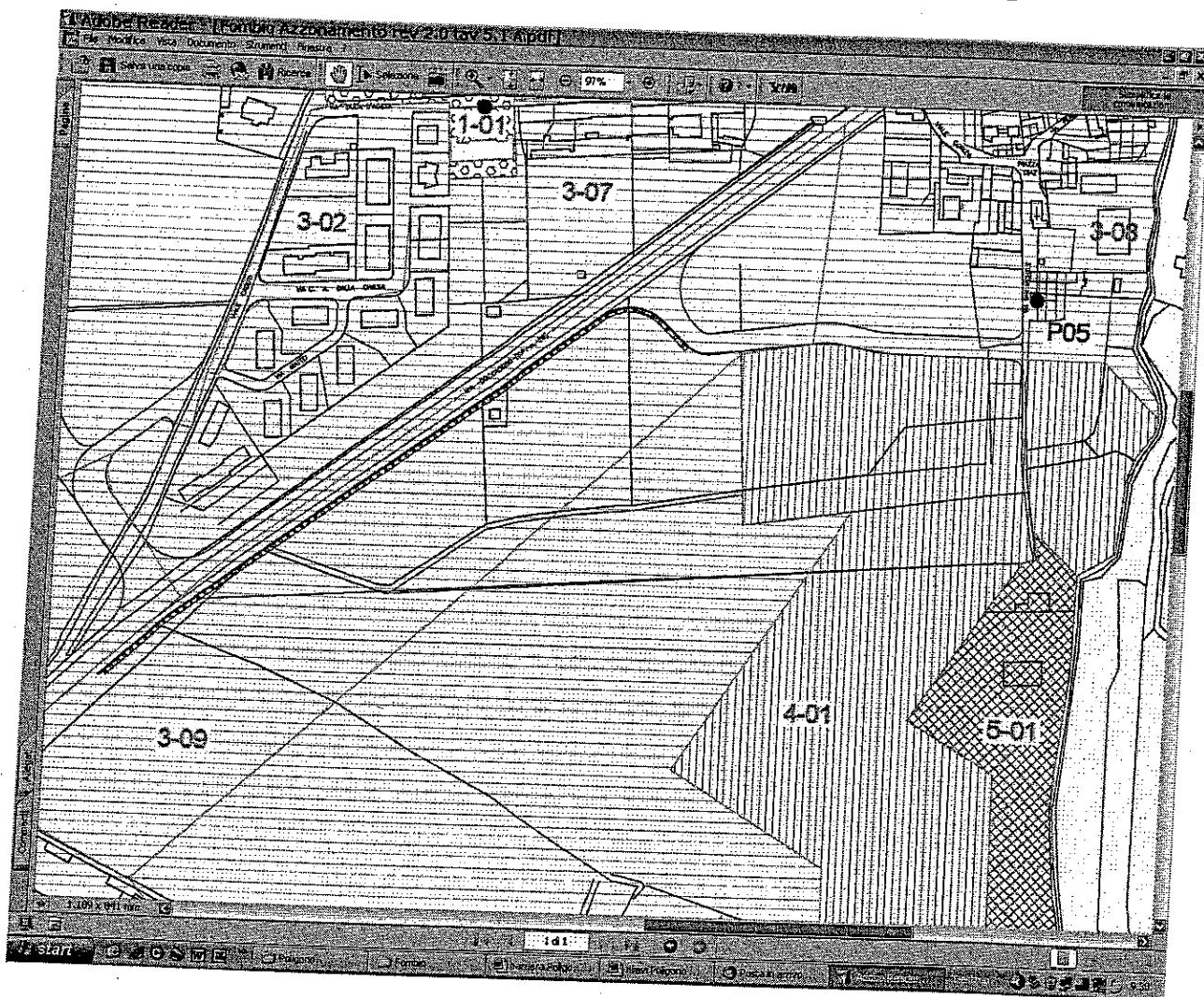
Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	Rbw(*)	Db2m,nT,w	Lbn,w	LibASmax	LibAeq
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

(*) Valori di Rbw riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari. Nota: con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolazione del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.

ALLEGATO 2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE



ALLEGATO 3 – ESTRATTO DEL PIANO DI AZZONAMENTO ACUSTICO



ALLEGATO 4 – INDICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

RILIEVI FONOMETRICI DEL 31.01.2009

RUMORE AMBIENTALE

Misura del 31/01/2009

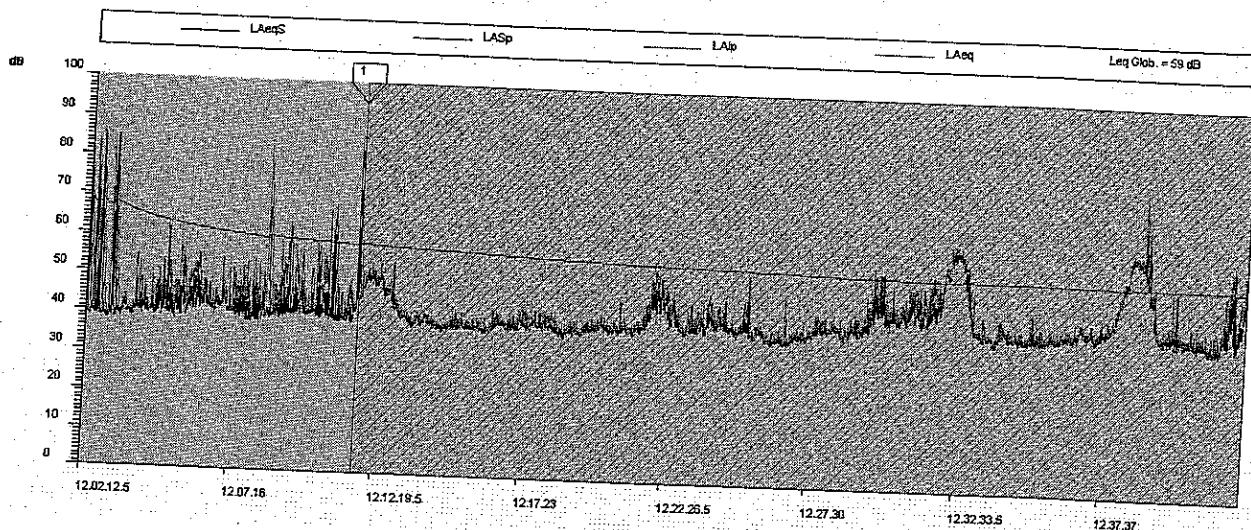
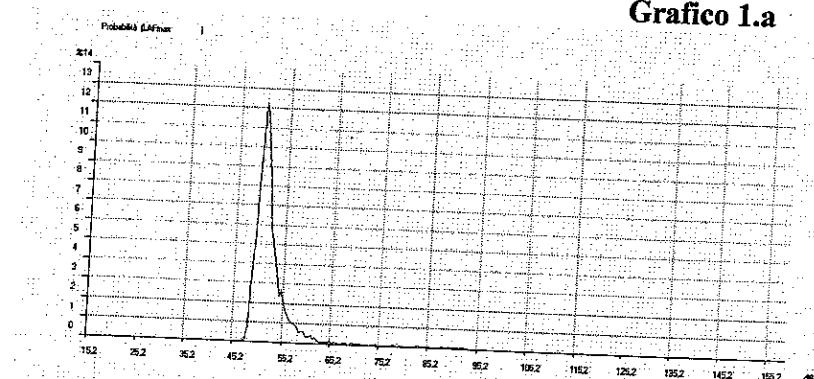
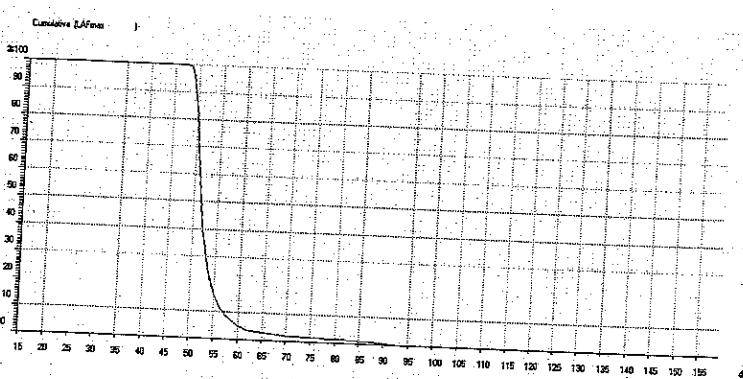


Grafico 1.a



Probabilità



Cumulativa

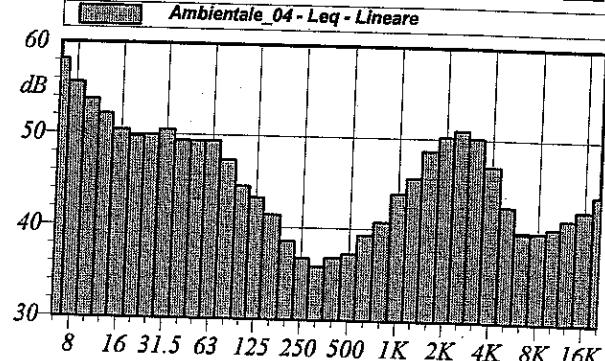
GRAFICO 1.b

Nome misura: Ambientale_04
 Località:
 Strumentazione: 831 0001292
 Durata misura [s]: 582.2
 Nome operatore:
 Data, ora misura: 31/01/2009 12.02.01
 Over SLM: 0 Over OBA: 0

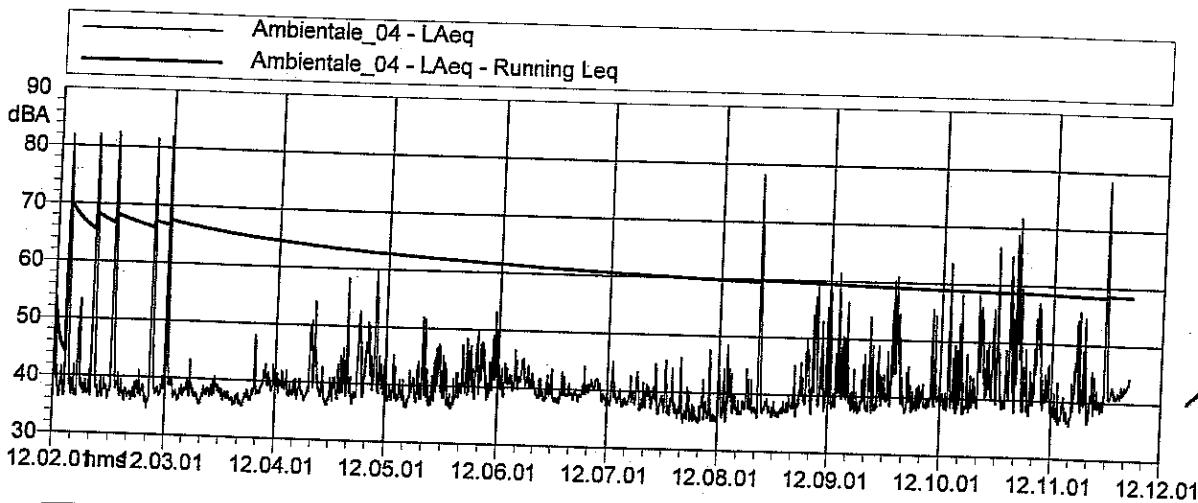
L1: 71.1 dBA	L5: 51.7 dBA
L10: 46.6 dBA	L50: 39.3 dBA
L90: 36.9 dBA	L95: 36.4 dBA

L_{Aeq} = 58.5 dB

Ambientale_04 Leq - Lineare					
dB	dB	dB	dB	dB	
6.3 Hz	58.1 dB	100 Hz	44.5 dB	1600 Hz	48.7 dB
8 Hz	55.6 dB	125 Hz	43.3 dB	2000 Hz	50.2 dB
10 Hz	53.8 dB	160 Hz	41.4 dB	2500 Hz	50.9 dB
12.5 Hz	52.2 dB	200 Hz	38.6 dB	3150 Hz	50.1 dB
16 Hz	50.5 dB	250 Hz	35.7 dB	4000 Hz	47.1 dB
20 Hz	49.8 dB	315 Hz	35.8 dB	5000 Hz	42.7 dB
25 Hz	50.0 dB	400 Hz	36.8 dB	6300 Hz	39.8 dB
31.5 Hz	50.5 dB	500 Hz	37.2 dB	8000 Hz	39.9 dB
40 Hz	49.4 dB	630 Hz	39.3 dB	10000 Hz	40.4 dB
50 Hz	49.4 dB	800 Hz	40.8 dB	12500 Hz	41.3 dB
63 Hz	49.4 dB	1000 Hz	43.9 dB	16000 Hz	42.3 dB
80 Hz	47.3 dB	1250 Hz	45.7 dB	20000 Hz	44.0 dB



Annotazioni:



1.b

Ambientale_04 L _{Aeq}			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Total	12.02.01	00:09:42.200	58.5 dBA
Non Mascherato	12.02.01	00:09:42.200	58.5 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

COMUNE DI FOMBIO – PGT AREA ATR1 RILIEVI FONOMETRICI H 4.5 MT.

Misura del 31/01/2009

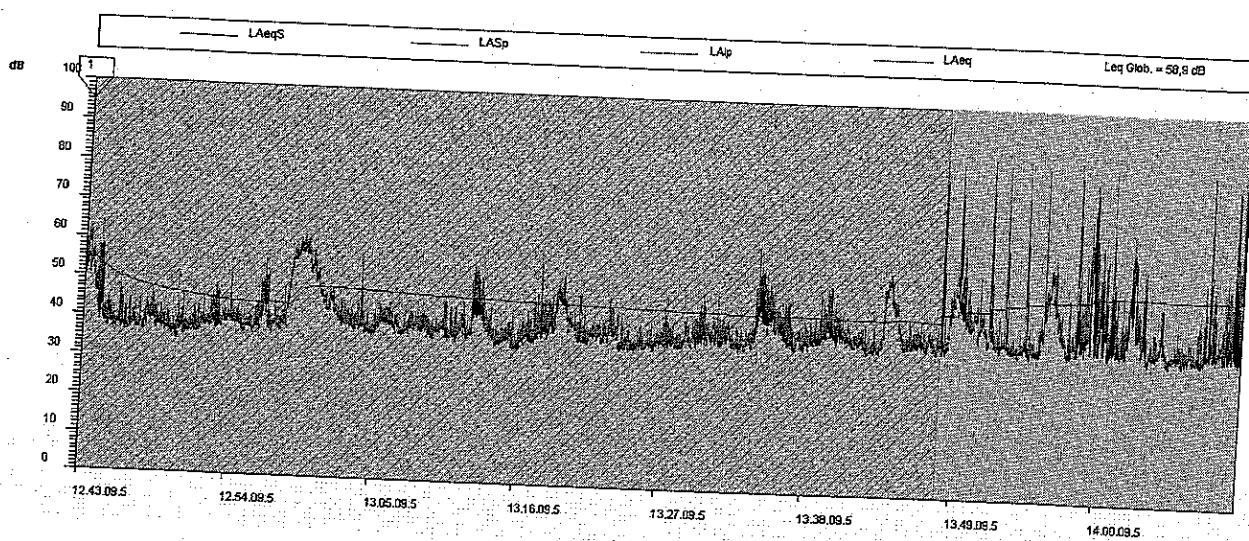
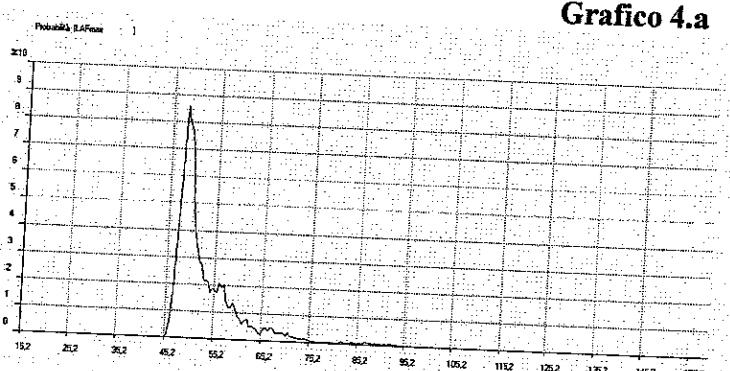
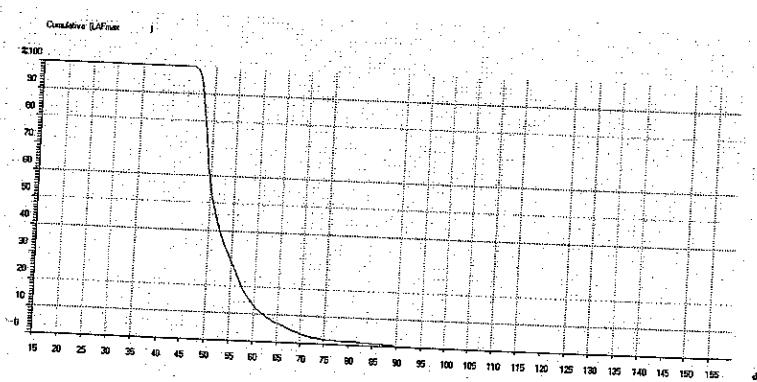


Grafico 4.a



Probabilità



Cumulativa

GRAFICO 4.b

Nome misura: Ambientale_05

Località:

Strumentazione: 831 0001292

Durata misura [s]: 1401.6

Nome operatore:

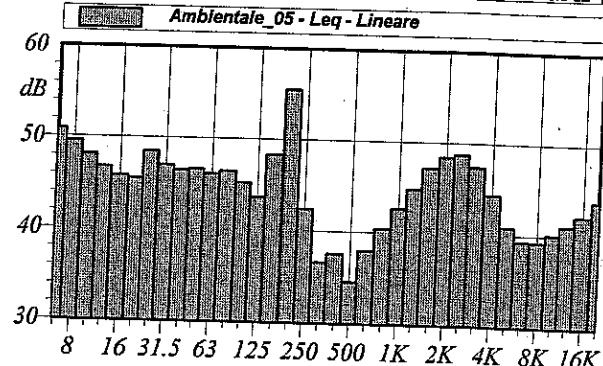
Data, ora misura: 31/01/2009 13.47.50

Over SLM: 0 Over OBA: 0

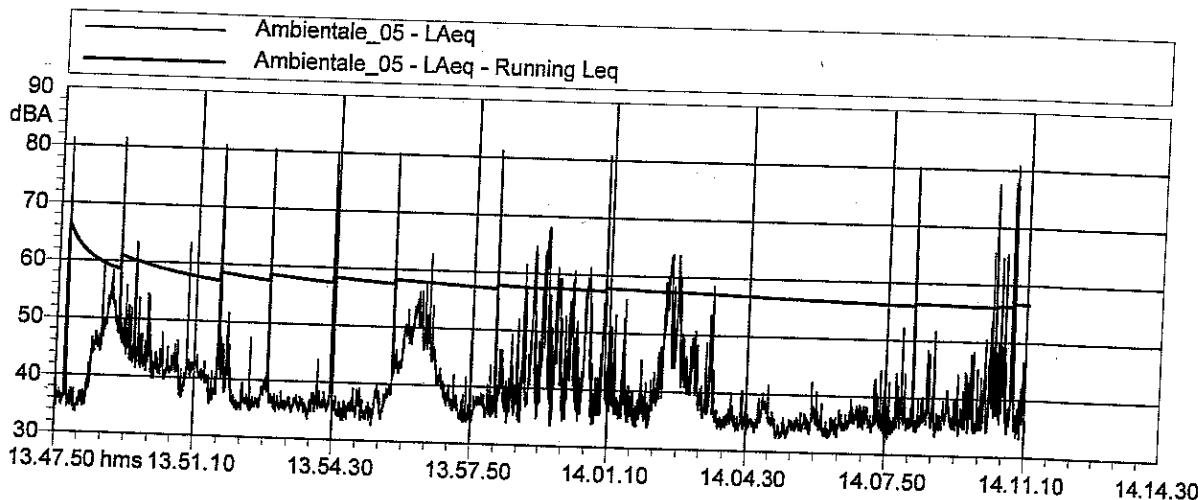
L1: 67.3 dBA	L5: 54.3 dBA
L10: 49.0 dBA	L50: 37.4 dBA
L90: 34.7 dBA	L95: 34.3 dBA

L_{Aeq} = 56.7 dB

Ambientale_05 Leg - Lineare			
dB	dB	dB	dB
6.3 Hz	50.9 dB	100 Hz	45.2 dB
8 Hz	49.6 dB	125 Hz	43.7 dB
10 Hz	48.1 dB	160 Hz	48.3 dB
12.5 Hz	46.7 dB	200 Hz	55.5 dB
16 Hz	45.8 dB	250 Hz	42.4 dB
20 Hz	45.5 dB	315 Hz	36.6 dB
25 Hz	46.5 dB	400 Hz	37.6 dB
31.5 Hz	47.0 dB	500 Hz	34.5 dB
40 Hz	46.5 dB	630 Hz	38.0 dB
50 Hz	46.6 dB	800 Hz	40.4 dB
63 Hz	46.1 dB	1000 Hz	42.7 dB
80 Hz	46.4 dB	1250 Hz	44.9 dB
			20000 Hz 43.8 dB



Annotazioni:



Ambientale_05 L _{Aeq}			
Nome	Inizio	Durata	Leq
<i>Totale</i>	13.47.50	00:23:21.600	56.7 dBA
<i>Non Mascherato</i>	13.47.50	00:23:21.600	56.7 dBA
<i>Mascherato</i>		00:00:00	0.0 dBA

COMUNE DI FOMBIO – PGT AREA ATR1 RILIEVI FONOMETRICI H 4.5 MT.

Misura del 31/01/2008

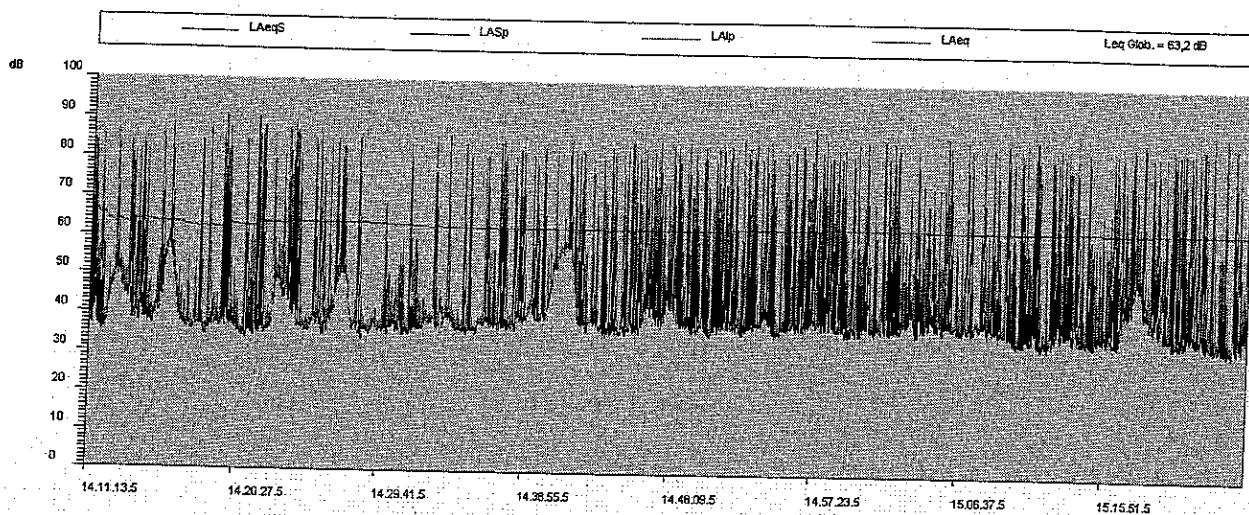
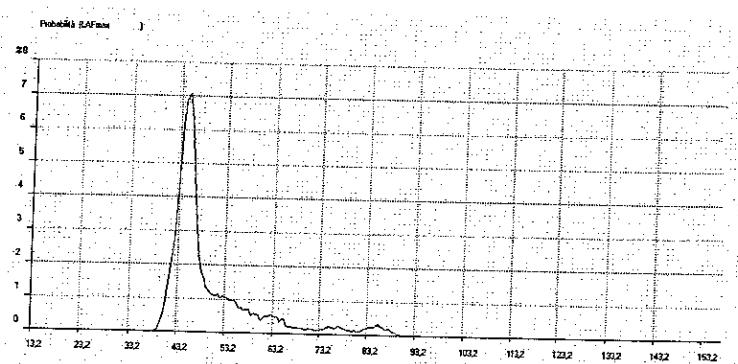
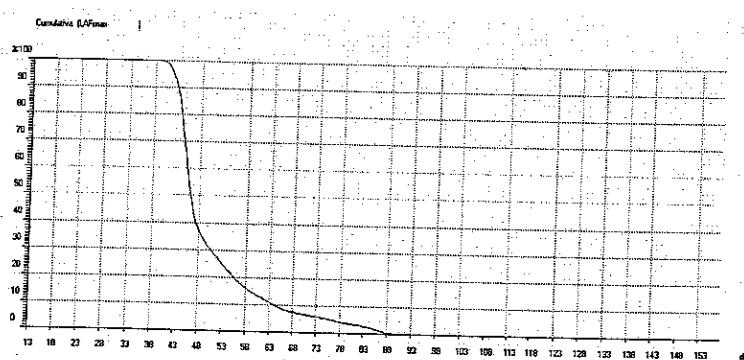


Grafico 5



Probabilità



Cumulativa

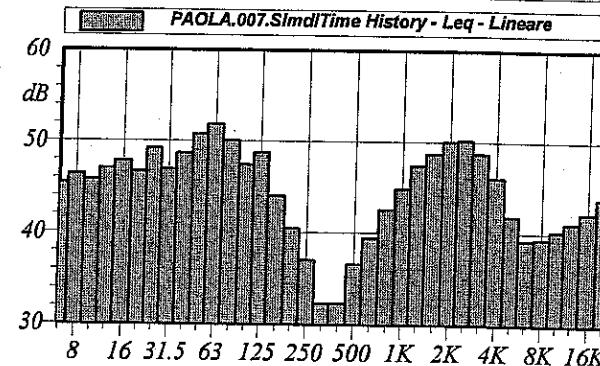
GRAFICO 7

Nome misura: PAOLA.007.SlmdlTime History
 Località:
 Strumentazione: 831 0001292
 Durata misura [s]: 651.2
 Nome operatore:
 Data, ora misura: 31/01/2009 14.33.58
 Over SLM: 0 Over OBA: 0

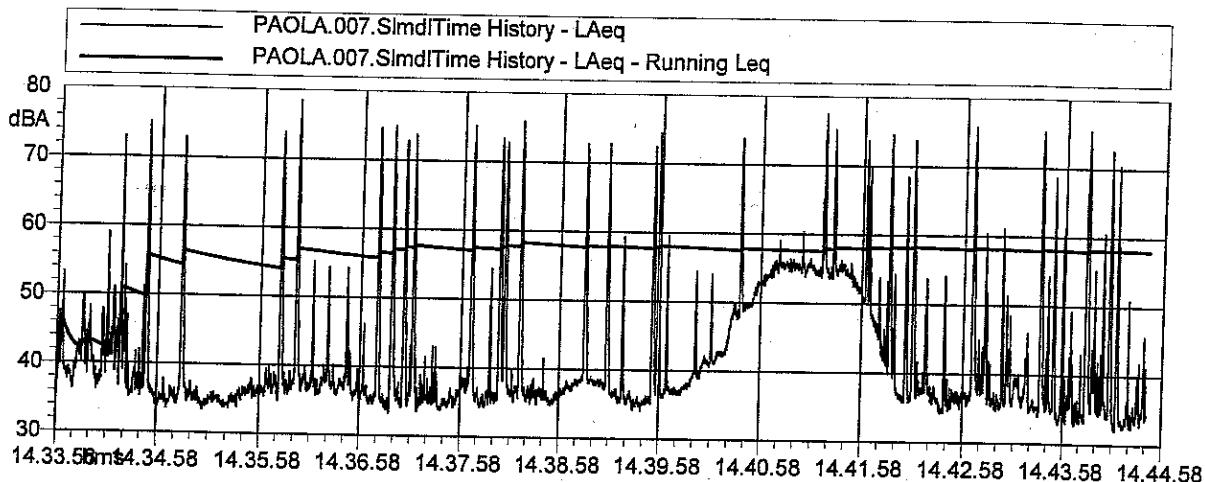
L1: 72.8 dBA	L5: 61.8 dBA
L10: 55.2 dBA	L50: 37.5 dBA
L90: 34.8 dBA	L95: 34.3 dBA

L_{Aeq} = 58.1 dB

PAOLA.007.SlmdlTime History			
Leq - Lineare			
dB	dB	dB	dB
6.3 Hz	45.5 dB	100 Hz	47.4 dB
8 Hz	46.4 dB	125 Hz	48.8 dB
10 Hz	45.8 dB	160 Hz	44.0 dB
12.5 Hz	47.0 dB	200 Hz	40.5 dB
16 Hz	47.8 dB	250 Hz	37.0 dB
20 Hz	46.6 dB	315 Hz	32.2 dB
25 Hz	49.2 dB	400 Hz	32.3 dB
31.5 Hz	46.9 dB	500 Hz	36.6 dB
40 Hz	48.7 dB	630 Hz	39.5 dB
50 Hz	50.8 dB	800 Hz	42.6 dB
63 Hz	51.9 dB	1000 Hz	44.9 dB
80 Hz	50.1 dB	1250 Hz	47.4 dB
			20000 Hz
			43.8 dB



Annotazioni:



PAOLA.007.SlmdlTime History LAeq			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	14.33.58	00:10:51.200	58.1 dBA
Non Mascherato	14.33.58	00:10:51.200	58.1 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

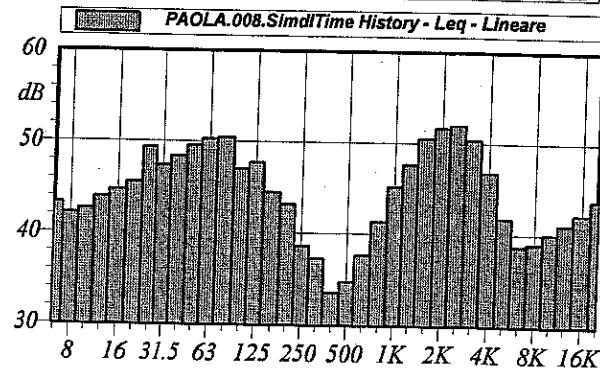
GRAFICO 8

Nome misura: PAOLA.008.SimdiTime History
 Località:
 Strumentazione: 831 0001292
 Durata misura [s]: 660.6
 Nome operatore:
 Data, ora misura: 31/01/2009 14.46.17
 Over SLM: 0 Over OBA: 0

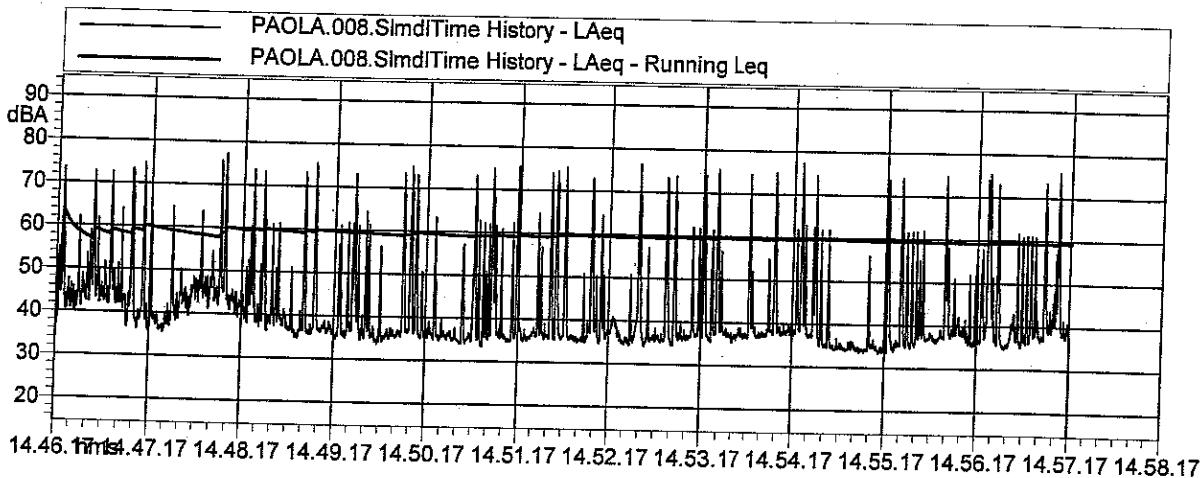
L1: 73.5 dBA	L5: 66.4 dBA
L10: 56.4 dBA	L50: 38.1 dBA
L90: 35.2 dBA	L95: 34.7 dBA

L_{Aeq} = 59.4 dB

PAOLA.008.SimdiTime History Leq - Lineare					
dB	dB	dB	dB	dB	
6.3 Hz	43.3 dB	100 Hz	47.0 dB	1600 Hz	50.5 dB
8 Hz	42.1 dB	125 Hz	47.7 dB	2000 Hz	51.6 dB
10 Hz	42.6 dB	160 Hz	44.5 dB	2500 Hz	52.0 dB
12.5 Hz	43.9 dB	200 Hz	43.2 dB	3150 Hz	50.4 dB
16 Hz	44.7 dB	250 Hz	38.6 dB	4000 Hz	46.8 dB
20 Hz	45.5 dB	315 Hz	37.3 dB	5000 Hz	41.8 dB
25 Hz	49.4 dB	400 Hz	33.5 dB	6300 Hz	38.7 dB
31.5 Hz	47.4 dB	500 Hz	34.8 dB	8000 Hz	39.0 dB
40 Hz	48.4 dB	630 Hz	37.6 dB	10000 Hz	40.1 dB
50 Hz	49.6 dB	800 Hz	41.4 dB	12500 Hz	41.1 dB
63 Hz	50.3 dB	1000 Hz	45.2 dB	16000 Hz	42.2 dB
80 Hz	50.5 dB	1250 Hz	47.7 dB	20000 Hz	43.8 dB



Annotazioni:



PAOLA.008.SimdiTime History LAeq			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	14.46.17	00:11:00.600	59.4 dBA
Non Mascherato	14.46.17	00:11:00.600	59.4 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

RUMORE RESIDUO

Misura del 31/01/2009

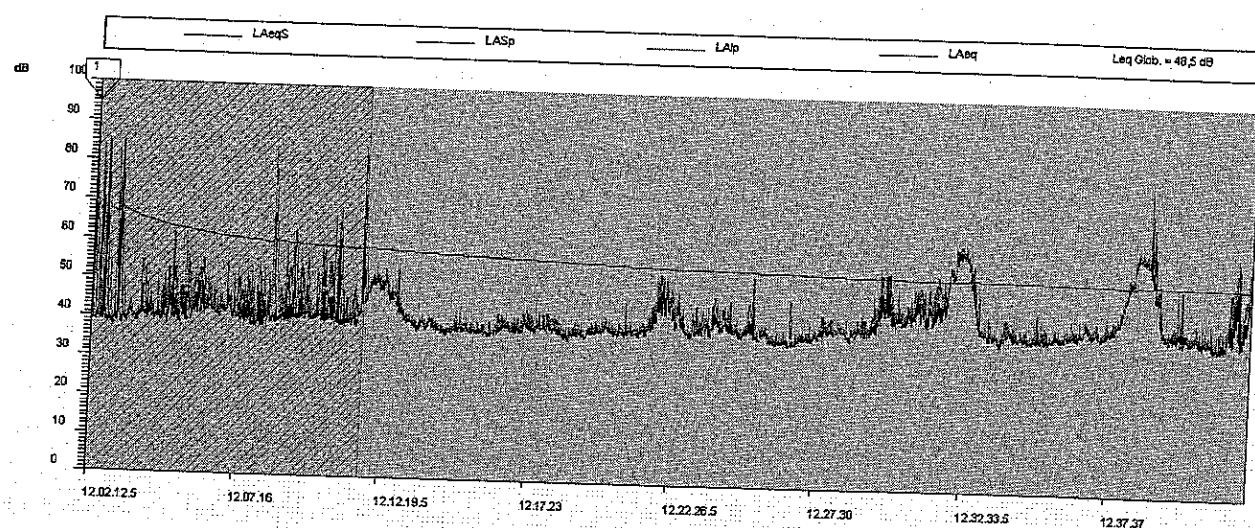


Grafico 2.a

Misura del 31/01/2009

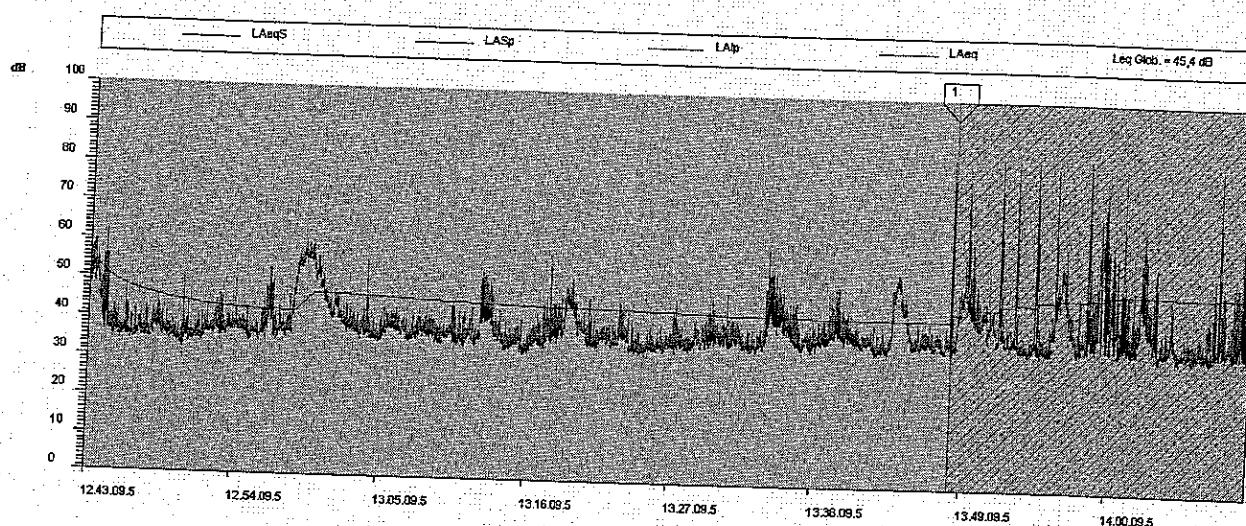


Grafico 3.a

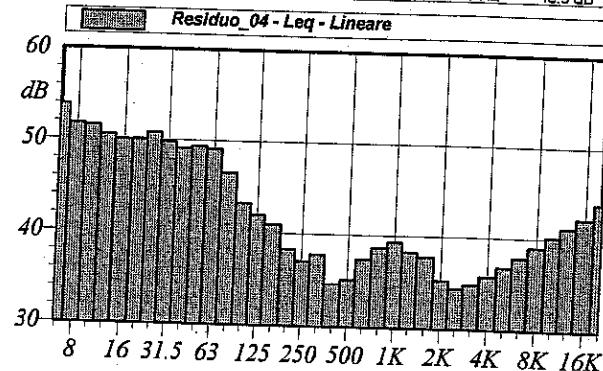
GRAFICO 2.b

Nome misura: Residuo_04
 Località:
 Sfornamento: 831 0001292
 Durata misura [s]: 1859.5
 Nome operatore:
 Data, ora misura: 31/01/2009 12.11.36
 Over SLM: 0 Over OBA: 0

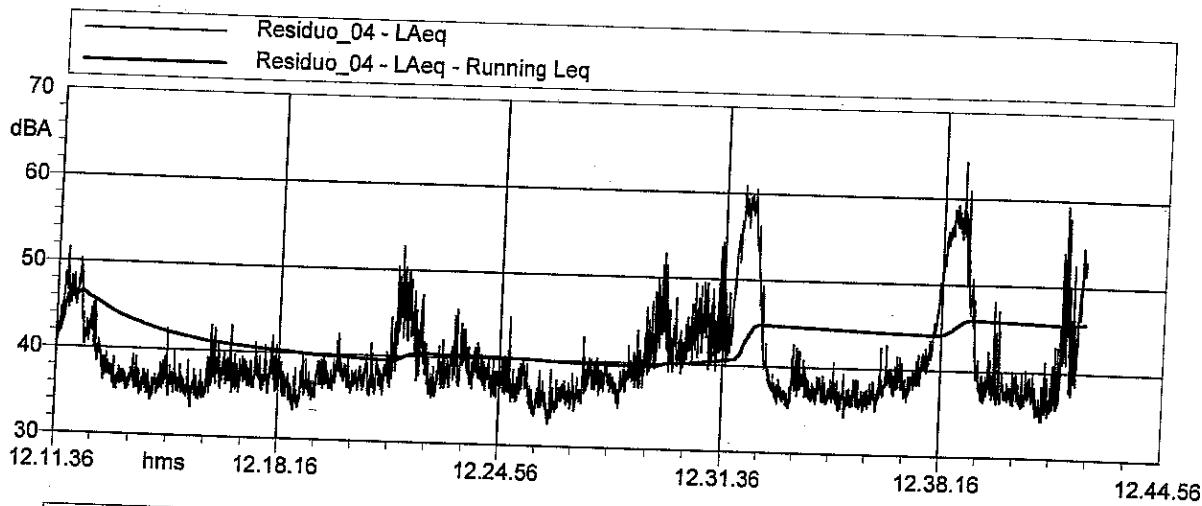
L1: 58.4 dBA	L5: 52.4 dBA
L10: 47.0 dBA	L50: 38.0 dBA
L90: 35.8 dBA	L95: 35.3 dBA

L_{Aeq} = 45.7 dB

Residuo_04					
L _{eq} - Lineare					
dB	dB	dB	dB	dB	
6.3 Hz	53.8 dB	100 Hz	43.3 dB	1600 Hz	37.8 dB
8 Hz	51.8 dB	125 Hz	42.0 dB	2000 Hz	35.2 dB
10 Hz	51.6 dB	160 Hz	41.0 dB	2500 Hz	34.3 dB
12.5 Hz	50.6 dB	200 Hz	38.3 dB	3150 Hz	34.8 dB
16 Hz	50.0 dB	250 Hz	37.1 dB	4000 Hz	35.8 dB
20 Hz	50.1 dB	315 Hz	37.8 dB	5000 Hz	36.8 dB
25 Hz	50.8 dB	400 Hz	34.6 dB	6300 Hz	37.9 dB
31.5 Hz	49.9 dB	500 Hz	35.1 dB	8000 Hz	39.1 dB
40 Hz	49.1 dB	630 Hz	37.4 dB	10000 Hz	40.2 dB
50 Hz	49.4 dB	800 Hz	38.7 dB	12500 Hz	41.2 dB
63 Hz	49.1 dB	1000 Hz	39.3 dB	16000 Hz	42.3 dB
80 Hz	46.6 dB	1250 Hz	38.3 dB	20000 Hz	43.9 dB



Annotazioni:



Residuo_04 L _{Aeq}			
Nome	Inizio	Durata	L _{eq}
<i>Totale</i>	12.11.36	00:30:59.500	45.7 dBA
<i>Non Mascherato</i>	12.11.36	00:30:59.500	45.7 dBA
<i>Mascherato</i>		00:00:00	0.0 dBA

GRARCO 3.b

Nome misura: **Residuo_05**

Località:

Strumentazione: **831 0001292**

Durata misura [s]: **3892.4**

Nome operatore:

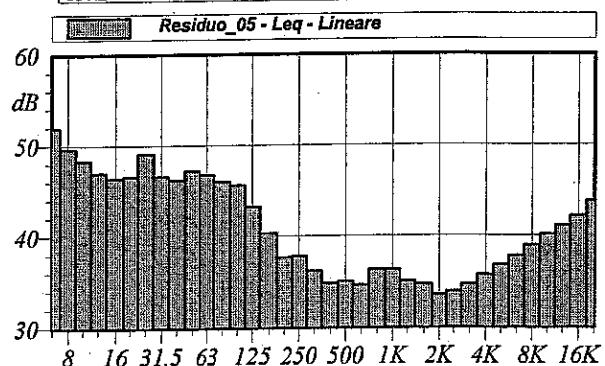
Data, ora misura: **31/01/2009 12.43.06**

Over SLM: **0** Over OBA: **0**

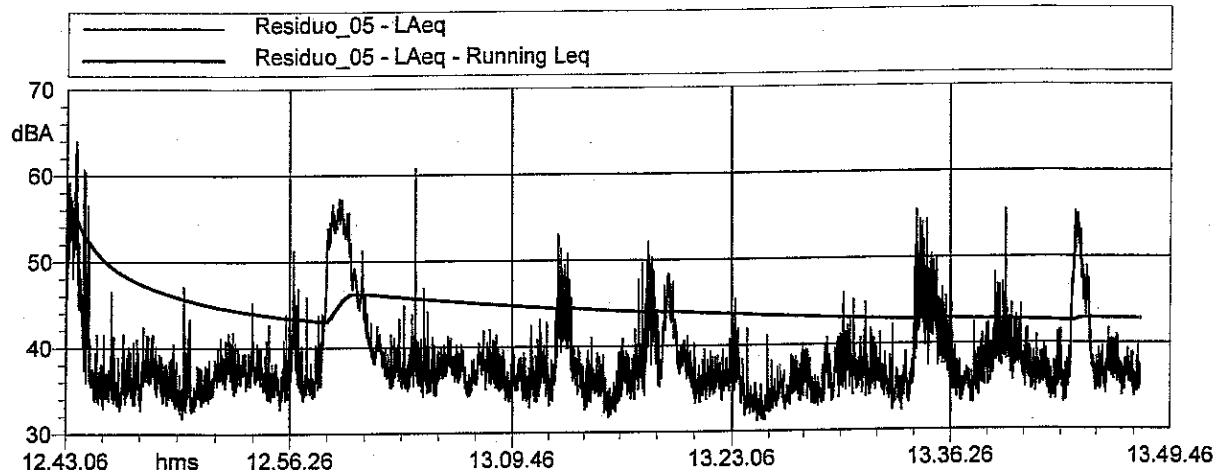
L1: 55.1 dBA	L5: 48.5 dBA
L10: 44.5 dBA	L50: 36.9 dBA
L90: 34.3 dBA	L95: 33.7 dBA

L_{Aeq} = 42.8 dB

Residuo_05 Leq - Lineare					
dB	dB	dB	dB	dB	dB
6.3 Hz	52.0 dB	100 Hz	45.6 dB	1600 Hz	34.7 dB
8 Hz	49.7 dB	125 Hz	43.3 dB	2000 Hz	33.6 dB
10 Hz	48.4 dB	160 Hz	40.3 dB	2500 Hz	33.9 dB
12.5 Hz	47.0 dB	200 Hz	37.7 dB	3150 Hz	34.7 dB
16 Hz	46.4 dB	250 Hz	37.8 dB	4000 Hz	35.7 dB
20 Hz	46.6 dB	315 Hz	36.2 dB	5000 Hz	36.8 dB
25 Hz	49.1 dB	400 Hz	34.9 dB	6300 Hz	37.8 dB
31.5 Hz	46.6 dB	500 Hz	35.1 dB	8000 Hz	39.0 dB
40 Hz	46.2 dB	630 Hz	34.6 dB	10000 Hz	40.2 dB
50 Hz	47.3 dB	800 Hz	36.3 dB	12500 Hz	41.1 dB
63 Hz	46.8 dB	1000 Hz	35.3 dB	16000 Hz	42.2 dB
80 Hz	46.0 dB	1250 Hz	35.1 dB	20000 Hz	43.8 dB



Annotazioni:



Residuo_05 L _{Aeq}			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	12.43.06	01:04:52.400	42.8 dBA
Non Mascherato	12.43.06	01:04:52.400	42.8 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

RILIEVI FONOMETRICI DEL 07.02.2009 **RUMORE AMBIENTALE**

Misura del 07/02/2009

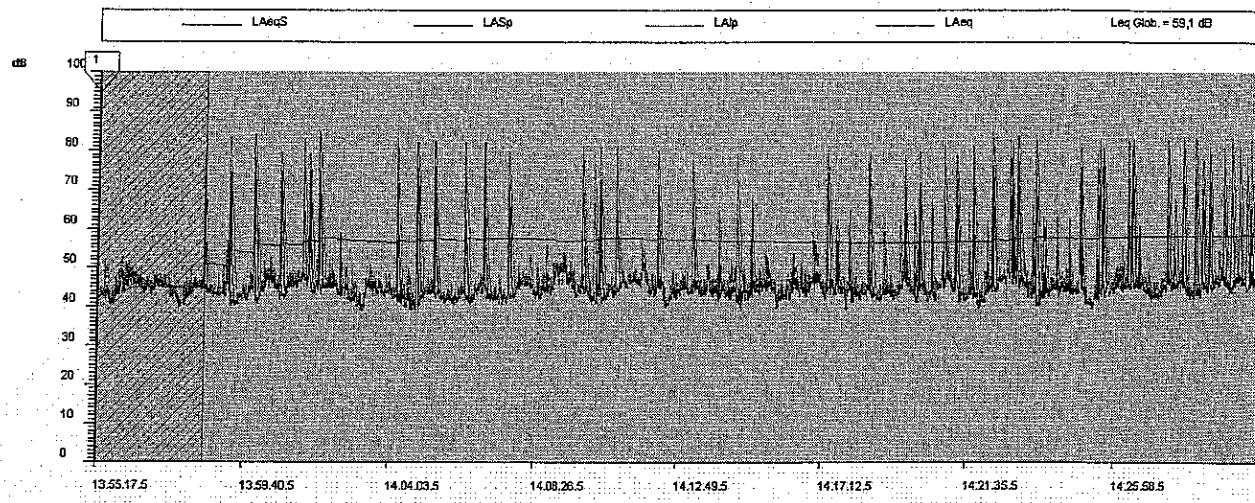
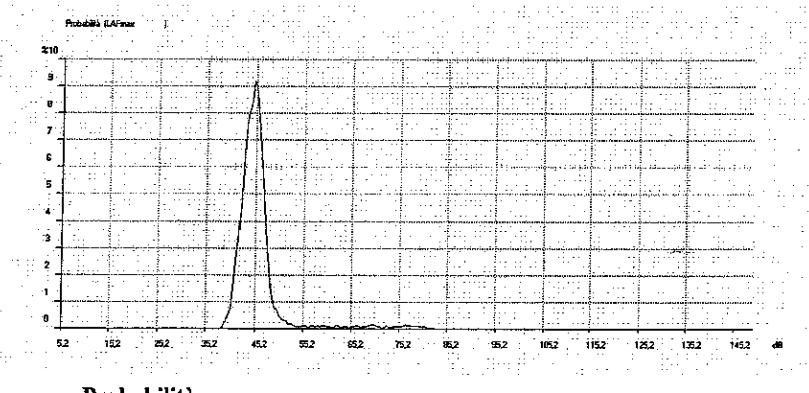
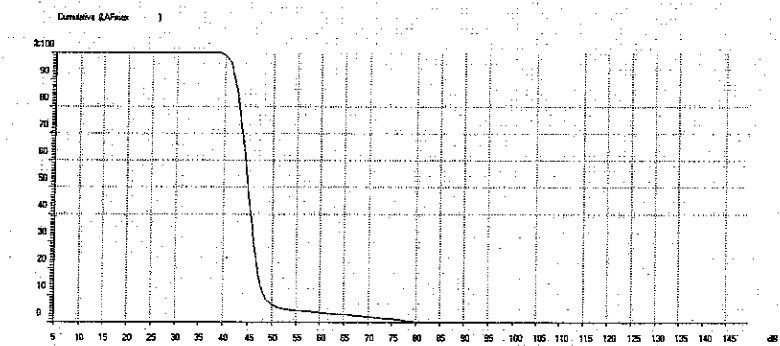


Grafico 10



Probabilità



Cumulativa

COMUNE DI FOMBIO – PGT AREA ATR1 RILIEVI FONOMETRICI H 4.5 MT.

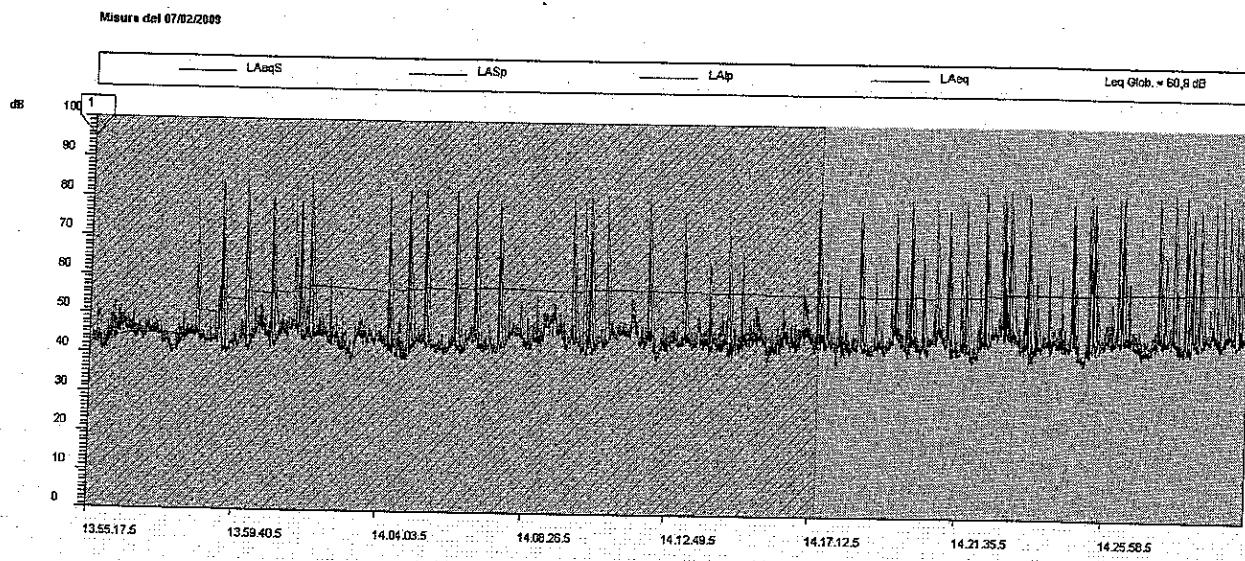


Grafico 11
(solo intervallo di tempo con spari più frequenti)

ALLEGATO 5 – BARRIERA ACUSTICA

ASSISTUDIO S.r.l.
CONSULENZE DI INGEGNERIA

**RELAZIONE DI CALCOLO DELLA BARRIERA ACUSTICA DA
REALIZZARSI A PROTEZIONE DI**

**AREA DI ESPANSIONE RESIDENZIALE ATR1
COMUNE DI FOMBIO**

Ing. Paola Zambarbieri
Tecnico Competente in acustica ambientale



ASSISTUDIO S.R.L.
Via Grandi, 6 - 26900 LODI Tel. 0371 438060 Fax 0371 436630
Via Carducci, 1 - 26845 CODOGNO (LO) Tel/Fax 0377 33155

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA**
- 3. METODI DI CALCOLO**
- 4. DESCRIZIONE GENERALE DEL CLIMA ACUSTICO**
- 5. DESCRIZIONE DELLA BARRIERA ACUSTICA**

ALLEGATI

1.0 PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto ed alla verifica di una barriera acustica da realizzarsi a protezione del lotto sito nel Comune di Fombio denominato "Area di espansione residenziale ATR1".

Le rilevazioni eseguite dalla scrivente nei punti concordati con ARPA Lodi nel periodo compreso tra gennaio e febbraio 2009 avevano infatti evidenziato una palese criticità, imputabile alle emissioni sonore dell'attiguo Poligono di Tiro, soprattutto per quanto riguarda il rispetto del criterio differenziale.

Il presente studio è quindi finalizzato a verificare l'entità della riduzione alle immissioni sonore derivante dalla realizzazione della barriera sui futuri ricettori.

Si precisa che, allo stato attuale, non è in alcun modo definito il planivolumetrico del lotto né sono note le caratteristiche (in termini di numero di piani fuori terra) degli edifici che potrebbero essere costruiti; resta quindi inteso che le future lottizzazioni dovranno predisporre specifica valutazione del clima acustico e verificare anche in quella sede il rispetto dei limiti imposti dalla zonizzazione acustica comunale e del criterio differenziale.

2.0 DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA

Come si può osservare dall'immagine di seguito riportata l'area del Tiro a Segno è costituita da una palazzina adibita ad uffici (sita nelle immediate vicinanze dell'ingresso all'area) e da una zona utilizzata per l'attività di sparo.

L'area circostante il Tiro a Segno e quella intermedia sono caratterizzate da terreno poroso, ovvero da campi ricoperti di erba, alberi o altra forma di vegetazione.

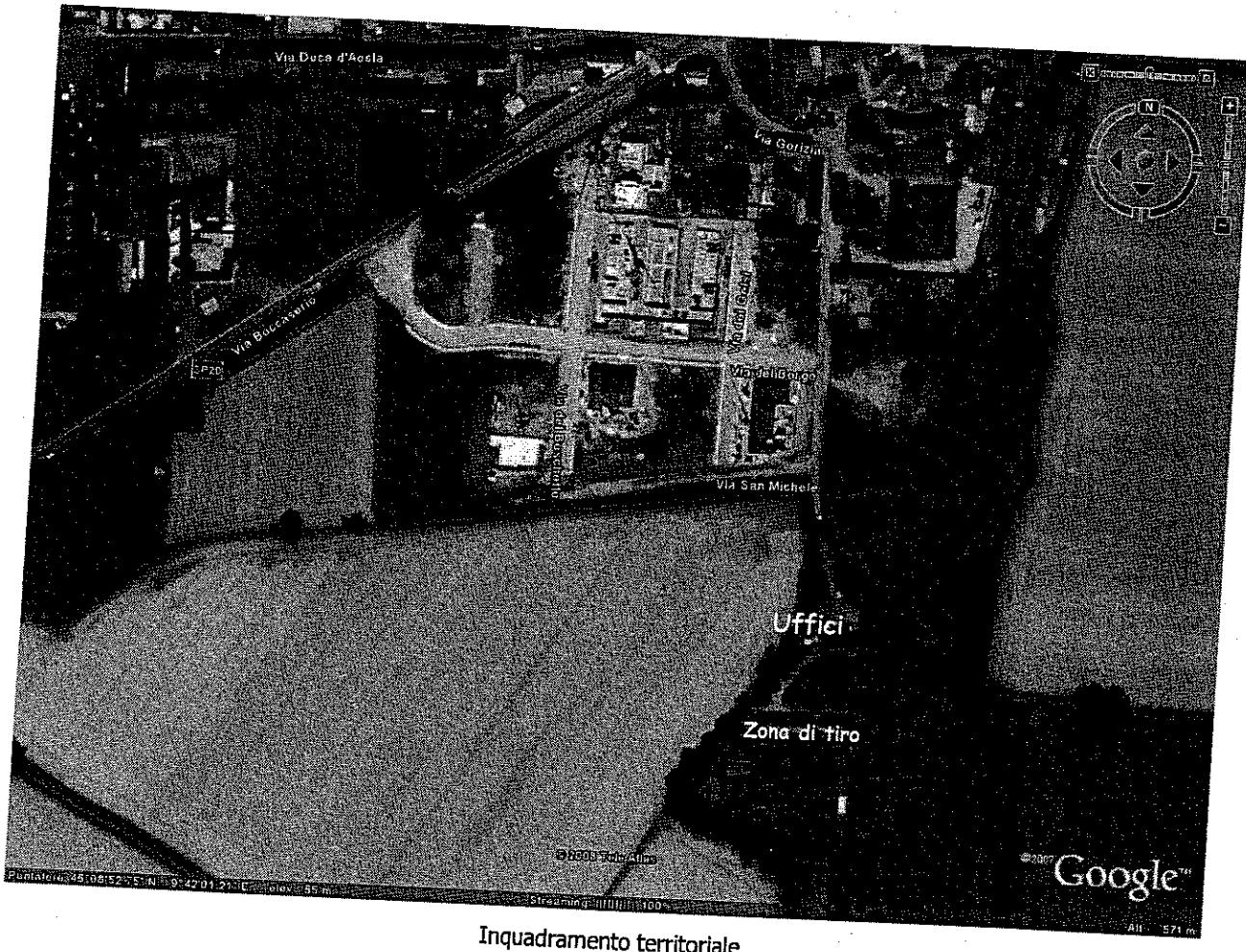
SORGENTE come sorgente di rumore si individua lo sparo e, solo in misura minore, l'impatto del proiettile che va a colpire il bersaglio.

La zona di sparo dista dalla scarpata morfologica e, quindi, dalla barriera circa 70 mt. mentre il punto P1, a sua volta, dista dalla barriera circa 80 mt.

L'altezza delle sorgenti è pari a 1.5 mt. circa dal piano di riferimento del tiro a segno, che risulta ribassato di circa 2 mt. rispetto al piano su cui sorge l'area oggetto della presente; la sorgente "sparo", sebbene puntiforme, interessa tutta la zona occupata dalle piattaforme di tiro¹.

RICETTORE: Il punto in cui potrebbe, in futuro, sorgere il ricettore che risulterebbe più esposto al rumore del Poligono di tiro è quello contrassegnato sulla planimetria allegata con la sigla **P1**.

¹ Si considererà quindi, come distanza sorgente / barriera, la distanza intermedia tra le due postazioni "estreme".



3.0 METODI DI CALCOLO

Per il calcolo di una barriera acustica non esistono specifiche norme di legge né norme UNI; per la determinare il cosiddetto "**Insertion Loss IL**", ovvero la somma algebrica dell'attenuazione introdotta dalla barriera e della perdita di attenuazione introdotta dal terreno che viene meno proprio a seguito dell'inserimento della barriera stessa (**A_{ground}**), verrà in questa sede utilizzata la formula di Kunze & Anderson, che fornisce valori pressoché identici a quelli della norma ISO9613 ma che consente di valutare con maggior precisione l'attenuazione introdotta dal terreno prima e dopo l'inserimento della barriera:

$$IL = A_{\text{barrier}} - A_{\text{ground}} + A_{\text{Extra}}$$

Dove:

$$A_{\text{barrier}} = 20 \log[(\sqrt{2\pi N})/\tanh \sqrt{(2\pi N)}] + 5$$

Con $N = 2\delta/\lambda$ (numero di Fresnel)

$$A_{\text{ground}} = 10 G \log(r/15)$$

Con $0 \leq G = 0,75 (1 - h_{\text{eff}}/12,5) \leq 0,66$
 $h_{\text{eff}} = 0,5(h_s + h_r)$ in assenza di barriera
 $h_{\text{eff}} = 0,5(h_s + h_r) + h_b$ in presenza di barriera

$$A_{\text{Extra}} = 2$$

E' il fattore correttivo da applicare per tener conto del fatto che la barriera ha una sommità caratterizzata da spessore ≥ 50 cm

Si osserva quindi che l'attenuazione introdotta da una barriera è funzione della frequenza; per stimare un valore in dB(A) compatibile con i livelli di rumore residuo ed ambientale è necessario rilevare che i valori in dB(A) sono coincidenti con quelli che si ricavano per frequenza comprese tra 500 e 1000 Hz; a titolo cautelativo si considereranno pertanto i valori riferiti alla frequenza di 500 Hz.

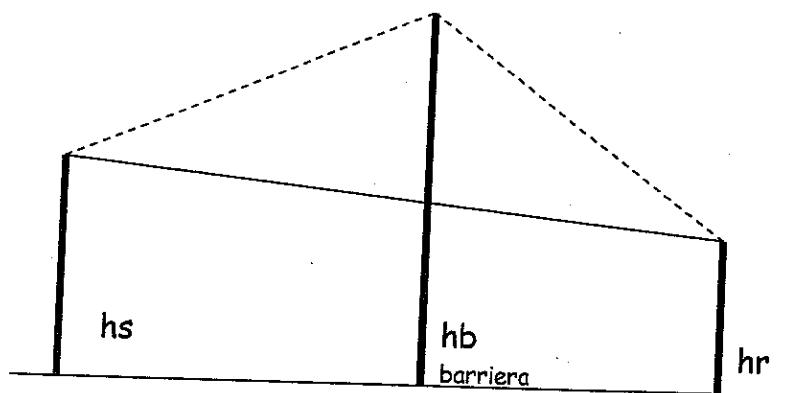


Figura 1

4.0 DESCRIZIONE GENERALE DEL CLIMA ACUSTICO

I rilievi fonometrici eseguiti nei mesi di gennaio e febbraio 2009, nel punto in cui potrebbe sorgere l'edificio che risulterà più esposto agli spari del Poligono avevano evidenziato che, con l'attività del Tiro a segno in esercizio si manifestavano sia un modesto superamento dei limiti di zona (Classe IV) che un rilevante superamento del criterio differenziale. In sintesi si erano misurati i seguenti valori (vengono riportati solo i risultati delle misure eseguite il 31.01, più penalizzanti):

Rilievi eseguiti il 31.01.2009							
Ambientale			Residuo		Differenza		Note
Punto	Altezza	LAeq	Punto	Altezza	LAeq		
P1	1.5 mt	61.5 dBA	P1	1.5 mt	44 dBA	17.5 dBA	A titolo cautelativo si sono considerati i valori di rumore ambientale più elevati.
	4.5 mt	66.2 dBA		4.5 mt	46.7 dBA	19.5 dBA	
P2	1.5 mt	60.2 dBA	P1	1.5 mt	44 dBA	16.2 dBA	Si ritiene che i valori di residuo misurati in P1 siano rappresentativi dell'intero lotto.
P2A	1.5 mt	61.1 dBA moto da cross	P1	1.5 mt	44 dBA	17.1 dBA	
P3	1.5 mt	62.4 dBA moto da cross	P1	1.5 mt	44 dBA	non significativa	I risultati delle misure in P2A e, soprattutto, in P3 sono stati penalizzati per la presenza di una moto da cross (si considereranno i valori misurati in P2)
P4	1.5 mt	58 dBA	P1	1.5 mt	44 dBA	14 dBA	

5.0 IPOTESI ASSUNTE PER IL CALCOLO DELLA BARRIERA

Le ipotesi che si ritiene di assumere a titolo cautelativo per la verifica dell'abbattimento acustico che sarà introdotto dalla barriera sono le seguenti:

- altezza sorgente: 1.5 mt. dal piano di riferimento del Poligono di Tiro
- posizione sorgente: Piattaforma di tiro (sono diverse postazioni di sparo affiancate);

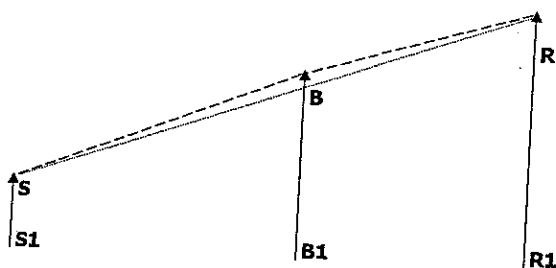
- altezza massima ricettori: 4.5 mt. dal piano di riferimento del P.L., che risulta sopraelevato di circa 2 mt. dal piano di riferimento del Poligono di Tiro -> 6.5 mt dal piano di riferimento del Poligono di Tiro
 - ricettore più esposto: edificio contrassegnato sulla planimetria allegata con la sigla **P1**
 - effetti dovuti ai bordi laterali: trascurabili (vista la lunghezza della barriera)
- Non essendo note le condizioni presenti nel Poligono di Tiro al momento dei rilievi fonometrici, si ipotizzerà che le immissioni sonore siano interamente imputabili ad una sorgente concentrata al centro della rampa di tiro ("situazione intermedia" tra le due postazioni situate alle due estremità della rampa).

SEGUONO CALCOLI DI VERIFICA

VERIFICA INSERTION - LOSS BARRIERA

KUNZE & ANDERSON - P1, 1,5 mt
h barriera 6 mt

$N = 2 d / l = 2 df/c$
 $d = SB + BR - SR$
 $l = c/f$



S = Sorgente
B = Barriera
R = Recettore

Dati di input

S-S1		
alt. Sorgente	1,5	70,30 S-B
B-B1	8	80,13 B-R
alt. Barriera	2,5	150,01 S-R
R-R1	70	
alt. Ricettore	80	
S1-B1		
dist. Barriera sorg.		
B1-R1		
dist. Barriera ric.		
d	0,41	

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & Anderson barrier = $20 \log[(\sqrt{2\pi}N)(\tanh(C2(\sqrt{2\pi}N)))] + 5$
(sorgente puntiforme)

A barrier = 13,91
(**)

(**) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz

Frequenza	N	DIRETTO
63	0,154	7,30
125	0,305	8,91
250	0,609	11,17
500	1,218	13,91
1000	2,437	16,85
2000	4,874	19,86
4000	9,747	22,87
5000	12,184	23,84

ground = $10 G \log(r/15)$

$0 \leq G \leq 0,75 (1 - h_{eff}/12,5) \leq 0,66$
 $eff = 0,5(h_s + h_r)$ in assenza di barriera
 $eff = 0,5(h_s + h_r) + h_b$ in presenza di barriera

2,50
10,50
G= 0,6
G= 0,12

ground ante barriera =

6,00

ground post barriera =

1,20

Extra (T-Top 0,5 mt)

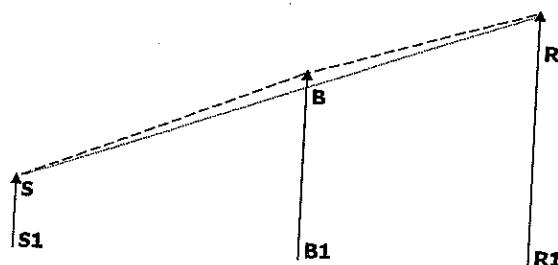
2

= A barrier - A ground + A Extra

11,11 dBA

KUNZE & ANDERSON – P1, 1,5 mt
h barriera 7 mt

$N = 2 d / l = 2 df/c$
 $d = SB + BR - SR$
 $l = c/f$



S= Sorgente
B= Barriera
R= Recettore

Dati di input

S-S1		
alt. Sorgente	1,5	
B-B1	9	70,40 S-B
alt. Barriera	3,5	80,19 B-R
R-R1	70	150,01 S-R
alt. Ricettore		
S1-B1		
dist. Barriera sorg.		
B1-R1		
dist. Barriera ric.	80	
d	0,58	

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & Anderson barrier = $20 \log[(\sqrt{2\pi N})(\tanh(C2(\sqrt{2\pi N})))] + 5$
(sorgente puntiforme)

A barrier = 15,30
(**)

(**) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz

Frequenza	N	DIRETTO	
		Delta L (sorgente puntiforme)	
63	0,214	7,99	
125	0,424	9,92	
250	0,847	12,43	
500	1,695	15,30	
1000	3,389	18,28	
2000	6,778	21,29	
4000	13,556	24,30	
5000	16,945	25,27	

ground = 10 G log(r/15)

in $0 \leq G \leq 0,75 (1 - h_{eff}/12,5) \leq 0,66$

$eff = 0,5(h_s + h_r)$ in assenza di barriera

$eff = 0,5(h_s + h_r) + h_b$ in presenza di barriera

2,50
11,50

G= 0,6
G= 0,06

ground ante barriera =

6,00

ground post barriera =

0,60

Extra (T-Top 0,5 mt)

2

= A barrier - A ground + A Extra

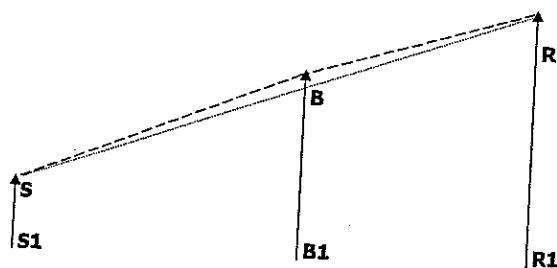
11,90 dBA

KUNZE & ANDERSON – P2, 1,5 mt
h barriera 7 mt

$$N = 2 d / l = 2 df/c$$

$$d = SB + BR - SR$$

$$l = c/f$$



S= Sorgente
B= Barriera
R= Recettore

Dati di input

S-S1		
alt. Sorgente	1,5	
B-B1	6	70,40 S-B
alt. Barriera		90,17 B-R
R-R1		
alt. Ricettore	3,5	160,01 S-R
S1-B1	70	
dist. Barriera sorg.		
B1-R1	90	
dist. Barriera ric.		
d =	0,56	

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & A barrier = $20 \log[(\sqrt{2\pi N})(\tanh(C2(\sqrt{2\pi N})))] + 5$
Anderson
(sorgente puntiforme)

A barrier = 15,14
(**)

(**) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz

Frequenza	DIRETTO		
	N	Delta L (sorgente puntiforme)	
63	0,206	7,91	
125	0,409	9,80	
250	0,818	12,29	
500	1,635	15,14	
1000	3,271	18,13	
2000	6,542	21,14	
4000	13,083	24,15	
5000	16,354	25,12	

ground = 10 G log(r/15)

in 0 <= G = 0,75 (1-h_{eff}/12,5) <= 0,66

eff = 0,5(h_s + h_r) in assenza di barriera

eff = 0,5(h_s + h_r) + h_b in presenza di barriera

$$2,50 \quad G = 0,6$$

$$11,50 \quad G = 0,06$$

ground ante barriera =

6,17

ground post barriera =

0,62

Extra (T-Top 0,5 mt)

2

A barrier = A ground + A Extra

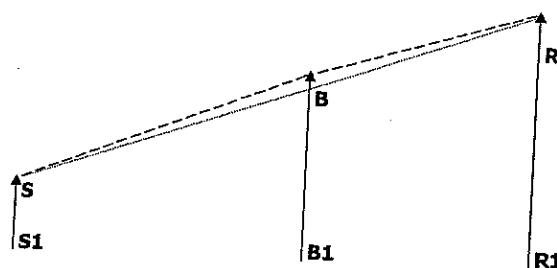
11,59 dBA

KUNZE & ANDERSON – P2, 4,5 mt
h barriera 7 mt

$$N = 2 d / l = 2 df/c$$

$$d = SB + BR - SR$$

$$l = c/f$$



S= Sorgente
 B= Barriera
 R= Recettore

Dati di input

S-S1

alt. Sorgente

B-B1

alt. Barriera

R-R1

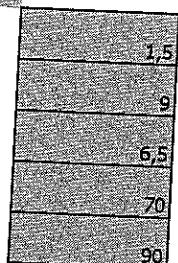
alt. Ricettore

S1-B1

dist. Barriera sorg.

B1-R1

dist. Barriera ric.



70,40 S-B

90,03 B-R

160,08 S-R

0,36

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & A barrier = $20 \log[(\sqrt{2\pi}N)(\tanh(C2(\sqrt{2\pi}N)))] + 5$
Anderson
 (sorgente puntiforme)

A_{barrier} = 13,30
 (**)

(**) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz

Frequenza	N	DIRETTO	
		Delta L (sorgente puntiforme)	
63	0,132	7,03	
125	0,263	8,51	
250	0,525	10,64	
500	1,051	13,30	
1000	2,101	16,22	
2000	4,203	19,22	
4000	8,406	22,23	
5000	10,507	23,19	

ground = 10 G log(r/15)

on $0 \leq G \leq 0,75 (1 - h_{eff}/12,5) \leq 0,66$

$eff = 0,5(h_s + h_r)$ in assenza di barriera

$eff = 0,5(h_s + h_r) + h_b$ in presenza di barriera

4,00
 13,00

G= 0,51
 G= -0,03

ground ante barriera =

5,24

ground post barriera =

0,00

Extra (T-Top 0,5 mt)

2

A_{barrier} - A_{ground} + A_{extra}

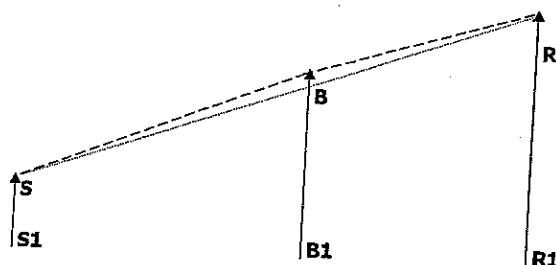
10,05 dBA

**KUNZE & ANDERSON – P2A, 1.5 mt
h barriera 7 mt**

$$N = 2d / l = 2df/c$$

$$d = SB + BR - SR$$

$$l = c/f$$



S= Sorgente
B= Barriera
R= Recettore

Dati di input

S-S1		
alt. Sorgente	1,5	60,35 S-B
B-B1	8	100,10 B-R
alt. Barriera	3,5	160,01 S-R
R-R1	60	
alt. Ricettore	100	
S1-B1		
dist. Barriera sorg.		
B1-R1		
dist. Barriera ric.		
d	0,44	

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & Anderson barrier = $20 \log[(\sqrt{2\pi}N)(\tanh(C2(\sqrt{2\pi}N)))] + 5$
(sorgente puntiforme)

A_{barrier} = 14,16
(**)

(**) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz

Frequenza	N	DIRETTO	
		Delta L (sorgente puntiforme)	
63	0,163	7,41	
125	0,323	9,08	
250	0,647	11,40	
500	1,293	14,16	
1000	2,587	17,11	
2000	5,174	20,12	
4000	10,347	23,13	
5000	12,934	24,10	

ground = 10 G log(r/15)

$0 < G = 0,75 (1 - h_{eff}/12,5) \leq 0,66$

$h_{eff} = 0,5(h_s + h_r)$ in assenza di barriera

$h_{eff} = 0,5(h_s + h_r) + h_b$ in presenza di barriera

2,50
10,50

G= 0,6
G= 0,12

ground ante barriera = 6,17

ground post barriera = 1,23

extra (T-Top 0,5 mt) = 2

= A_{barrier} - A_{ground} + A_{extra}

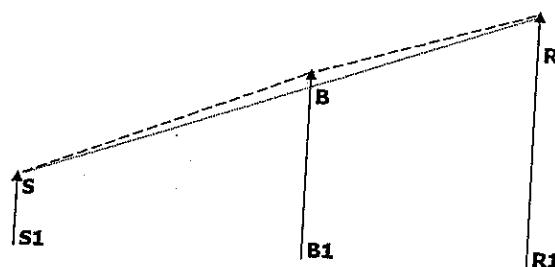
11,22 dBA

KUNZE & ANDERSON – P2A, 4,5 mt
h barriera 7 mt

$$N = 2d / l = 2df/c$$

$$d = SB + BR - SR$$

$$l = c/f$$



S = Sorgente
 B = Barriera
 R = Recettore

Dati di input

S-S1	1,5	60,47 S-B
alt. Sorgente		
B-B1	9	100,03 B-R
alt. Barriera		
R-R1	6,5	160,08 S-R
alt. Ricettore		
S1-B1	6,5	
dist. Barriera sorg.	60	
B1-R1	100	
dist. Barriera ric.		
d	0,42	

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & A barrier = $20 \log[(\sqrt{2\pi}N)(\tanh(C2(\sqrt{2\pi}N)))] + 5$
Anderson
 (sorgente puntiforme)

$$A_{\text{barrier}} = 13,96$$

(**) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz

Frequenza	N	DIRETTO
63	0,156	7,32
125	0,309	8,95
250	0,618	11,23
500	1,236	13,96
1000	2,471	16,91
2000	4,942	19,92
4000	9,884	22,93
5000	12,355	23,90

$$r_{\text{round}} = 10 G \log(r/15)$$

$$0 \leq G \leq 0,75 (1 - h_{\text{eff}}/12,5) \leq 0,66$$

$$r = 0,5(h_s + h_r) \text{ in assenza di barriera}$$

$$r = 0,5(h_s + h_r) + h_b \text{ in presenza di barriera}$$

$$4,00 \quad G = 0,51$$

$$13,00 \quad G = -0,03$$

$$r_{\text{round ante barriera}} =$$

$$5,24$$

$$r_{\text{round post barriera}} =$$

$$0,00$$

$$c_{\text{tra}} (\text{T-Top } 0,5 \text{ mt})$$

$$2$$

$$= A_{\text{barrier}} - A_{\text{ground}} + A_{\text{Extra}}$$

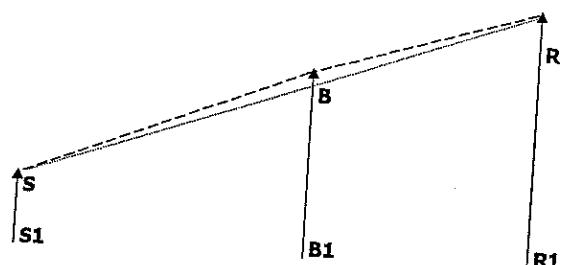
$$10,72 \text{ dBA}$$

KUNZE & ANDERSON ~ P3, 1,5 mt
h barriera 6 mt

$$N = 2d / l = 2df/c$$

$$d = SB + BR - SR$$

$$l = c/f$$



S= Sorgente
 B= Barriera
 R= Recettore

Dati di input

S-S1	1,5	
alt. Sorgente		70,30 S-B
B-B1	8	140,07 B-R
alt. Barriera		210,01 S-R
R-R1		
alt. Ricettore		
S1-B1	3,5	
dist. Barriera sorg.	70	
B1-R1		
dist. Barriera ric.	140	
d =	0,36	

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & Anderson barrier = $20 \log[(\sqrt{2\pi}N)(\tanh(C2(\sqrt{2\pi}N)))] + 5$
 (sorgente puntiforme)

A barrier = 13,37
 (**)

(**) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz

Frequenza	N	DIRETTO	
		Delta L (sorgente puntiforme)	
63	0,135	7,06	
125	0,268	8,56	
250	0,535	10,71	
500	1,070	13,37	
1000	2,141	16,30	
2000	4,281	19,30	
4000	8,563	22,31	
5000	10,703	23,27	

$$round = 10 G \log(r/15)$$

$$0 \leq G \leq 0,75 (1 - h_{eff}/12,5) \leq 0,66$$

$$r = 0,5(h_s + h_r) \text{ in assenza di barriera}$$

$$r = 0,5(h_s + h_r) + h_b \text{ in presenza di barriera}$$

$$2,50$$

$$10,50$$

$$G = 0,6$$

$$G = 0,12$$

$$round \text{ ante barriera} =$$

$$6,88$$

$$round \text{ post barriera} =$$

$$1,38$$

$$tra (T-Top 0,5 mt)$$

$$2$$

$$= A_{barrier} - A_{ground} + A_{Extra}$$

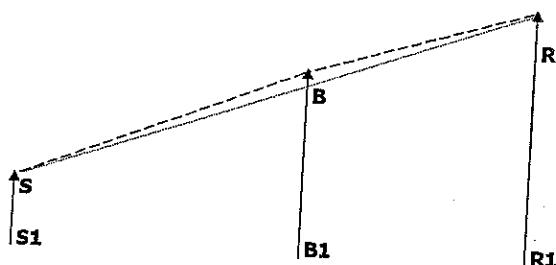
$$9,87 \text{ dBA}$$

KUNZE & ANDERSON – P3, 4,5 mt
h barriera 6 mt

$$N = 2 d / l = 2 df/c$$

$$d = SB + BR - SR$$

$$l = c/f$$



S= Sorgente
B= Barriera
R= Recettore

Dati di input

S-S1	1,5	70,30 S-B
alt. Sorgente		
B-B1	8	140,01 B-R
alt. Barriera		
R-R1		
alt. Ricettore		
S1-B1	6,5	210,06 S-R
dist. Barriera sorg.		
B1-R1	70	
dist. Barriera ric.		
d=	140	
	0,25	

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & Anderson barrier = $20 \log[(\sqrt{2\pi N})(\tanh(C2(\sqrt{2\pi N})))] + 5$
(sorgente puntiforme)

$$A_{\text{barrier}} = 11,88$$

(**)

(**) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz.

Frequenza	N	DIRETTO
63	0,093	6,49
125	0,184	7,66
250	0,367	9,46
500	0,734	11,88
1000	1,469	14,69
2000	2,937	17,66
4000	5,874	20,67
5000	7,343	21,64

$$ground = 10 G \log(r/15)$$

$$0 < G = 0,75 (1 - h_{eff}/12,5) \leq 0,66$$

$$h = 0,5(h_s + h_r) \text{ in assenza di barriera}$$

$$h = 0,5(h_s + h_r) + h_b \text{ in presenza di barriera}$$

$$4,00 \quad G = 0,51$$

$$12,00 \quad G = 0,03$$

$$round \text{ ante barriera} =$$

$$5,85$$

$$round \text{ post barriera} =$$

$$0,34$$

$$xtra (T-Top 0,5 mt)$$

$$2$$

$$= A_{\text{barrier}} - A_{\text{ground}} + A_{\text{xtra}}$$

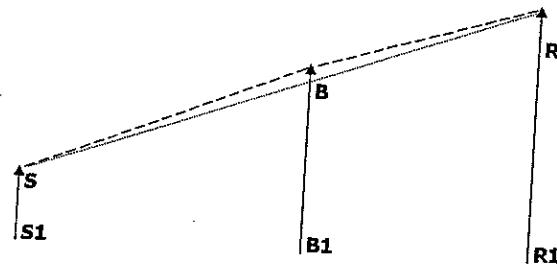
$$8,37 \text{ dBA}$$

KUNZE & ANDERSON – P3, 1,5 mt
h barriera 7 mt

$$N = 2d / l = 2df/c$$

$$d = SB + BR - SR$$

$$l = c/f$$



S= Sorgente
 B= Barriera
 R= Recettore

Dati di input

S-S1

alt. Sorgente

B-B1

alt. Barriera

R-R1

alt. Ricettore

S1-B1

dist. Barriera sorg.

B1-R1

dist. Barriera ric.

1,5	70,40 S-B
9	140,11 B-R
9,5	210,01 S-R
70	
140	

0,50

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & Anderson = $20 \log[(\sqrt{2\pi}N)(\tanh(C2(\sqrt{2\pi}N)))] + 5$
 (sorgente puntiforme)

A_{barrier} = 14,69
 (***)

(***) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz

Frequenza	N	DIRETTO	
		Delta L (sorgente puntiforme)	
63	0,185	7,67	
125	0,367	9,46	
250	0,734	11,87	
500	1,468	14,69	
1000	2,936	17,66	
2000	5,872	20,67	
4000	11,744	23,68	
5000	14,680	24,65	

$$ground = 10 G \log(r/15)$$

$$1.0 \leq G \leq 0.75 (1-h_{eff}/12.5) \leq 0.66$$

$$h = 0.5(h_s + h_r) \text{ in assenza di barriera}$$

$$r = 0.5(h_s + h_r) + h_b \text{ in presenza di barriera}$$

$$2,50 \quad G = 0,6$$

$$11,50 \quad G = 0,06$$

$$round \text{ ante barriera} =$$

$$6,88$$

$$round \text{ post barriera} =$$

$$0,69$$

$$xtra (T-Top 0,5 mt)$$

$$2$$

$$= A_{barrier} - A_{ground} + A_{Extra}$$

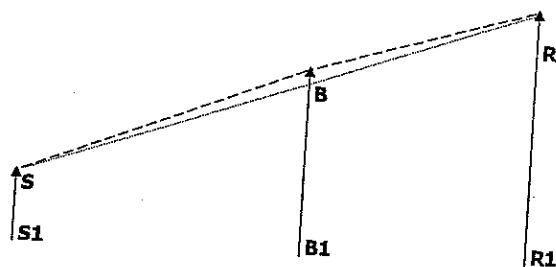
$$10,50 \text{ dBA}$$

KUNZE & ANDERSON – P3, 4,5 mt
h barriera 7 mt

$$N = 2 d / l = 2 df/c$$

$$d = SB + BR - SR$$

$$l = c/f$$



S= Sorgente
B= Barriera
R= Recettore

Dati di input

S-S1	1,5	70,40 S-B
alt. Sorgente	9	140,02 B-R
B-B1	6,5	210,06 S-R
alt. Barriera	70	
R-R1	140	
alt. Ricettore		
S1-B1		
dist. Barriera sorg.		
B1-R1		
dist. Barriera ric.		
d	0,16	

Nota: le altezze sono riferite al piano del Poligono

Formula di Kunze & Anderson
barrier = $20 \log[(\sqrt{2\pi}N)(\tanh(C2(\sqrt{2\pi}N)))] + 5$
(sorgente puntiforme)

A barrier = 13,37
(**)

(**) valore ottenuto considerando solo la frequenza di 500 Hz

Frequenza	N	DIRETTO
63	0,135	7,06
125	0,267	8,55
250	0,534	10,70
500	1,069	13,37
1000	2,138	16,29
2000	4,276	19,29
4000	8,552	22,30
5000	10,690	23,27

$$A_{ground} = 10 G \log(r/15)$$

$$0 \leq G \leq 0,75 (1 - h_{eff}/12,5) \leq 0,66$$

$$r = 0,5(h_s + h_r) \text{ in assenza di barriera}$$

$$r = 0,5(h_s + h_r) + h_b \text{ in presenza di barriera}$$

$$4,00 \quad G = 0,51$$

$$13,00 \quad G = -0,03$$

$$A_{ante barriera} =$$

$$5,85$$

$$A_{post barriera} =$$

$$0,00$$

$$\text{tra (T-Top 0,5 mt)}$$

$$2$$

$$A_{barrier} = A_{ground} + A_{extra}$$

$$9,52 \text{ dBA}$$



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Dipartimento di Lodi
Via San Francesco, 13
26900 Lodi (LO)
Tel. 0371 54251
Fax 0371 542542

Lodi, 28/01/2009

prot. n. del

Class. 3.3.6

Rep. 06/09

Oggetto:

Incontro preliminare per valutazione clima acustico– lottizzazione in fase di inserimento nel nuovo PGT antistante il Poligono di tiro

Presenti:

Per ARPA: Fulvio Cremonesi, Susanna Chiodaroli, Manuela Crippa

Per la Parte: ing. Paola Zamb Barbieri via Grandi, 6 Lodi

Punti discussi

Per ciò che riguarda la valutazione del clima acustico della nuova area residenziale in corso di inserimento nel PGT, si ritiene che essa debba caratterizzare l'attività della sorgente in maniera cautelativa, rispetto ai recettori, pertanto le misure devono essere svolte in condizioni di intensa attività del poligono e devono atte a caratterizzare il recettore più esposto. Poiché attualmente non è nota l'estensione del futuro edificato, si ritiene sufficientemente cautelativa la scelta del punto 1 (si veda planimetria allegata), le misure, sia di rumore ambientale che di rumore residuo, dovranno avere durata sufficiente a caratterizzare la rumorosità della sorgente e dell'area. Si ritiene che per maggior completezza di informazioni sulla propagazione del rumore in posizioni del fronte edificato più arretrato, sia opportuno effettuare contemporaneamente, misure, anche più brevi, a maggiore distanza dalla sorgente.

In questa maniera potrà essere prevista una eventuale fascia non edificabile da utilizzare ad es. per strutture di servizio quali parcheggi.

I tecnici

Susanna Chiodaroli

Fulvio Cremonesi

Il Dirigente COD e AF
Manuela Crippa

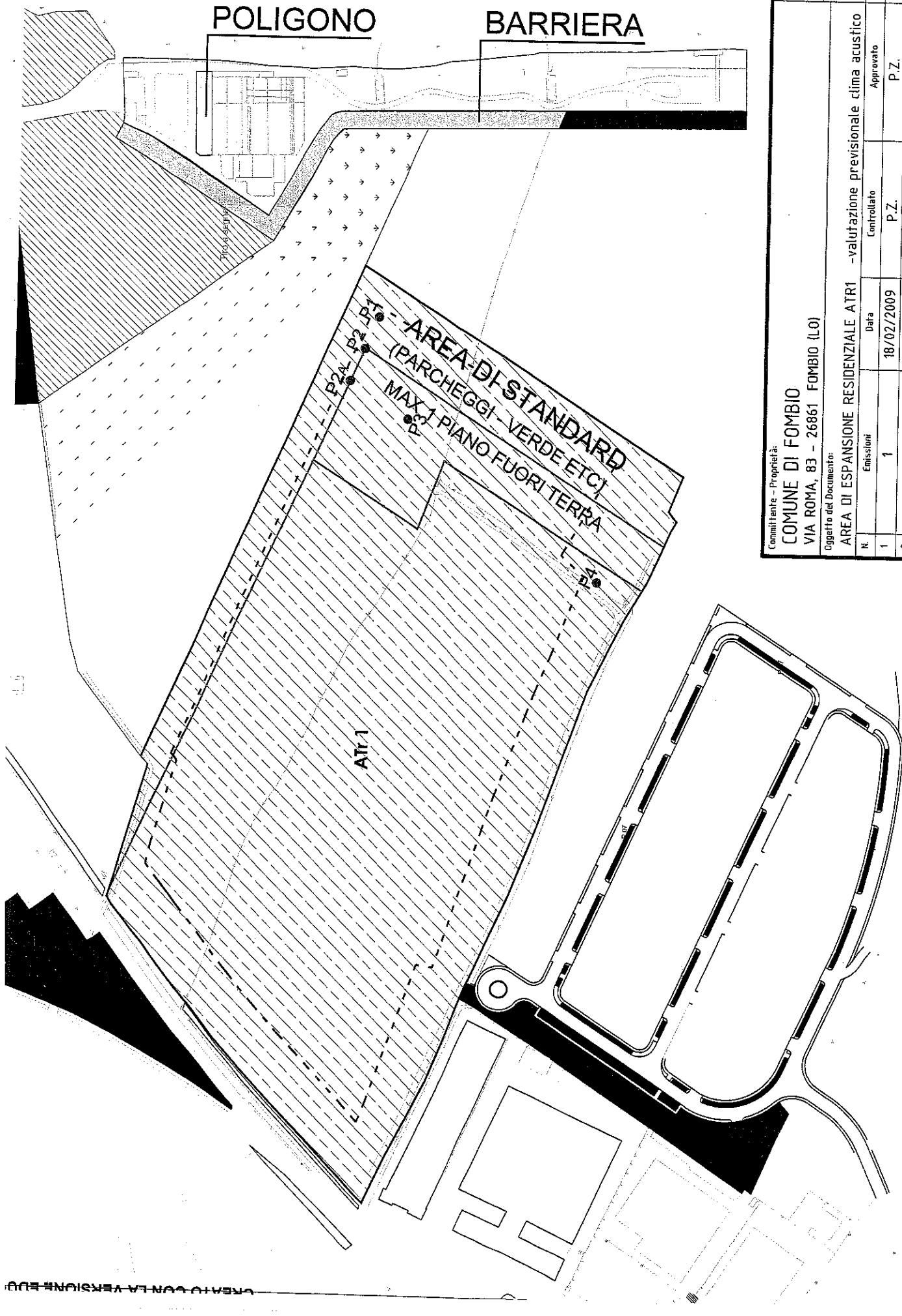
Il tecnico di parte

Ing. Paola Zamb Barbieri

CREATO CON LA VERSIONE EDUCATIVA DI UN PRODOTTO AUTODESK

CREATO CON LA VERSIONE EDUCATIVA DI UN PROTOTIPO ITALIANESCO

CREATO CON LA VERSIONE EDUCATIVA DI WORDPRESS



Commessa	1076
Scala grafica	1:2000
Il Committente	
Approvato	P.Z.

Timbro

Committente - Proprietà:
COMUNE DI FOMBIO
VIA ROMA, 83 - 26861 FOMBIO (LO)

Oggetto del Documento:

AREA DI ESPANSIONE RESIDENZIALE ATRI

N.	Emissioni	Data	Controlloato	Approvato	Il Committente
1	1	18/02/2009	P.Z.	P.Z.	
2					

Ing. Paola Zambonini

Via Grandi, 6 26900 Lodi - Tel. 0371/438060 - Fax 0371/436630
Via Carducci, 1 26845 Codogno (LO) - Tel/Fax 0377/33155