



PROVINCIA DI FORLÌ-CESENA

Servizio Infrastrutture Viarie, Gestione Strade, Patrimonio, Mobilità e
Trasporti

SP 27BIS BRALDO AL KM 2+350 INTERVENTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEL VIADOTTO SUL TORRENTE MONTONE

CUP

G67H21019760001

B.8

Documentazione d'Impatto Acustico

Il Progettista
Ing. Luca Gardelli

Con la collaborazione di
Arch. Laura Capizzi
Arch. Silvia Conversano

Il Tecnico
Massimo Ing. Plazzi
Dante Ing. Neri

Il RUP
Ing. Fabrizio Di Blasio



PRIDE - PRojects and IDEas for Environment
Consulenza Ambientale e Pianificazione Territoriale

SOMMARIO

1 Premessa e considerazioni introduttive	3
2 Individuazione dei recettori sensibili all'impatto indotto	3
3 Caratterizzazione dello scenario acustico attuale	4
4 Modello di simulazione utilizzato	5
4.1 Risultati modellistica	8
5 Caratterizzazione dello scenario di progetto	9
6 Confronto tra gli scenari	10
7 Verifica delle normative vigenti	10
8 Conclusioni	13
9 Analisi del cantiere	13
9.1 Analisi del possibile impatto acustico	14

1 Premessa e considerazioni introduttive

L'analisi acustica proposta vuole evidenziare le modifiche al clima acustico esistente derivanti dalla nuova configurazione del tracciato viario di progetto.

Il presente studio viene effettuato dallo scrivente Ing. Dante Neri tecnico competente in acustica ambientale (ENTECA Numero Iscrizione Elenco Nazionale 5168).

Sono stati analizzati i seguenti punti:

- Individuazione dei recettori sensibili all'impatto indotto
- Caratterizzazione dello scenario acustico attuale
- Caratterizzazione dello scenario di progetto
- Analisi delle modifiche previste
- Verifica delle normative vigenti

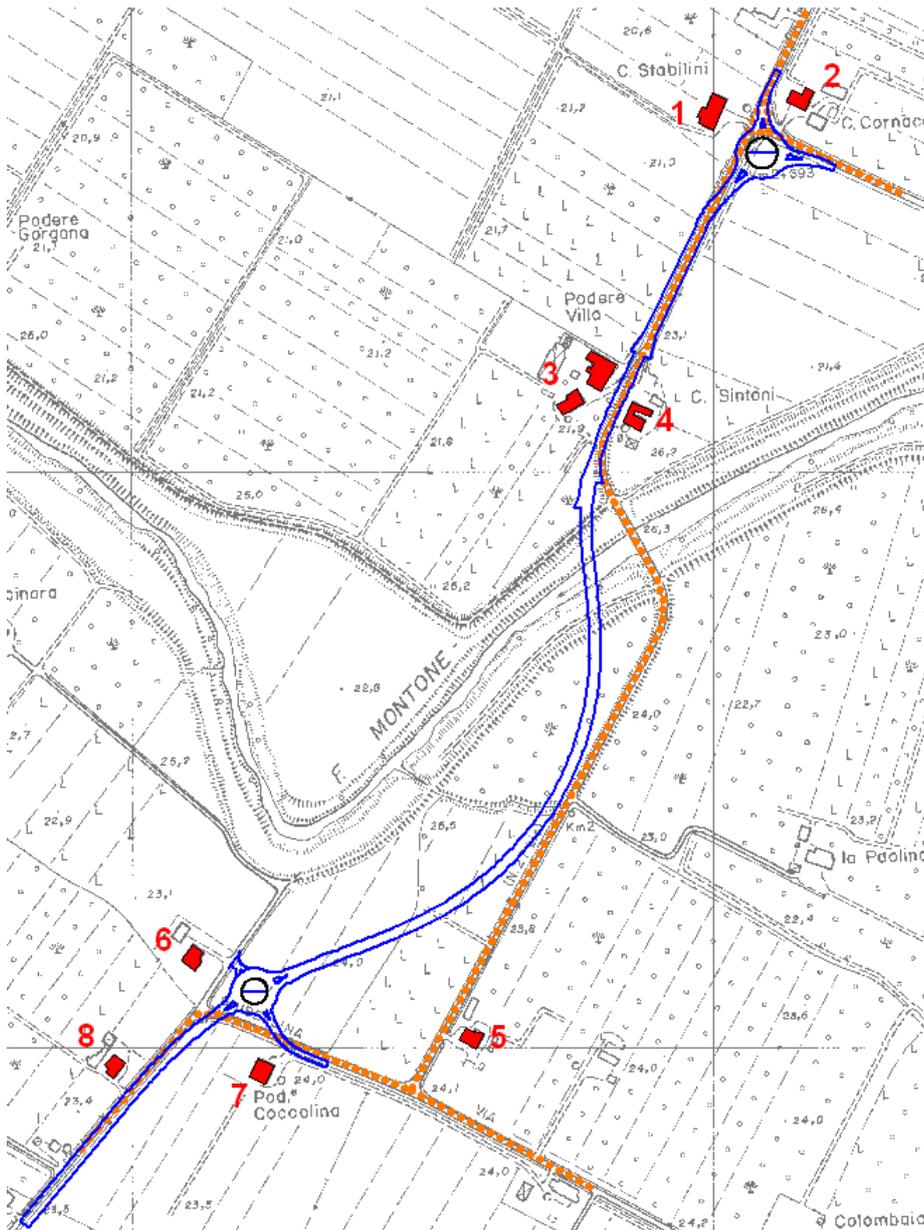
2 Individuazione dei recettori sensibili all'impatto indotto

Sulla base del tracciato attuale e di progetto si individuano i recettori potenzialmente interessati dall'impatto indotto dal traffico veicolare della SP27bis nel tracciato oggetto di intervento.

In linea generale, si considerano tutti gli edifici residenziali presenti nelle immediate vicinanze della sede stradale in quanto, per la valutazione dell'inquinamento acustico, è sempre "sfavorito" l'edificio più vicino alle sorgenti di disturbo che non abbia barriere ed ostacoli interposti, cioè che "vede" direttamente la sorgente e che è caratterizzato da una classificazione acustica più restrittiva in termini di limiti ammissibili.

Nella figura seguente si indicano:

- i recettori considerati per le analisi: edifici in rosso
- il tracciato attuale della SP27bis: linea tratteggiata arancio
- il tracciato di progetto della SP27bis: linea blu



3 Caratterizzazione dello scenario acustico attuale

Allo scopo di ricostruire la mappatura acustica attuale dell'area di studio sono stati utilizzati i dati sui flussi di traffico riportati nello studio all'interno della VALSAT e qui sintetizzati.

Si riportano i valori dei flussi medi orari che interessano per le valutazioni acustiche.

	traffico medio orario diurno giorno	
	leggeri	pesanti
SP27bis	178	13
Via Lughese	360	25

	traffico medio orario notturno	
	leggeri	pesanti
SP27bis	27	2
Via Lughese	60	5

Tali valori sono necessari per determinare il clima acustico diurno e notturno attraverso l'utilizzo del modello di simulazione descritto di seguito.

4 Modello di simulazione utilizzato

Come specificato in precedenza, le sorgenti di disturbo principali sono i flussi di traffico veicolare delle arterie

La caratterizzazione della rumorosità emessa da traffico veicolare e ferroviario è complessa in quanto si tratta di una fonte variabile nel tempo, legata alla velocità di percorrenza, alla struttura stradale, ai parametri geometrici dell'ambiente circostante e ai fattori di emissione sonora che sono variabili da veicolo a veicolo.

Le tecniche di determinazione del rumore si basano essenzialmente sull'utilizzazione di formule di regressione che commisurano le correlazioni esistenti tra il livello di rumore prevedibile, alcuni parametri specifici che caratterizzano i flussi (flusso, composizione, velocità media, ecc..) e le caratteristiche geometrico morfologiche della strada e del sito di rilevamento (geometria, condizioni, ecc..)

Per quantificare il disturbo prodotto è stato utilizzato il software MMS NFTP Iso9613 (versione 4.3) che è un programma progettato e sviluppato da Maind S.r.l. per la gestione del calcolo del rumore prodotto da sorgenti fisse o mobili secondo quanto previsto dalla norma ISO 9613 "Attenuation of sound during propagation outdoors".

Il modello matematico completo integrato nel software calcola il campo del livello di pressione sonora equivalente ponderata in curva A generato da sorgenti fisse o mobili (civili e industriali) su un reticolo di calcolo bidimensionale e permette la valutazione di numerosi effetti descritti utilizzando gli algoritmi presenti nella ISO 9613.

La norma ISO 9613 (prima edizione 15 dicembre 1996), intitolata "Attenuation of sound during propagation outdoors", consiste di due parti :

- Parte 1 : Calculation of the absorption of sound by the atmosphere
- Parte 2 : General method of calculation

La prima parte tratta con molto dettaglio l'attenuazione del suono causata dall'assorbimento atmosferico; la seconda parte tratta vari meccanismi di attenuazione del suono durante la sua propagazione nell'ambiente esterno (diffrazione, schermi, effetto suolo ..). Il trattamento del suono descritto nella seconda parte è riconosciuto dalla stessa norma come "più approssimato ed empirico" rispetto a quanto descritto nella prima parte.

Scopo della ISO 9613-2 è di fornire un metodo ingegneristico per calcolare l'attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. La norma calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione sottovento o in condizioni di moderata inversione al suolo. In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno.

Le sorgenti sonore sono assunte come puntiformi e devono esserne note le caratteristiche emissive in banda d'ottava (frequenze nominali da 63Hz a 8 kHz).

Il metodo contiene una serie di algoritmi in banda d'ottava per il calcolo dei seguenti effetti:

- attenuazione per divergenza geometrica
- attenuazione per assorbimento atmosferico
- attenuazione per effetto del terreno
- riflessione del terreno
- attenuazione per presenza di ostacoli che si comportano come schermi

In appendice sono inoltre contenuti una serie di schemi semplificati per la valutazione della attenuazione della propagazione del suono attraverso :

- zone coperte di vegetazione
- zone industriali
- zone edificate

Il modello di calcolo NFTP Iso9613 implementa la ISO9613-2 calcolando il valore di SPL equivalente prodotto da una serie di sorgenti puntiformi poste sul territorio. Rispetto a quanto contenuto nella ISO9613-2 nello sviluppo del modello sono state fatte le seguenti approssimazioni interpretazioni:

- nella valutazione degli effetti di schermo delle barriere viene considerata solo la diffrazione dagli spigoli orizzontali superiori
- non vengono considerati effetti di riflessione; nel paragrafo 7.5 della ISO 9613-2 la riflessione è trattata tramite l'utilizzo di sorgenti virtuali. Tale effetto non è stato considerato sia a causa della notevole complicazione degli algoritmi di calcolo sia a causa delle numerose condizioni che la ISO stessa prevede per la validità dello schema proposto
- nel caso della diffrazione da schermi non viene valutata la condizione di validità della barriera in quanto il programma è stato sviluppato per il calcolo in ambiente esterno dove tale condizione è praticamente sempre verificata
- la presenza di orografia non è esplicitamente trattata dalla ISO 9613-2; il programma di calcolo tratta l'orografia come una serie di ostacoli valutando quindi gli effetti di diffrazione al bordo superiore

Le equazioni di base utilizzate dal modello sono riportate nel paragrafo 6 della ISO 9613-2:

$$L_p(f) = L_w(f) + D(f) - A(f)$$

dove:

- L_p : livello di pressione sonora equivalente in banda d'ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente w alla frequenza f
- L_w : livello di potenza sonora in banda d'ottava alla frequenza f (dB) prodotto dalla singola sorgente w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt
- D : indice di direttività della sorgente w (dB)
- A : attenuazione sonora in banda d'ottava (dB) alla frequenza f durante la propagazione del suono dalla sorgente w al recettore p

La direttività Q (dB) è un termine che dipende dalla frequenza e dalla direzione e rappresenta la deviazione del livello equivalente di pressione sonora (SPL) in una specifica direzione rispetto al livello prodotto da una sorgente omnidirezionale

Il termine di attenuazione A è espresso dalla seguente equazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove:

- A_{div} : attenuazione dovuta alla divergenza geometrica
- A_{atm} : attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico
- A_{gr} : attenuazione dovuta all'effetto del suolo
- A_{bar} : attenuazione dovuta alle barriere
- A_{misc} : attenuazione dovuta ad altri effetti (descritti nell'appendice della norma)

Il valore totale del livello sonoro equivalente ponderato in curva A si ottiene sommando i contributi di tutte le bande d'ottava e di tutte le sorgenti presenti secondo l'equazione seguente:

$$Leq(dBA) = 10 \log \left(\sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^8 10^{0,1(L_p(ij) + A(j))} \right) \right)$$

dove:

n : numero di sorgenti

j : indice che indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz a 8kHz

Af ; indica il coefficiente della curva ponderata A

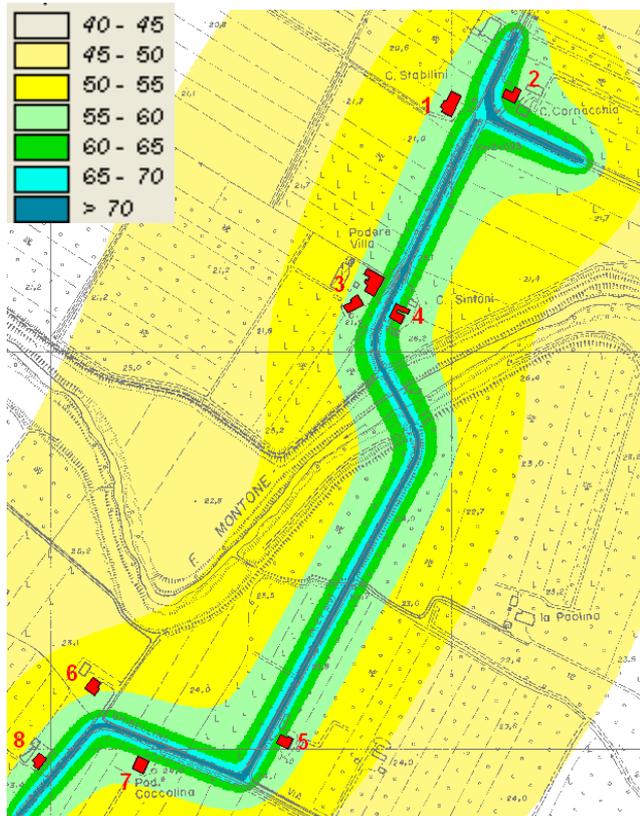
Per le sorgenti stradali, il calcolo viene fatto a partire da un valore misurato in dBA ad una certa distanza dal centro della strada o, in alternativa, è possibile selezionare la casella Calcola la pressione sonora utilizzando le caratteristiche della strada: in questo modo il valore misurato viene determinato a partire dalle caratteristiche del traffico medio (n° mezzi leggeri, n° mezzi pesanti, velocità, larghezza carreggiata).

Per completare le impostazioni è necessario impostare la distribuzione dello spettro delle frequenze di emissione selezionando la percentuale di incidenza di ciascuna frequenza nel valore calcolato; i valori sono compresi tra 0 e 1 dove 0 indica che il valore misurato non contiene componenti tonali di quella data frequenza. Se non si conoscono i dati specifici, si possono impostare i valori delle frequenze secondo la norma ISO/DIS 717/1.

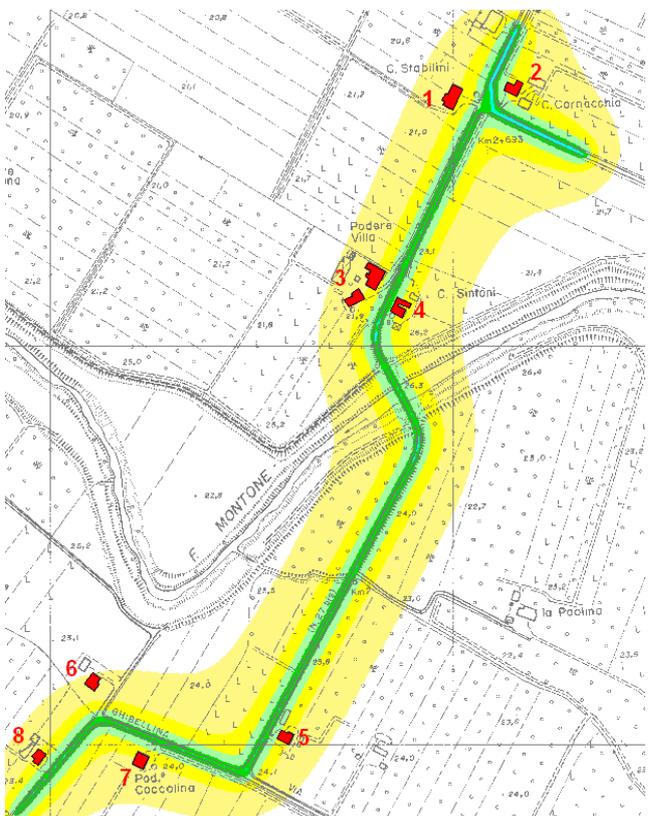
4.1 Risultati modellistica

Attraverso l'utilizzo dei dati indicati in precedenza e del modello di simulazione descritto, si ottengono i seguenti risultati in termini di clima acustico diurno e notturno per l'area di studio.

Clima attuale diurno



Clima attuale notturno



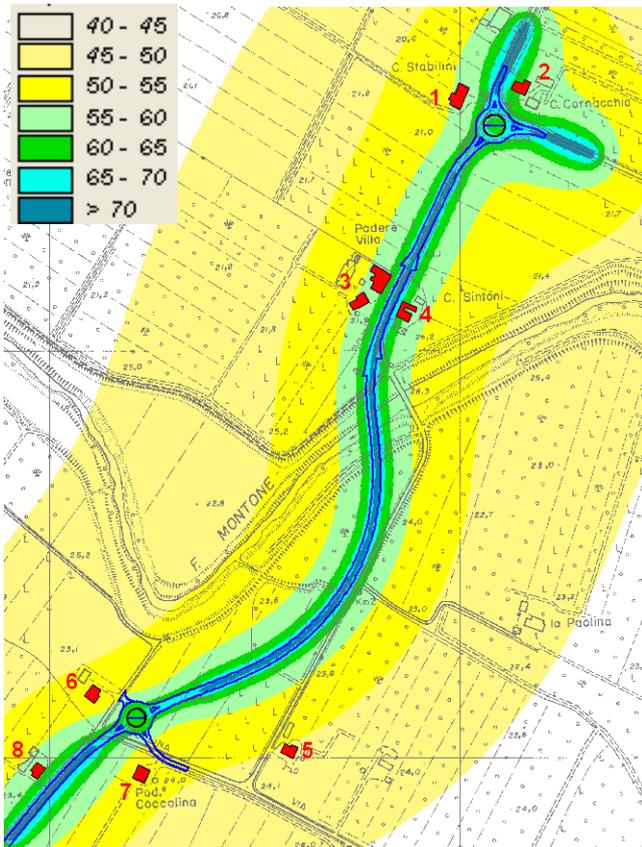
Nella tabella seguente si riportano i valori puntuali ai recettori

Recettore	Attuale - LeqA dBA	
	diurno	notturno
1	59	50,5
2	65	56,5
3	61,5	53
4	66,5	59
5	63	55
6	55,5	47,5
7	60	52
8	61	52,5

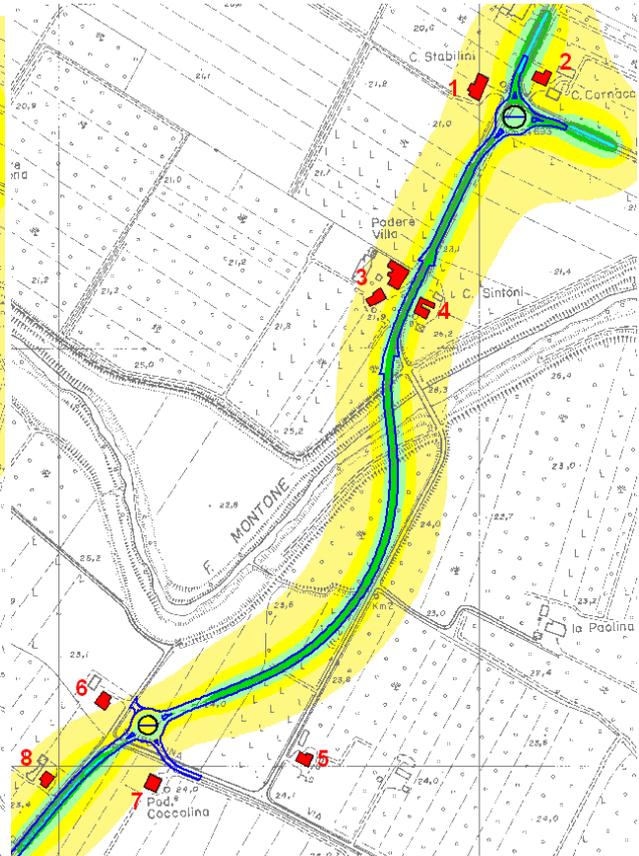
5 Caratterizzazione dello scenario di progetto

Si ripetono le analisi considerando il nuovo tracciato e le nuove rotatorie che avranno funzione di rallentamento dei flussi con conseguente diminuzione delle emissioni rumorose indotte. Come specificato in precedenza i valori dei flussi veicolari rimangono invariati.

Clima progetto diurno



Clima progetto notturno



Recettore	Progetto - LeqA dBA	
	diurno	notturno
1	57,5	49
2	63	54,5
3	61,5	53
4	66,5	59
5	50,5	42,5
6	53,5	45,5
7	53,5	45,5
8	60,5	52

6 Confronto tra gli scenari

Nella tabella seguente si riporta il confronto tra gli scenari in termini di variazione del valore del LeqA dBA ai recettori.

rec	Attuale - LeqA dBA		Progetto - LeqA dBA		differenza progetto-attuale LeqA dBA	
	diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno
1	59	50,5	57,5	49	-1,5	-1,5
2	65	56,5	63	54,5	-2	-2
3	61,5	53	61,5	53	0	0
4	66,5	59	66,5	59	0	0
5	63	55	50,5	42,5	-12,5	-12,5
6	55,5	47,5	53,5	45,5	-2	-2
7	60	52	53,5	45,5	-6,5	-6,5
8	61	52,5	60,5	52	-0,5	-0,5

Si evidenzia un miglioramento diffuso dei valori del disturbo ai recettori o la conferma dei valori ante operam.

Per gli edifici 1, 2, 5, 6 e 7 si evidenziano miglioramenti consistenti dovuti:

- alla modifica del tracciato che si allontana da tali recettori rispetto allo stato attuale
- alla presenza delle rotatorie che rallentando la velocità dei veicoli producono una diminuzione delle emissioni sonore indotte

7 Verifica delle normative vigenti

In tema di inquinamento acustico le principali normative di riferimento sono le seguenti:

Riferimento di legge	Descrizione normativa
Legge 26 ottobre 1995, n. 447	Legge quadro sull'inquinamento acustico
DPCM 14 Novembre 1997	Riguarda i valori limite delle sorgenti sonore in termini di valori di emissione, valori di immissione e valori di qualità per le 6 classi di destinazione d'uso del territorio (aggiornamento del DPCM 1 marzo 1991)
DM 16 marzo 1998	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
L.R. 9 Maggio 2001 n. 15	Disposizioni in materia di inquinamento acustico
DPR 30 Marzo 2004, n. 142	Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare

Direttiva Regionale DGR 17 Aprile 2004 n. 673	Criteria tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione di clima acustico
Zonizzazione acustica Comune di Forlì	Approvata con deliberazione di C.C. n.8 del 24 gennaio 2011

Classi di destinazione d'uso del territorio	Valori limite assoluto di immissione LeqA [dBA] per periodo di riferimento	
	Diurno (6 – 22)	Notturmo (22 – 6)
I – aree particolarmente protette	50	40
II – aree prevalentemente residenziali	55	45
III – aree di tipo misto	60	50
IV – aree di intensa attività umana	65	55
V – aree prevalentemente industriali	70	60
VI – aree esclusivamente industriali	70	70

La normativa vigente impone due tipologie di limite da rispettare: assoluto e differenziale.

Il limite assoluto impone una soglia massima al LeqA [dBA] valutato durante i periodi diurno (6,00 – 22,00) e notturno (22,00 – 6,00).

Il limite differenziale impone che lo scarto tra il rumore totale LA – rumore ambientale (comprensivo della sorgente disturbante) ed il rumore di fondo LR – rumore residuo (senza la sorgente disturbante) sia minore di un certo valore: 5 dBA per il periodo diurno e 3 dBA per il periodo notturno.

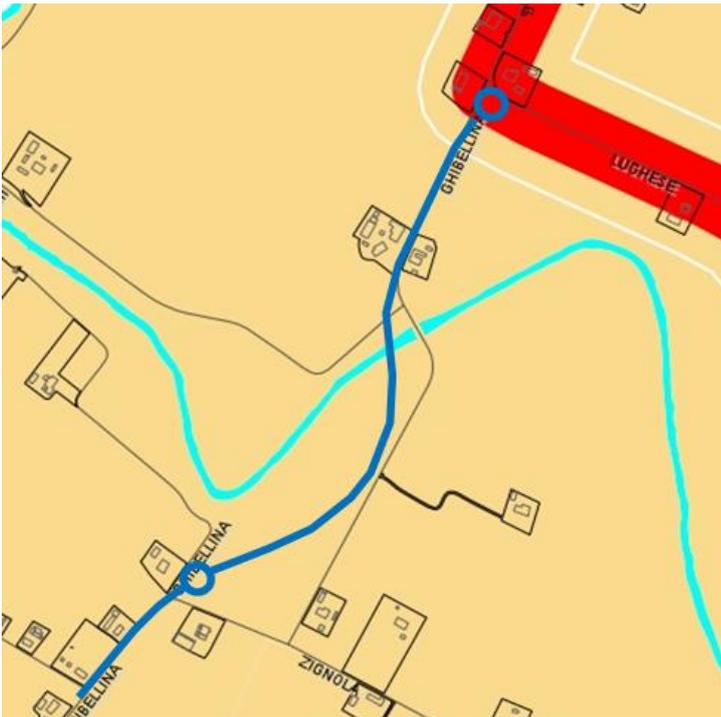
I limiti differenziali non si applicano nei seguenti casi in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile (art 4 DPCM 14 novembre 1997):

- se il rumore misurato a finestre aperte è < 50 dBA nel periodo diurno o < 40 dBA nel periodo notturno
- se il rumore misurato a finestre chiuse è inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno o < 25 dBA durante il periodo notturno

Inoltre, la valutazione del limite differenziale non si applica nei caso di rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali.

Le figure seguenti riporta la classificazione acustica dell'area esaminata.





La SP27bis è di tipo locale senza fascia di rispetto e si trova in un contesto di zona III. Per la via Lughese sono presenti le fasce di rispetto acustico stradale.

Tutti i recettori considerati sono caratterizzati dai seguenti limiti.

recettore	limite zonizzazione LeqA dBA		limite fascia strada LeqA dBA	
	diurno	notturno	diurno	notturno
1	65	55	70	60
2	65	55	70	60
3	60	50		
4	60	50		
5	60	50		
6	60	50		
7	60	50		
8	60	50		

Si confrontano i valori di LeqA misurati con i limiti previsti.

rec	verifica limite zoniz o fascia stradale			
	attuale diurno	attuale notturno	progetto diurno	progetto notturno
1	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI
3	NO	NO	NO	NO
4	NO	NO	NO	NO

5	NO	NO	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI
7	NO	NO	SI	SI
8	NO	NO	NO	NO

Dall'analisi dei risultati si evince che:

- stato attuale:
 - si registra il superamento dei limiti diurni e notturni per i recettori 3,4,5,7,8

- stato di progetto
 - si registra il superamento dei limiti diurni e notturni per i recettori 3,4,8
 - si evidenzia un miglioramento in quanto i recettori 5 e 7 rientrano nei limiti vigenti rispetto allo scenario attuale
 - si evidenzia in generale un miglioramento del clima acustico ai recettori oppure il mantenimento dei valori ante operam (recettori 3, 4, 8)

8 Conclusioni

Il progetto evidenzia in generale un diffuso miglioramento di valori di clima acustico ai recettori nello scenario futuro in quanto il tracciato stradale previsto è posizionato ad una maggiore distanza degli edifici presenti nelle vicinanze oppure si mantiene alla stessa distanza della sede viaria attuale. Inoltre, le rotatorie rallentano i flussi veicolari e conseguentemente diminuiscono le emissioni sonore.

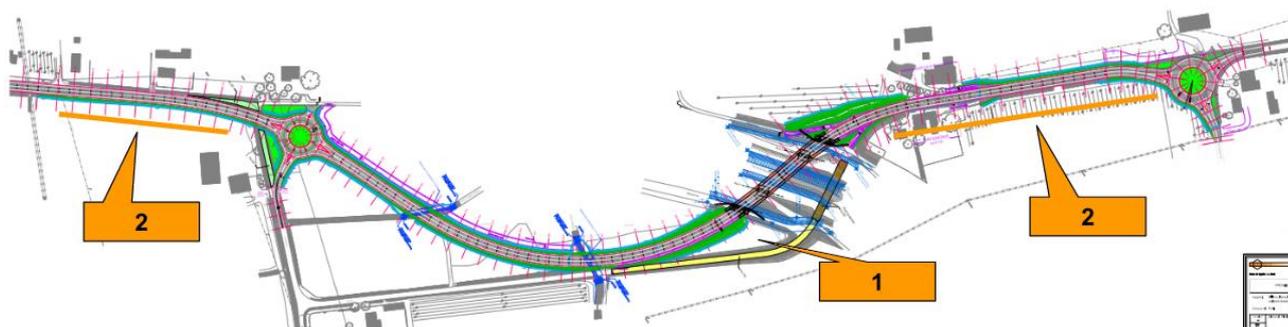
Si evidenzia quindi un “impatto” positivo dell'intervento proposto.

9 Analisi del cantiere

Premesso che l'effettiva organizzazione del cantiere sarà definita prima dell'avvio dei lavori su proposta anche del futuro appaltatore, si rappresenta di seguito una ipotesi di logistica operativa.

Lo schema di seguito riportato rappresenta:

1. la possibile collocazione dell'accantieramento;
2. i tratti dell'attuale SP27bis che saranno oggetto di limitazione alla circolazione con tratti a senso unico alternato;
3. le rimanenti zone della SP27bis rimarranno percorribili senza interferenze per la circolazione



La costruzione del nuovo ponte avverrà con accesso alle zone arginali con piste di cantiere da realizzarsi in alternativa sul sedime dei rilevati o sulla sommità dopo la loro realizzazione.

Gli elementi funzionali dell'opera da realizzare sono stati individuati come segue:

- A-STRADA
- B-NUOVO PONTE
- C-ROTATORIA SP1
- D-ROTATORIA ZIGNOLA

Le lavorazioni sono così elencate:

- SCAVI, BONIFICHE E DEMOLIZIONI
- RILEVATI E SOTTOFONDI
- PAVIMENTAZIONI STRADALI
- OPERE STRUTTURALI
- ELEMENTI DI CONTENIMENTO
- OPERE DI MITIGAZIONE
- ELEMENTI DI FINITURA
- REGIMAZIONE ACQUE
- OPERE ACCESSORIE
- SEGNALETICA

9.1 Analisi del possibile impatto acustico

Si riportano di seguito le norme del Piano di Classificazione Acustica Comunale

CAPO II - DISCIPLINA DELLE ATTIVITA' RUMOROSE A CARATTERE TEMPORANEO E DISPOSIZIONI PER SPECIFICHE ATTIVITA' RUMOROSE**Art. 31 – Attività rumorose nell'ambito di cantieri**

1. Sono da considerarsi attività rumorose a carattere temporaneo, in conformità alle definizioni di cui all'articolo 3, l'esercizio di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi svolti nell'ambito di cantieri edili, stradali ed assimilabili.
2. Nell'ambito dei cantieri di cui al comma 1, l'attivazione di macchine e di impianti rumorosi deve essere conforme alle leggi nazionali di settore per quanto concerne la potenza sonora.
3. Per le attrezzature non considerate nella normativa nazionale vigente, devono essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno rumoroso il loro uso.
4. Gli impianti fissi (motocompressori, betoniere, gruppi elettrogeni e simili apparecchiature), devono essere opportunamente collocati nei cantieri in modo da risultare schermati rispetto agli edifici residenziali circostanti; gli schermi possono essere costituiti da barriere anche provvisorie (laterizi di cantiere, cumuli di sabbia, ecc). opportunamente posizionate.
5. Gli avvisatori acustici possono essere utilizzati solo se non sostituibili con altri di tipo luminoso.

Art. 32 – Orari e valori limite delle attività rumorose nei cantieri edili

1. L'inizio delle attività come definite all'articolo 31 comma 1, al di sopra dei limiti di legge, è consentito nei giorni feriali, escluso il sabato pomeriggio, nel rispetto del seguente orario:
 - a) dal 1 giugno al 30 settembre: 8.00 ÷ 12.30 15.00 ÷ 19.30
 - b) dal 1 ottobre al 31 maggio: 8.00 ÷ 12.30 14.00 ÷ 18.30.
2. Non sono posti vincoli d'orario per i cantieri con durata non superiore a cinque giorni lavorativi, per i cantieri che distano almeno 200 mt dagli edifici residenziali circostanti e per i cantieri itineranti con permanenza nello stesso luogo non superiore a cinque giorni.
3. Durante gli orari in cui è consentito l'utilizzo di macchinari rumorosi non dovrà mai essere superato il valore limite $L_{Aeq} = 70$ dB(A), con tempo di misura (T_M) ≥ 10 minuti, rilevato in facciata ad edifici con ambienti abitativi. Ai cantieri per opere di ristrutturazione o manutenzione straordinaria di fabbricati si applica il limite di L_{Aeq} 65 dB(A), con T_M (tempo di misura) ≥ 10 minuti misurato nell'ambiente disturbato a finestre chiuse. Per contemperare le esigenze del cantiere con i quotidiani usi degli ambienti confinanti occorre che:
 - a. il cantiere si doti di tutti gli accorgimenti utili al contenimento delle emissioni sonore sia con l'impiego delle più idonee attrezzature operanti in conformità alle direttive CE in materia di emissione acustica ambientale che tramite idonea organizzazione dell'attività;
 - b. venga data preventiva informazione alle persone potenzialmente disturbate dalla rumorosità del cantiere su tempi e modi di esercizio, su data di inizio e fine dei lavori.

Le attività di cantiere andranno organizzate seguendo le indicazioni precedenti.