



PIANO DI AZIONE – ADEMPIMENTI EX D.Lgs. 194/2005 smi

RELAZIONE GENERALE
CODICE 0113
PROVINCIA DI MILANO

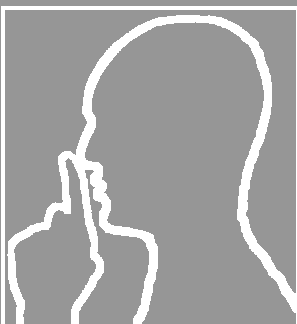
Relazione Piano di Azione: IT_a_AP_MRoad0113

Adottato con DGC
n°50 del 26/03/2019

DATA
Revisione **26/03/2019**

Allegato 1

ELABORATO N°



STUDIO DI ACUSTICA DE POLZER Srl
Via Pezzotti 2 – 20141 Milano

studiodiacusticadepolzersrl@pecimprese.it
Tel. 02 89512742 - 02 49761354

Dr. Folco De Polzer
- firmato digitalmente -

Arch. Marzia Graziano

Dr. Davide Irto

PROGETTISTI

SOMMARIO

- 1) INTRODUZIONE GENERALE;**
- 2) RIFERIMENTI GIURIDICI**
 - 2.1 Limiti in vigore;
- 3) LE RAGIONI DELL'ACUSTICA;**
- 4) PROCEDURE E TECNICHE;**
- 5) TEORIA ACUSTICA**
 - 5.1 Accenni alle grandezze fisiche e alla teoria acustica;
 - 5.2 Il modello matematico previsionale;
 - 5.3 Il dB(A)
 - a. Il modello matematico previsionale;
 - b. Metodo di calcolo;
- 6) DESCRIZIONE DELLE SORGENTI DI RUMORE CONSIDERATE E GLI ESPOSTI AL RUMORE ANTE OPERAM;**
- 7) AZIONI DI MITIGAZIONE ED ESPOSTI POST OPERAM;**
- 8) INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO;**
- 9) RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE;**
- 10) CONCLUSIONI.**

1) INTRODUZIONE GENERALE

Il Comune di Legnano è parte della Città metropolitana di Milano, il suo territorio si colloca a nord-ovest di Milano, al confine con la Provincia di Varese.

Legnano conta 60.269 abitanti per una superficie di 17,72 kmq, con una densità di 3.337,9 abitanti per kmq. Le famiglie sono 25.628, con un indice del numero medio di componenti il nucleo familiare di 2,35.

Il territorio si sviluppa in un contesto di area vasta fortemente antropizzato, dove sono presenti altri comuni di medie dimensioni che hanno sempre rappresentato, anche storicamente, una realtà omogenea dal punto di vista socioeconomico nota come "Alto Milanese" della quale Legnano è tra i nodi nevralgici.

L'area si caratterizza per la presenza di imprese che spesso svolgono attività e processi interrelati, tanto da generare diffusi fenomeni di indotto produttivo nel territorio.

La produzione di macchine utensili, in tal senso, ne è un esempio.

Lo sviluppo urbanistico e l'organizzazione spaziale, oltre a risentire della presenza di infrastrutture di attraversamento come la ferrovia, è sempre stato sia condizionato che favorito dal Fiume Olona.

Molti insediamenti ed attività produttive storiche si collocano infatti tra il fiume e la ex SS33 detta "del Sempione", che si sviluppa quasi parallelamente all'Olona e non a caso attraversa e collega altre città come Castellanza, Busto Arsizio e Gallarate, anch'esse note come delle "città d'impresa".

Per quanto riguarda nello specifico le infrastrutture viarie, il territorio di Legnano risulta essere attraversato da 6 strade che sopportano flussi veicolari superiori ai 3 milioni di veicoli/anno, come accertato con apposita Mappatura realizzata nel corso dell'anno 2017.

Stante quindi le vigenti disposizioni, sulla base di quanto previsto dal D.lgs. 194/2005 s.m.i. anche a seguito delle direttive impartite dall'Unione Europea, per tali strade è necessario predisporre dei Piani d'Azione, con lo scopo di individuare e sanare, a mezzo di interventi di mitigazione mirati, le criticità acustiche dovute al rumore derivante dal traffico veicolare.

Non si tratta quindi di veri e propri piani di risanamento acustico, poiché l'obiettivo non è quello di raggiungere il rispetto di determinati limiti, ma quello invece di avviare una progressiva mitigazione le immissioni sonore prodotte dalle strade prese in esame.

Si tratta quindi delle sole arterie stradali (con esclusione delle Autostrade), considerate più rilevanti sia per il traffico di attraversamento che per la movimentazione di persone e merci.

Proprio per questa forte interconnessione con l'intero sistema urbano della mobilità, è quindi indispensabile che ogni soluzione ed intervento programmato, sia coordinato e coerente con altri strumenti di pianificazione, come il PGTU.

Per quanto riguarda l'orizzonte temporale, la durata del Piano d'Azione è di 5 anni, nel 2022 sarà quindi necessario procedere con una nuova mappatura, e nel 2023 dovranno essere aggiornati o redatti altri nuovi Piani d'Azione.

Tra le ragioni che hanno spinto il Legislatore ad intervenire in tal senso, vi è il presupposto che l'inquinamento acustico ambientale, fuori quindi dai luoghi di lavoro, è riconosciuto come concausa di svariate patologie, come disturbi cardiaci, disturbi del sonno e dell'apprendimento.

Questi ultimi due tipi di effetti, sono oggetto di ricerche commissionate dalla UE già da oltre vent'anni.

Una cattiva qualità del sonno influisce sul sistema nervoso centrale e sul sistema vagale, producendo malattie che vengono definite genericamente psicosomatiche.

In effetti il cervello reagisce ad uno stimolo provocato ad esempio dalle basse frequenze del traffico, riconoscendo un pericolo latente, non correttamente identificato, perciò la reazione ansiosa si rivolge all'interno del corpo, non sapendo da quale pericolo esterno si debba difendere.

L'apprendimento ad esempio, in particolare quello nelle scuole inferiori, si riduce se le parole dell'insegnante non vengono comprese correttamente.

Il danno riguarda certamente i singoli allievi ma anche la comunità in generale, che investendo in istruzione, ha invece interesse che i propri membri raggiungano il livello culturale più alto possibile.

Non a caso la legislazione italiana per altri strumenti come i Piani di risanamento (cosa diversa dai Piani d'Azione), tutela e favorisce mediante specifico coefficiente i ricettori scolastici ed ospedalieri.

Per gli ospedali è confermato da ricerche quanto il buon senso dice: la calma, il silenzio, la tranquillità, favoriscono le guarigioni, perciò si spera che l'Ospedale sia stato costruito in un'area quieta, ma se così non è stato, ci si deve occupare del rumore da traffico che possa raggiungere le sue facciate.

I Piani d'Azione costituiscono quindi una sorta di programma pluriennale che i gestori delle infrastrutture. In questo caso il Comune, adottano per sviluppare interventi di mitigazione dei livelli sonori ambientali, senza la pretesa di ottenere nell'immediato il rispetto dei limiti, che rimangono comunque l'obiettivo di fondo da perseguire in tempi più lunghi.

2) RIFERIMENTI GIURIDICI

Il corpus giuridico è formato dalla legge quadro e da una serie, non ancora del tutto completata, di decreti e regolamenti esecutivi:

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447: "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 14 novembre 1997: "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997: "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- D.M. 16 marzo 1998: "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico";
- Legge 9 dicembre 1998, n. 426: "Nuovi interventi in campo ambientale";
- 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";
- Legge Regione Lombardia 10 agosto 2001, n. 13: "Norme in materia di inquinamento acustico".
- D.G.R. Lombardia n. 9776 del 12/02/2002: "Criteri per la redazione della classificazione acustica comunale";
- D.G.R. Lombardia n. 8313 dell' 8/03/2002: "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale di clima acustico";
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142: "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare";
- Direttiva 2002/49/CE relativa alla "Determinazione e alla gestione del rumore ambientale";
- D.lgs. 194/2005 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale";
- D.lgs. 42/2017 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico".

2.1 Limiti in vigore

I risultati della mappatura acustica del 2017, sono alla base dell'identificazione del numero e della distribuzione sul territorio dei cittadini esposti al rumore da traffico. La Direttiva Europea del 2002, recepita dal d.lgs. 194/05, chiede che i cittadini esposti siano raggruppati per fasce di 5 dB(A) dei livelli sonori in corrispondenza delle facciate. Non vi è una corrispondenza esatta con la normativa italiana, che fissa i limiti delle diverse classi acustiche stabilite dalle zonizzazioni dei territori comunali, nel periodo diurno, 06-22, ed in quello notturno 22-06. Nel decreto 194 troviamo tre periodi invece di due, vale a dire diurno (LAeq,d), serale (LAeq,e) e notturno (LAeq,n). La direttiva e quindi il d.lgs. 194 non si occupano dei superamenti, bensì del numero dei cittadini esposti nei gruppi dell'ampiezza di 5 dB da 50 dB(A) fino ai livelli > 75 dB(A). Non è perciò richiesto di indicare le violazioni dei limiti nazionali, competenza questa che rimane ai singoli stati nazionali. L'iniziativa della UE è rivolta a far iniziare un processo di diminuzione generalizzata dei livelli sonori ambientali.

Per migliore informazione, nella tabella alla pagina seguente sono riportati i limiti, in termini di Leq,day e Leq,night previsti dal D.P.R. 142/2004, relativi alle fasce di pertinenza acustica in funzione del tipo di strada.

TABELLA 2.1 (Limiti relativi alle fasce di pertinenza acustica per infrastrutture stradali già esistenti in funzione del tipo di strada - D.P.R. 142/2004)

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPIAFINI ACUSTICI (Secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica) (m)	Scuole ¹ , ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca	100 (fascia A)	50	40	70	60
	(strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	150 (fascia B)			85	55
	Cb	100 (fascia A)	50	40	70	60
	(tutte le altre strade extraurbane secondarie)	50 (fascia B)			65	55
D - urbanadi scorrimento	Da	100 (strade a carreggiate separate e interquartiere)	50	40	70	80
	Db	100 (Tutte le altre strade urbane di scorrimento)			65	55
E - urbana di quartiere		30	definita dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D. P. C. M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				

3) LE RAGIONI DELL'ACUSTICA

Il rumore ambientale viene normato in Italia a partire dal 1 marzo 1991, con un D.P.C.M. che fissa i limiti dei livelli sonori ammissibili nelle diverse aree del territorio, in funzione della loro destinazione d'uso.

Nel 1995, viene emanata una Legge quadro, la n. 447 del 26 ottobre, che norma in modo più completo ed organico gli aspetti dell'acustica, stabilendo principi, individuando competenze e definendo il sistema sanzionatorio.

Negli anni successivi la normativa si arricchisce di decreti e regolamenti relativi ad ambiti specifici, come gli edifici, i livelli esterni, ecc...

Va sempre tenuto presente che la legislazione in materia di acustica, traendo origine da ragioni di carattere sanitario, si occupa quindi degli effetti che le sorgenti sonore possono produrre sulla salute dei cittadini.

E' infatti scientificamente dimostrato a livello statistico l'incremento di alcune patologie, tra le quali una significativa incidenza di quelle cardiache in aree con grande intensità di traffico veicolare (Babisch ed altri, Motherwell e Berlino).

Se da un lato gli effetti delle sorgenti sonore di tipo industriale sono diminuiti nel tempo, sia per numero che per intensità, ricadendo di fatto su aree di ridotte dimensioni, le infrastrutture di trasporto invece, e le strade in particolare, così sparse e capillarmente diffuse sul territorio urbanizzato, producono un sensibile innalzamento dei livelli sonori misurabili in facciata di abitazioni, scuole ed ospedali, sui quali non a caso si concentra l'attenzione della direttiva europea.

E' necessario pertanto conoscere i flussi, le velocità, la composizione del parco veicolare, distinguere tra mezzi leggeri e pesanti.

Alla fine, dall'incrocio di questi dati mediante un modello matematico previsionale, è possibile determinare l'entità dei livelli sonori in ogni punto utile del territorio studiato.

4) PROCEDURE E TECNICHE

Dopo la realizzazione della citata mappatura delle infrastrutture stradali, essendo necessario procedere alla redazione dei Piani di Azione per quelle strade che risultano con un flusso superiore ai 3 milioni di veicoli/anno, i valori rilevati in facciata nel corso della mappatura vanno confrontati con i limiti acustici previsti dalla normativa nazionale.

Si genera così una tavola grafica detta "dei conflitti" nella quale vengono evidenziati, con una codifica individuale, i ricettori edilizi. In una tabella a parte vengono riportate l'entità dei superamenti.

Lo scopo di tale tavola è proprio quello di fornire dati sul numero totale di persone esposte al rumore in relazione ai superamenti, per la formazione di un elenco delle priorità di intervento soprattutto in previsione di interventi di tipo "fisico", come rallentatori, stesura di particolari asfalti, ecc...

Dall'analisi delle caratteristiche del traffico e dalla valutazione del tipo e dell'entità dei superamenti, è già possibile escludere a priori una serie di interventi selezionando invece quelli ritenuti ragionevolmente più adeguati e concretamente realizzabili, in relazione al contesto, da proporre all'Amministrazione.

Valutata la coerenza delle soluzioni proposte, con altri strumenti di pianificazione comunale, in primis con il PGTU, vanno quindi approfondite con l'Amministrazione altre aspetti tecnici, temporali e finanziari.

Si passa quindi alla fase di redazione finale del Piano di Azione e dei documenti ad esso Allegati, mediante pubblicazione sul sito istituzionale del Comune per raccogliere eventuali osservazioni dei cittadini.

Trascorsi 45 giorni dall'avvenuta pubblicazione, si procede con l'istruttoria delle eventuali osservazioni pervenute che vengono valutate singolarmente.

Nella relazione finale viene data notizia delle eventuali osservazioni pervenute e di come se ne sia tenuto conto.

La relazione finale con allegati viene spedita al Ministero dell'Ambiente che, verificato il materiale trasmesso, lo inoltra all'Unione Europea.

Per quanto riguarda invece la selezione degli interventi proponibili, anche sulla base di altre esperienze si ritiene che il ricorso a barriere fonoisolanti, sia di difficile attuazione in ambito urbano.

La stesura di asfalti drenanti, che hanno capacità fonoassorbenti, richiede invece una revisione dell'intero fondo stradale, incluse pendenze e scarichi, facendo quindi lievitare considerevolmente il costo degli interventi; la loro efficacia inoltre risulta piuttosto modesta nel caso di basse velocità, tipiche dei contesti urbani.

I rallentamenti e le platee rialzate possono invece rappresentare delle buone soluzioni, ma anch'essi comunque, non sono realizzabili dovunque.

Per quanto riguarda invece gli interventi diretti sui ricettori, l'analisi delle caratteristiche fonoisolanti medie di campioni di serramenti delle facciate esposte a superamenti, viene momentaneamente accantonata in attesa di una migliore definizione del quadro giuridico-normativo sugli interventi riferiti ai ricettori, almeno fino al momento che non saranno impostati dei Piani di risanamento acustico, veri e propri.

In ogni caso va ricordato che l'intera procedura dei Piani di Azione, ha uno scopo ben più modesto, quello cioè di condurre tutti i gestori di infrastrutture sopra i 3 milioni di veicoli/anno, quantomeno ad avviare un percorso di mitigazione delle emissioni sonore prodotte nel territorio circostante.

Tra le soluzioni proponibili rimangono quindi in gioco per alcune situazioni, la realizzazione di platee e di ulteriori passaggi pedonali rialzati, e gli interventi indiretti che fanno leva su iniziative ed attività di sensibilizzazione dei conducenti, come l'organizzazione di campagne di informazione che illustrino i vantaggi, individuali e collettivi, della riduzione della velocità e dell'adozione di uno stile di guida dolce, privo di scatti, accelerate e frenate.

Si pensi ad esempio che anche la semplice generalizzazione dell'uso dei fari, quale mezzo di avvertimento per altre auto e pedoni, alternativo al segnalatore acustico, contribuisce ad una diminuzione del rumore ambientale.

5) TEORIA ACUSTICA

5.1 Accenni alle grandezze fisiche e alla teoria acustica

La quantità di energia irradiata da una sorgente sonora nell'unità di tempo è denominata potenza sonora P_w (W).

La potenza sonora P_w emessa da una sorgente è irradiata nel mezzo elastico, come l'aria, attraverso una determinata superficie S (o fronte d'onda) come lavoro dovuto al prodotto della forza di pressione p per la velocità di spostamento delle particelle v intorno al punto di equilibrio.

Con riferimento al modello di generazione, la potenza sonora P_w può quindi essere correlata alla pressione sonora dall'equazione: $P_w = p \cdot (p/\rho c) \cdot S = (p^2/\rho \cdot c) \cdot S$ (W).

Per una sorgente che irradia uniformemente in tutte le direzioni (mezzo isotropo), ovvero in campo libero, il fronte d'onda S è pari alla superficie di una sfera; alla distanza r dalla sorgente la potenza sonora sarà dunque pari a: $P_w = (p^2/\rho c) 4 \pi r^2$

Sia P_w (W) la potenza sonora irradiata da una sorgente sonora su un fronte d'onda S (m^2), sussiste allora la seguente relazione tra potenza sonora e intensità sonora I : $I = P_w / 4 \pi r^2 = p^2/\rho c$ (W/ m^2) e quindi l'intensità è l'energia che, nell'unità di tempo, fluisce attraverso l'unità di area del fronte d'onda.

Mentre la frequenza discrimina la percezione dei suoni, ovvero il loro tono, da gravi (bassa frequenza) ad acuti (alta frequenza), analogamente l'intensità discrimina i suoni da deboli a forti.

In campo libero, si ha dunque la seguente relazione tra pressione sonora e intensità: $I = p \cdot v = p^2/\rho c$ (W/ m^2) si ha che la pressione sonora, in campo libero, risulta così legata alla potenza: $p = (P_w \rho c / 4 \pi r^2)^{1/2}$.

Dalle relazioni suddette si evince che, in campo libero, la pressione sonora e l'intensità diminuiscono con il quadrato della distanza r : per il suono nell'aria, quindi, quando la distanza raddoppia l'ampiezza si riduce della metà.

Pertanto per le grandezze energetiche in acustica, si usa adottare il livello sonoro espresso in decibel (dB) definito come: "il logaritmo decimale del rapporto tra il valore in esame ed il valore di riferimento".

Si hanno pertanto:

- Livello di potenza sonora L_w : $L_w = 10 \lg P_w / P_0$ (dB) dove P_w è la potenza sonora in esame (W) e P_0 la potenza sonora di riferimento (10^{-12} W);
- Livello di intensità sonora L_I : $L_I = 10 \lg I / I_0$ (dB) dove I è l'intensità sonora in esame (W/m^2) e I_0 l'intensità sonora di riferimento (10^{-12} W/m^2);
- Livello di pressione sonora L_p : $L_p = 10 \lg p^2 / p_0^2 = 20 \lg p / p_0$ (dB) dove p è la pressione sonora in esame (Pa) e p_0 la pressione sonora di riferimento ($2 \cdot 10^{-5}$ Pa = soglia di udibilità a 1000 Hz).

Agli effetti pratici, per le suddette grandezze di riferimento, si dimostra che $L_I \approx L_p + 4$.

Ragionando invece per livelli di propagazione in campo libero, si ha che in un generico punto in campo libero, posto a distanza r da una sorgente puntiforme omnidirezionale, il livello di pressione sonora è desumibile dalla potenza sonora mediante la seguente relazione:

$L_p = L_w - 10 \lg 4 \pi r^2 = L_w - 20 \lg r - 11$ (dB), dove r è la distanza tra sorgente e ricevitore misurata in metri.

Per superficie emisferica con sorgente appoggiata ad esempio su una superficie riflettente: $L_p = L_w - 10 \lg 2 \pi r^2 = L_w - 20 \lg r - 8$ (dB).

Il secondo termine è denominato "attenuazione per divergenza d'onda" [Adiv], e descrive come l'energia sonora si distribuisca su di un fronte d'onda avente superficie che aumenta con la distanza.

Noto il livello di potenza sonora della sorgente, le suddette relazioni consentono quindi di prevedere il valore del livello di pressione sonora L_p alla distanza r ;

trascurando altri effetti di dissipazione sonora si ha quindi che ad ogni raddoppio della distanza tra sorgente- ascoltatore si dimezza l'ampiezza, ovvero il livello di pressione sonora o di intensità si riduce di 6 dB (legge del campo libero):

se ad esempio ci troviamo a distanza di 1 m da una sorgente e ci spostiamo a 2 m da essa, si ha una riduzione di 6 dB; spostandoci a 4 metri si ha una riduzione di 12 dB, a 8 m di 18 dB e così via.

La condizione di campo libero presuppone l'assenza di superfici riflettenti ed ostacoli; tale situazione si ottiene in laboratorio, nelle camere anecoiche, realizzate in modo da ridurre al minimo possibile l'energia riflessa dalle pareti delimitanti la camera (pareti fortemente assorbenti), o ponendosi sulla sommità di un'asta lontano da superfici riflettenti.

Le suddette relazioni valgono per una singola sorgente di tipo puntiforme.

Vi sono tuttavia delle situazioni come per le infrastrutture stradali, o per n sorgenti puntiformi in linea, equivalenti ad una sorgente di tipo lineare che modificano la relazione $L_p = L_w - 10 \lg 2 \pi r^2 = L_w - 20 \lg r - 8$ (dB) nel modo seguente:

$L_p = L_w + 10 \lg [(a_1 - a_2) / r_0 d] - 8$ (dB) dove L_w è il livello di potenza sonora per unità di lunghezza della sorgente lineare, mentre a_1 e a_2 sono rispettivamente gli angoli (rad) entro i quali viene vista la sorgente lineare.

5.2 Grandezze psicoacustiche

La percezione dei suoni avviene per mezzo dell'orecchio, vero e proprio analizzatore acustico che converte le vibrazioni in messaggi codificati inviati al cervello, con un comportamento del tutto simile ad un convertitore analogico digitale.

Il suono è percepito con caratteristiche psicosensoriali che possiamo riassumere nel tono, intensità di sensazione uditiva e nel timbro.

Il tono (altezza tonale) è come già accennato alla frequenza (bassa frequenza = toni gravi, alta frequenza = toni acuti); nel caso dei rumori il tono ha poca importanza poiché questi sono generalmente a banda larga.

L'intensità di sensazione uditiva è invece legata al livello di pressione sonora ed alla composizione spettrale del suono.

Il timbro infine, è legato anch'esso alla composizione spettrale del suono e si riferisce alla capacità dell'orecchio di distinguere suoni identici per intensità ed altezza ma emessi da sorgenti diverse: da strumenti musicali diversi ad esempio, o la voce dell'uomo da quella della donna, ecc...

Le grandezze fisiche illustrate finora sono descritte i vari fenomeni fisici che interessano l'acustica ambientale ma non spiegano la percezione soggettiva dei suoni, ed in particolare l'intensità soggettiva o sonia che può essere attribuita ad un suono in una scala da debole a forte, né tanto meno sugli effetti di disturbo delle sensazioni sonore.

Analogamente a quanto avviene nel campo dell'illuminotecnica, dove il contenuto energetico di un fascio di onde elettromagnetiche non dà alcuna indicazione sulla sensazione luminosa che lo stesso produce una volta impressionata la retina, così anche nel campo dell'acustica il contenuto energetico di un evento sonoro, o meglio, la distribuzione energetica del suono alle varie frequenze, non ci dà alcuna indicazione utile circa le sensazioni che tale energia provoca una volta che sia stimolato l'apparato uditivo umano.

La correlazione esistente tra le caratteristiche fisiche di un suono e la sensazione di intensità soggettiva dalle stesse provocate, considerata l'infinita possibilità di combinazioni sonore, è stata indagata solo per i suoni puri.

In un diagramma, frutto di ricerche su gruppi di individui dotati di udito normale (giurie sonore), definito "audiogramma normale medio per toni puri" si sono riportati in ascisse i livelli di pressione sonora in dB riferiti alla soglia di udibilità, ed in ordinata le varie frequenze in scala logaritmica.

Per la realizzazione dell'audiogramma è stato assunto come riferimento un suono puro a 1000 Hz; al variare delle frequenze la giuria sonora ha indicato quando la sonia del suono in esame veniva percepita in modo uguale a quella del suono di riferimento, individuando così una serie di punti aventi eguale sonia: l'unione dei punti così ottenuti, individua delle curve, definite "curve di isosensazione".

L'esame dell'audiogramma mostra quindi come varia la sensibilità dell'orecchio al variare delle frequenze per i toni puri. L

a valutazione numerica della sonia del suono in esame è rappresentato dal valore N espresso in Phon (o livello di sensazione sonora LSS) cui corrisponde la stessa sensazione sonora prodotta dal livello di pressione sonora N espressa in dB del suono di riferimento a 1000 Hz:

Esaminando l'audiogramma si vede ad esempio che, un suono puro avente un livello di pressione sonora pari a 50 dB a 250 Hz produce la stessa sensazione di intensità soggettiva di un suono di 85 dB a 31,5 Hz; a loro volta entrambi i suoni hanno un medesimo livello di intensità soggettiva pari a 50 Phon (50 dB a 1000 Hz).

Dall'audiogramma si evince che la massima sensibilità dell'orecchio si ha per frequenze comprese tra 1000 e 6000 Hz, e che in particolare, decresce sensibilmente, al decrescere della frequenza: tutto ciò comporta notevoli conseguenze a livello pratico, sia nel campo dell'acustica edilizia ed ambientale che sul controllo del rumore in generale.

5.3 Il dB(A)

Sono state elaborate altre grandezze e tra queste, quella di maggiore diffusione, soprattutto per la praticità di misurazione mediante un semplice fonometro, è quella del livello sonoro espressa in dB (A), tanto che il livello di pressione sonora LP(A) in dB (A) è diventato la grandezza psicoacustica di base per esprimere le risposte soggettive degli individui ai rumori.

Da numerosi studi infatti è emersa la fortuita nonché fortunata combinazione che, i livelli sonori ottenuti con un fonometro utilizzando un criterio di pesatura "A", esprimono con una buona approssimazione l'effetto simultaneo di sonia e di disturbo di rumori, qualunque sia il loro livello di pressione sonora: tale criterio consiste nel taglio dei livelli energetici in funzione della sensibilità dell'orecchio alle varie frequenze.

Il fonometro integratore, comunemente utilizzato per le misurazioni acustiche, effettua tali operazioni.

È inoltre in grado di effettuare l'integrazione dei valori istantanei $(pA/p0)^2$ nell'intervallo di tempo della misura: in tal modo si ottiene il valore della pressione sonora in espressa in dB (A), definito come Livello continuo equivalente ponderato in scala "A", $Leq(A)$: $LAeqT = 10 \lg [1/T \int_0^T p^2A(t) / p0^2 dt]$ dB (A).

Per meglio comprendere la propagazione del suono in un contesto urbanizzato, oltre al diverso assorbimento acustico di differenti superfici (asfalto, erba, pareti, vetri, ecc...), della morfologia e dei dislivelli del terreno, si deve tenere in debito conto della presenza di ostacoli, ed in particolare degli edifici.

Se semplifichiamo la rappresentazione dell'onda sonora, intendendola come un insieme di raggi, quando un raggio colpisce una superficie, parte della sua energia viene riflessa, mentre un'altra parte viene assorbita.

Di conseguenza la presenza di eventuali ostacoli e le caratteristiche delle superfici, influenzano perciò la propagazione del suono ed il decadimento dell'energia trasportata.

I modelli matematici utilizzano algoritmi che sfruttano e combinano dati ed informazioni inserite da un tecnico esperto.

In tal modo, note le caratteristiche delle sorgenti, nel nostro caso i veicoli in transito, suddivisi in leggeri e pesanti (questi oltre le 3,5 ton), si arriva a poter calcolare i livelli sonori in corrispondenza delle facciate degli edifici.

5.4 Il modello matematico previsionale

Tale modello previsionale, è stato impiegato per calcolare, ante operam, i valori in facciata, la mappa dei conflitti e la determinazione delle facciate quiete, basandosi su concetti e sfruttando algoritmi che saranno brevemente descritti più avanti.

Nello specifico, il software utilizzato per calcolare la previsione della rumorosità derivante dalla strada (SoundPlan 7.4), si serve del metodo del "ray tracing".

Con questo metodo si simula l'effetto di una sorgente sonora puntiforme, superficiale o, come nel nostro caso, lineare, attraverso l'emissione a propagazione sferica, di un numero finito di raggi sonori.

Tali raggi simuleranno quindi la propagazione delle onde sonore.

Il campo acustico risultante, dipenderà dagli assorbimenti e dalle riflessioni contro il fondo stradale e dagli ostacoli incontrati lungo il percorso, secondo un principio pressoché analogo alla propagazione della luce, compresi eventuali effetti geometrici di diffrazione in corrispondenza del contorno di solidi.

Ogni raggio trasporta una parte dell'energia acustica della sorgente sonora.

L'energia emessa viene pertanto "perduta" lungo il percorso sia per effetto dell'assorbimento delle superfici che per divergenza geometrica e sia per assorbimento atmosferico.

La diminuzione dell'energia per propagazione del suono in aria, è correlata alla dispersione di energia causata da collisioni di molecole d'aria tra loro.

Ogni collisione disperde quindi una piccola parte dell'energia, provocando un numero sempre maggiore di collisioni.

Nell'area considerata di interesse per il calcolo, il campo acustico è il risultato della somma delle energie acustiche degli "n" raggi che giungono al ricevitore, che determina in tal modo i livelli immessi in tutta l'area in esame.

Tali livelli vengono rappresentati graficamente mediante isofone colorate, a passi di 5dB, alla quota convenzionalmente stabilita di 4 metri da terra.

Le sorgenti lineari che rappresentano l'energia sonora emessa dal traffico, sono rappresentate invece da una linea convenzionalmente posta a 50 cm da terra, con caratteristiche di irraggiamento cilindriche.

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

Le norme ISO prevedono l'applicazione di una serie di formule che regolano la propagazione che permettono di calcolare, con un definito livello di accuratezza, il risultato per l'area in esame.

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, in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, da sorgenti di potenza nota.

Come specificato sempre dalla ISO 1996/2 (parte 5.4.3.3), si considera invece che tutti i ricettori si trovino sottovento rispetto alla sorgente, e quindi nelle condizioni più sfavorevoli.

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

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 $d > 2D$.

Se la distanza (d) è minore o, se le condizioni di propagazione per i diversi punti della sorgente sono diverse, la sorgente totale deve essere suddivisa nei suoi punti componenti.

5.5 Metodo di calcolo

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:

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

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 (quando richiesta).

Nel caso di sorgenti lineari da traffico, gli archivi del modello forniscono valori espressi direttamente in dB(A).

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 invece la variazione dell'irraggiamento di una sorgente direzionale verso più direzioni, rispetto a se stessa medesima sorgente, che è invece 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 K_0 che tiene conto dell'emissione in un determinato angolo solido.

Per una sorgente con radiazione sferica, in uno spazio libero $K_0=0$ dB, quando la sorgente è vicina ad una superficie riflettente che non sia il terreno $K_0=3$ dB.

Quando invece la sorgente è di fronte a due piani riflettenti perpendicolari, uno dei quali è il terreno $K_0=3$ dB, se nessuno dei due è il terreno, $K_0=6$ dB;

con sorgente di fronte a tre piani perpendicolari, uno dei quali è il terreno $K_0=6$ dB;

con sorgente di fronte a tre piani riflettenti, nessuno dei quali è il terreno, $K_0=9$ 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 d_0 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 invece dall'interferenza fra il suono riflesso dal terreno e il suono che si propaga imperturbato direttamente dalla sorgente al ricevitore.

Per tale ragione, nel calcolo, la superficie del terreno fra la sorgente e il ricevitore deve essere piatta, orizzontale o con una pendenza costante.

In alternativa, è necessario disegnare nel modello una spezzata che riproduca nel modo più accurato possibile, le variazioni delle pendenze.

Si distinguono 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.

Tuttavia, 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 invece 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 invece prese in considerazione.

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

La barriera viene considerata come 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.

Secondo gli standard attuali, l'attenuazione dovuta all'effetto schermante, viene 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 inoltre tenuti in considerazione gli effetti di diffrazione dei bordi della barriera (barriere spesse). Quando sono presenti più di due schermi, si scelgono i due più efficaci, trascurando gli altri.

Il termine di **attenuazione mista** tiene invece conto dei 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 dB.

6) DESCRIZIONE DELLE SORGENTI DI RUMORE CONSIDERATE E GLI ESPOSTI AL RUMORE ANTE OPERAM

Gli esposti, tenuto conto dei risultati della mappatura, sono identificati con il proprio codice univoco e rappresentati nella cartografia della Mappatura 2017, che ne indica la collocazione sul territorio.

Le sorgenti di rumore prese in considerazione, sono le infrastrutture stradali di competenza del Comune di Legnano, elencate qui sotto, che dalla mappatura più recente risultano con un flusso superiore ai 3 milioni di veicoli/anno.

La ex SP 12, asse Toselli-Cadorna, codice 0113001 – Flussi 5.410.760 v/anno

Attraversa pressoché integralmente il territorio in direzione est-ovest, lambendone il confine meridionale.

Non vi sono attualmente in previsione soluzioni alternative tali da ipotizzare una riduzione di questo tipo di traffico che funge anche da collegamento con l'Autostrada.

L'asfalto è di tipo normale, il profilo della carreggiata piatto, salvo il pezzo Cadorna, in pendenza.

La ex SS 33, del Sempione, codice 0113002 – Flussi 8.433.610 v/anno.

Attraversa il territorio in direzione nord-sud, lambendo il centro storico.

La strada, in alcuni punti a ridosso delle abitazioni, è ad una carreggiata, due corsie, con asfalto normale e profilo piatto.

La ex SP 148, codice 0113003 – Flussi 4.934.908 v/anno

Si tratta dell'asse, che attraversa il centro urbano in direzione est-ovest, costituito da via Novara - via Venegoni - Corso Italia. Il traffico è sia di penetrazione che di attraversamento.

La strada è ad una carreggiata, due corsie, asfalto normale.

La ex SP 527, Saronnese, codice 113004 – Flussi 9.757.180 v/anno.

Scorre nella parte nord, tra l'autostrada ed il confine con Castellanza.

Si tratta di un'infrastruttura inadeguata rispetto al flusso veicolare che sopporta, non a caso ci sono spesso veicoli in coda, ma al momento non ci sono alternative.

La strada è ad una carreggiata, due corsie, asfalto normale.

via Sabotino, codice 113005 – Flussi 3.274.415 v/anno

Si tratta del collegamento tra via Borri per chi proviene da Busto Arsizio - Castellanza e via Novara.

Questa strada ad una carreggiata, due corsie, con asfalto normale, svolge un ruolo prevalentemente distributivo ed anch'essa non ha al momento alternative.

via Venti settembre, codice 113006 – Flussi 5.694.730 v/anno

Svolge anch'essa un ruolo di distribuzione interna.

Si tratta di una strada ad una carreggiata, due corsie, con asfalto normale e profilo piatto.

La Direttiva europea non fissa limiti, prerogativa invece degli stati nazionali, ma ha stabilito quali devono essere le grandezze acustiche sulle quali basare i Piani d'Azione.

I descrittori acustici che sono stati utilizzati per la redazione della mappatura acustica come richiesto dall'art. 5 del D.Lgs. 194/2005 smi vengono definiti nel modo seguente:

- Lden: livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A", determinato dall'insieme dei periodi giornalieri di un anno solare; viene anche eseguita una ponderazione tra i livelli diurni (d), quelli serali (e) e quelli notturni (n).
- Lnight: livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A", determinato dall'insieme dei periodi notturni (ore 22.00 - 06.00) di un anno solare.

I descrittori acustici nazionali in vigore sono invece:

- LAeq diurno: livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A per il periodo di riferimento diurno (dalle ore 06.00 alle 22.00);
- LAeq notturno: livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A per il periodo di riferimento notturno (dalle ore 22.00 alle 06.00);

I limiti acustici sono quelli indicati dal Piano di classificazione acustica del Comune di Legnano attualmente in vigore, espressi in Lden ed Lnight, secondo gli arrotondamenti richiesti dall'Unione Europea.

Lo Stato italiano invece, non ha ancora adeguato alle indicazioni UE, i limiti acustici ambientali.

Le seguenti Tabelle riportano invece il numero degli esposti (come prescritto, arrotondato a 100) nelle diverse fasce d'intervallo espressi in Decibel:

ex SP12 asse Toselli-Cadorna

/00	Lden					Lnight					
fasce lim.	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	45-49	50-54	54-59	60-64	65-69	>70
# esposti	700	1400	900	300	0	800	1300	800	700	0	0

ex SS33 del Sempione

	Lden					Lnight					
fasce lim.	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	45-49	50-54	54-59	60-64	65-69	>70
# esposti	83	62	43	27	59	82	62	42	31	54	0

ex SP 148

	Lden					Lnight					
fasce lim.	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	45-49	50-54	54-59	60-64	65-69	>70
# esposti	83	62	43	27	59	82	62	42	31	54	0

ex SP 527 Saronnese

	Lden					Lnight					
fasce lim.	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	45-49	50-54	54-59	60-64	65-69	>70
# esposti	402	484	422	369	0	475	546	379	413	145	0

via Sabotino

	Lden					Lnight					
fasce lim.	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	45-49	50-54	54-59	60-64	65-69	>70
# esposti	126	356	120	0	0	136	212	278	0	0	0

via Venti settembre

	Lden					Lnight					
fasce lim.	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	45-49	50-54	54-59	60-64	65-69	>70
# esposti	332	252	47	632	0	269	344	78	354	0	0

Per determinare il numero degli esposti, partendo dalla misura delle superfici edifici residenziali in pianta, attraverso le mappe digitali del territorio, si è poi rilevata la quota in gronda per ricavare il volume degli edifici stessi.

Utilizzando quindi l'indice urbanistico demografico, espresso in mc/abitante, si è calcolato il numero **teorico** degli abitanti dei singoli edifici, grazie al quale il modello matematico, ha calcolato il nuovo numero in termine di esposti.

Le aree più critiche sono risultate essere tutte adiacenti alle infrastrutture stradali.

L'effetto potenziale delle mitigazioni proposte, è stato stimato, oltre che in funzione dell'esperienza anche dalle informazioni disponibili in letteratura, secondo un approccio prudentiale.

Tra le prime azioni, sarebbe opportuno organizzare una campagna di sensibilizzazione sugli effetti nocivi del rumore, della velocità che lo provoca ed illustrare invece i vantaggi, individuali e collettivi, della riduzione della velocità e dell'adozione di uno stile di guida dolce, privo di scatti, accelerate e frenate.

Si potrebbero migliorare alcune situazioni, attraverso la realizzazione di platee e di ulteriori passaggi pedonali rialzati, nella consapevolezza che ad esempio, su alcuni tipi di strada, come quelle a doppia carreggiata, sono sconsigliati o non realizzabili.

La stesura di asfalti drenanti invece, come noto, oltre che comportare il radicale adeguamento della piattaforma stradale ed essere quindi piuttosto costosi, sono poco efficaci in contesti tipicamente urbani caratterizzati da percorrenze a bassa velocità, inferiori a 50 km/h.

7) AZIONI DI MITIGAZIONE

Vi sono precedenti interventi di mitigazione, consistenti nella creazione di aree a traffico limitato, di passaggi pedonali elevati, sparsi nel territorio

Le attività dei prossimi cinque anni sono derivate dalle analisi eseguite durante la redazione del documento.

Sono stati valutati i possibili effetti dei numerosi metodi esistenti per la mitigazione delle emissioni o delle immissioni negli ambienti. Quasi tutti ritenuti non applicabili:

- le barriere in ambito urbano di norma non sono accettate dalla popolazione e limitano inoltre la circolazione dell'aria davanti alle case;
- i costosi asfalti drenanti invece, possono produrre una riduzione fino a 3 dB ma solo con velocità di percorrenza più elevate rispetto a quelle urbane e, comunque con l'usura, dopo circa 5 anni, la loro efficacia si riduce a zero;
- la riduzione, la deviazione o lo smistamento dei flussi veicolari non rappresentano al momento delle soluzioni praticabili, poiché non vi sono sostanziali alternative o interventi di tipo infrastrutturale in programma che possano incidere in modo rilevante sulla situazione.
- la sostituzione dei serramenti presso soggetti terzi, è stata anch'essa per ora accantonata a causa dell'incompleta definizione del relativo contesto giuridico.

Tenuto conto anche di precedenti interventi con effetti di mitigazione, già realizzati dall'Amministrazione comunale, come la creazione di platee e passaggi pedonali rialzati o la creazione di zone a traffico limitato (ZTL), i Piani d'Azione, valutata la coerenza con quanto più generalmente previsto dagli strumenti di pianificazione comunale, e del PGTU in particolare, prevedono per i prossimi anni le seguenti attività:

La realizzazione di una campagna di informazione e sensibilizzazione sui vantaggi, individuali e collettivi, prodotti dalla moderazione della velocità. La campagna illustrerà anche i vantaggi, in termini di minor consumo di carburante e di minor inquinamento acustico, attraverso la riduzione della velocità e dell'adozione di uno stile di guida dolce, privo di scatti, accelerate e frenate.

Il costo presunto è di circa € 40.000,00=.

Trattandosi di un avvio delle procedure, volte a perseguire una progressiva mitigazione delle emissioni, per ora viene previsto uno studio di dettaglio per valutare la futura realizzazione di platee e passaggi pedonali rialzati o, in determinati casi, dell'intero incrocio.

L'efficacia delle misure adottate nell'ambito dei Piani d'azione, o che comunque potrebbero produrre benefici, mitigando gli effetti del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali, va verificata mediante misure fonometriche sia settimanali che della durata di 24 ore.

Per quanto riguarda invece le singole infrastrutture stradali, le azioni proposte sono riassunte in uno schema di riepilogo.

Singole strade

		Codice	Flussi / Anno	Lungh.
SP12	SP12 Toselli-Cadorna	IT_a_rd0113001	5410760	5222

Riferimento attuale: LAeq,d 55,5 dB(A); LAeq,n 51 dB(A) [punto misura - M4 via Aosta nord].

Attraversa pressoché integralmente il territorio in direzione est-ovest, lambendone il confine meridionale.

Funge anche da collegamento con l'Autostrada con un traffico di attraversamento, per il quale non vi sono al momento possibilità di deviazione.

La vicinanza degli edifici residenziali a bordo strada non permette di pensare all'installazione di barriere fonoassorbenti.

Prima di valutare se ci siano le condizioni per procedere con degli interventi mirati sui passaggi pedonali va ridotta stabilmente la velocità.

Si propone quindi la realizzazione di una Campagna generale di sensibilizzazione sulle patologie derivanti da rumore da traffico e per la "guida dolce".

Δ atteso = - 2 dB(A)

		Codice	Flussi / Anno	Lungh.
SS33	SS33 del Sempione	IT_a_rd0113002	8433610	2354

Riferimento attuale: LAeq,d 66,5 dB(A), LAeq,n 60 dB(A) [punto di misura M2 - corso Sempione 177].

Attraversa il territorio in direzione nord-sud, lambendo il centro storico, si tratta ex statale che consente di accedere alla parte nord della città, garantendo il collegamento con Castellanza e quindi con l'area del bustese.

Le ridotte dimensioni della carreggiata possono già permettere una riduzione della velocità, dalla rotonda con via Cadorna e Toselli fino al confine comunale a nord.

Rappresenta inoltre un caso esemplare per la prevista campagna d'informazione e di sensibilizzazione sulle patologie derivanti da rumore da traffico e per la "guida dolce".

Δ atteso = - 2 dB(A)

		Codice	Flussi / Anno	Lungh.
SP148	SP148	IT_a_rd0113003	4934908	4224

Riferimento attuale: LAeq,d 67 dB(A), LAeq,n 61,5 dB(A) [punto di misura M6 - via Novara 35].

Si tratta dell'asse, che attraversa il centro urbano in direzione est-ovest, costituito da via Novara - via Venegoni: una strada quindi molto lunga, per cui, interventi come rotonde e passaggi pedonali rialzati, dal punto di vista del rumore svolgono più che altro una funzione educativa dato che la loro efficacia è limitata all'intorno.

In questa prima fase quindi, si potrebbe ridurre il limite di velocità in alcuni tratti, tenuto conto anche dei potenziali effetti positivi derivanti dalla campagna generale di informazione e sensibilizzazione.

Δ atteso = - 1 dB(A)

		Codice	Flussi / Anno	Lungh.
SP527	SP527 Saronnese	IT_a_rd0113004	9757180	3003

Riferimento attuale: LAeq,d 68,5(A) [punto di misura M3 - via Saronnese 69].

Scorre nella parte nord, tra l'autostrada ed il confine con Castellanza.

Si tratta di un'infrastruttura inadeguata rispetto al flusso veicolare che sopporta, non a caso ci sono spesso veicoli in coda, soprattutto in corrispondenza dei semafori.

Al momento non ci sono strade alternative, il PGTU prevede la realizzazione di due rotonde e la separazione delle carreggiate, in parte facendo ricorso agli oneri di investitori commerciali privati.

Si attende un miglioramento grazie alla campagna di informazione sensibilizzazione alla guida dolce, che produrrà comunque degli effetti.

Δ atteso = - 1 dB(A) (medio)

		Codice	Flussi / Anno	Lungh.
Via Sabotino	Via Sabotino	IT_a_rd0113005	3274415	915

Riferimento attuale: LAeq,d 65 dB(A), LAeq,n 57 dB(A) [ricettore n. 131797 - civico 77, Allegati mappatura "Tabelle" 05 via Sabotino].

Si tratta del collegamento tra via Borri per chi proviene da Busto Arsizio - Castellanza e via Novara, che scorre in gran parte tra abitazioni ed edifici commerciali.

Il PGTU lungo questo asse, prevede già la realizzazione di rotatorie, tratti di collegamento tra piste ciclabili e il miglioramento della vegetazione.

Dopo il completamento di tali interventi, si potranno eventualmente valutare riduzioni del limite della velocità in alcuni punti, tenuto conto che anche in questo caso sono attesi dal punto di vista acustico, dei benefici derivanti dalla prevista campagna di informazione e sensibilizzazione.

Δ atteso, = - 2 dB(A) (medi).

		Codice	Flussi / Anno	Lungh.
Via XX Settembre	Via Venti Settembre	IT_a_rd0113006	5694730	1167

Riferimento attuale: LAeq,d 66 dB(A) , LAeq,n 59 dB(A) [ricettore n.132386, civico 20, Allegati mappatura "Tabelle" 05 via XX Settembre].

Tale strada svolge prevalentemente un ruolo di distribuzione interna, le aree attraversate tuttavia, non essendo esclusivamente residenziali, non permettono di escludere il transito di mezzi pesanti.

In tale contesto si potrebbe eventualmente studiare un primo attraversamento pedonale rialzato, unitamente ai benefici attesi dalla prevista campagna di informazione e sensibilizzazione

Δ atteso, espresso in decibel = - 1 dB(A) medio.

I Piani di Azione sono quindi comprensivi di interventi di vario tipo, rivolti alle strade esaminate dalla mappatura ma che necessariamente avranno una ricaduta ed un'efficacia generale sull'intera circolazione, riguardando quindi un numero maggiore di persone rispetto a quelle qui valutate per competenza.

Il primo numero di persone che beneficeranno direttamente di diminuzioni delle emissioni sonore prodotte dal traffico veicolare coinciderà con il numero degli esposti: ovvero 7.300 cittadini.

Nella realtà ne usufruirà un numero ancora maggiore di persone, sparse intorno ad altre strade con minori flussi di traffico, il cui numero potrà essere ragionevolmente stimato solo con una campagna di misure fonometriche da attuarsi post operam.

Per la valutazione dei risultati attesi dall'implementazione dei Piani di Azione, è stato calcolato come si modificherà il livello di emissione dalla strada, misurato ai ricettori.

In generale, si stima che il rallentamento dei veicoli, combinato con una campagna di informazione e sensibilizzazione e l'inserimento di platee rialzate, possa produrre una diminuzione dell'emissione in facciata di 1,5 dB medi.

Al termine della loro attuazione, una campagna di monitoraggio acustico verificherà l'efficacia dei Piani d'Azione, monitorando altresì la velocità dei veicoli.

I Report tecnico-documentali che ne deriveranno, costituiranno la comprova dell'attività di verifica e controllo svolta.

8) INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO

Si considera che la campagna possa avere effetto sul 70% dei conducenti in transito, ritenuti in gran parte "utenti con percorsi ripetitivi".

Viene stimato che complessivamente, il totale degli effetti possa portare ad una diminuzione di 2 dB(A).

Si ritiene ad esempio che, la sola campagna di informazione e sensibilizzazione, se ben proposta, possa portare ad una diminuzione fino a 1,5 dB medi.

E' quindi possibile calcolare un indice di efficacia che tenga conto del costo, del numero di dB guadagnati e del numero di cittadini.

Per l'esecuzione delle misure, si stima un costo unitario di 800€/cad per un totale di 10x800 = € 8.000,00.
Per la campagna d'informazione si presume una spesa di € 40.000,00 nei primi due anni.

Il collegamento dei tratti di pista ciclabile nel "percorso centro città-ospedale" e le rotatorie lungo via Sabotino, hanno un costo prevedibile di circa € 120.000,00= per i tratti di collegamento ciclabile e di circa € 350.000,00=, a carico dell'Amministrazione, per le rotatorie.

Tenuto conto anche di spese varie, il costo complessivo si aggira quindi all'incirca in € 500.000,00=, di cui circa il 10%, pari quindi a € 50.000,00= possono essere ragionevolmente attribuibili alla riduzione del rumore, la restante quota è invece legata a viabilità, sicurezza, ecc...

Considerando quindi il complesso degli interventi, il costo totale per l'attuazione del Piano di Azione si potrebbe aggirare intorno ai 100.000,00= Euro.

In tal senso un "Rapporto costi – efficacia" può essere quindi calcolato nel modo seguente:

100.000 € su 7.300 esposti, si avrà un valore di € 13,69 /abitante esposto.

Considerando un guadagno medio di 1,5 dB(A): € 13,70 /1,5 = 9,13 €/dB/abitante esposto.

Valutando invece i soli decibel guadagnati: € 100.000,00 / 1,5 dB(A) = 66.6660,66 €/dB.

9) RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE

La consultazione è avvenuta tramite pubblicazione sul sito istituzionale del Comune, dal 10/10/2018 al 26/11/2018. Non sono pervenute osservazioni.

10) ESTREMI DELL'ADOZIONE DEL PIANO

L'Autorità Competente per la redazione dei Piani di Azione è il Comune di Legnano, con sede presso il Municipio di Palazzo Malinverni, Piazza S. Magno 9, Legnano.

Referente: dott. ing. ERMINIO GARAVAGLIA - Responsabile del Servizio Energia, Tecnologia, Ambiente PEC: comune.legnano@cert.legalmail.it

L'adozione dei Piani di Azione è avvenuta tramite Deliberazione di Giunta Comunale n. 50 del 26/03/2019. Viene altresì Allegata la "Declaration" richiesta dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

11) CONCLUSIONI

I Piani di Azione sono stati elaborati per strade di competenza del Comune di Legnano che sopportano flussi veicolari superiori ai 3 milioni veicoli/anno.

Attraverso l'implementazione di un modello matematico, noti flussi, territorio, edifici, sono stati calcolati gli abitanti esposti nelle diverse fasce, così come indicate dalla normativa.

L'elaborazione dei Piani di Azione ha comportato la disamina dei diversi metodi di mitigazione acustica disponibili, propendendo per la sensibilizzazione dei conducenti in primis, e dei cittadini indifferenziati poi, sui fenomeni e gli effetti dell'inquinamento acustico, investendo quindi nella diffusione di una consapevolezza collettiva che conduca ad una progressiva riduzione dello stesso.

Attraverso i metodi proposti, ancorché si ritenga che di possano produrre riduzioni di modesta entità delle emissioni sonore derivante da traffico veicolare, i benefici attesi sono comunque diffusi interessando quindi anche la generalità dei cittadini.

Al ripetersi della Mappatura, di potranno quindi verificare tali cambiamenti, proponendo se del caso altre soluzioni e tecniche, nella direzione di un progressivo miglioramento del clima acustico generale o in alcuni punti in particolare.

Studio di Acustica De Polzer Srl
Dott. Folco DE POLZER
- firmato digitalmente -