

NADIR IMMOBILIARE

PROGETTO ABB - LODI

VALUTAZIONE D'IMPATTO ACUSTICO

SOMMARIO

- 1. DESCRIZIONE GENERALE**
- 2. RIFERIMENTI GIURIDICI**
- 3. MISURE FONOMETRICHE AMBIENTALI**
- 4. IDENTIFICAZIONE SORGENTI**
- 5. MODELLO MATEMATICO**
- 6. APPLICAZIONE DEL MODELLO AL CASO SPECIFICO**
- 7. INTERVENTI DI MITIGAZIONE SONORA**
- 8. CONCLUSIONI**

Milano, 30 luglio 2014

Il responsabile, tecnico competente DGRL 4666/97,
certificato da CICIPND livello 3, procedure Accredia
Folco de Polzer

STUDIO DI ACUSTICA DE POLZER S.R.L.
Via Brioschi, 45 - 20141 MILANO
Tel./Fax 02.89512742
E-mail: info@depolzer.it
Partita I.V.A. 13373330151

Collaboratori
Marzia Graziano
Alessandra Vitale
Davide Irto

1. DESCRIZIONE GENERALE

Il progetto sul quale si esegue questa Valutazione Previsionale di Clima Acustico e di Impatto Acustico, riguarda un'area posta in adiacenza alla stazione ferroviaria. In precedenza vi si svolgeva un'attività industriale, che fornisce ancora il nome all'area.

Il progetto prevede la costruzione di torri ad uso residenziale, di una strada nuova che taglia l'area nella parte nord, separandola da una zona a parco, formata da una parte esistente ed una ceduta. Gli accessi alle singole unità sono fra loro separati. L'area centrale è destinata anch'essa a verde, il che rappresenta un piccolo elemento favorevole all'assorbimento delle onde sonore.

Le possibili sorgenti sonore presenti nello stato di fatto, sono sorgenti da traffico stradale e ferroviario. Nello stato di progetto, le condizioni del traffico stradale si modificano, come meglio illustrato dalla relazione specifica, quindi l'argomento non viene qui trattato in modo esteso.

L'intervento edilizio, al suo completamento, porterà nuovi abitanti nella zona. Dal punto di vista delle emissioni sonore, saranno rilevanti i movimenti dei veicoli, in uscita dai garages loro dedicati ed un aumento limitato del traffico sulle strade comunali circostanti, sensibile solo nelle ore di punta. La collocazione dell'area, a ridosso della stazione ferroviaria e della stazione autobus, farà sì che una parte consistente degli spostamenti avvenga secondo la mobilità dolce e con mezzi pubblici.

Lo scopo di questa relazione è di determinare quale sia il clima acustico attuale, determinare quali saranno le nuove sorgenti sonore create dalla presenza dell'insediamento, definire quali saranno le sorgenti interne di impianti al servizio degli edifici e definirne i limiti di emissione, per non produrre superamenti dei limiti acustici locali.

Le misure fonometriche ambientali rappresentano una taratura dello stato di fatto ed aiutano a capire se saranno presenti violazioni dei limiti. In linea di massima, devono essere rispettati i limiti di zona in facciata, a meno della dimostrazione della regolarità del livello notturno a finestre chiuse.

2. RIFERIMENTI GIURIDICI

La normativa giuridico amministrativa è composta dal complesso delle norme derivate dalla legge quadro sull'inquinamento acustico. Si riporta l'elenco.

- LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N. 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DECRETO MINISTERIALE 11 DICEMBRE 1996: Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo
- D.M.31 OTTOBRE 1997: Metodologia di misura del rumore aeroportuale
- D.P.C.M. 14 NOVEMBRE 1997: Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore

- D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997: Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- D.P.R. 11 DICEMBRE 1997, N. 496: Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili
- DECRETO MINISTERIALE 16 MARZO 1998: Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico
- D.P.C.M. 31 MARZO 1998: Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di 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" .
- D.P.R. 18 NOVEMBRE 1998, N. 459: Regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11, L. 447/1995, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario
- LEGGE 9 DICEMBRE 1998, N. 426: pubblicata il 14\12\98 : "Nuovi interventi in campo ambientale." Gazzetta Ufficiale - Serie generale n. 291 di Lunedì, 14 dicembre 1998
- D. M. 29 novembre 2000: Criteri per la predisposizione, da parte delle società e dagli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- D.P.R. 30 MARZO 2004, N. 142: Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare.
- Piano di classificazione acustica del Comune di Lodi.

In particolare sono rilevanti le norme della l.447/95, coi decreti esecutivi sui limiti e sulle tecniche di misura. Il decreto sul rumore ferroviario stabilisce i limiti e le fasce di pertinenza acustica della ferrovia, il d.p.r. 142/04, definisce limiti e fasce di pertinenza per le strade, nelle diverse categorie funzionali.

L'area di intervento si trova collocata per la maggior parte in III classe, limiti di immissione pari a 60 dB(A) di giorno e 50 da B(A) di notte. La parte più a nord si trova in IV classe e nella prima fascia di pertinenza ferroviaria, di 100 metri con limiti di 70 dB(A) di giorno e 60 dB(A) di notte. La seconda fascia, di 150 metri, ha limiti di 65/55 dB(A) di giorno e di notte rispettivamente.

3. MISURE FONOMETRICHE AMBIENTALI

Per la determinazione del livello sonoro ambientale, sono state eseguite le misure fonometriche ambientali, della durata di 24 ore, in periodo feriale. Si tenga conto che il mese di luglio non corrisponde alle punte di traffico, poiché le scuole sono chiuse e manca una parte della popolazione. Va anche precisato che la scala dei decibel è logaritmica. Significa che il raddoppio eventuale del traffico, a parità di altre condizioni, può portare ad un aumento del livello pari a 3 dB. Quindi la variazione di 10/15% del traffico porta aumenti di pochi decimali di dB, largamente all'interno del margine di accuratezza delle misure.

Si fa presente che la percentuale considerata è inferiore al 30% valutato in aumento nello studio di traffico, poiché le valutazioni sul traffico devono tenere conto anche di un'area vasta, mentre, valutando l'area più ristretta, si considerano prevalenti le ragioni locali di movimento. Il pendolarismo ferroviario ha variazioni legate al mese di agosto più che alle scuole primarie e secondarie, tanto che l'orario ferroviario non cambia.

Nelle tabelle allegate e nei grafici si trovano i valori misurati.

Le misure sono state eseguite con l'impiego di tre fonometri integratori in tempo reale con elevata capacità di memoria e gamma dinamica. La gamma dinamica consente di cogliere i fenomeni sonori con livelli di rumorosità molto diversi tra loro.

La strumentazione utilizzata è stata la seguente:

- Calibratore di classe 2 Larson Davis CAL 200 s.n.: 4128; certificato di taratura n.32293-A emesso da L.C.E. s.r.l. il 02/09/2013.
- Fonometro integratore, "Real Time Analyzer" Larson Davis 831 s.n.: 1974, conforme alla classe 1 secondo norme EN 60651- 1994, EN 60804 - 1994, EN 61260 - 1995, EN 61094-1-2-3-4, preamplificatore Larson Davis PRM831 s.n.: 015251, microfono PCB Piezotronics mod. PCB 377B02 s.n.: 126102, certificato di taratura n. 32296-A emesso da Spectra s.r.l. il 02/09/2013.
- Fonometro integratore, "Real Time Analyzer" Larson Davis 831 s.n.: 1980, conforme alla classe 1 secondo norme EN 60651- 1994, EN 60804 - 1994, EN 61260 - 1995, EN 61094-1-2-3-4, preamplificatore Larson Davis PRM831 s.n.: 015253, microfono PCB Piezotronics mod. PCB 377B02 s.n.: 111975, certificato di taratura n. 32297-A emesso da Spectra s.r.l. il 02/09/2013.
- Fonometro integratore, "Real Time Analyzer" Larson Davis 831 s.n.: 1873, conforme alla classe 1 secondo norme EN 60651- 1994, EN 60804 - 1994, EN

61260 - 1995, EN 61094-1-2-3-4, preamplificatore Larson Davis PRM831 s.n.: 012611, microfono PCB Piezotronics mod. PCB 377B02 s.n.: 110571, certificato di taratura n. 32294-A emesso da Spectra s.r.l. il 02/09/2013.

- Programma di elaborazione dati Noise & Vibration Work fornito da Spectra.

Il microfono posto alla sommità di uno stativo è stato collegato con il fonometro per mezzo di un cavo di prolunga microfonica della lunghezza pari a 5 metri. La distanza da altre superfici riflettenti è sempre stata superiore ad 1 metro.

Le catene di misura utilizzate sono di classe 1, conformi alle normative vigenti e agli standard I.E.C. (International Electrotechnical Commission) EN 60651- 1994, EN 60804 - 1994, EN 61260 - 1995, EN 61094-1-2-3-4, e sono state oggetto di verifiche di conformità presso laboratori accreditati da un servizio di taratura nazionale (art. 2.3 D.M. 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”) . La catena di misura è anche conforme alle norme I.E.C. 29-10 ed EN 60804/1194.

La strumentazione è stata calibrata, prima e dopo ciascuna campagna di rilevamenti, ad una pressione costante di 114-94 dB con calibratore di livello sonoro di precisione Larson Davis CAL 200 ed il valore della calibrazione finale non si è discostato rispetto alla precedente calibrazione per una grandezza superiore od uguale a 0,5 dB.

Durante le misure acustiche sono state rilevate:

- il livello di rumorosità complessiva durante il tempo di misura espresso in LAeq e andamento della rumorosità nel tempo;
- la presenza eventuale di componenti tonali;
- i livelli statistici cumulativi (L 99, L95, L 90, L 50, L 10, L 1) , in modo da fornire informazioni sulla frequenza con cui si verificano, nel periodo di osservazione, gli eventi sonori.

In particolare i livelli statistici identificano il livello di rumorosità superato in relazione alla percentuale scelta rispetto al tempo di misura. Ad esempio L90 corrisponde al livello di rumore superato per il 90% del tempo di rilevamento.

Nella terminologia corrente si definisce L1 “livello di picco” poiché identifica i livelli dei picchi più elevati. Si definisce L90 il “livello di fondo” poiché identifica il livello di rumore di fondo presente nell’arco della misura.

Durante le misure si è sempre fatto uso di cuffia di protezione antivento.

Sorgenti aleatorie sono state mascherate o eluse (allegato A, D.M. 16 marzo 1998: “Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico”).

La rappresentatività dei risultati del monitoraggio acustico è subordinata alla presenza delle condizioni sonore presenti all'atto dei rilievi.

L'incertezza delle misure eseguite è in funzione della frequenza misurata e può essere riassunta nella tabella seguente.

<i>Centro banda dei filtri ad un terzo d'ottava (Hz)</i>	<i>Deviazione standard σ dal valore di aspettazione (dB)</i>
Da 20 a 160	2,0
Da 200 a 630	1,5
Da 800 a 5000	1,0
da 6300 a 10000	1,5

Il valore globale di incertezza che si ottiene osservando la tipologia spettrale dell'emissione delle sorgenti è di circa 1.5 dB. L'incertezza dovuta alla catena di misura è pari a 0,7 dB, secondo le norme EN citate. Tenendo conto di entrambi i fattori di incertezza sopra descritti, si ottiene una incertezza complessiva pari a +/- 2,2 dB.

4. IDENTIFICAZIONE SORGENTI

L'analisi dei grafici delle misure, ha permesso di riconoscere una serie di distinte sorgenti sonore.

Si tratta di traffico veicolare leggero, veicoli pesanti, soprattutto autobus, elementi atmosferici (che sono stati mascherati), grilli (riconoscibili per le armoniche ad 8 kHz e 16 kHz, passeriformi stanziali (evidenti nelle ore attorno all'alba).

Diversa è ovviamente la rilevanza per le differenze tra ante e post operam.

Ci si può attendere una diminuzione dell'avifauna perché i giardini regolati sono meno ricchi di cibo rispetto alle aree abbandonate come l'attuale. D'altra parte vi saranno dei movimenti di veicoli leggeri in più, a causa del carico di residenti, una parte dei quali utilizzerà il mezzo privato. Non vi è previsione di aumento dei mezzi pesanti.

Queste valutazioni, derivanti dallo studio di traffico, permettono di valutare le variazioni da applicare alle sorgenti nella condizione post operam.

5. MODELLO MATEMATICO

In questo capitolo viene trattato il metodo generale di funzionamento di un modello matematico previsionale, facendo però riferimento al caso specifico.

Il programma utilizzato per i calcoli di previsione della rumorosità dovuta alle sorgenti riconducibili al nuovo impianto è Sound Plan 7.3, che si serve del metodo del "ray tracing". Con questo metodo si contraddistingue una sorgente puntiforme, superficiale o lineare, attraverso l'utilizzo di un numero finito di raggi sonori emessi, con propagazione sferica. I raggi simulano la propagazione delle onde sonore.

Il campo acustico risultante, dipende dagli assorbimenti e dalle riflessioni contro il terreno e gli altri ostacoli incontrati lungo il cammino, in modo analogo alla propagazione dell'ottica geometrica, compresi gli effetti di diffusione e diffrazione al contorno dei solidi. Ogni raggio porta con sé una parte dell'energia acustica della sorgente sonora. L'energia emessa viene perduta lungo il percorso per effetto dell'assorbimento delle superfici presenti, per divergenza geometrica, per assorbimento atmosferico. La diminuzione dell'energia per propagazione del suono in aria, è correlata alla dispersione di energia causata dalle collisioni delle molecole d'aria tra loro. Ogni collisione disperde una piccola parte dell'energia e provoca un numero sempre maggiore di collisioni.

Nell'area considerata di interesse per il calcolo, il campo acustico sarà il risultato della somma delle energie acustiche degli "n" raggi che giungono al ricettore, determinando i livelli immessi in tutta l'area in esame. Si determinano anche i livelli in tutta l'area in esame, rappresentandoli con isofone colorate, a passi di 5 dB, alla quota convenzionale di 4 metri da terra. Si presenterà anche una sezione di mappa per mostrare l'andamento delle isofone in verticale.

Il modello matematico, fa riferimento alle normative internazionali sulla attenuazione del suono nell'ambiente esterno (ISO 9613 - 2).

Le norme ISO contengono una serie di formule che regolano la propagazione e permettono di calcolare il risultato nell'area in esame, con un'accuratezza nota.

Lo scopo di tale metodologia è la determinazione del **livello continuo equivalente ponderato A** della pressione sonora, come descritto nelle ISO 1996/1-2-3 per condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono da sorgenti di potenza nota.

Si considera che il ricettore si trovi sottovento alla sorgente, quindi nelle condizioni più sfavorevoli, come specificato dalla ISO 1996/2 (parte 5.4.3.3)

Le sorgenti di rumore più estese devono essere rappresentate da un insieme di sezioni, ognuna con una certa potenza sonora e direttività.

Un gruppo di sorgenti puntiformi può essere descritto da una sorgente puntiforme equivalente situata nel mezzo del volume complessivo, nel caso in cui:

- la sorgente abbia approssimativamente la stessa intensità ed altezza rispetto al terreno;
- la sorgente si trovi nelle stesse condizioni di propagazione verso il punto di ricezione;
- la distanza fra il punto rappresentativo e il ricevitore (d) sia maggiore del doppio del diametro massimo dell'area della sorgente (D) cioè $d > 2D$.

Il **livello medio di pressione sonora** al ricevitore in condizioni di sottovento viene calcolato per ogni sorgente puntiforme (specifiche IEC 255) con:

$$L_{downwind} = L_{WD} - A$$

L_{WD} è il livello effettivo di potenza sonora nella direzione di propagazione

$L_{downwind}$ è definito come:

$$L_{downwind} = 10 \log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} 1 dt$$

Il fattore A è l'attenuazione che l'energia sonora subisce durante la propagazione ed è composta dai seguenti contributi:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ground} + A_{refl} + A_{screen} + A_{misc}$$

dove:

A_{div} = Attenuazione dovuta alla divergenza geometrica

A_{atm} = Attenuazione dovuta all'assorbimento dell'aria

A_{ground} = Attenuazione dovuta all'effetto del suolo

A_{screen} = Attenuazione causata da effetti schermanti

A_{refl} = Attenuazione dovuta a riflessioni da parte di ostacoli

A_{misc} = Attenuazione dovuta ad altri effetti

La ponderazione A può essere applicata singolarmente ad ognuno dei suddetti contributi oppure, in un secondo momento, alla somma fatta per ogni banda di ottava.

Il livello continuo equivalente è il risultato della somma dei singoli livelli di pressione che sono stati ottenuti per ogni sorgente in ogni banda di frequenza.

Il livello effettivo di potenza sonora nella direzione di propagazione L_{WD} è dato dal livello di potenza in condizioni di campo libero LW più un termine che tiene conto della direttività di una sorgente.

DC quantifica la variazione dell'irraggiamento verso più direzioni, di una sorgente direzionale in confronto alla medesima non-direzionale.

$$L_{WD} = L_w + DC$$

Per una sorgente puntiforme non direzionale il contributo di DC è uguale a 0 dB. La correzione DC è data dall'indice di direttività della sorgente DI più un indice K0 che tiene conto dell'emissione in un determinato angolo solido.

Per una sorgente con radiazione sferica in uno spazio libero K0 = 0 dB, quando la sorgente è vicina ad una superficie riflettente che non è il terreno K0 = 3 dB, quando la sorgente è di fronte a due piani riflettenti perpendicolari, uno dei quali è il terreno K0 = 3 dB, se nessuno dei due è il terreno K0 = 6 dB, con sorgente di fronte a tre piani perpendicolari, uno dei quali è il terreno K0 = 6 dB, con sorgente di fronte a tre piani riflettenti, nessuno dei quali è il terreno, K0 = 9 dB.

Il termine di **attenuazione per divergenza** geometrica è valutabile teoricamente:

$$A_{div} = 20 \log (d/d_0) + 11$$

dove d è la distanza fra la sorgente e il ricevitore in metri e d0 è la distanza di riferimento pari a 1 m.

L'assorbimento dell'aria è definito come:

$$A_{atm} = \alpha d/1000$$

dove d è la distanza di propagazione espressa in metri, mentre α è il coefficiente di attenuazione atmosferica in dB/km.

Il coefficiente di attenuazione atmosferica dipende principalmente dalla frequenza del suono, dalla temperatura ambientale e dall'umidità relativa dell'aria e solo in misura minore dalla pressione atmosferica.

L'attenuazione dovuta all'effetto suolo consegue dall'interferenza fra il suono riflesso dal terreno e il suono che si propaga imperturbato direttamente dalla sorgente al ricevitore. Per questo metodo di calcolo, la superficie del terreno fra la sorgente e il ricevitore dovrà essere piatta, orizzontale o con una pendenza costante. In alternativa si dovrà disegnare nel modello una spezzata che riproduca nel modo più accurato possibile, le variazioni delle pendenze.

Distinguiamo tre principali regioni di propagazione: la regione della sorgente, la regione del ricevitore e quella intermedia.

Ciascuna di queste zone può essere descritta con un fattore legato alle specifiche caratteristiche di riflessione.

Il metodo per il calcolo delle attenuazioni del terreno può far uso di una formula più semplificata, legata semplicemente alla distanza d tra ricevitore e sorgente e all'altezza media dal suolo del cammino di propagazione h_m :

$$A_{ground} = 4,8 - (2 h_m / d)(17 + (300/d))$$

Il termine di **attenuazione per riflessione** si riferisce a quelle superfici più o meno verticali, come le facciate degli edifici, che determinano un aumento del livello di pressione sonora al ricevitore. Le riflessioni determinate dal terreno non vengono prese in considerazione.

Un termine importante, utilizzato nelle metodologie di calcolo previsionale, è **l'attenuazione dovuta alla presenza di ostacoli** (schermo, barriera o dossi poco profondi).

La barriera deve essere considerata una superficie chiusa e continua senza interruzioni. La sua dimensione orizzontale perpendicolare alla linea sorgente-ricevitore deve essere maggiore della lunghezza d'onda λ alla frequenza di centro banda per la banda d'ottava considerata.

Per gli standard a disposizione l'attenuazione dovuta all'effetto schermante sarà data dalla "insertion loss", ovvero dalla differenza fra i livelli di pressione misurati al ricevitore in una specifica posizione con e senza la barriera.

Vengono tenuti in considerazione gli effetti di diffrazione dei bordi della barriera (barriere spesse). Quando si è in presenza di più di due schermi si scelgono i due schermi più efficaci e si trascurano gli altri.

Il termine di **attenuazione mista** terrà conto dei diversi contributi dovuti a molteplici effetti:

- attenuazione dovuta a propagazione attraverso fogliame;
- attenuazione dovuta alla presenza di insediamenti di grandi dimensioni, per diffrazione dovuta ai diversi edifici o installazioni presenti;
- attenuazione dovuta alla propagazione attraverso un insediamento urbano, per effetto schermante o riflettente delle case.

L'accuratezza del calcolo previsionale, considerati tutti gli elementi in gioco, può essere valutata in +/- 2,5 dB.

6. APPLICAZIONE DEL MODELLO AL CASO SPECIFICO

Si effettua anzitutto la taratura del modello, che serve a verificare di aver correttamente inserito le grandezze presenti, le dimensioni, le caratteristiche fisiche di riflessione od assorbimento degli edifici, le condizioni dell'area in esame e dell'asfalto delle strade.

Per detta taratura si deve disporre dei valori dei flussi di traffico classificati, sulle strade circostanti l'area, oltre che dei flussi dei convogli ferroviari. La norma RLS90 permette, noti i flussi, divisi in leggeri e pesanti, oltre alle velocità, di calcolare l'intensità delle

emissioni sonore; il sistema calcola la propagazione e fornisce i valori nei punti esatti nei quali si trovavano i microfoni, che rappresentano il punto di taratura.

Le misure fonometriche riporteranno le emissioni di queste sorgenti ma anche i vari rumori naturali, particolarmente rilevanti nell'area in esame, dove la natura sta per riprendere il sopravvento sulle costruzioni. I dati raccolti nelle misure, permettono di esaminare il sonogramma, che rappresenta l'andamento delle diverse frequenze nel tempo. Si possono quindi individuare gli eventi legati al traffico ferroviario e stradale, dalle frequenze emesse, lasciando gli altri eventi che comunque formano il livello globale notturno.

Si esegue un primo confronto con i limiti acustici di zona, con quelli della ferrovia e delle strade eventualmente classificate. Si ha la possibilità di affinare l'attribuzione delle caratteristiche di riflessione o fonoassorbimento alle superfici presenti, anche grazie alle foto ed alle informazioni che il tecnico fonometrista ha raccolto sul posto.

Lo studio del traffico post operam, ci fornisce invece gli sviluppi e l'influenza che l'insediamento avrà sul traffico stradale. Non è prevista alcuna influenza sul traffico ferroviario.

Si inseriscono nel modello Sound - Plan le intensità delle nuove sorgenti sonore e si ripetono i calcoli di propagazione sonora. Il confronto coi limiti determina le eventuali necessità d'intervento.

Nel caso in esame, le condizioni di emissione delle strade sono già consistenti, il traffico indotto è percentuale piccola rispetto a quello esistente, come si evince anche dallo studio di traffico.

Gli aumenti dei livelli sonori, ben visibili sui ricettori esterni all'area, sono molto modesti, da zero ad 1,5 dB.

Nella tabella 2, valori post operam, i livelli calcolati vengono confrontati con i limiti di zona, mettendo in evidenza i superamenti in corrispondenza delle facciate più esposte, al piano al quale corrisponde il livello più elevato. Non vi saranno presumibilmente superamenti maggiori di quelli indicati. Negli allegati sono indicati i punti di calcolo, uno per piano e per facciata. Il significato del colore è ricavabile dalla legenda colorata, il che mostra chiaramente che i livelli sulle altre facciate saranno più ridotti.

Considerando che gli incrementi dei livelli di traffico prodotti dall'insediamento sono modesti, gli incrementi di livello sonori sono valutabili in pochi decimali nei punti più esposti.

7. INTERVENTI DI MITIGAZIONE SONORA

Quando si verificano dei superamenti dei limiti acustici, in corrispondenza della facciata di abitazioni, si affronta la procedura d'individuazione degli interventi utili ed efficaci per riportare i livelli entro detti limiti.

Il primo passaggio, si veda il D.M. Ambiente 29 novembre 2000, consiste nel verificare la fattibilità di interventi sulle sorgenti sonore. I veicoli sono sottoposti alla normativa europea, che prevede diminuzioni progressive delle emissioni sonore, diluite nel tempo, da applicare ai nuovi modelli. Evidentemente il promotore del PII non ha modo di influire su questo elemento.

Il secondo passo consiste nel verificare se interventi lungo la linea di propagazione del suono possano essere efficaci per la riduzione dei livelli di facciata.

In ambito urbano le barriere non sono proponibili. Si consideri solamente l'altezza che dovrebbero avere per dare risultati adeguati: quasi pari a quella dell'edificio.

Rimane l'intervento sui ricettori. Questa espressione si può sintetizzare in "aumento della resistenza di facciata. Il d.p.r. 142/04, stabilisce che, se il livello sonoro notturno, all'interno del locale più colpito, misurato in mezzo alla stanza a finestre chiuse, è inferiore ai 40 dB(A) nel periodo notturno, il risanamento si intende effettuato.

Altro decreto, il d.p.c.m. 5/12/97, che disciplina i requisiti acustici passivi degli edifici, stabilisce che le facciate debbano avere un indice d'isolamento acustico pari o superiore a D_{2m} 40 dB. Trattandosi di prescrizione di legge, si è certi che tale valore d'isolamento corrisponderà al minimo esistente su tutte le facciate.

Per comprendere quale sarà il livello interno, dobbiamo valutare che il valore indice non corrisponde esattamente al valore in dB(A) d'isolamento, un indice di 40 dB corrisponde a circa 34/35 dB(A).

A questo punto è sufficiente sottrarre al valore del livello calcolato in facciata, i prudenziali 34 dB in scala A, per avere chiaro quale sarà il livello interno notturno nel locale più esposto.

Considerando i peggiori di questi, Haus 083 R5, come House 090 R7, con un valore di 61,6 e 61,5 dB, sottraendo 34 dB, si giunge a valori interni pari a 27,6 e 27,5 dB(A) prevedibili nel post operam.

Essendo estremamente ampia la distanza dai 40 dB(A) prescritti si può essere assolutamente certi del risultato finale.

Gli edifici, a queste condizioni, rispetteranno le leggi acustiche.

E' necessario precisare che, in corrispondenza dei ricettori esterni all'area, che si trovano all'interno della fascia di pertinenza di viale S. Angelo, non si verificano superamenti dei limiti.

8. CONCLUSIONI

E' stata indagata la condizione "stato di fatto", per comprenderne le dinamiche. Lo stato di progetto, post operam, è stato costruito utilizzando i dati di traffico, i calcoli dell'intensità delle sorgenti da traffico stradale e ferroviario, riconoscendo poi le sorgenti terze rispetto a quelle citate. Il traffico indotto è stato derivato dallo studio del traffico, che ha simulato la condizione post operam, comprendente i flussi creati dall'insediamento.

Il modello matematico ha permesso di calcolare la propagazione del suono nell'ambiente, di stabilire punti di ricezione su tutte le facciate degli edifici previsti, di confrontare i punti più sfavoriti con i limiti fissati dal Piano di Zonizzazione acustica del Comune di Lodi e dalle fasce di pertinenza delle strade classificate e della ferrovia.

Constatata l'esistenza di superamenti dei limiti di zona di immissione, in corrispondenza di alcuni degli edifici, alle facciate più esposte, è stata verificata la procedura contenuta nel decreto 142/04 per la determinazione del livello sonoro interno, utilizzando i valori minimi d'isolamento fissati dal d.p.c.m. 5/12/97. Anche in caso di variazioni di legge le facciate dovranno rispettare l'attuale limite.

Il livello interno calcolato è largamente inferiore al valore richiesto dal citato decreto.

Nella condizione post operam, ad intervento completato, nelle condizioni del progetto, non vi saranno violazioni dei limiti acustici ambientali.

.....

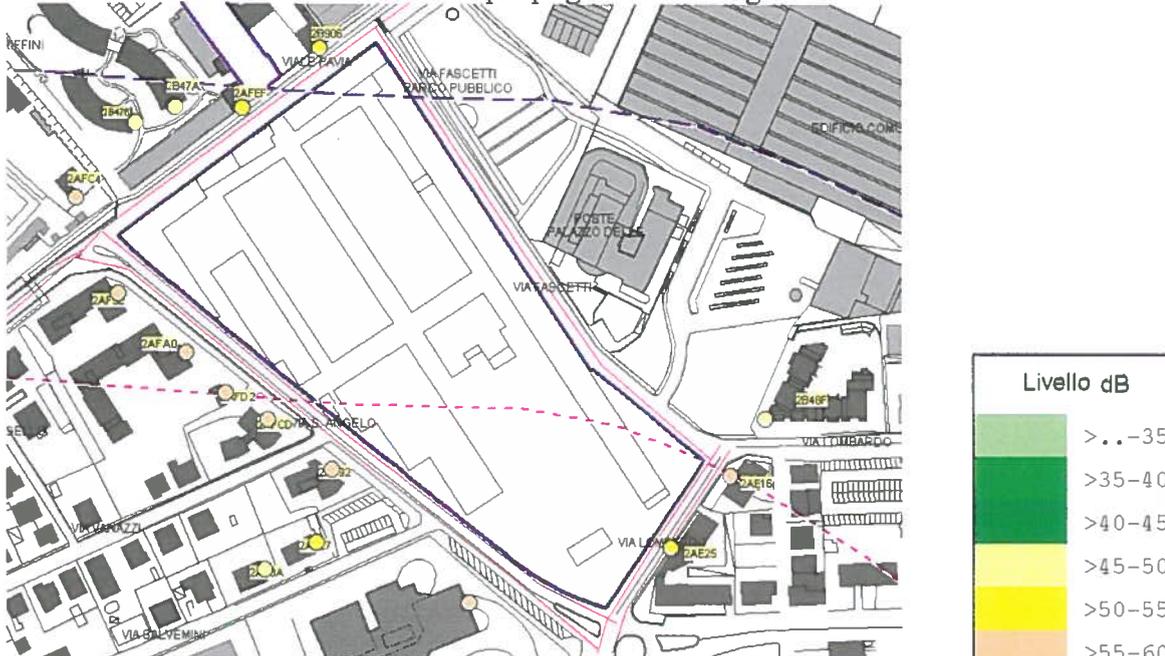
.....

Tabelle di sintesi dei valori ai ricettori intorno all'area di intervento nella simulazione ante operam e post operam

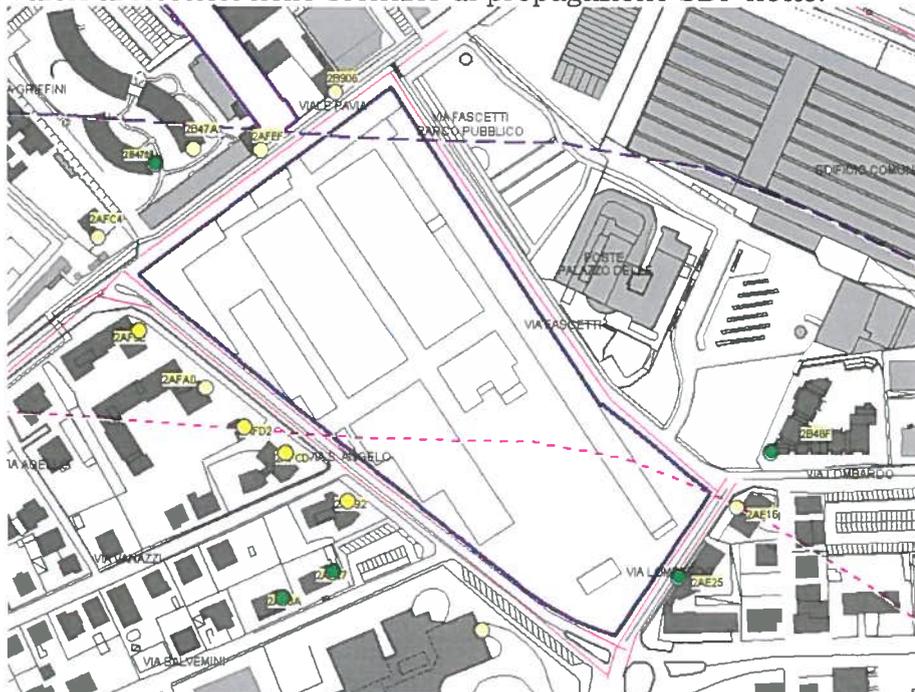
Tabella 1 Tabella di sintesi dei valori delle misure di rumore e nella simulazione ante operam

Tabella riassuntiva misure fonometriche Lodi			simulazione SDF		delta	
Punto di misura	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)
P1	56,7	47,6	58,4	48,6	1,7	1,0
P2	58,3	51,7	59,3	52,1	1,0	0,4
P3	56,2	49,6	55,2	48,3	-1,0	-1,3
P4	62,4	55,5	62,6	54,7	0,2	-0,8

Valori ai ricettori nello scenario di propagazione SDF giorno:



Valori ai ricettori nello scenario di propagazione SDF notte:



Legenda sintetica

Direzione: la direzione geografica verso la quale è rivolta la facciata più esposta dell'edificio;

Limiti: valori limiti di immissione da rispettare

Periodo diurno = Livello diurno ;

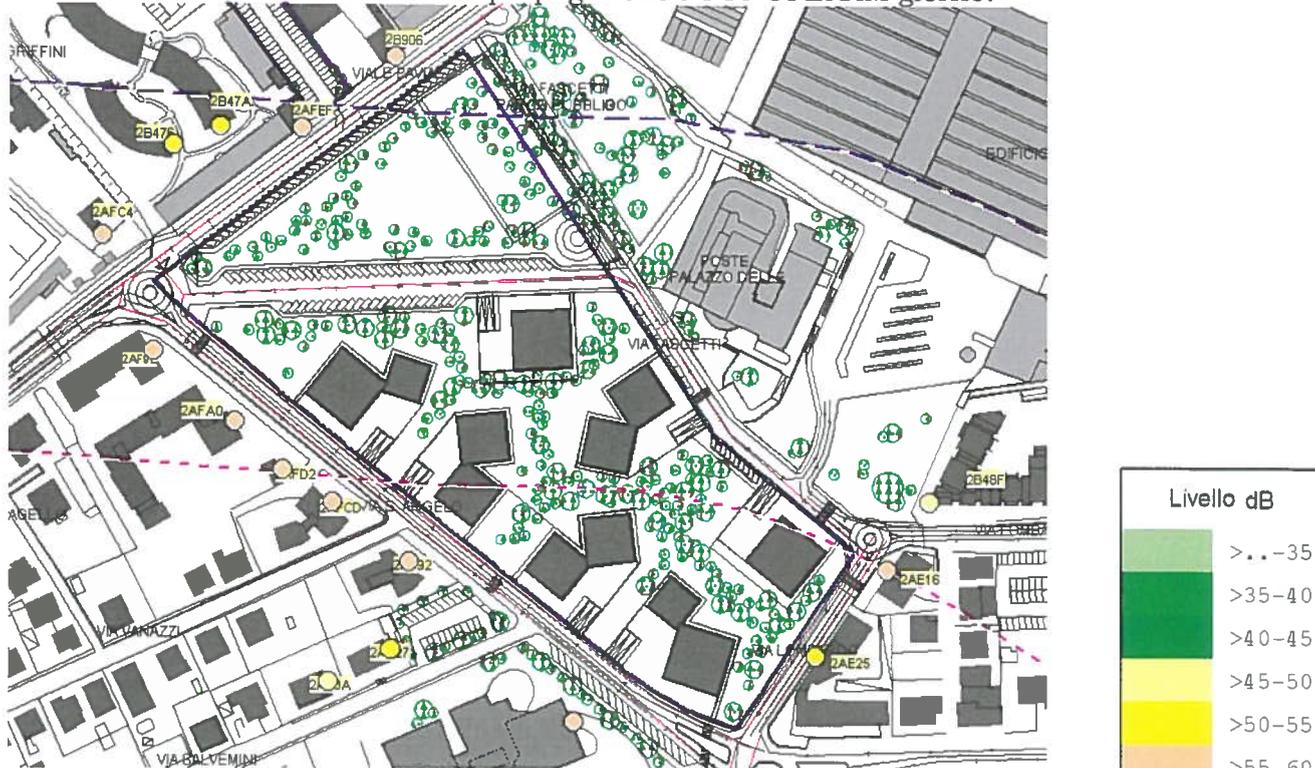
Periodo notturno = livello notturno;

delta = differenza tra i limiti e i valori ottenuti dalla simulazione: segno meno = in regola; segno + = superamento;

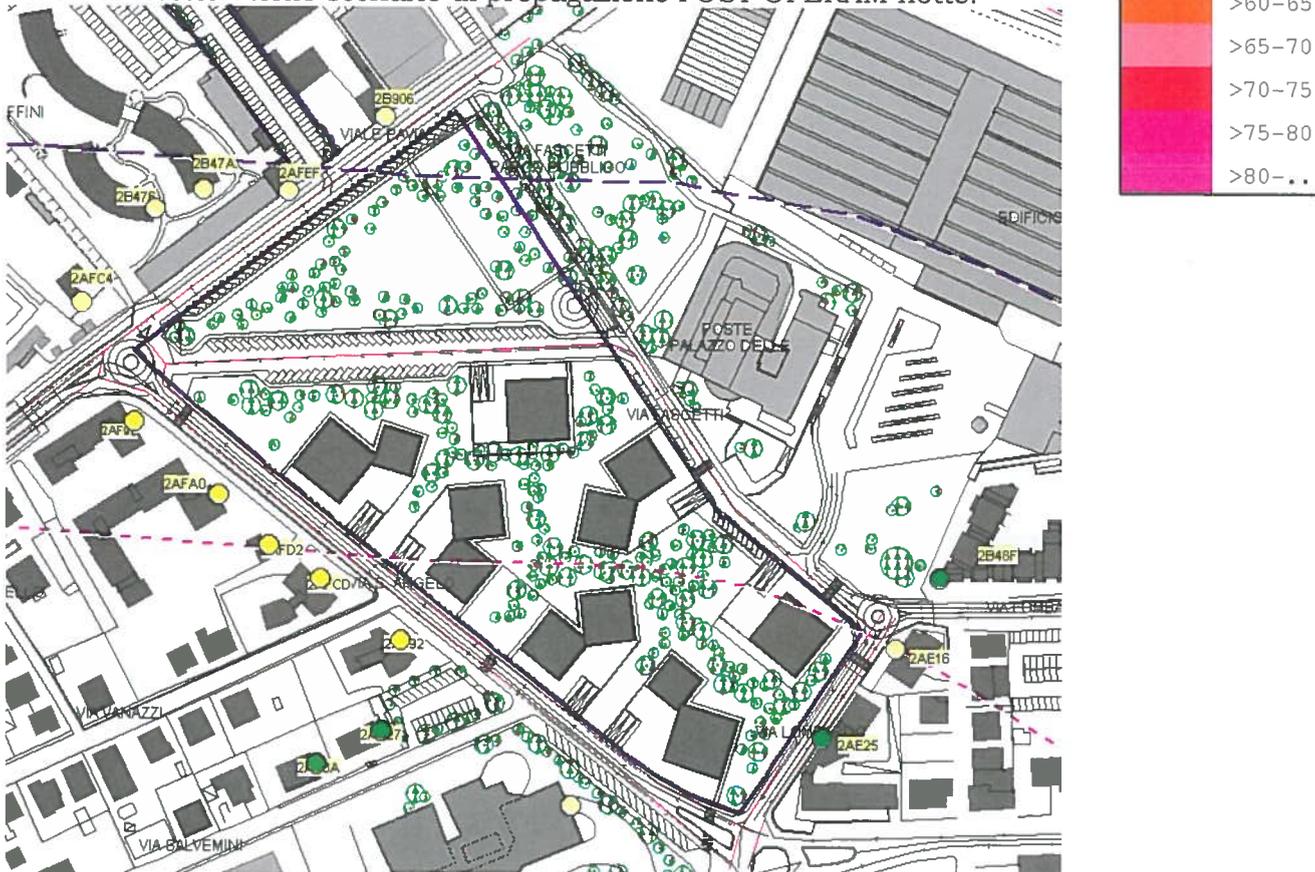
Tabella 1.1 Valori di superamento Scenario di simulazione ante operam

ID ricettore	Nome ricettore , piano e direzione	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)	delta	
						Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)
IPkt087	scuola PT	57,4	49,5	50,0	40,0	7,4	
IPkt088	scuola P1	57,4	49,5	50,0	40,0	7,4	
IPkt089	scuola P2	57,2	49,4	50,0	40,0	7,2	
IPkt015	2AF92 P1 N/E	60,5	52,7	60,0	50,0	0,5	2,7
IPkt016	2AF92 P2 N/E	60,0	52,3	60,0	50,0	0,0	2,3
IPkt017	2AF92 P3 N/E	59,6	52,0	60,0	50,0	-0,4	2,0
IPkt018	2AF92 P4 N/E	58,6	51,1	60,0	50,0	-1,4	1,1
IPkt019	2AF92 P5 N/E	57,9	50,5	60,0	50,0	-2,1	0,5
IPkt025	2AFCD P1 N/E	60,3	52,5	60,0	50,0	0,3	2,5
IPkt026	2AFCD P2 N/E	59,8	52,2	60,0	50,0	-0,2	2,2
IPkt027	2AFCD P3 N/E	59,4	51,9	60,0	50,0	-0,6	1,9
IPkt028	2AFCD P4 N/E	58,8	51,4	60,0	50,0	-1,2	1,4
IPkt029	2AFCD P5 N/E	57,8	50,5	60,0	50,0	-2,2	0,5
IPkt034	2AFA0 P1 N/E	60,1	52,4	60,0	50,0	0,1	2,4
IPkt035	2AFA0 P2 N/E	59,7	52,1	60,0	50,0	-0,3	2,1
IPkt036	2AFA0 P3 N/E	59,3	51,8	60,0	50,0	-0,7	1,8
IPkt037	2AFA0 P4 N/E	58,8	51,4	60,0	50,0	-1,2	1,4
IPkt041	2AF9E P1 N/E	60,1	52,4	60,0	50,0	0,1	2,4
IPkt042	2AF9E P2 N/E	59,6	52,1	60,0	50,0	-0,4	2,1
IPkt043	2AF9E P3 N/E	59,1	51,7	60,0	50,0	-0,9	1,7
IPkt044	2AF9E P4 N/E	58,4	51,2	60,0	50,0	-1,6	1,2
IPkt045	2AF9E P5 N/E	57,4	50,5	60,0	50,0	-2,6	0,5

Valori ai ricettori nello scenario di propagazione POST OPERAM giorno:



Valori ai ricettori nello scenario di propagazione POST OPERAM notte:



Legenda sintetica

Direzione: la direzione geografica verso la quale è rivolta la facciata più esposta dell'edificio;

Limiti: valori limiti di immissione da rispettare

Periodo diurno = Livello diurno ;

Periodo notturno = livello notturno;

delta = differenza tra i limiti e i valori ottenuti dalla simulazione: segno meno = in regola; segno + = superamento;

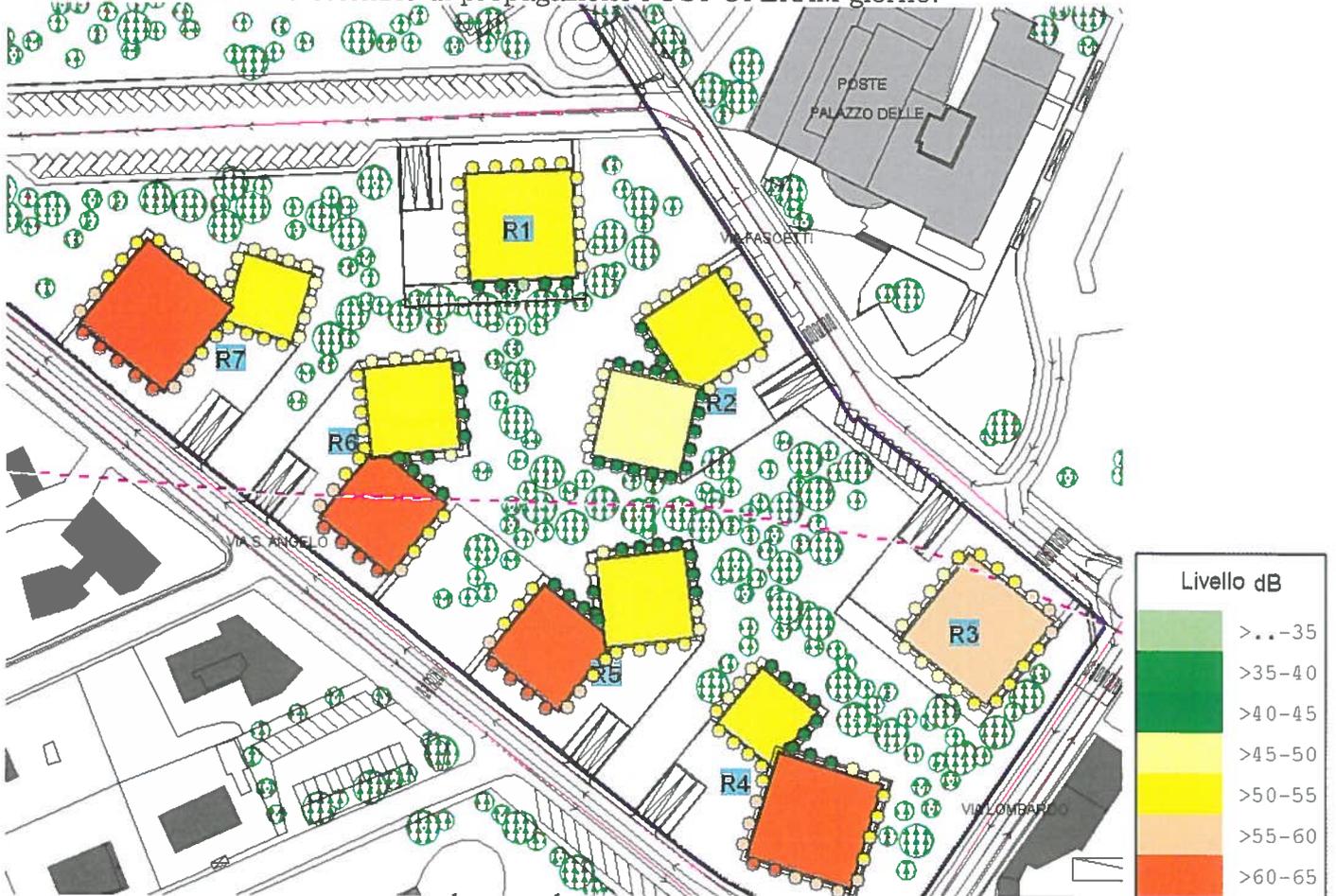
Tabella 1.2 Valori di superamento Scenario di simulazione post operam

ID ricettore	Nome ricettore , piano e direzione	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)	delta	
						Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)
IPkt087	scuola PT	57,5	49,5	50,0	40,0	7,5	
IPkt088	scuola P1	57,4	49,5	50,0	40,0	7,4	
IPkt089	scuola P2	57,3	49,3	50,0	40,0	7,3	
IPkt015	2AF92 P1 N/E	61,2	53,5	60,0	50,0	1,2	3,5
IPkt016	2AF92 P2 N/E	60,9	53,2	60,0	50,0	0,9	3,2
IPkt017	2AF92 P3 N/E	60,5	52,8	60,0	50,0	0,5	2,8
IPkt018	2AF92 P4 N/E	60,0	52,4	60,0	50,0	0,0	2,4
IPkt019	2AF92 P5 N/E	59,5	51,9	60,0	50,0	-0,5	1,9
IPkt020	2AF92 P6 N/E	59,0	51,5	60,0	50,0	-1,0	1,5
IPkt025	2AFCD P1 N/E	60,9	53,2	60,0	50,0	0,9	3,2
IPkt026	2AFCD P2 N/E	60,6	52,9	60,0	50,0	0,6	2,9
IPkt027	2AFCD P3 N/E	60,3	52,6	60,0	50,0	0,3	2,6
IPkt028	2AFCD P4 N/E	59,8	52,3	60,0	50,0	-0,2	2,3
IPkt029	2AFCD P5 N/E	59,4	51,9	60,0	50,0	-0,6	1,9
IPkt030	2AFD2 P1 N/E	58,1	50,6	60,0	50,0	-1,9	0,6
IPkt032	2AFD2 P2 N/E	58,0	50,5	60,0	50,0	-2,0	0,5
IPkt034	2AFA0 P1 N/E	60,8	53,2	60,0	50,0	0,8	3,2
IPkt035	2AFA0 P2 N/E	60,5	53,0	60,0	50,0	0,5	3,0
IPkt036	2AFA0 P3 N/E	60,1	52,7	60,0	50,0	0,1	2,7
IPkt037	2AFA0 P4 N/E	59,6	52,2	60,0	50,0	-0,4	2,2
IPkt038	2AFA0 P5 N/E	59,1	51,8	60,0	50,0	-0,9	1,8
IPkt039	2AFA0 P6 N/E	58,7	51,4	60,0	50,0	-1,3	1,4
IPkt040	2AFA0 P7 N/E	58,2	51,1	60,0	50,0	-1,8	1,1
IPkt041	2AF9E P1 N/E	60,4	52,9	60,0	50,0	0,4	2,9
IPkt042	2AF9E P2 N/E	60,0	52,6	60,0	50,0	0,0	2,6

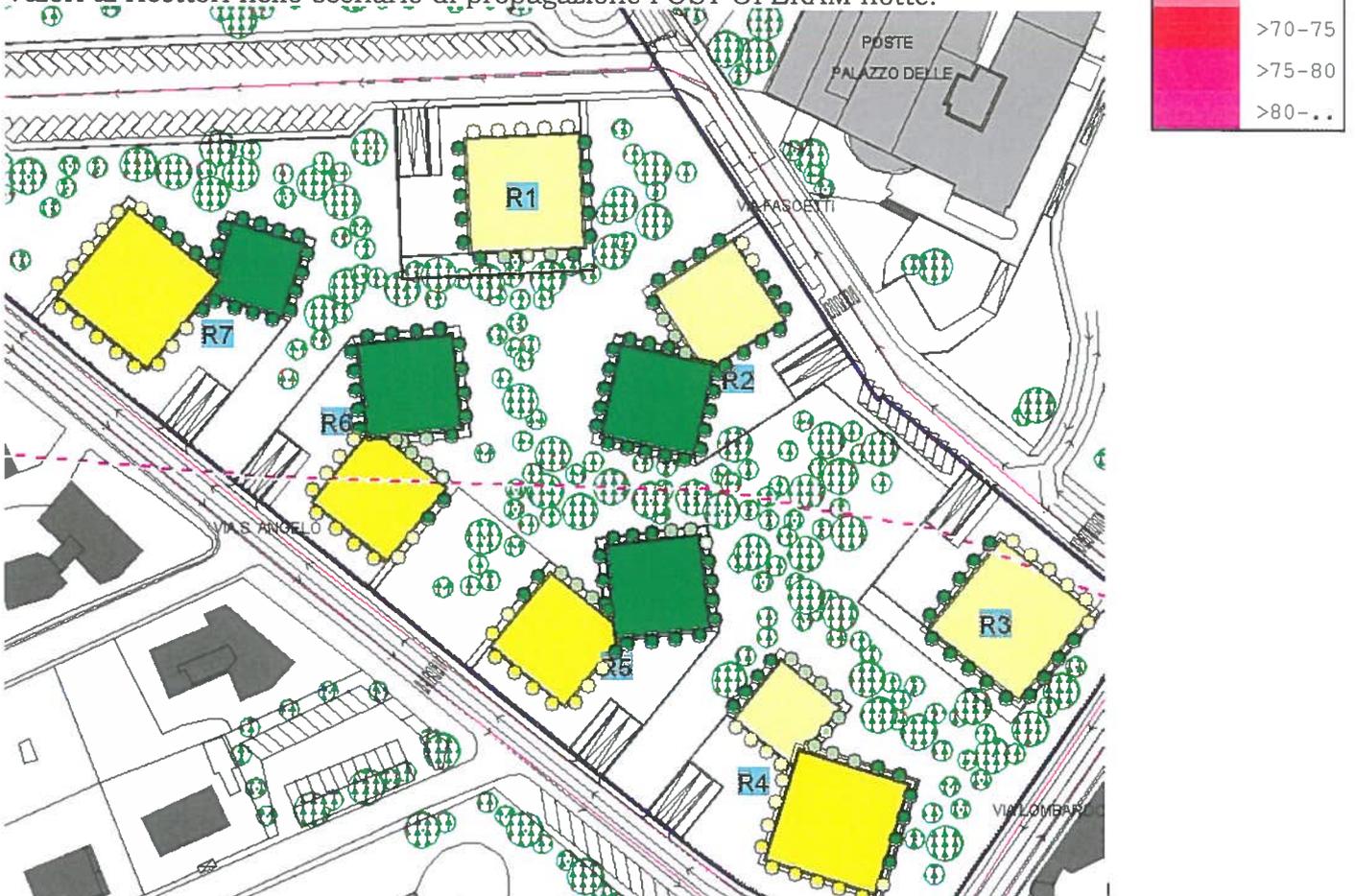
IPkt043	2AF9E P3 N/E	59,6	52,3	60,0	50,0	-0,4	2,3
IPkt044	2AF9E P4 N/E	59,0	51,9	60,0	50,0	-1,0	1,9
IPkt045	2AF9E P5 N/E	58,5	51,6	60,0	50,0	-1,5	1,6
IPkt046	2AF9E P6 N/E	58,1	51,3	60,0	50,0	-1,9	1,3

Valori Scenario di simulazione post operam

Valori ai ricettori nello scenario di propagazione POST OPERAM giorno:



Valori ai ricettori nello scenario di propagazione POST OPERAM notte:



delta = differenza tra i limiti e i valori ottenuti dalla simulazione: segno meno = in regola; segno + = superamento;

Tabella 2 Sintesi Valori Scenario di simulazione post operam

ID ricettore	Nome ricettore	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)	delta	
						Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)
HAUS080	R2_bis	46,9	42,8	60,0	50,0	-13,1	-7,3
HAUS081	R5_bis	52,5	44,7	60,0	50,0	-7,5	-5,3
HAUS082	R6_bis	52,4	44,8	60,0	50,0	-7,6	-5,2
HAUS083	R5	61,6	53,8	60,0	50,0	1,6	3,8
HAUS084	R6	61,1	53,4	60,0	50,0	1,1	3,4
HAUS085	R1	53,7	46,9	60,0	50,0	-6,3	-3,1
HAUS086	R4	61,1	53,3	60,0	50,0	1,1	3,3
HAUS087	R4_bis	54,0	46,1	60,0	50,0	-6,0	-3,9
HAUS088	R3	55,5	46,5	60,0	50,0	-4,5	-3,5
HAUS089	R2	53,2	45,2	60,0	50,0	-6,8	-4,8
HAUS090	R7	61,5	53,8	60,0	50,0	1,5	3,8
HAUS091	R7_bis	52,6	44,9	60,0	50,0	-7,4	-5,2

Tabella 2.1

Valori con superamenti evidenziati ricettore R4 nello scenario di propagazione post operam:

ricettore	direzione	piano di riferimento	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	69-94!	61-79!	60,0	50,0	-1,2	0,7
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	6: -47!	62-47!	60,0	50,0	-0,6	1,4
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	6: -1: !	62-19!	60,0	50,0	-0,9	1,1
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	69-6: !	61-67!	60,0	50,0	-1,4	0,6
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	6: -9!	62-96!	60,0	50,0	-0,2	1,9
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	6: -5: !	62-64!	60,0	50,0	-0,5	1,5
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	69: 3!	61: 5!	60,0	50,0	-1,1	0,9
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	71-46!	63-54!	60,0	50,0	0,4	2,4
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71-12!	63-19!	60,0	50,0	0,0	2,1
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	6: -48!	62-55!	60,0	50,0	-0,6	1,4
S5!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	69-72!	61-77!	60,0	50,0	-1,4	0,7

S5!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-1: !	64-38!	60,0	50,0	1,1	3,3
S5!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71-78!	63-97!	60,0	50,0	0,7	2,9
S5!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	6: -: 6!	63-25!	60,0	50,0	0,0	2,1
S5!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -24!	62-43!	60,0	50,0	-0,9	1,3
S5!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-4!	61-6!	60,0	50,0	-1,7	0,5
S5!!!!!!!!!!!!!!	P!	QU!	6: -2: !	62-54!	60,0	50,0	-0,8	1,4
S5!!!!!!!!!!!!!!	P!	QT2!	69-97!	62-22!	60,0	50,0	-1,1	1,1
S5!!!!!!!!!!!!!!	P!	QT3!	69-35!	61-6!	60,0	50,0	-1,8	0,5

Tabella 2.2

Valori con superamenti evidenziati ricettore R5 nello scenario di propagazione post operam:

ricettore	direzione	piano di riferimento	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-69!	64-92!	60,0	50,0	1,6	3,8
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	72-19!	64-44!	60,0	50,0	1,1	3,3
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	71-38!	63-63!	60,0	50,0	0,3	2,5
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -48!	62-75!	60,0	50,0	-0,6	1,6
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-6!	61-9!	60,0	50,0	-1,5	0,8
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-63!	64-87!	60,0	50,0	1,5	3,8
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	72-15!	64-3: !	60,0	50,0	1,0	3,3
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	71-34!	63-6!	60,0	50,0	0,2	2,5
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -46!	62-74!	60,0	50,0	-0,6	1,6
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-59!	61-9!	60,0	50,0	-1,5	0,8
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-58!	64-83!	60,0	50,0	1,5	3,7
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	72!	64-36!	60,0	50,0	1,0	3,3
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	71-3!	63-58!	60,0	50,0	0,2	2,5
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -44!	62-73!	60,0	50,0	-0,7	1,6
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-58!	61-8: !	60,0	50,0	-1,5	0,8
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-53!	64-78!	60,0	50,0	1,4	3,7
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71-: 7!	64-33!	60,0	50,0	1,0	3,2
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	71-28!	63-56!	60,0	50,0	0,2	2,5
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -42!	62-7!	60,0	50,0	-0,7	1,6
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-57!	61-89!	60,0	50,0	-1,5	0,8
S6!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	69-45!	61-5: !	60,0	50,0	-1,7	0,5

Tabella 2.3

Valori con superamenti evidenziati ricettore R6 nello scenario di propagazione post operam:

ricettore	direzione	piano di riferimento	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72!	64-4!	60,0	50,0	1,0	3,3
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71-72!	63-: 5!	60,0	50,0	0,6	2,9
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	6: -: 4!	63-39!	60,0	50,0	-0,1	2,3
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -25!	62-64!	60,0	50,0	-0,9	1,5
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-46!	61-89!	60,0	50,0	-1,7	0,8
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-13!	64-42!	60,0	50,0	1,0	3,3
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71-74!	63-: 5!	60,0	50,0	0,6	2,9
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	6: -: 4!	63-38!	60,0	50,0	-0,1	2,3
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -25!	62-6!	60,0	50,0	-0,9	1,5
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-45!	61-86!	60,0	50,0	-1,7	0,8
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-17!	64-45!	60,0	50,0	1,1	3,3
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71-77!	63-: 7!	60,0	50,0	0,7	3,0
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	6: -: 7!	63-39!	60,0	50,0	0,0	2,3
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -27!	62-62!	60,0	50,0	-0,8	1,5
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-47!	61-86!	60,0	50,0	-1,6	0,8
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-2!	64-49!	60,0	50,0	1,1	3,4
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71-8!	63-: : !	60,0	50,0	0,7	3,0
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	6: -: : !	63-4!	60,0	50,0	0,0	2,3
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -28!	62-63!	60,0	50,0	-0,8	1,5
S7!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-48!	61-86!	60,0	50,0	-1,6	0,8
S7!!!!!!!!!!!!	OØ!	QU!	68-: 5!	61-56!	60,0	50,0	-2,1	0,5

Tabella 2.4

Valori con superamenti evidenziati ricettore R7 nello scenario di propagazione post operam:

ricettore	direzione	piano di riferimento	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)	Periodo diurno Leq dB(A)	Periodo notturno Leq dB(A)
S8!!!!!!!!!!!!	OØ!	QU!	69-52!	62-14!	60,0	50,0	-1,6	1,0
S8!!!!!!!!!!!!	OØ!	QT2!	69-27!	61-8: !	60,0	50,0	-1,8	0,8
S8!!!!!!!!!!!!	OØ!	QT3!	68-82!	61-57!	60,0	50,0	-2,3	0,5
S8!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-59!	64-8: !	60,0	50,0	1,5	3,8

S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	72-12!	64-49!	60,0	50,0	1,0	3,4
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	71-34!	63-75!	60,0	50,0	0,2	2,6
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -47!	62-96!	60,0	50,0	-0,6	1,9
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-63!	62-18!	60,0	50,0	-1,5	1,1
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-55!	64-86!	60,0	50,0	1,4	3,8
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71:- 8!	64-45!	60,0	50,0	1,0	3,3
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	71-2: !	63-7!	60,0	50,0	0,2	2,6
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -44!	62-92!	60,0	50,0	-0,7	1,8
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-5: !	62-14!	60,0	50,0	-1,5	1,0
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-5!	64-83!	60,0	50,0	1,4	3,7
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71:- 6!	64-44!	60,0	50,0	1,0	3,3
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	71-28!	63-7!	60,0	50,0	0,2	2,6
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -43!	62-9!	60,0	50,0	-0,7	1,8
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-59!	62-14!	60,0	50,0	-1,5	1,0
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-48!	64-7: !	60,0	50,0	1,4	3,7
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71:- 3!	64-3: !	60,0	50,0	0,9	3,3
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	71-26!	63-68!	60,0	50,0	0,1	2,6
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -4!	62-89!	60,0	50,0	-0,7	1,8
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-58!	62-12!	60,0	50,0	-1,5	1,0
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QU!	72-44!	64-76!	60,0	50,0	1,3	3,7
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT2!	71-9: !	64-37!	60,0	50,0	0,9	3,3
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT3!	71-24!	63-66!	60,0	50,0	0,1	2,6
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT4!	6: -3: !	62-86!	60,0	50,0	-0,7	1,8
S8!!!!!!!!!!!!!!	TØ!	QT5!	69-57!	61:- : !	60,0	50,0	-1,5	1,0

Nome misura: Punto 1 - periodo diurno

Cliente: Nadir Immobiliare SRL
Oggetto: Misure fonometriche

Ora Inizio: 11:25:40
 Data : 10/07/2014

Strumento: Larson&Davis 831 Calibratore: L&D CAL 200 (11494 dB a 1 KHz); delta calibrazione: 0,0

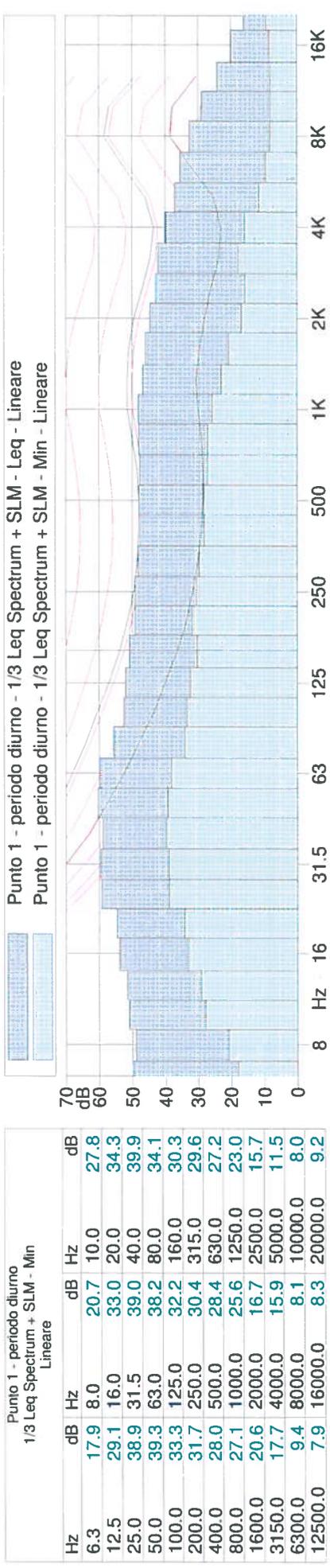
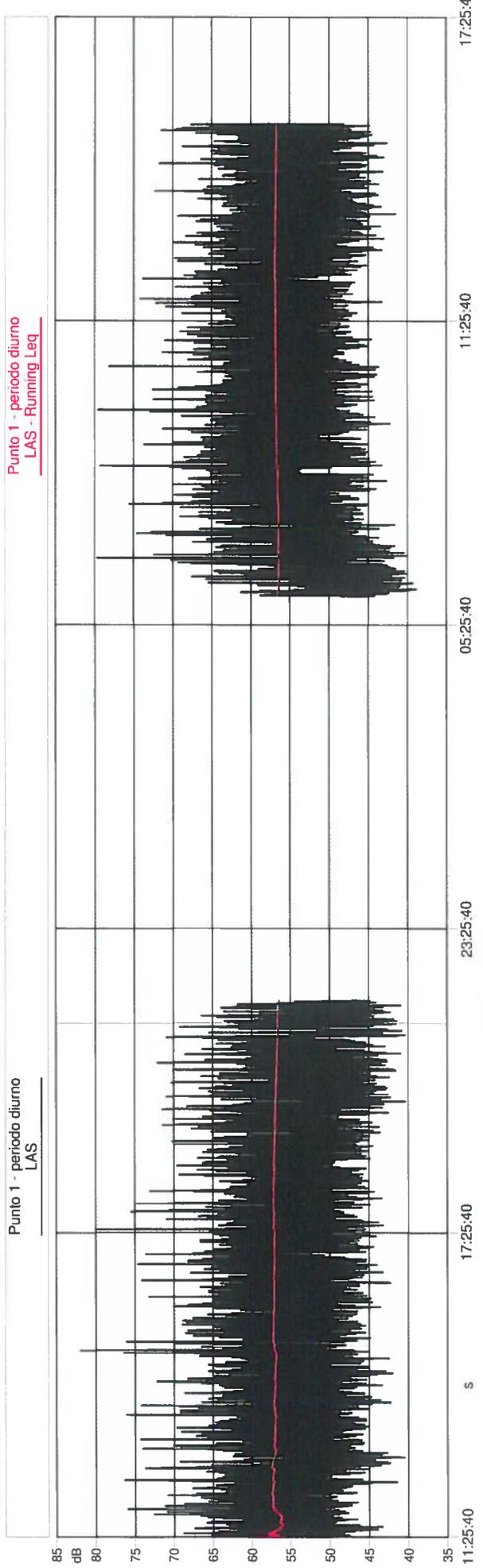
Operatore: D. Irto

Annotazioni: Via Lombardo - Lodi (LO)

Microfono ubicato all'interno dell'ex area industriale a 1 m da muro di cinta, a 20 m da spigolo est e a 62 m da spigolo sud, a 4 m dal piano di calpestio

Sorgente di rumore principale: traffico veicolare
 Sorgenti secondarie: avifauna

Parametri statistici e Leq in dB(A): **Leq 56.7** L1: 66.3 L10: 60.1 L50: 52.0 L90: 46.8 L95: 45.5 L99: 43.2 Minimo dB(A): 38.8



Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	17.9	8.0	20.7	10.0	27.8
12.5	29.1	16.0	33.0	20.0	34.3
25.0	38.9	31.5	39.0	40.0	39.9
50.0	39.3	63.0	38.2	80.0	34.1
100.0	33.3	125.0	32.2	160.0	30.3
200.0	31.7	250.0	30.4	315.0	29.6
400.0	28.0	500.0	28.4	630.0	27.2
800.0	27.1	1000.0	25.6	1250.0	23.0
1600.0	20.6	2000.0	16.7	2500.0	15.7
3150.0	17.7	4000.0	15.9	5000.0	11.5
6300.0	9.4	8000.0	8.1	10000.0	8.0
12500.0	7.9	16000.0	8.3	20000.0	9.2

Nome misura: Punto 1 - periodo notturno

Cliente: Nadir Immobiliare SRL
Oggetto: Misure fonometriche

Ora Inizio: 22:00:00
 Data : 10/07/2014

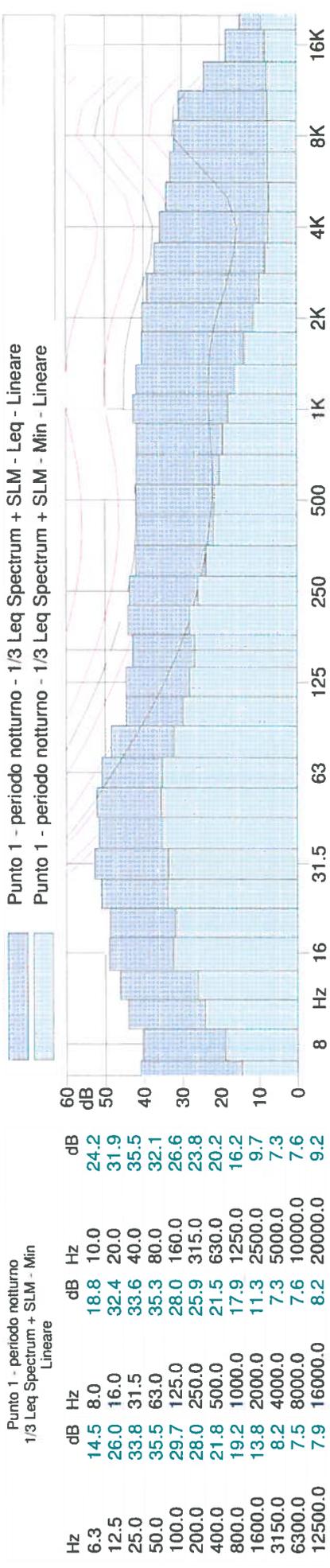
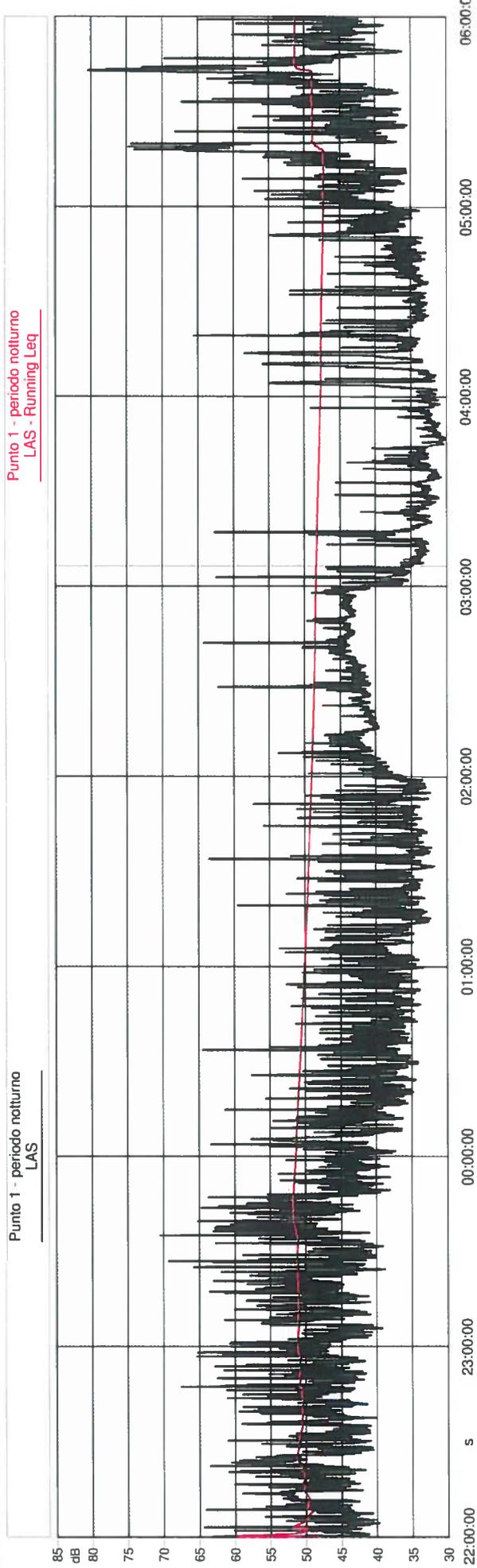
Operatore: D. Irto
 Strumento: Larson&Davis 831
 Calibratore: L&D CAL 200 (11494 dB a 1 KHz); delta calibrazione: 0,0

Annotazioni: Via Lombardo - Lodi (LO)

Microfono ubicato all'interno dell'ex area industriale a 1 m da muro di cinta, a 20 m da spigolo est e a 62 m da spigolo sud, a 4 m dal piano di calpestio

Sorgente di rumore principale: traffico veicolare
 Sorgenti secondarie: avifauna

Parametri statistici e Leq in dB(A): **Leq 0.0** L1: 62.8 L10: 50.9 L50: 41.7 L90: 33.6 L95: 32.7 L99: 31.4 Minimo dB(A): 30.0



Nome misura: Punto 2 - periodo diurno

Cliente: Nadir Immobiliare SRL
Oggetto: Misure fonometriche

Ora inizio:
Data : 10/07/2014

Operatore: D. Irto

Strumento: Svantek - SVAN948 Calibratore: L&D CAL 200 (11494 dB a 1 KHz); delta calibrazione: 0,0



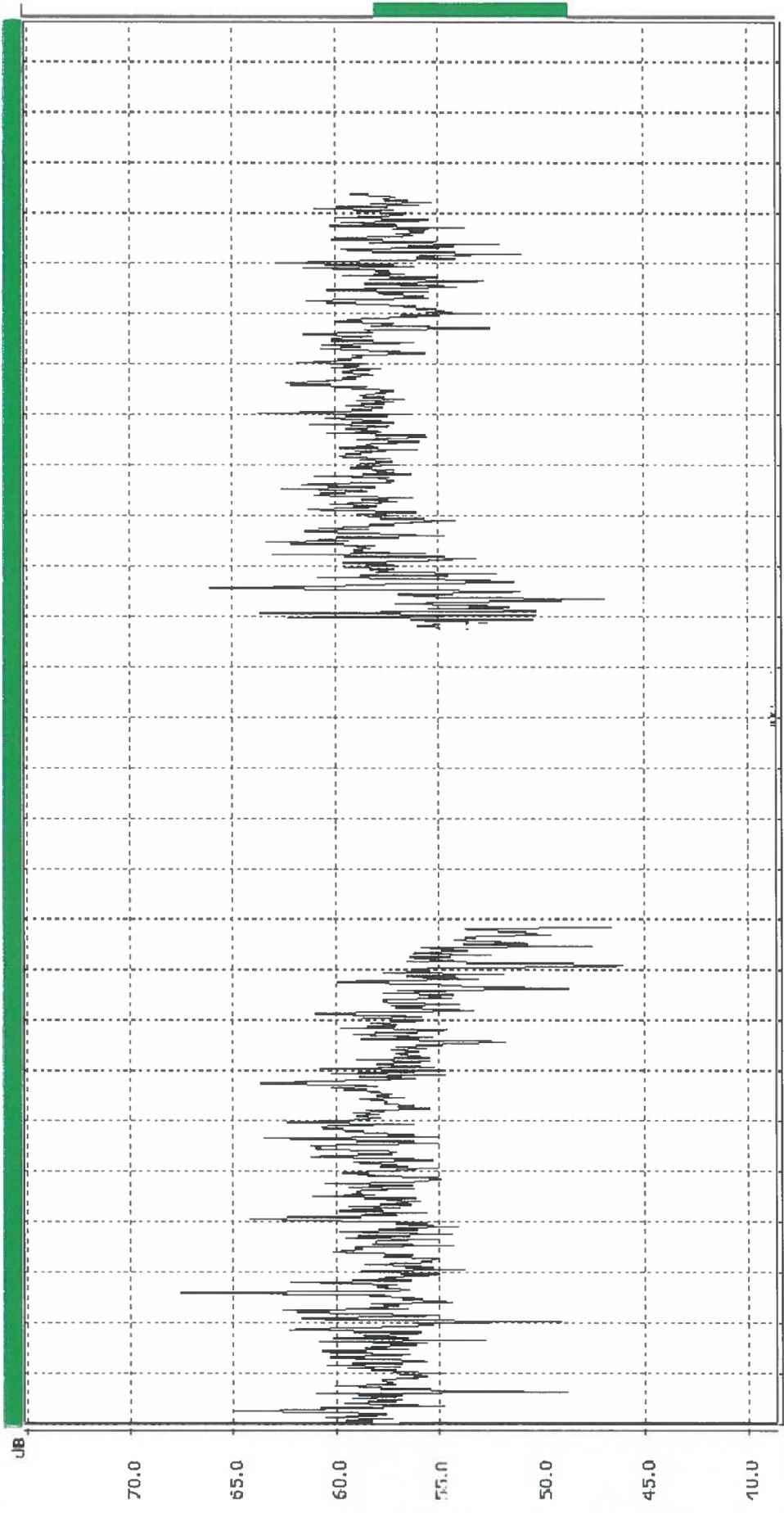
www.depolzer.it

Annotazioni: Via Sant'Angelo - Lodi (LO)

Microfono ubicato all'interno dell'ex area industriale, a 1 m da muro di cinta a 17 m da spigolo ovest, a 4 m dal piano di calpestio

Sorgente di rumore principale: traffico veicolare
Sorgenti secondarie: avifauna

Leq in dB(A): 58.3



11:48:28 14:05:00 16:21:32 18:38:04 20:54:36 23:11:08 01:27:40 03:44:12 06:00:44 08:17:16 10:33:48 12:50:20 15:06:52 Time

Nome misura: Punto 2 - periodo notturno

Cliente: Nadir Immobiliare SRL
Oggetto: Misure fonometriche

Data : 10/07/2014

Operatore: D. Irto

Strumento: Svantek - SVAN948 Calibratore: L&D CAL 200 (114)94 dB a 1 KHz); delta calibrazione: 0,0



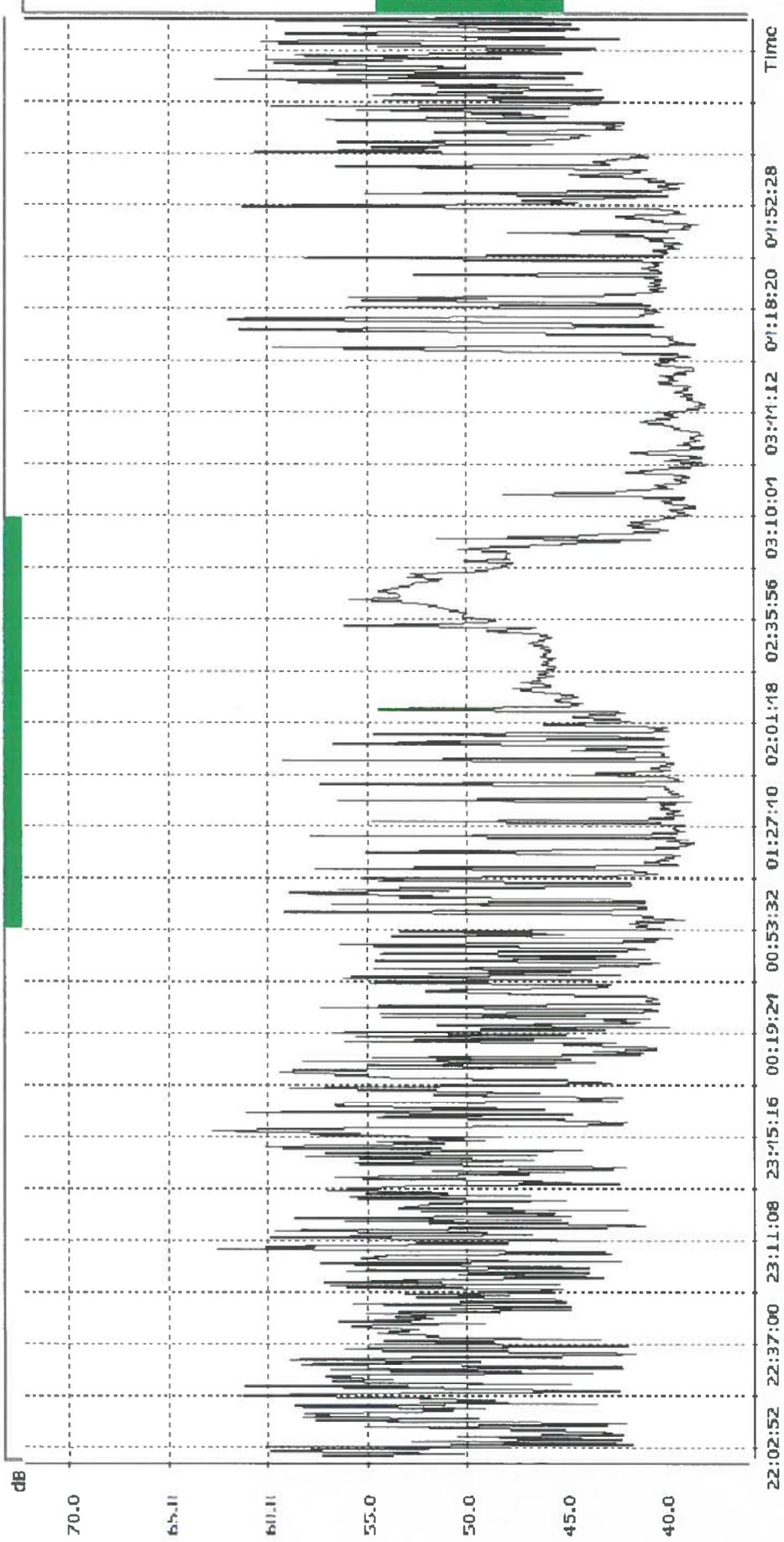
www.depolzer.it

Annotazioni: Via Sant'Angelo - Lodi (LO)

Microfono ubicato all'interno dell'ex area industriale, a 1 m da muro di cinta a 17 m da spigolo ovest, a 4 m dal piano di calpestio

Sorgente di rumore principale: traffico veicolare
Sorgenti secondarie: avifauna

Leq in dB(A): 51.7



Nome misura: Punto 3 - periodo diurno



www.depolzer.it

Operatore: D. Irto

Annotazioni: Via Fascetti - Lodi (LO)

Microfono ubicato all'interno dell'ex area industriale, a 1 m da muro di cinta a 137 m da spigolo nord, a 4 m dal piano di calpestio

Sorgente di rumore principale: traffico veicolare
Sorgenti secondarie: avifauna

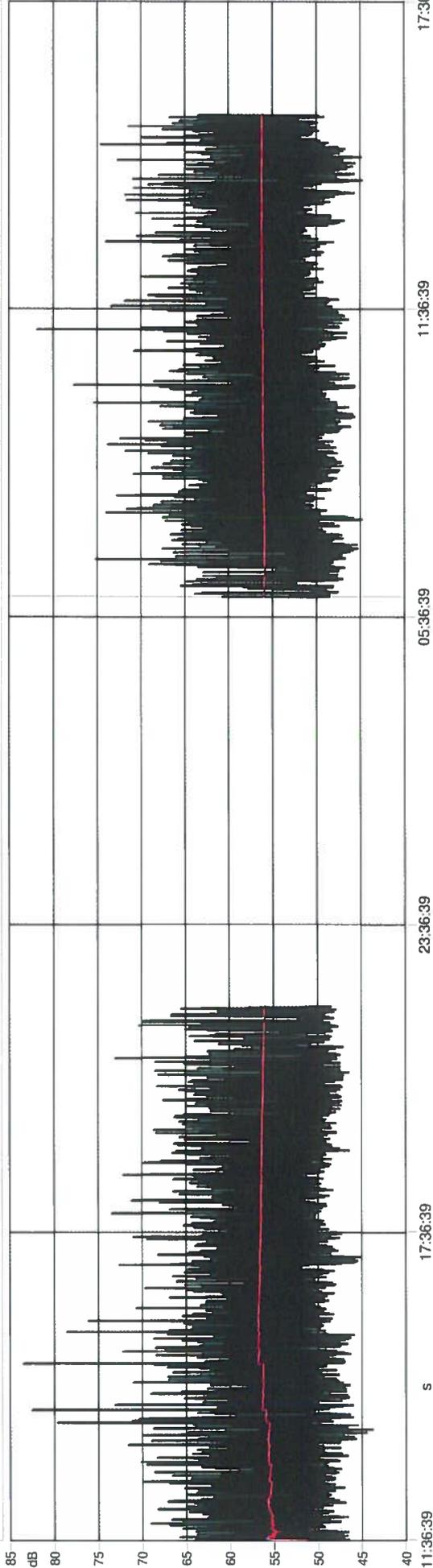
Parametri statistici e Leq in dB(A): **Leq 0.0**

Punto 3 - periodo diurno

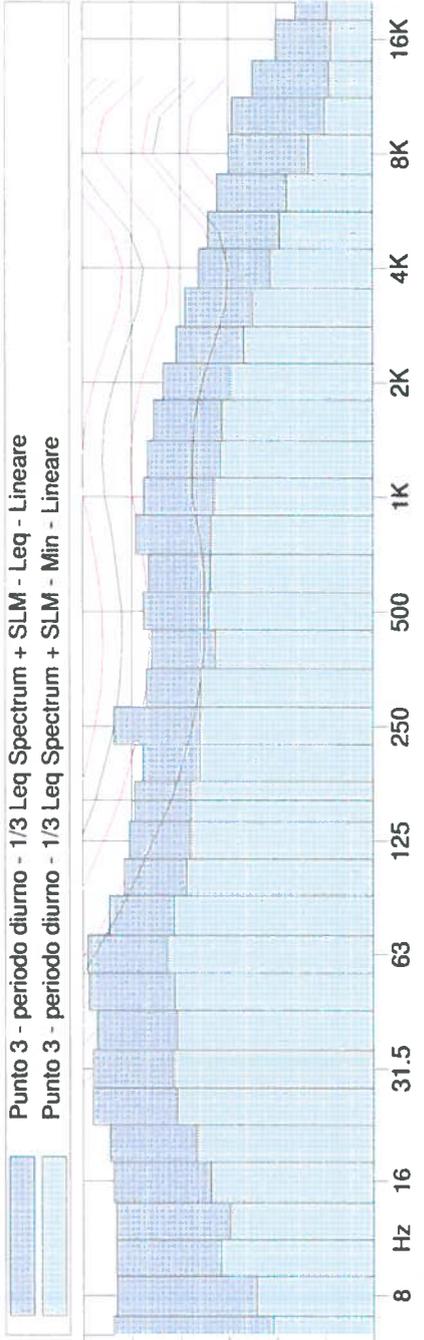
LAS

L1: 65.3 L10: 59.3 L50: 52.1 L90: 48.9 L95: 48.1 L99: 46.8 **Minimo dB(A): 43.8**

Punto 3 - periodo diurno
LAS - Running Leq



Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	20.8	8.0	24.2	10.0	31.7
12.5	29.7	16.0	33.8	20.0	36.8
25.0	40.7	31.5	41.7	40.0	40.6
50.0	41.2	63.0	42.7	80.0	41.3
100.0	38.7	125.0	38.0	160.0	37.9
200.0	35.9	250.0	36.0	315.0	35.8
400.0	32.7	500.0	34.2	630.0	33.8
800.0	33.6	1000.0	33.1	1250.0	31.7
1600.0	31.3	2000.0	29.5	2500.0	26.7
3150.0	24.9	4000.0	21.3	5000.0	19.3
6300.0	17.9	8000.0	13.3	10000.0	10.0
12500.0	9.1	16000.0	8.6	20000.0	9.4



Punto 3 - periodo diurno - 1/3 Leq Spectrum + SLM - Leq - Lineare
Punto 3 - periodo diurno - 1/3 Leq Spectrum + SLM - Min - Lineare

Cliente: Nadir Immobiliare SRL
Oggetto: Misure fonometriche

Strumento: Larson&Davis 831 Calibratore: L&D CAL 200 (114)94 dB a 1 KHz); delta calibrazione: 0,0

Ora Inizio: 11:36:39
Data : 10/07/2014

Nome misura: Punto 3 - periodo notturno

Cliente: Nadir Immobiliare SRL
Oggetto: Misure fonometriche

Ora Inizio: 22:00:00
 Data : 10/07/2014

Operatore: D. Irto

Strumento: Larson&Davis 831

Calibratore: L&D CAL 200 (114|94 dB a 1 KHz); delta calibrazione: 0,0



www.depolzer.it

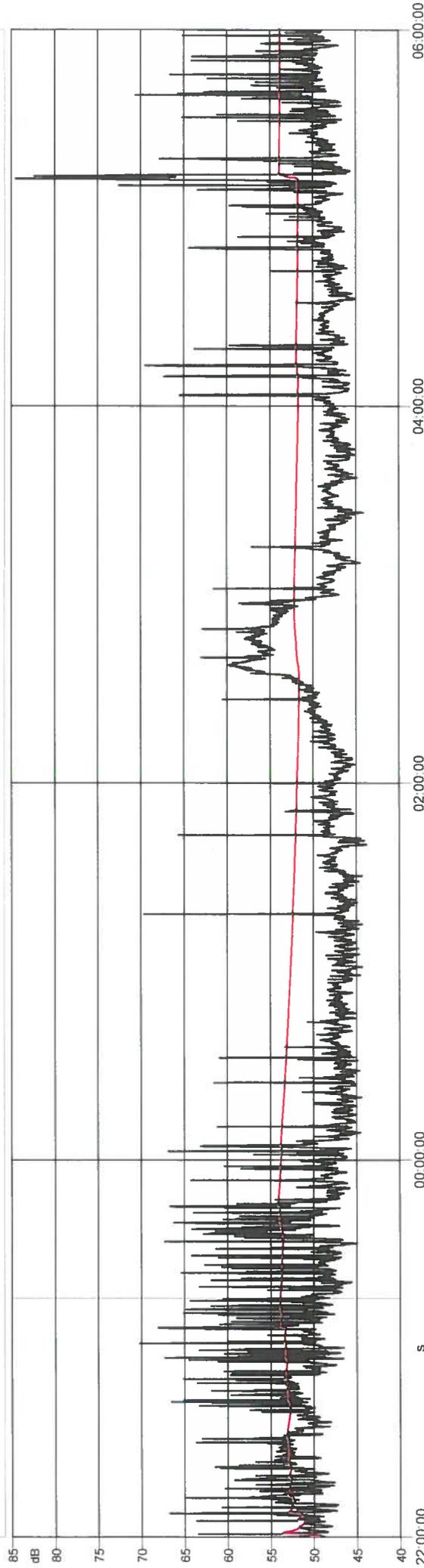
Annotazioni: Via Fascetti - Lodi (LO)

Microfono ubicato all'interno dell'ex area industriale, a 1 m da muro di cinta a 137 m da spigolo nord, a 4 m dal piano di calpestio
 Sorgente di rumore principale: traffico veicolare
 Sorgenti secondarie: avifauna
 Eventi anomali mascherati

Parametri statistici e Leq in dB(A): **Leq 53.9** L1: 63.8 L10: 54.4 L50: 48.5 L90: 46.2 L95: 45.8 L99: 45.1 Minimo dB(A): 43.8

Punto 3 - periodo notturno
 LAS

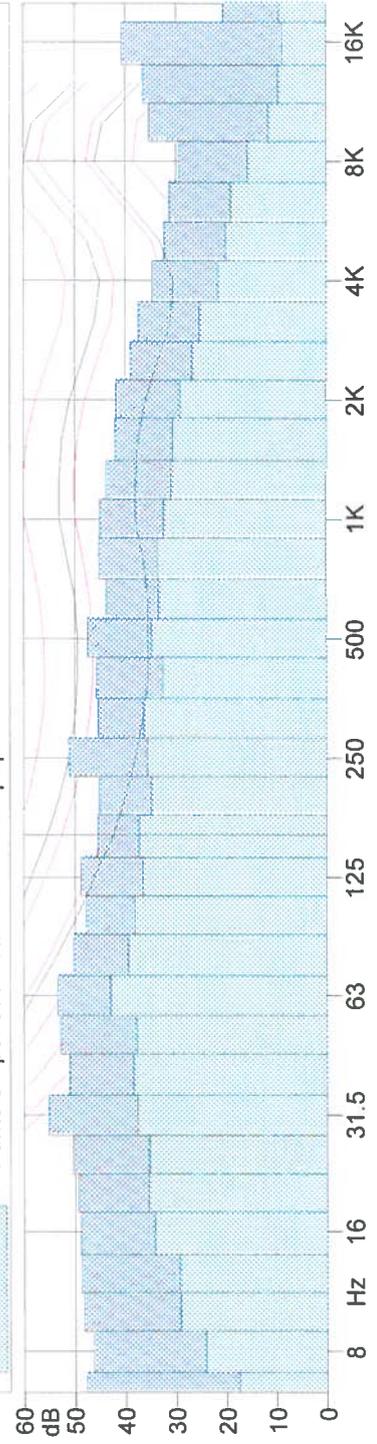
Punto 3 - periodo notturno
 LAS - Running Leq



Punto 3 - periodo notturno
 1/3 Leq Spectrum + SLM - Min
 Lineare

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	17.4	8.0	24.1	10.0	29.2
12.5	29.3	16.0	34.2	20.0	35.5
25.0	35.3	31.5	37.6	40.0	38.4
50.0	37.8	63.0	42.9	80.0	39.4
100.0	38.2	125.0	36.5	160.0	37.3
200.0	34.8	250.0	35.6	315.0	36.3
400.0	32.6	500.0	34.9	630.0	33.4
800.0	33.6	1000.0	32.4	1250.0	30.9
1600.0	30.6	2000.0	29.1	2500.0	26.7
3150.0	25.2	4000.0	21.5	5000.0	20.0
6300.0	19.1	8000.0	15.6	10000.0	11.5
12500.0	9.5	16000.0	8.7	20000.0	9.3

Punto 3 - periodo notturno - 1/3 Leq Spectrum + SLM - Leq - Lineare
 Punto 3 - periodo notturno - 1/3 Leq Spectrum + SLM - Min - Lineare



Nome misura: Punto 4 - periodo diurno



www.depolzer.it

Operatore: D. Irto

Annotazioni: Via Sant'Angelo - Lodi (LO)

Microfono ubicato all'interno dell'ex area industriale, a 1 m da muro di cinta a 196 m da spigolo ovest, a 4 m dal piano di calpestio

Sorgente di rumore principale: traffico veicolare
Sorgenti secondarie: avifauna

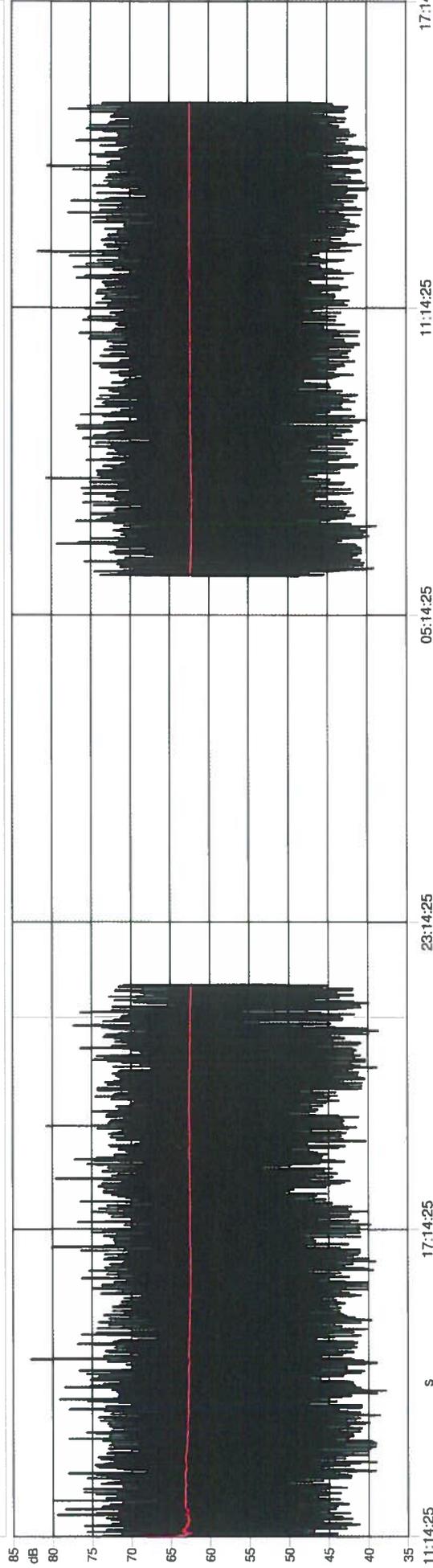
Parametri statistici e Leq in dB(A): **Leq 62.4** L1: 72.2 L10: 67.3 L50: 54.2 L90: 44.2 L95: 42.8 L99: 41.0 **Minimo dB(A): 37.8**

Cliente: Nadir Immobiliare SRL
Oggetto: Misure fonometriche

Ora Inizio: 11:14:25
Data : 10/07/2014

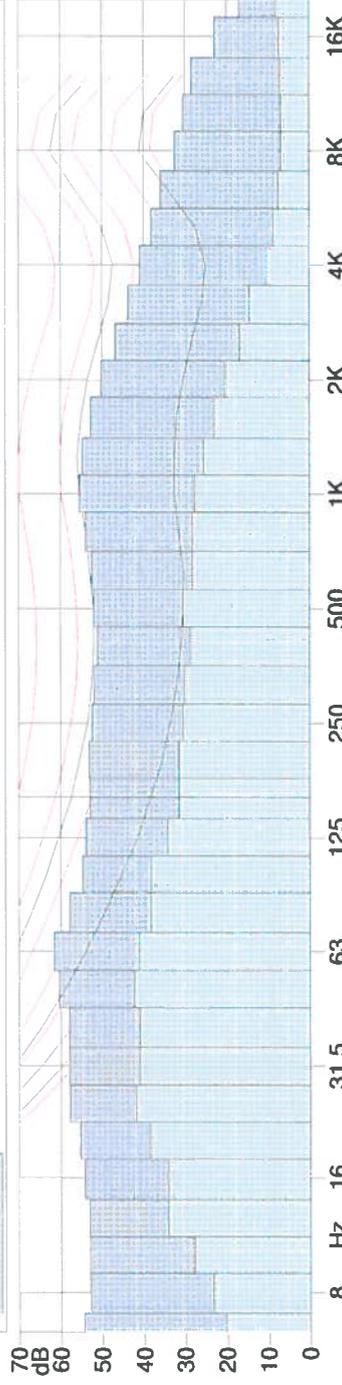
Strumento: Larson&Davis 831 Calibratore: L&D CAL 200 (11494 dB a 1 KHz); delta calibrazione: 0,0

Punto 4 - periodo diurno
LAS



Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	20.4	8.0	23.3	10.0	27.8
12.5	34.2	16.0	34.1	20.0	38.7
25.0	41.9	31.5	41.1	40.0	40.9
50.0	42.3	63.0	41.2	80.0	38.4
100.0	38.3	125.0	34.2	160.0	31.4
200.0	31.5	250.0	30.5	315.0	30.2
400.0	28.8	500.0	30.6	630.0	28.2
800.0	28.2	1000.0	27.6	1250.0	25.5
1600.0	23.1	2000.0	20.4	2500.0	16.8
3150.0	14.5	4000.0	10.5	5000.0	8.8
6300.0	7.5	8000.0	6.8	10000.0	6.9
12500.0	7.0	16000.0	7.3	20000.0	8.0

Punto 4 - periodo diurno
1/3 Leq Spectrum + SLM - Min
Lineare



Punto 4 - periodo diurno - 1/3 Leq Spectrum + SLM - Leq - Lineare
Punto 4 - periodo diurno - 1/3 Leq Spectrum + SLM - Min - Lineare

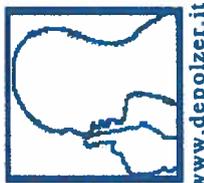
Nome misura: Punto 4 - periodo notturno

**Cliente: Nadir Immobiliare SRL
 Oggetto: Misure fonometriche**

Ora Inizio: 22:00:00
 Data : 10/07/2014

Operatore: D. Irto

Strumento: Larson&Davis 831 Calibratore: L&D CAL 200 (114)94 dB a 1 KHz); delta calibrazione: 0,0



www.depolzer.it

Annotazioni: Via Sant'Angelo - Lodi (LO)

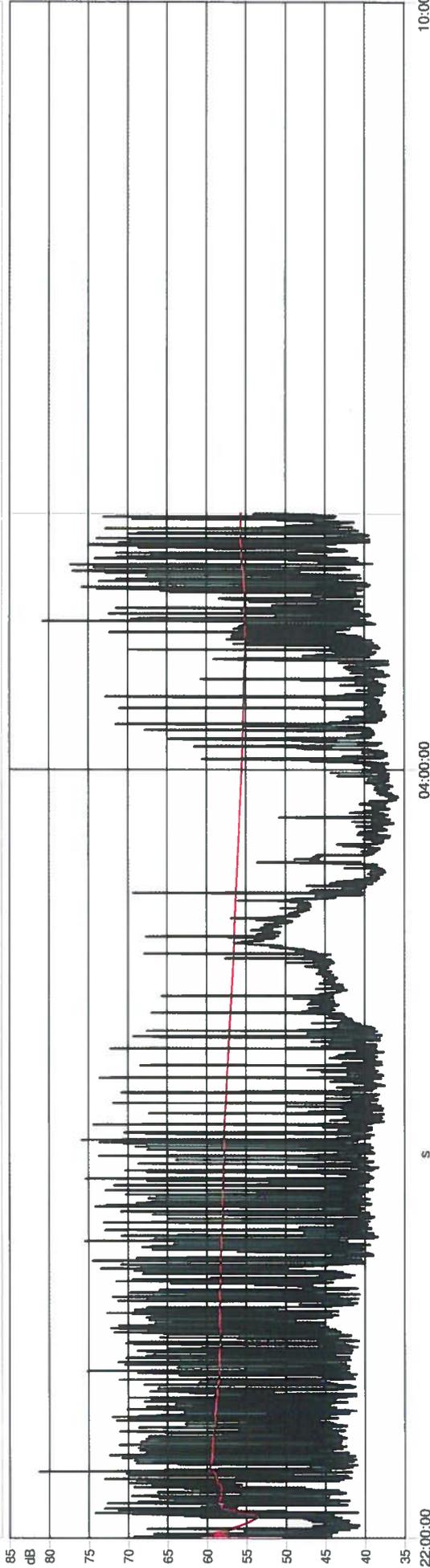
Microfono ubicato all'interno dell'ex area industriale, a 1 m da muro di cinta a 196 m da spigolo ovest, a 4 m dal piano di calpestio

Sorgente di rumore principale: traffico veicolare
 Sorgenti secondarie: avifauna

Parametri statistici e Leq in dB(A): **Leq 0.0** L1: 68.8 L10: 56.4 L50: 43.5 L90: 38.5 L95: 37.9 L99: 37.1 **Minimo dB(A): 35.8**

Punto 4 - periodo notturno
 LAS

Punto 4 - periodo notturno
 LAS - Running Leq



Punto 4 - periodo notturno
 1/3 Leq Spectrum + SLM - Min
 Lineare

Hz	dB	Hz	dB	Hz	dB
6.3	19.7	8.0	20.6	10.0	26.0
12.5	34.4	16.0	31.3	20.0	35.5
25.0	36.9	31.5	37.1	40.0	38.4
50.0	37.6	63.0	38.9	80.0	35.9
100.0	35.0	125.0	31.2	160.0	29.2
200.0	30.1	250.0	29.0	315.0	31.1
400.0	27.9	500.0	30.4	630.0	26.1
800.0	25.9	1000.0	24.4	1250.0	22.9
1600.0	21.0	2000.0	17.7	2500.0	14.5
3150.0	11.3	4000.0	8.2	5000.0	7.6
6300.0	6.7	8000.0	6.5	10000.0	6.6
12500.0	6.9	16000.0	7.3	20000.0	8.0

Punto 4 - periodo notturno - 1/3 Leq Spectrum + SLM - Leq - Lineare
 Punto 4 - periodo notturno - 1/3 Leq Spectrum + SLM - Min - Lineare

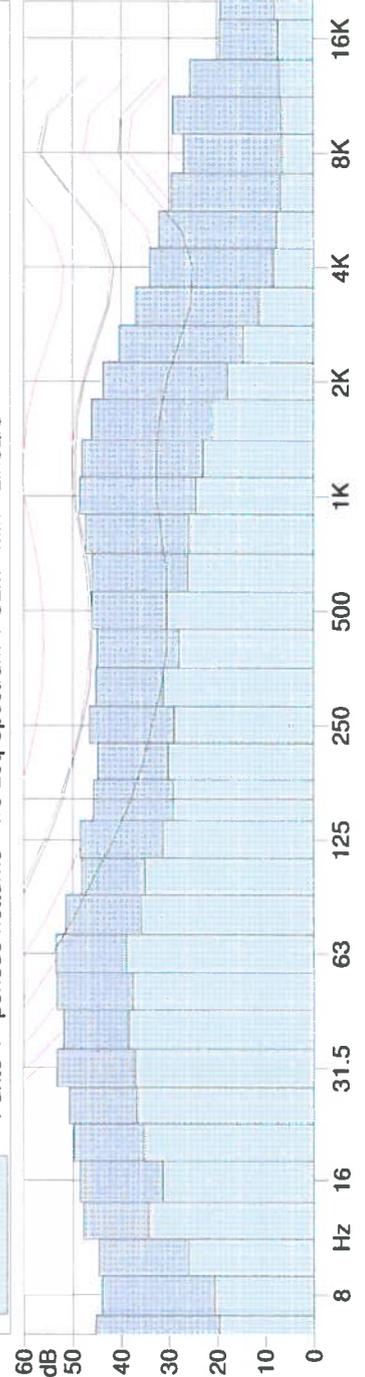
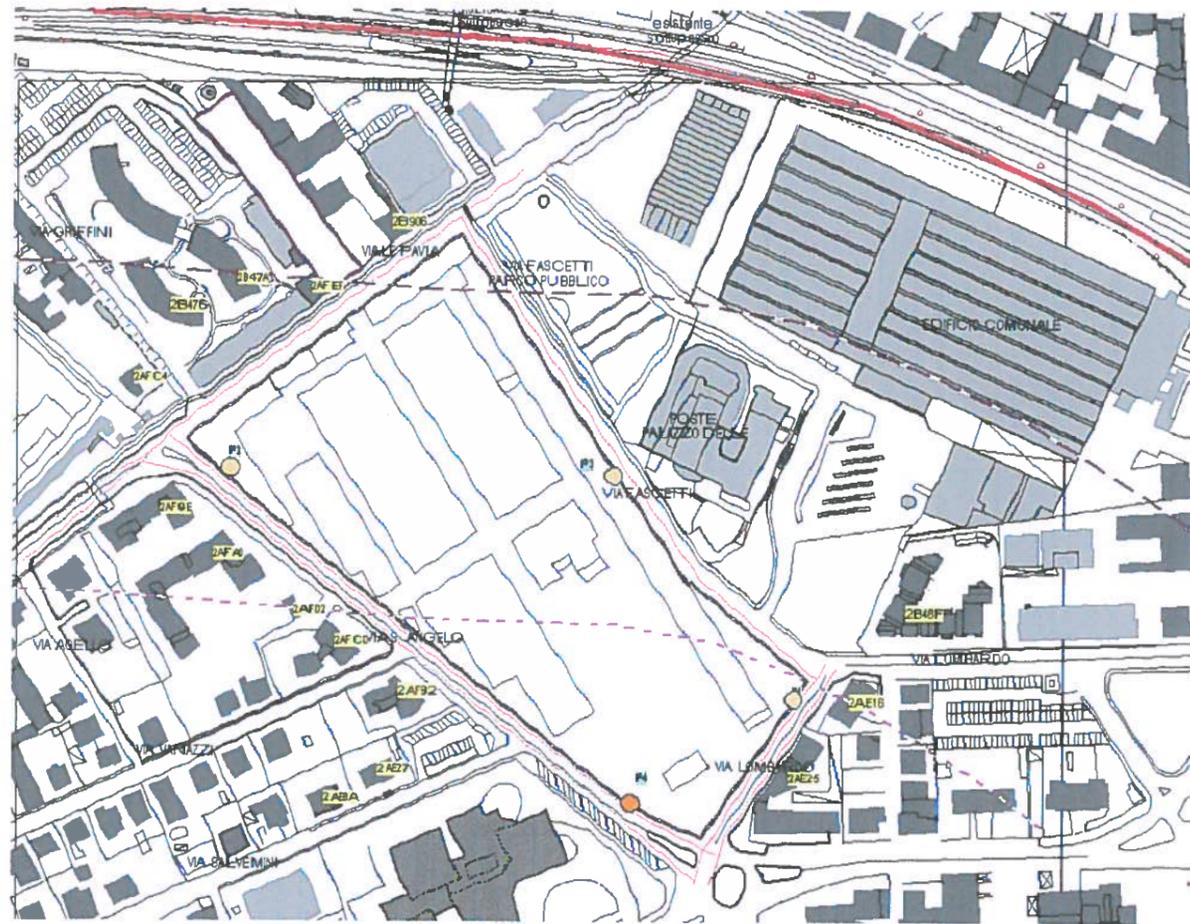
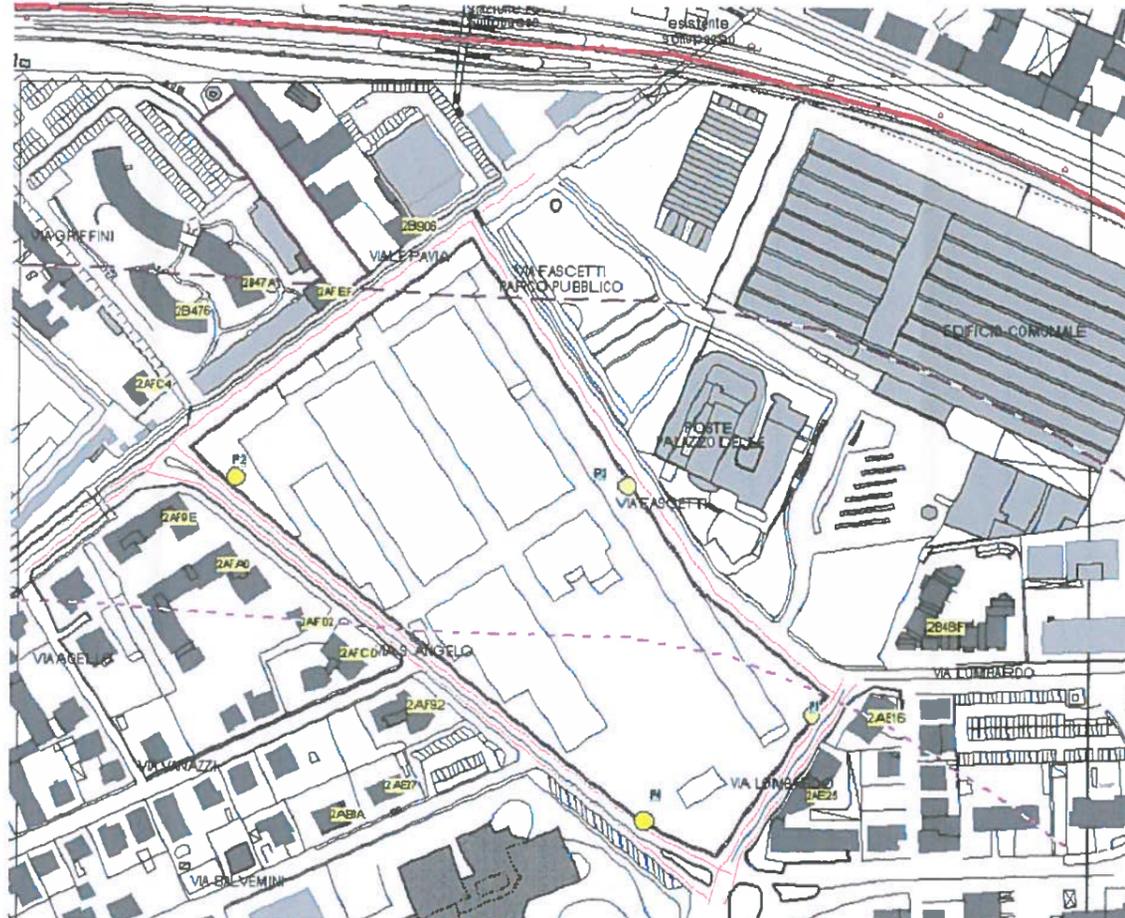


Figura 1 Tavola con Punti di misura e valori da simulazione, ubicazione Ricettori considerati SDF e Valori simulati a REALIZZAZIONE ABB PII

Proiezione SDF GIORNO



Proiezione SDF NOTTE



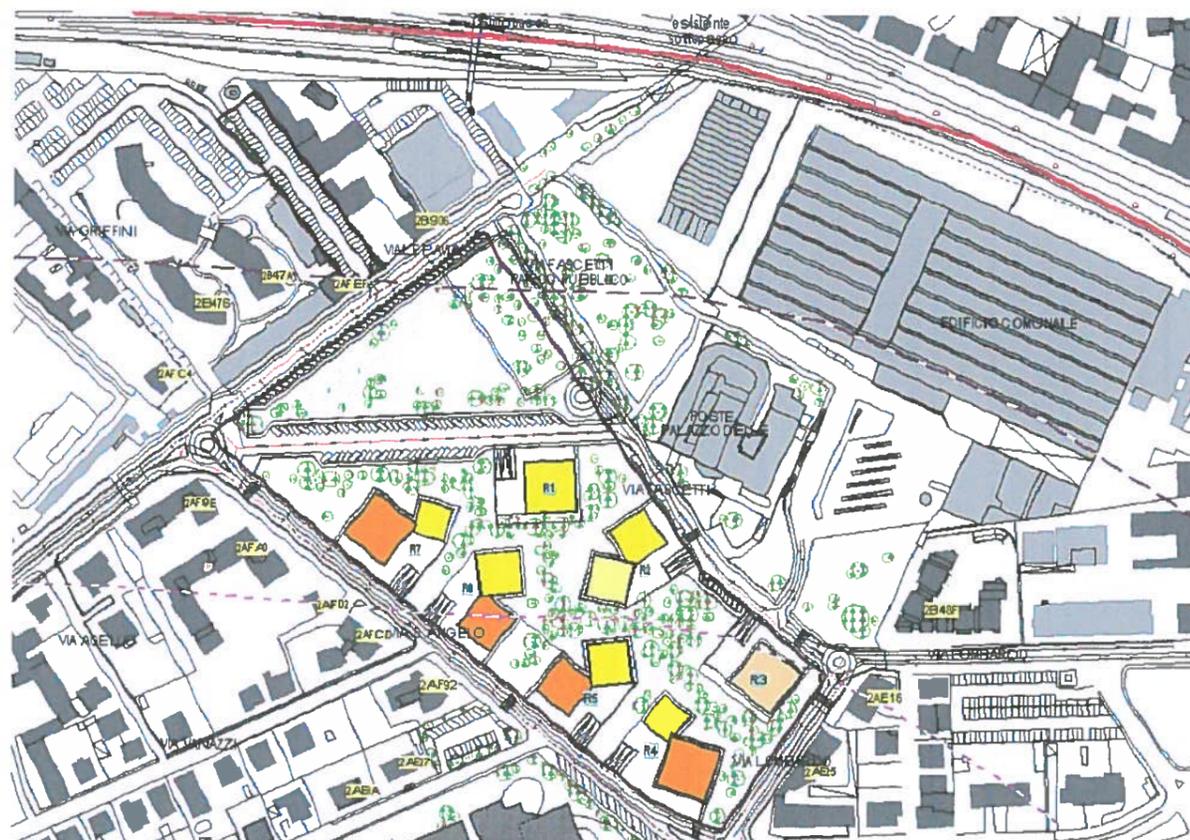
LEGENDA SDF

- Sorgente flusso veicolare
- Sorgente flusso ferroviario
- Fasce di pertinenza acustica ferrovia:
 - Fascia A
 - Fascia B
- Ubicazione punto di misura
- Denominazione ricettore
- Denominazione punto di misura
- Valore calcolato a 4m da terra
- Edificio residenziale
- Edificio secondario-industriale

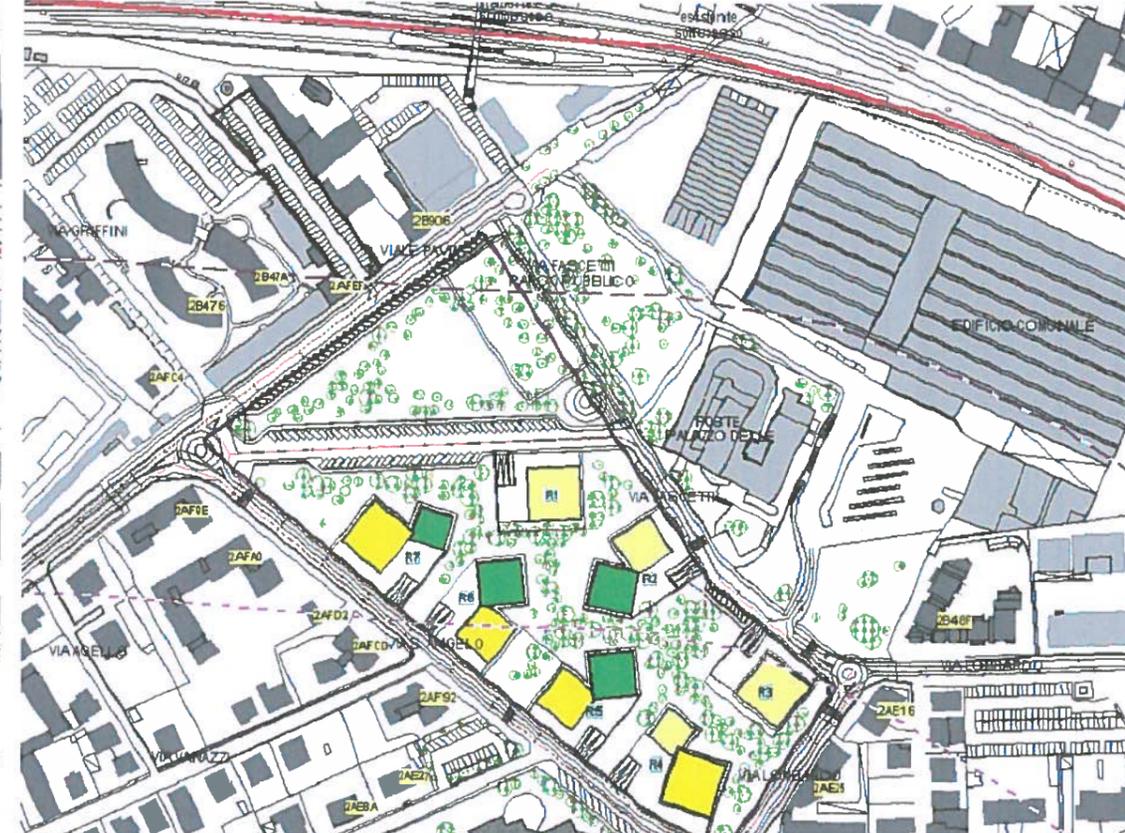
Legenda livelli acustici simulati

	>..-35
	>35-40
	>40-45
	>45-50
	>50-55
	>55-60
	>60-65
	>65-70
	>70-75
	>75-80
	>80-..

Proiezione REALIZZAZIONE ABB PII GIORNO



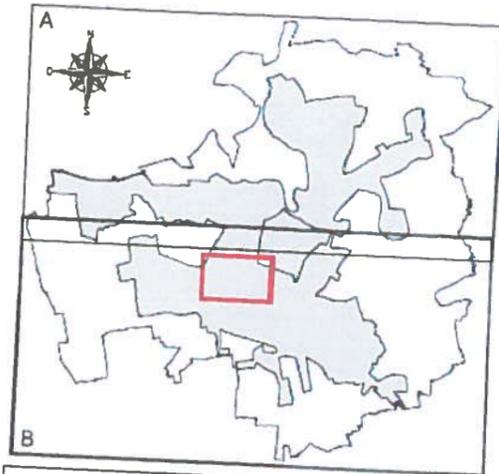
Proiezione REALIZZAZIONE ABB PII NOTTE



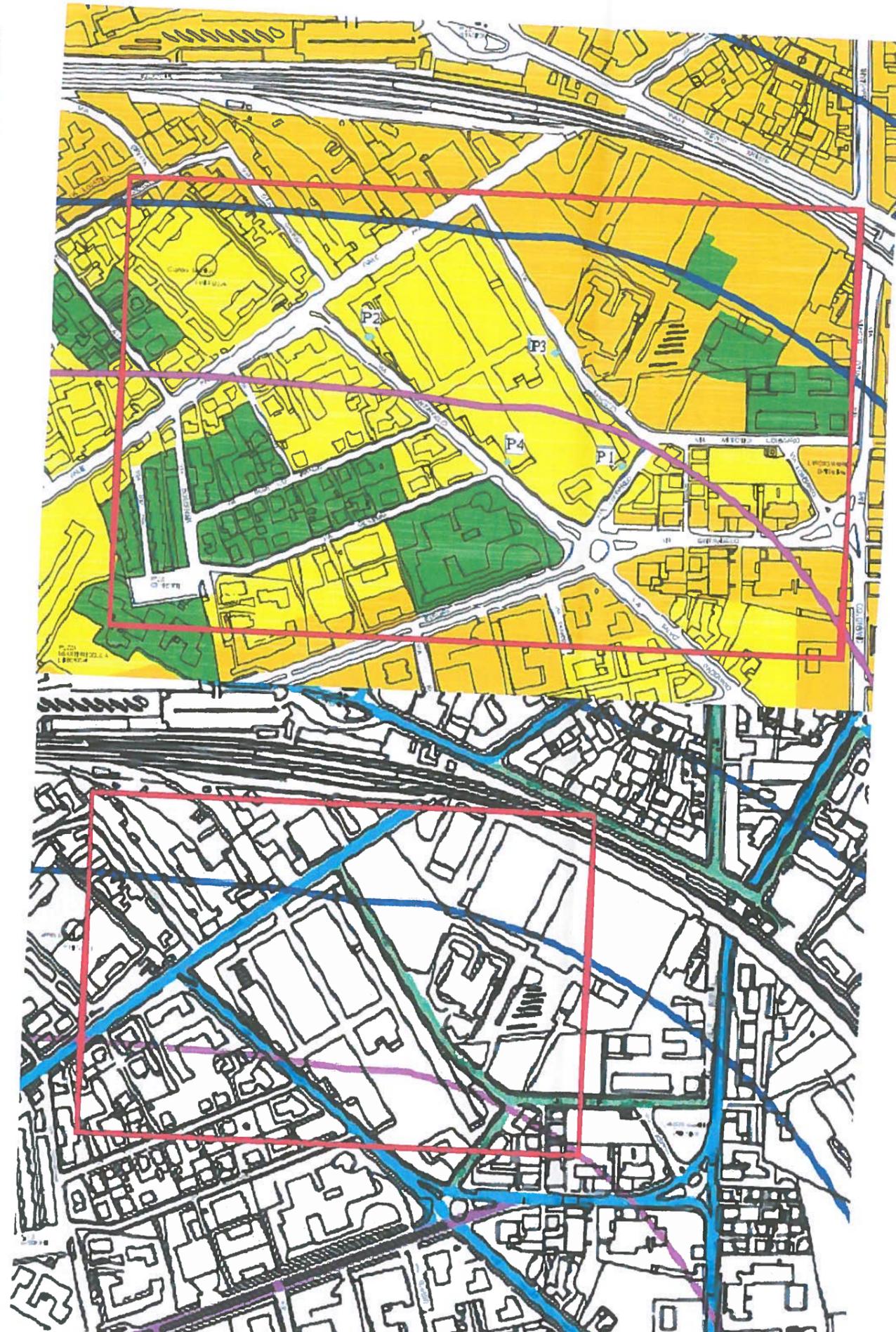
LEGENDA REALIZZAZIONE ABB PII

- Sorgente flusso veicolare
- Sorgente flusso ferroviario
- Fasce di pertinenza acustica ferrovia:
 - Fascia A
 - Fascia B
- Ubicazione punto di misura
- Ricettore esterni all'area
- Denominazione ricettori in progetto a piano terra
- Edificio residenziale

Figura 3 ESTRATTO PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA COMUNE di LODI



Delibera N. 39 del 16/03/2011



Legenda

Classi e limiti assoluti di immissione		Limiti diurni (06:00-22:00)	Limiti notturni (22:00-06:00)
	Classe I Aree particolarmente protette	50 dB (A)	40 dB (A)
	Classe II Aree prevalentemente residenziali	55 dB (A)	45 dB (A)
	Classe III Aree di tipo misto	60 dB (A)	50 dB (A)
	Classe IV Aree di intensa attività umana	65 dB (A)	55 dB (A)
	Classe V Aree prevalentemente industriali	70 dB (A)	60 dB (A)
	Classe VI Aree esclusivamente industriali	70 dB (A)	70 dB (A)

Fasce di pertinenza Infrastrutture ferroviarie D.P.R. 18/11/1998 n°459

- Fascia A - Larghezza di 100 m. a partire dalla mezzaripa dei binari esterni per infrastrutture con velocità di progetto non superiore a 200 km/h
- Fascia B - Larghezza di 150 m. a partire dal limite della fascia A per infrastrutture con velocità di progetto non superiore a 200 km/h e di 250 m. a partire dalla mezzaripa dei binari esterni per infrastrutture con velocità di progetto superiore a 200 km/h

Fasce di pertinenza Infrastrutture stradali D.P.R. 30/03/2004 n°142
Per la classificazione delle infrastrutture stradali si veda la tavola C

- LIMITE CENTRO STORICO
- CONFINE COMUNALE

PUNTI DI MISURA

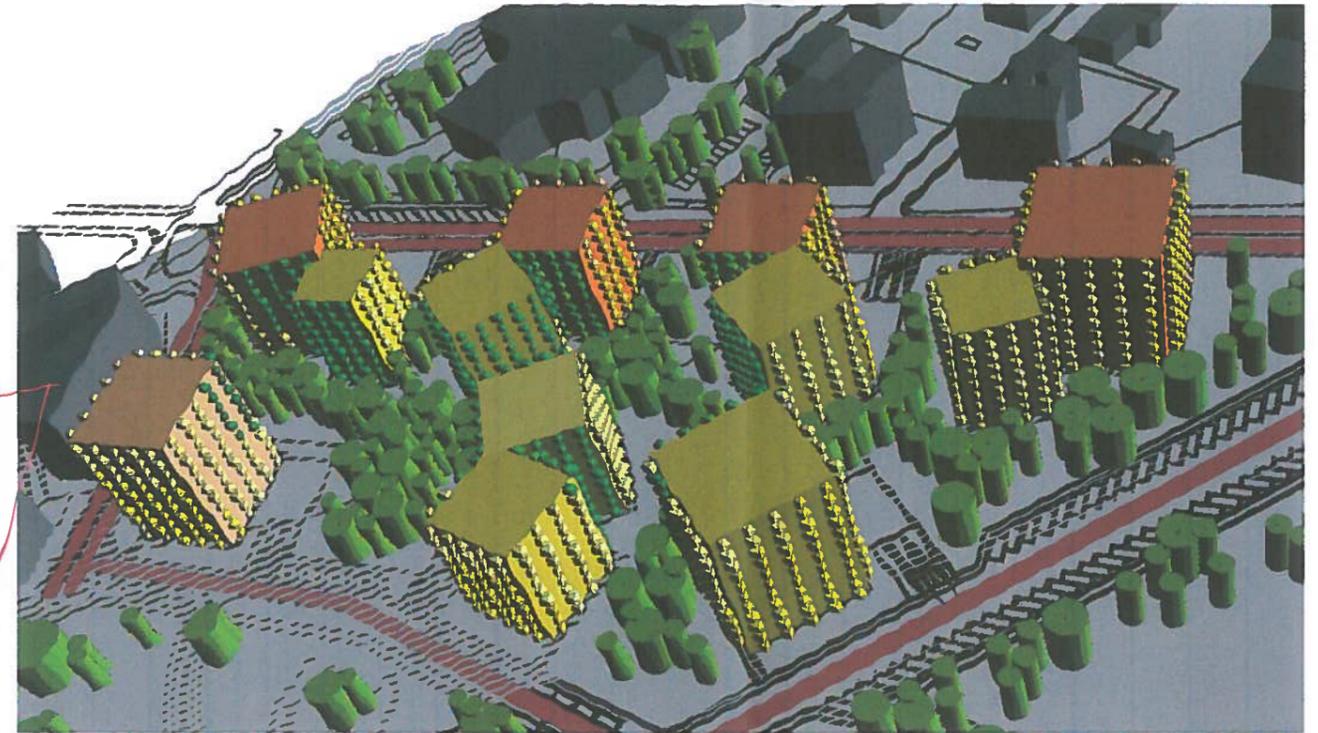
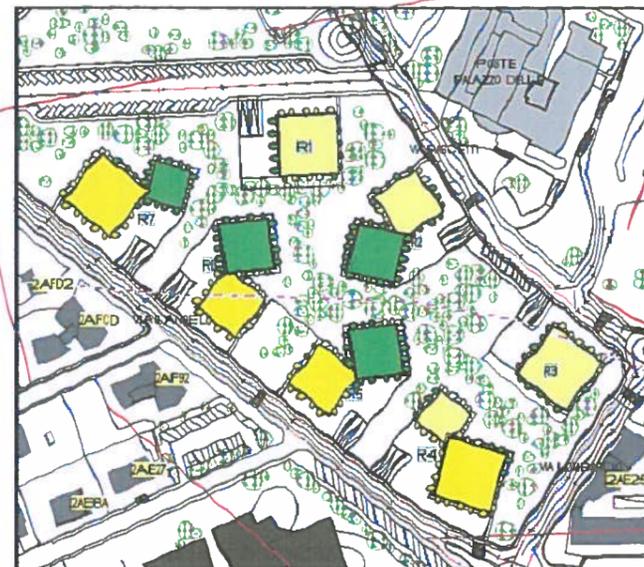
Limiti acustici e fasce di pertinenza delle strade esistenti e assimilabili

TIPO DI STRADA	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI	AMPIEZZA FASCIA DI PERTINENZA ACUSTICA (m.)	LIMITI Req. dB(A)			
			Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			diurno	notturno	diurno	notturno
A Autostrade		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)				
B Extraurb. principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)				
C Extraurb. secondaria	Ca a carreggiate separate	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)				
	Cb tutte le altre strade extraurb.	100 (fascia A)	50	40	70	60
	50 (fascia B)					
D Urbana di scorrimento	Da a carreggiate separate e interquartiere	100	50	40	70	60
E Urbana di quartiere	Db tutte le altre strade urbane di scorrimento	100	50	40	65	55
F		30	50	40	60	50

Figura 4.1 MAPPE tridimensionali con calcolo valori in facciata POST OPERAM NOTTE



Vista da Nord



Vista da Este

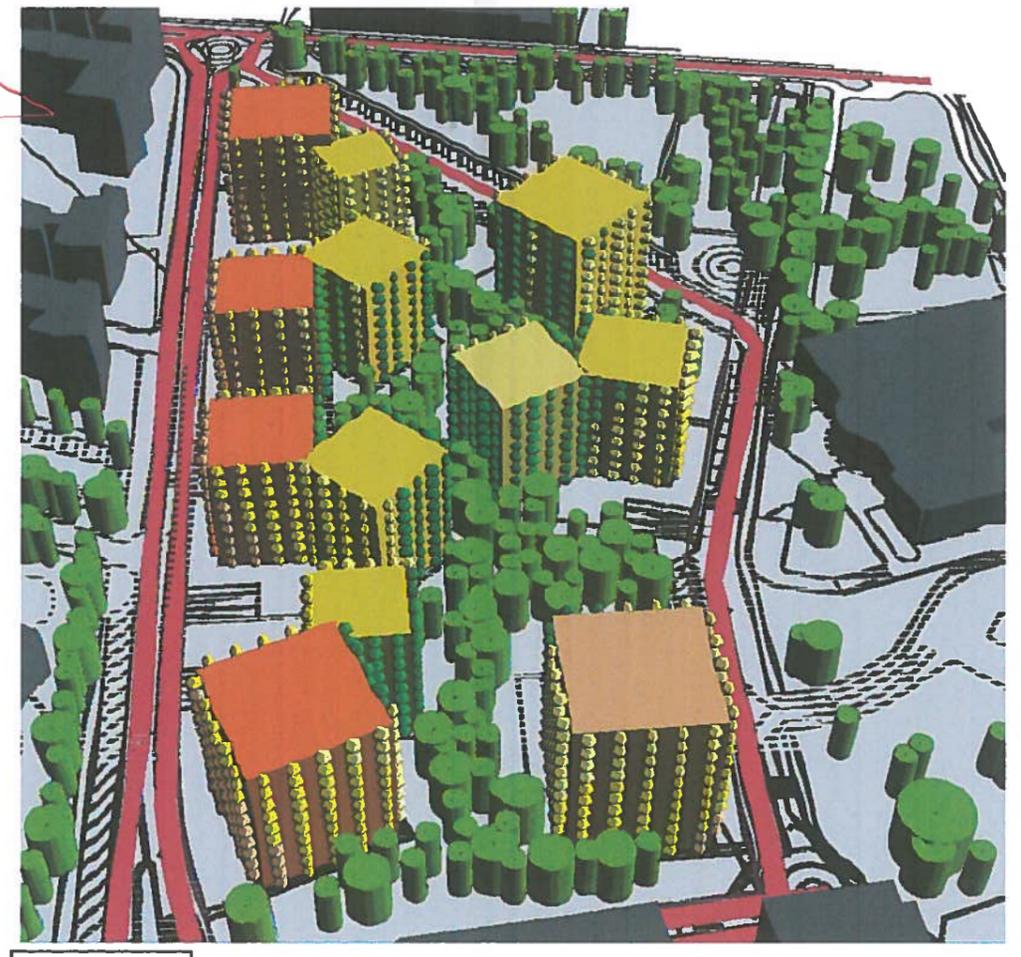
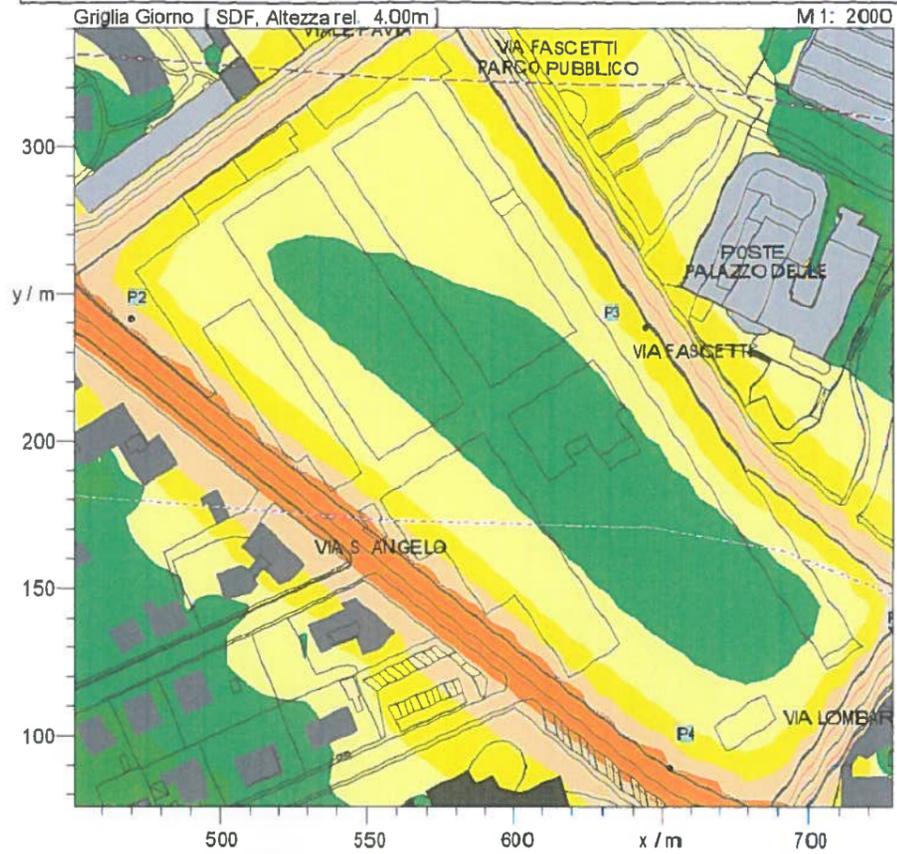
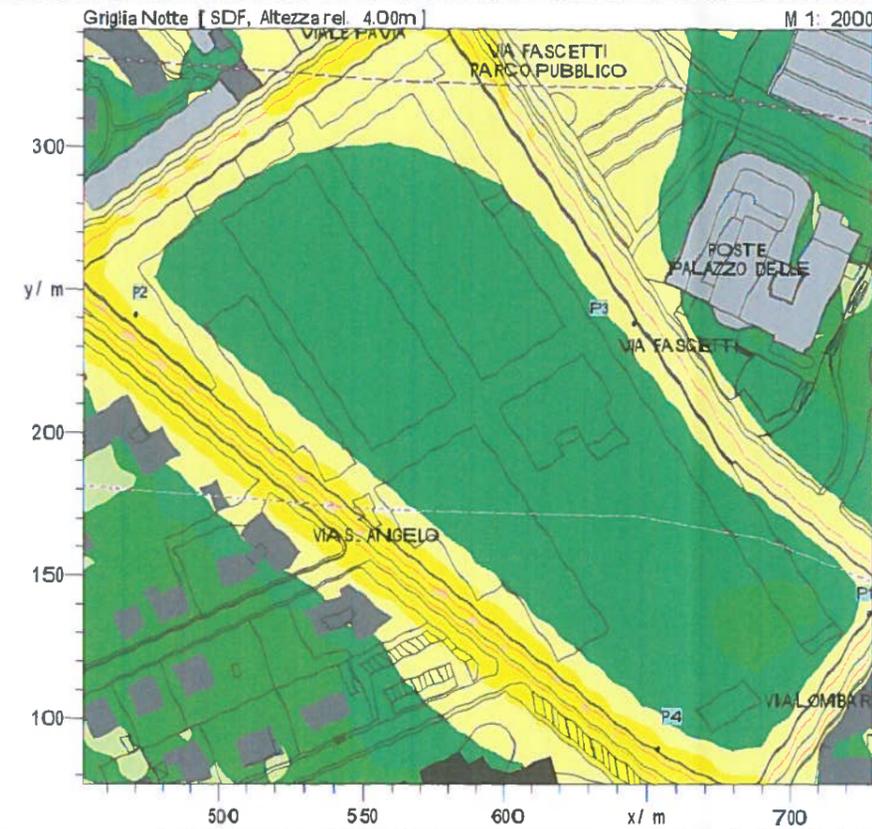


Figura 5 MAPPE ISOFONE a 4 m da terra situazione ANTE e POST OPERAM

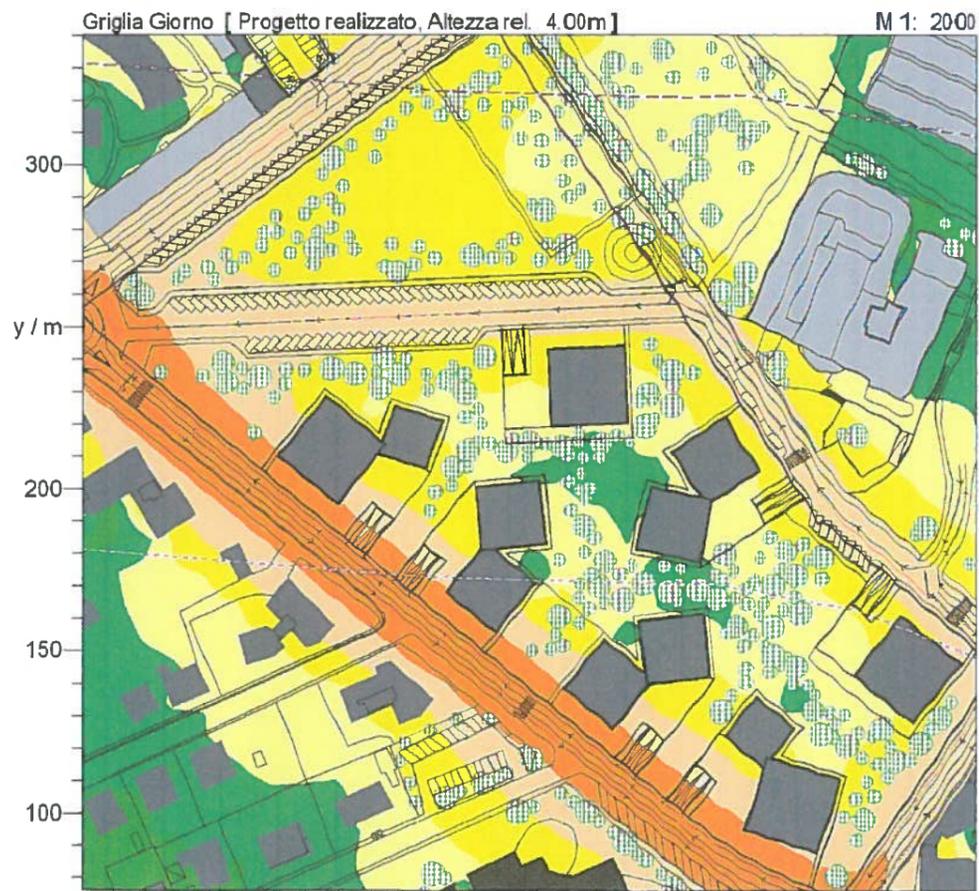
ISOFONE ANTE OPERAM GIORNO (quota 4 m da terreno)



ISOFONE ANTE OPERAM NOTTE (quota 4 m da terreno)



ISOFONE POST OPERAM GIORNO (quota 4 m da terreni)



ISOFONE POST OPERAM NOTTE (quota 4 m da terreni)

