



CITTA' DI TEMPIO PAUSANIA

Lavori di realizzazione strada di collegamento Tempio - strada provinciale per Aglientu - PIA SS 17-19 "Alta Gallura"

PROGETTO DEFINITIVO LOTTO 1 e LOTTO 4 - PROGETTO ESECUTIVO LOTTO 2 Tratto 2
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

PROGETTAZIONE : R.T.I.

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

bonifica spa



**STUDIO GALLI
INGEGNERIA**

Ing. Angelo Binaghi

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI
E PROGETTAZIONE STRADALE
Ing. F. P. Bocchetto (Bonifica)

PROGETTAZIONE STRUTTURALE
Ing. F. Momoni (Bonifica)

ASPETTI AMBIENTALI
Arch. C. Caminiti (Bonifica)

PROGETTAZIONE IDRAULICA
Ing. A. Galli

IL RESPONSABILE DEL
PROCEDIMENTO

Ing. Paola Tetti

IL GEOLOGO

Dott. Geol. A. Bruna

SICUREZZA IN FASE
DI PROGETTAZIONE

Ing. A. Binaghi

**STUDIO ACUSTICO
Relazione**

-

CODICE ELABORATO

PDAMBRE - 01 REV. **A**

SCALA

DATA CONSEGNA

Luglio 2022

A	EMISSIONE	LUGLIO 2022	ing. V. Battistini	arch. C. Caminiti	ing. F.P. Bocchetto
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

INDICE

1.	<u>PREMESSA.....</u>	<u>2</u>
2.	<u>NORMATIVA VIGENTE.....</u>	<u>3</u>
2.1.	ELENCO DELLE PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO PER LA TUTELA DALL'INQUINAMENTO ACUSTICO.....	3
2.2.	ELENCO DELLE PRINCIPALI NORMATIVE TECNICHE	3
2.3.	DELIBERAZIONE N. 62/9 DEL 14.11.2008.....	3
3.	<u>DEFINIZIONI E TERMINOLOGIA TECNICA</u>	<u>5</u>
4.	<u>DESCRIZIONE DEL CONTESTO DI INSERIMENTO</u>	<u>9</u>
4.1.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	9
4.2.	STIMA E PREVISIONE DEL TRAFFICO VEICOLARE ATTUALE	10
4.3.	ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL COMUNE DI TEMPIO PAUSANIA.....	12
4.4.	IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DEI RICETTORI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO	13
5.	<u>DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....</u>	<u>16</u>
5.1.	DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE.....	16
5.2.	LIMITI ACUSTICI STRADALI DI RIFERIMENTO.....	18
6.	<u>VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DELLO STATO DI FATTO</u>	<u>21</u>
7.	<u>IL MODELLO DI CALCOLO SOUNDPLAN.....</u>	<u>24</u>
7.1.	LA NORMA ISO 9613	24
7.2.	IL SOFTWARE PREVISIONALE SOUNDPLAN	25
7.3.	I PARAMETRI DI MODELLIZZAZIONE	27
8.	<u>VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DELLO STATO DI PROGETTO</u>	<u>29</u>
8.1.	STIMA E PREVISIONE DEL TRAFFICO VEICOLARE DI PROGETTO	29
8.2.	TARATURA E VALIDAZIONE DEL MODELLO.....	30
8.3.	RISULTATI POST OPERAM.....	31
8.4.	INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA	34
9.	<u>IMPATTO ACUSTICO NELLA FASE DI CANTIERE.....</u>	<u>36</u>
9.1.	SUDDIVISIONE IN LOTTI E DURATA DEI LAVORI	36
9.2.	CANTIERI BASE E CANTIERI OPERATIVI	36
9.3.	PISTE DI CANTIERE E TRAFFICO DI CANTIERE.....	37
9.4.	MEZZI D'OPERA	38
9.5.	PRESCRIZIONI PER LA FASE DI CANTIERE	38

1. PREMESSA

Obiettivo del presente studio è quindi quello di dare una valutazione su quello che potrà essere l'impatto acustico nelle zone limitrofe le aree interessate dalla futura infrastruttura di progetto, il collegamento stradale Tempio Pausania – Strada Provinciale per Aglientu – PIA SS 17-19 “Alta Gallura”, verificandone la compatibilità con gli standard noti e la normativa vigente in materia, tenendo nella dovuta considerazione il rispetto della salute pubblica e il normale svolgimento delle attività antropiche.

L'opera si sviluppa su quattro Lotti, dei quali il secondo (parzialmente) e il terzo (per intero) già realizzati.

La valutazione acustica è stata condotta inquadrando preliminarmente l'area di intervento sulle parti di tracciato non ancora realizzate, in modo tale da definire i ricettori direttamente interessati: tali strutture sono state censite e codificate, tenendo conto già dei pregressi studi acustici per continuità di trattazione.

È stato quindi effettuato un monitoraggio fonometrico alla fine di giugno 2022 per la definizione acustica dello stato di fatto, anche con l'obiettivo ulteriore di tarare gli standard di calcolo del software SoundPLAN 8.2 e determinare di conseguenza il clima acustico previsionale dello stato di progetto.

Una volta individuati i limiti acustici associati a ciascuno dei ricettori censiti, tutti entro le fasce di pertinenza stradali riportate nel DPR 142/2004, è stato possibile definire i livelli acustici conseguenti alla nuova configurazione stradale e confrontare i risultati con i limiti stessi.

Lo studio acustico è stato elaborato dal sottoscritto ing. Vincenzo Battistini (Tecnico Competente in Acustica con numero di iscrizione all'Elenco Regionale del Lazio nr. 858 - Det. n. B1456 del 08.05.2008, numero di iscrizione all'Elenco Nazionale ENTECA nr. 7161).

Il sopralluogo, il censimento dei ricettori e il report fonometrico sono stati eseguiti dall'ing. Alberto Collu (Tecnico Competente in Acustica con numero di iscrizione all'Elenco Regionale della Sardegna nr. 75 - Det. D.G./D.A n. 1812 del 21.07.2003, numero di iscrizione all'Elenco Nazionale ENTECA nr. 3967).



2. NORMATIVA VIGENTE

2.1. Elenco delle principali norme di riferimento per la tutela dall'inquinamento acustico

- Deliberazione R.A.S n. 62/9 DEL 14.11.2008: “Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale” e disposizioni in materia di acustica ambientale
- D.P.R. 30 aprile 2004 n. 142: “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare”
- D.P.C.M. 1 marzo 1991: “Primi limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi in attesa dell'emanazione della legge quadro sull'inquinamento acustico”
- Legge n.447/1995: “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: “Requisiti acustici passivi degli edifici”
- D.M. 16 marzo 1998: “Tecniche di rilevamento e misurazione”

2.2. Elenco delle principali normative tecniche

- Norma ISO 2204 (1979) “Acoustics - Guide to International Standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human beings”.
- Norma ISO 1996-1 (1982) “Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 1: Basic quantities and procedures”.
- Norma ISO 1996-2 (1987) “Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 2: Acquisition of data pertinent to land use”.
- Norma ISO 1996-3 (1987) “Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 3: Application to noise limits”.
- Norma ISO 91613-2 “Attenuazione del suono durante la propagazione all'esterno. Part. 2 Metodo generale di calcolo”.
- Norma UNI ISO 226 “Curve isolivello di sensazione per i toni puri”.

2.3. Deliberazione N. 62/9 DEL 14.11.2008

La Delibera n. 62/9 del 14/11/2008, promossa dal gruppo di lavoro interno al Servizio tutela dell'atmosfera e del territorio, si prefigge lo scopo di aggiornare e sostituire, anche alla luce di nuove disposizioni in materia, i “Criteri e linee guida sull'inquinamento acustico”, emanate con delibera n. 30/9 dell'8 luglio 2005.

Con riferimento al precedente documento sono state inserite due parti aggiuntive, una che riporta le

indicazioni che le Amministrazioni comunali dovranno seguire per adeguare i propri regolamenti edilizi affinché nella costruzione degli edifici venga garantito il rispetto dei requisiti acustici passivi, ai sensi del D.P.C.M. del 5 dicembre 1997, ed una relativa agli adempimenti che discendono dal D.Lgs. n. 194 del 19 agosto 2005 in merito alla determinazione e gestione del rumore ambientale.

Sono state inoltre apportate integrazioni e modificazioni sia per quanto attiene alle procedure per la redazione e approvazione dei Piani di classificazione acustica sia in tema di rilascio della qualifica professionale di “tecnico competente in acustica ambientale”.

Si è voluto in particolare evidenziare il ruolo professionale del tecnico competente, quale figura abilitata ad operare nel campo della acustica ambientale.

A tal proposito, emerge la necessità che le Amministrazioni Pubbliche, nell’ambito dei propri compiti istituzionali in tema di acustica ambientale, si dotino di idonee figure professionali anche avvalendosi di apposite collaborazioni con tecnici competenti in acustica ambientale, qualora non disponibili nel proprio organico.

Le nuove linee guida sono state strutturate in modo da raccogliere tutte le norme regionali in materia di acustica ambientale con l’obiettivo, in particolare, di fornire alle Amministrazioni comunali una guida metodologica in merito agli adempimenti di loro competenza ai sensi dell’art. 6 della legge 447/1995.

A tal proposito le prime due parti rispondono all’esigenza di fissare criteri omogenei, validi per tutto il territorio regionale, per la classificazione acustica dei comuni e per la stesura dei piani di risanamento.

Nelle tre parti successive si forniscono invece i criteri per la redazione del regolamento comunale per l’attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall’inquinamento acustico.

In tale regolamento le Amministrazioni comunali potranno prevedere, in conformità con quanto stabilito dalle norme regionali in materia di inquinamento acustico, le procedure amministrative inerenti:

- la documentazione di impatto acustico e di clima acustico (Parte IV)
- le richieste di autorizzazione per le attività rumorose temporanee (Parte V)
- il rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici (Parte VI)

La parte settima è dedicata alla determinazione e gestione del rumore ambientale secondo quanto prescritto dal D.Lgs. 194/05.

La parte ottava infine definisce la normativa in merito al rilascio della qualifica di tecnico competente in acustica ambientale.

3. DEFINIZIONI E TERMINOLOGIA TECNICA

- **Inquinamento acustico:** l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.
- **Ambiente abitativo:** ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive.
- **Sorgenti sonore fisse:** gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali e agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite a attività sportive e ricreative.
- **Sorgenti sonore mobili:** tutte le sorgenti sonore non comprese nel punto precedente.
- **Valori limite di emissione:** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- **Valore limite di immissione:** il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.
- **Valori di attenzione:** il valore di immissione che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente.
- **Valori di qualità:** i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla legge.
- **Clima acustico:** le condizioni sonore esistenti in una determinata porzione di territorio, derivanti dall'insieme di tutte le sorgenti sonore naturali ed antropiche.
- **Ricettore:** qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo o ad attività lavorativa o ricreativa, comprese le relative aree esterne di pertinenza; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici e aree esterne destinate ad attività ricreative e allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali vigenti alla data di presentazione della documentazione di impatto acustico.

- **Tecnico competente in acustica ambientale:** la figura professionale cui è stato riconosciuto il possesso dei requisiti previsti dall'articolo 2, commi 6 e 7 della L. 447/95.
- **Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale “inquinamento” acustico.
- **Tempo a lungo termine (TL):** rappresenta un insieme sufficientemente ampio di TR all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di TL è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità di lungo periodo.
- **Tempo di riferimento (TR):** rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.
- **Tempo di osservazione (TO):** è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
- **Tempo di misura (TM):** all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) di durata pari o minore del tempo di osservazione in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.
- **Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A": L_{AS}, L_{AF}, L_{AI}:** esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" LPA secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
- **Livelli dei valori massimi di pressione sonora: L_{ASmax}, L_{AFmax}, L_{AImax}:** esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
- **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A":** valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \text{Log} \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

in dB(A) dove L_{Aeq} e' il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t₁ e termina all'istante t₂; p_A(t) è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); p₀ = 20 µPa è la pressione sonora di riferimento.

- **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine TL (LAeq,TL):** il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine (LAeq,TL) può essere riferito:

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

$$L_{Aeq,TL} = 10 \cdot \text{Log} \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1 \cdot (L_{Aeq})_i} \right]$$

in dB(A), essendo N i tempi di riferimento considerati;

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

$$L_{Aeq,TL} = 10 \cdot \text{Log} \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0,1 \cdot (L_{Aeq})_i} \right]$$

dove i e' il singolo intervallo di 1 ora nell'iesimo TR.

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

- **Livello sonoro di un singolo evento LAE, (SEL):** è dato dalla formula:

$$SEL = L_{AE} = 10 \cdot \text{Log} \left[\frac{1}{t_0} \cdot \int_0^T \frac{p_{A^2}(t)}{p_0^2} dt \right]$$

dB(A) dove $t_2 - t_1$ e' un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento; t_0 e' la durata di riferimento (1 s).

- **Distribuzione statistico-cumulativa dei livelli di rumore:** nell'analisi di un rumore, specie se di tipo aleatorio, può essere utile rilevare i valori di LN, vale a dire i livelli di rumore che sono stati superati per una certa percentuale di tempo all'interno dell'intervallo di misura. Gli LN più comunemente impiegati sono l'L1, L5, L10 (rumori di picco o livelli di rumore che vengono superati per l'1%, il 5% o il 10% del tempo di rilevamento), l'L50 (rumorosità media), l'L90, L95, L99 (rumorosità di fondo).

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

E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

nel caso dei limiti differenziali, e' riferito a T_M ;

nel caso di limiti assoluti e' riferito a TR.



- **Livello di rumore residuo (LR):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.
- **Livello differenziale di rumore (LD):** differenza tra il livello di rumore ambientale. (LA) e quello di rumore residuo (LR): $LD = (LA - LR)$.
- **Livello di emissione:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.
- **Fattore correttivo (Ki):** è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:
 - per la presenza di componenti impulsive $KI = 3$ dB
 - per la presenza di componenti tonali $KT = 3$ dB
 - per la presenza di componenti in bassa frequenza $KB = 3$ dBI fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.
- **Presenza di rumore a tempo parziale:** esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 h il valore del rumore ambientale, misurato in $Leq(A)$ deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il $Leq(A)$ deve essere diminuito di 5 dB(A).
- **Livello di rumore corretto (LC):** è definito dalla relazione:

$$LC = LA + KI + KT + KB$$

4. DESCRIZIONE DEL CONTESTO DI INSERIMENTO

4.1. Inquadramento territoriale

L'itinerario della attuale S.S. 133 da Tempio al bivio con la S.P. per Aglientu è stato individuato dall'Amministrazione comunale di Tempio quale itinerario strategico per il collegamento del proprio territorio con gli ambiti costieri del nord Sardegna di immediato riferimento nei comuni di Aglientu, S. Teresa di Gallura e Palau.



Figura 4.1 - Inquadramento dell'ambito d'intervento (in blu) nel quadro della viabilità del nord Sardegna

Il tracciato di progetto si sviluppa sul territorio della provincia di Sassari, nel Comune di Tempio Pausania, per una lunghezza complessiva di circa 5km, a partire dalla periferia del Comune di Tempio fino al bivio della strada provinciale SP5 per Aglientu. Attualmente è esistente una strada statale di collegamento SS133, che si sviluppa su un percorso piuttosto tortuoso.

La zona interessata dal progetto attraversa aree a prevalente uso agricolo-residenziale o aree boschive; soltanto nella parte iniziale del tracciato si osserva la presenza di agglomerati urbani più consistenti, mentre lungo l'intero sviluppo della strada i recettori potenzialmente impattati sono per la maggior parte edifici isolati o gruppi di case sparse.



Figura 4.2 - Inquadramento territoriale dell'area d'intervento

Il tracciato in progetto non attraversa aree di tutela ambientale che rientrano all'interno di parchi e riserve di aree di particolare pregio ambientale, nelle zone limitrofe al tracciato non sono previste zone di espansione urbanistica.

4.2. Stima e previsione del traffico veicolare attuale

Le figure seguenti evidenziano i flussi di traffico simulati nell'area di studio dal modello di assegnazione della domanda all'offerta di trasporto. La tabella successiva evidenzia i risultati di area ottenuti in termini di macroindicatori di area, veicoli*Km, Veicoli*h e velocità medie di rete.

I risultati sono forniti considerando tutte le tipologie di infrastrutture stradali presenti in rete nell'area di studio evidenziate in figura (vedi pagina successiva) in blu, ovvero quelle più direttamente interessate al progetto oggetto dello studio.

I risultati sono relativi alle 24 ore della giornata, si basano quindi su percorrenze e velocità medie giornaliere.



COMUNE DI TEMPIO PAUSANIA

Lavori di realizzazione strada di collegamento Tempio - strada
provinciale per Aglientu –PIA SS 17-19 “Alta Gallura”
Progetto Definitivo Lotto 1 e Lotto 4 – Progetto Esecutivo Lotto 2 Tratto 2
Relazione Acustica

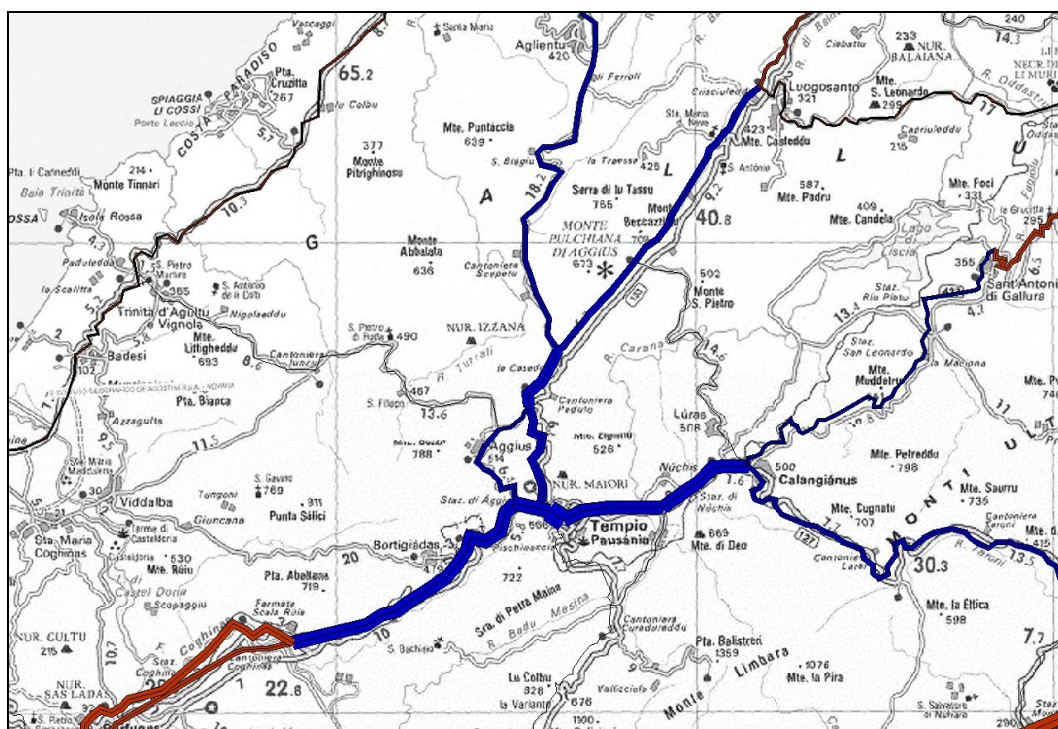
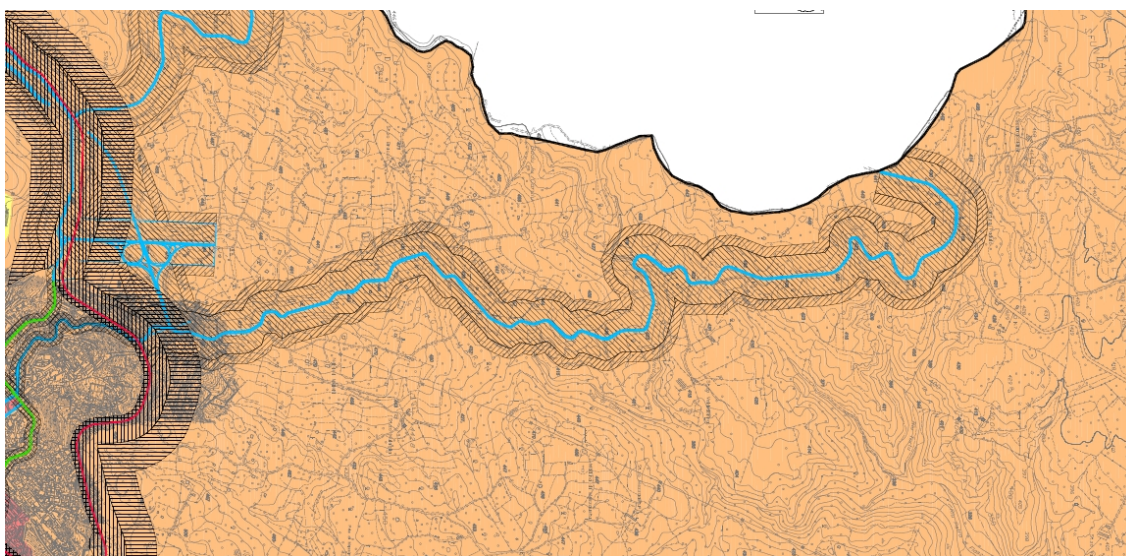


Figura 4.4 - Flussi di traffico giornalieri. Veicoli pesanti

4.3. Zonizzazione acustica del comune di Tempio Pausania

Il Comune di Tempio Pausania ha adottato una prima bozza della zonizzazione acustica comunale con delibera del consiglio comunale n.36 del 13/07/2007. Di seguito si riporta uno stralcio per l'area interessata dal progetto e la legenda.



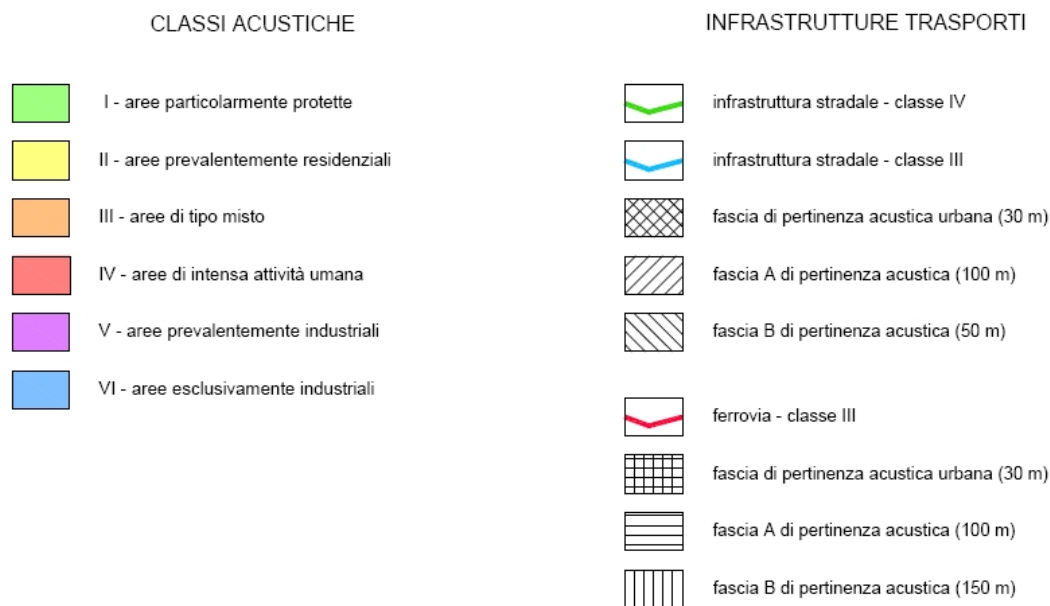


Figura 4.5 - Stralcio Zonizzazione Acustica del Comune di Tempio Pausania

Come si può vedere dalla figure precedenti l'area oggetto di studio ricade in classe III, aree di tipo misto, i limiti di legge previsti sono 60 dB(A) per il periodo diurno e 50dB(A) per il periodo notturno.

4.4. Identificazione e descrizione dei ricettori presenti nell'area di studio

La principale sorgente di rumore nell'area oggetto di studio è costituita dal traffico stradale presente sull'attuale tracciato. Non sono presenti altre sorgenti di rumore rilevanti.

Il clima acustico delle aree limitrofe è sostanzialmente moderato e caratterizzato dalle attività antropiche tipiche di una zona a destinazione agricola.

Il territorio oggetto di studio è scarsamente urbanizzato, nelle aree limitrofe al futuro tracciato sono presenti rari piccoli gruppi di case e alcuni edifici isolati, di cui alcune pertinenze agricole altri ad uso residenziale. Gli edifici sono di solito ad uno o due piani fuori terra.

Dalla precedente fase progettuale (cui le codifiche sono riferite), dall'analisi delle foto aeree e della cartografia della zona e da sopralluogo eseguito alla fine di giugno 2022, sono stati confermati 31 potenziali ricettori.

I ricettori ricadono nella fascia di pertinenza stabilita dal decreto sul rumore stradale (150 metri) per la sezione di progetto (C2). Non sono stati censiti ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo), per questi la fascia di indagine è stata di 300 metri.

Si fa presente che rispetto allo sviluppo progettuale non sono stati considerati i ricettori ricadenti nel tratto già realizzato, ossia quello compreso tra il km 1+725 e il km 3+050, a meno di quelli immediatamente prossimi ai tratti da realizzare (ricettori R.22, R.23 e R.25).

Di seguito si riporta una tabella con il riepilogo dei recettori censiti.

RICETTORE	KM	LATO	DESTINAZIONE USO	DISTANZA BORDO STRADA [m]
R1	0+070	DX	RESIDENZA	80
R2	0+190	SX	RESIDENZA	112
R3	0+330	DX	RESIDENZA – NON DEFINITO	73
R4	0+330	SX	PERTINENZA AGRICOLA	58
R5	0+330	DX	PERTINENZA AGRICOLA	25
R6	0+480	DX	RESIDENZA	70
R7	0+480	SX	RESIDENZA	105
R7A	0+750	SX	RESIDENZA	145
R7C	1+000	SX	RESIDENZA	142
R8	0+750	SX	PERTINENZA AGRICOLA	27
R8B	0+790	SX	PERTINENZA AGRICOLA	5
R9	0+825	DX	PERTINENZA AGRICOLA	70
R10	0+870	DX	PERTINENZA AGRICOLA	24
R11	0+950	SX	PERTINENZA AGRICOLA	52
R12	1+000	DX	RESIDENZA	18
R13	1+000	DX	STRUTTURA RICETTIVA	97
R14	1+125	DX	STRUTTURA RICETTIVA	26
R15	1+125	SX	RESIDENZA	142
R16	1+220	SX	RESIDENZA	47
R16B	1+150	SX	PERTINENZA AGRICOLA	40
R17	1+280	SX	RESIDENZA	103
R18	1+470	SX	RESIDENZA	26
R19	1+550	SX	RESIDENZA – NON DEFINITO	46
R20	1+640	SX	RESIDENZA	42
R21	1+700	SX	RESIDENZA	47
R22	1+790	SX	PERTINENZA AGRICOLA	115
R23	1+810	SX	PERTINENZA AGRICOLA	47



COMUNE DI TEMPIO PAUSANIA

Lavori di realizzazione strada di collegamento Tempio - strada
provinciale per Aglientu –PIA SS 17-19 “Alta Gallura”
Progetto Definitivo Lotto 1 e Lotto 4 – Progetto Esecutivo Lotto 2 Tratto 2
Relazione Acustica

RICETTORE	KM	LATO	DESTINAZIONE USO	DISTANZA BORDO STRADA [m]
R25	2+930	DX	RESIDENZA	40
R26	4+220	DX	CASA CANTONIERA ABBANDONATA	11
R27	4+260	DX	RESIDENZA	115
R28	4+280	DX	RESIDENZA	113
R29	4+280	SX	RESIDENZA	15

Sono state predisposte delle schede anagrafiche di dettaglio, riportate nel documento “Schede di censimento dei ricettori”.

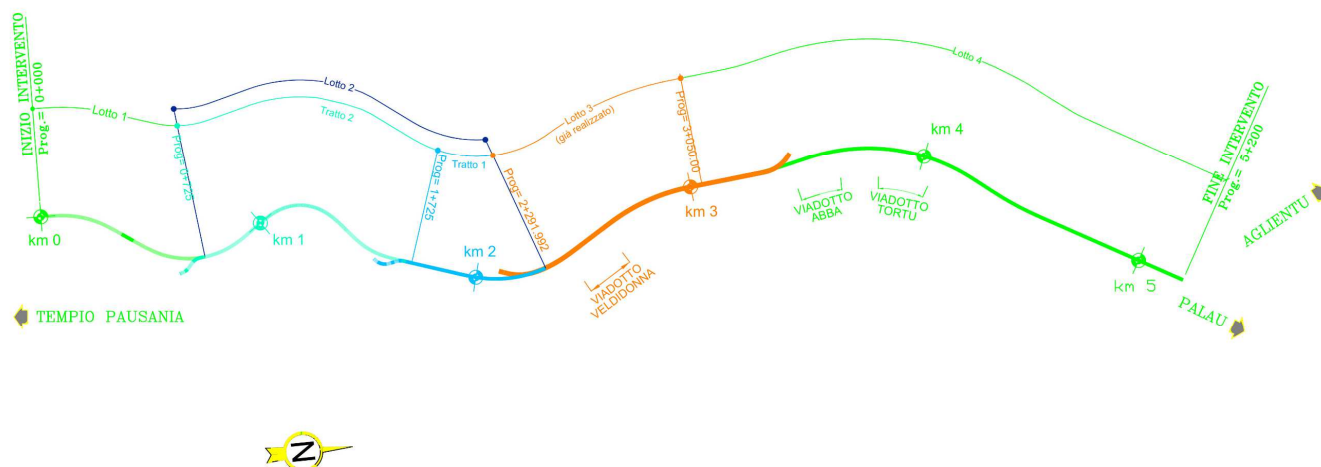
5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

5.1. Descrizione della soluzione progettuale

Il programma lavori del PD prevedeva che l'intervento venisse realizzato per lotti funzionali compatibilmente con i programmi di finanziamento.

L'intero intervento è stato suddiviso in 4 Lotti; come anticipato in premessa, sono stati realizzati il Tratto 1 del Lotto 2 e il Lotto 3.

Nel seguito della trattazione per completezza di esposizione gli aspetti generali sono riferiti all'intero intervento.



L'infrastruttura stradale in oggetto si configura come un adeguamento dell'attuale S.S. n° 133 nel tratto compreso tra il centro abitato di Tempio Pausania e l'innesto della S.P. per Aglientu, intorno al Km 8.

L'obiettivo perseguito è quello di un collegamento viario con migliori caratteristiche geometriche così da garantire una maggiore sicurezza per l'utente, sia attiva sia passiva, e una sensibile contrazione dei tempi di percorrenza. Sono state quindi eseguite modifiche e rettifiche tramite varianti di tracciato laddove le caratteristiche geometriche riscontrate (principalmente curve molto strette e con scarsa visibilità) non consentivano il rispetto della normativa vigente.

Ne è derivato un tracciato molto più fluido e scorrevole con standard di sicurezza decisamente superiori all'attuale percorso.

Questo si orienta interamente lungo la direttrice sud-nord ed ha una lunghezza di circa 5200 m; inizia in corrispondenza dello svincolo, in parte realizzato, della prevista Tangenziale di Tempio e termina in corrispondenza dell'innesto della S.P. per Aglientu. Si sviluppa per circa 793 m in viadotto e per circa 4407 m in rilevato, trincea e mezza costa. In alcuni punti sono state inserite

opere di contenimento sia a monte sia a valle (quali muri di sostegno e muri di sottoscarpa) per contenere gli ingombri complessivi dell'infrastruttura e ridurre le aree di esproprio.

La soluzione A, quindi, si sviluppa per circa 5,2 km e prevede un adeguamento dell'attuale infrastruttura stradale prevalentemente “in sede”, fatto salvo che in due specifici tratti, a tortuosità elevata e con significative incisioni morfologiche, dove si rendono necessari due brevi tratti in variante fuori sede (il primo di 0,70 km ed il secondo di 0,95 km) ed il ricorso ad elementi di tracciato in viadotto.

La soluzione individuata nel P.D., nonostante la complessa morfologia plano-altimetrica del tracciato esistente, riesce comunque ad adagiarsi sul terreno esistente per gran parte del suo sviluppo.

Per tutti gli elementi caratterizzanti il tracciato si è fatto riferimento alle prescrizioni del “D.M. 05-11-2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” tenendo tuttavia ben presente il fatto che la variante proposta risulta profondamente “legata” alla geometria della viabilità attuale, della quale costituisce un adeguamento, e condizionata dalle caratteristiche morfologiche dell'area e dai vincoli paesaggistici e territoriali. Il rispetto della normativa (lunghezza minima di rettifili e curve) avrebbe comportato interventi profondamente distruttivi ed impattanti su un territorio caratterizzato da vegetazione di pregio. Si è preferito quindi, alla luce dell'art. 2 di suddetta normativa e del 2° comma Art. 13 D.L. 30/04/1992, n° 285, configurare gli interventi garantendo tuttavia i requisiti di sicurezza per l'utente.

Le caratteristiche morfologiche dell'area ed i vincoli paesaggistici e territoriali hanno condizionato, come detto, l'articolazione planimetrica del tracciato soprattutto nella scelta dei raggi di curvatura ($R_{min} = 200.00$ m) e della lunghezza dei rettifili. Il tracciato è stato comunque sviluppato nel rispetto della normativa ed è compatibile con le velocità di progetto previste.

Dal punto di vista altimetrico il valore massimo della pendenza longitudinale pari al 4.3% è al di sotto del valore massimo prescritto per le strade di categoria C2 dal D.M. del 2001 (7 %).

Anche i raccordi verticali presentano valori molto superiori ai valori minimi previsti dalla normativa ($R_{min} = 5000.00$ per i convessi e 4000.00 per i concavi).

In tre punti del tracciato la presenza di profonde incisioni del terreno dovute alla presenza di corsi d'acqua, impone la realizzazione di viadotti di lunghezza diversa:

- | | | |
|-------------------------|---------------|----------------------|
| - viadotto “Veldidonna” | n° 6 campate | lunghezza = 189.60 m |
| - viadotto “Abba” | n° 8 campate | lunghezza = 253.60 m |
| - viadotto “Tuortu” | n° 11 campate | lunghezza = 349.60 m |

Il corpo stradale, per la particolare morfologia del terreno, prevede oltre ai prevalenti tratti in rilevato e trincea anche 3 tratti in viadotto, con specifiche opere d'arte che presentano uno sviluppo complessivo di circa 1.080 m.

Lungo l'attuale percorso della S.S. n° 133 si aprono una serie di innesti della viabilità locale, principalmente a carattere interpodereale, con funzione di accesso ai fondi agricoli della zona.

Parte di tale viabilità interferisce con il tracciato in progetto ma ne viene garantita la continuità attraverso la realizzazione di brevi deviazioni e di nuove intersezioni a raso la cui collocazione è stata studiata in modo da garantire piena sicurezza ai flussi di traffico sia passanti sia di svolta nel rispetto delle indicazioni e prescrizioni ANAS.

In alcuni tratti, poi, l'accesso ai fondi viene assicurato attraverso il recupero, in forma di controstrada, di tratti di S.S. n° 133 dismessa. Il collegamento tra le viabilità principale e locale avverranno tramite innesti a raso con corsie centrali di accumulo per la svolta a sinistra e corsie di decelerazione e immissione.

E' in particolare garantita la funzionalità dell'esistente bivio per Aggius.

5.2. Limiti acustici stradali di riferimento

La strada di nuova realizzazione può essere classificata ai fini acustici in base al DPR 142/2004, che stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali.

Tipo di strada	Caratteristiche
A – Autostrada	Strada extraurbana o urbana a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, eventuale banchina pavimentata a sinistra e corsia di emergenza o banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso e di accessi privati, dotata di recinzione e di sistemi di assistenza all'utente lungo l'intero tracciato, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore e contraddistinta da appositi segnali di inizio e fine. Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio ed aree di parcheggio, entrambe con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione.



Tipo di strada	Caratteristiche
B – Extraurbana principale	Strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia e banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso, con accessi alle proprietà laterali coordinati, contraddistinta dagli appositi segnali di inizio e fine, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore; per eventuali altre categorie di utenti devono essere previsti opportuni spazi. Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio, che comprendano spazi per la sosta, con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione.
C – Extraurbana secondaria	Strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine.
D – Strada urbana di scorrimento	Strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia, ed una eventuale corsia riservata ai mezzi pubblici, banchina pavimentata a destra e marciapiedi, con le eventuali intersezioni a raso semaforizzate; per la sosta sono previste apposite aree o fasce laterali esterne alla carreggiata, entrambe con immissioni ed uscite concentrate.
E – Strada urbana di quartiere	Strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi; per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata.
F – Strada locale	Strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata (...) non facente parte degli altri tipi di strade.
F bis – Itinerario ciclopedonale	Strada locale, urbana, extraurbana o vicinale, destinata prevalentemente alla percorrenza pedonale e ciclabile e caratterizzata da una sicurezza intrinseca a tutela dell'utenza debole della strada.
Strada di servizio	Strada affiancata ad una strada principale (autostrada, strada extraurbana principale, strada urbana di scorrimento) avente la funzione di consentire la sosta ed il raggruppamento degli accessi dalle proprietà laterali alla strada principale e viceversa, nonché il movimento e le manovre dei veicoli non ammessi sulla strada principale stessa.

Tabella 5.1 – Definizione delle strutture stradali ai sensi del DPR 142/2004

L’infrastruttura in oggetto è classificabile alla lettera C, “extraurbana secondaria”.

I limiti di riferimento per le opere in progetto sono quelli desumibili dalla tab. 1 del DPR n. 142/2004, nuove infrastrutture, cat. C2 (ampiezza della fascia pari a 150m). Al di fuori delle suddette fasce vale il rispetto dei limiti desumibili dal Piano di Zonizzazione Acustica. Per le verifiche dei ricettori sensibili la fascia di riferimento è pari a 300m per lato (art. 4 DPR 142/2004).

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Ampiezza fascia pertinenza acustica (metri)	Scuole, Ospedali, Case di cura e di riposo		Altri Recettori	
		Diurno (dBA)	Nott. (dBA)	Diurno (dBA)	Nott. (dBA)
A – Autostrada	250	50	40	65	55
B – Extraurbana principale	250	50	40	65	55
C – Extraurbana secondaria C1	250	50	40	65	55
	C2 150	50	40	65	55
D – Strada urbana di scorrimento	100	50	40	65	55
E – Strada urbana di quartiere	30	Definiti dai Comuni, nel rispetto della tabella C DPCM 14/11/1997 e della zonizzazione acustica (Legge Quadro)			
F – Strada locale	30				

Tabella 5.2 – Limiti di immissione nelle fasce di pertinenza per infrastrutture di nuova realizzazione

6. VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DELLO STATO DI FATTO

Per la definizione del Clima Acustico Ante Operam del Progetto di collegamento “Tempio – strada provinciale per Aglientu – PIA SS 17 – 19 “Alta Gallura” sono stati eseguiti rilievi fonometrici con la tecnica MAOG: si tratta di rilievi di tipo spot, ripetuti sulla medesima postazione per sei volte nel corso delle 24 ore e con registrazione degli eventuali flussi di traffico associati (se la postazione è riferita in modo distinto ad una sorgente di tipo stradale).

Nel caso specifico sono state selezionate quattro postazioni, omogeneamente distribuite lungo il tracciato di progetto e rappresentative di tutta l’area di interesse.

I rilievi sono stati eseguiti tra il giorno 27.06.2022 e il giorno 30.06.2022 secondo le condizioni di misura indicate nel DM 16/03/1998.

In particolare:

- le misure di livello equivalente sono state effettuate con fonometro conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994;
- i filtri e i microfoni utilizzati per le misure sono conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995;
- i calibratori impiegati sono conformi alle norme CEI 29-4;
- la strumentazione prima e dopo ogni ciclo di misura, è stata controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942:1988;
- le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0,5 dB.
- gli strumenti ed i sistemi di misura sono provvisti di certificato di taratura e controllati almeno ogni due anni per la verifica della conformità alle specifiche tecniche; il controllo periodico è stato eseguito presso laboratori accreditati da un servizio di taratura nazionale ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273.

Gli strumenti impiegati per le rilevazioni del rumore sono stati i seguenti:

- 824 Fonometro Integratore /Analizzatore Real Time LARSON DAVIS conforme alle richieste del DM 16 Marzo 1998 “*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico*” allegato C “*Metodologia di misura del rumore ferroviario*” e “*Metodologia di misura del rumore stradale*” e DM 31/10/97 “*Metodologia di misura del rumore aeroportuale*”, alle IEC 651 Tipo 1 e IEC 804 Tipo 1 (identiche alle EN 60651 ed EN 60804 e CEI 29-10), oltre alle più recenti IEC 61672; soddisfa le richieste della Legge

26-10-1995 n. 447 Legge Quadro sull'inquinamento acustico e successivi decreti attuativi (rumore in ambienti di vita) e DL 277 15/08/91 (rumore in ambienti di lavoro) oltre al più recente D.Lgs 10 aprile 2006 n. 195.

- Calibratore Larson Davis CAL 200 114 dB a 94 Hz;
- Microfono Larson Davis Model 2541;
- Personal Computer per scarico e gestione dati;
- Software Noise Work – gestione e restituzione di dati acustici.

La strumentazione e/o la catena di misura, prima e dopo ogni ciclo di misura, è stata controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942/1988. Detti controlli hanno riscontrato differenze sempre inferiori a 0.5 dB.

Tutti gli strumenti utilizzati sono stati sottoposti alla taratura presso il centro di taratura ISO AMBIENTE “centro di taratura LAT n° 146”.

I rilievi sono stati eseguiti posizionando il microfono ad una distanza non inferiore ad 1 metro dalle facciate di eventuali edifici presenti e alla quota da terra del punto di misura pari a circa 1.50 metri. Il microfono è stato montato su apposito treppiede e collegato al fonometro con cavo di lunghezza tale da consentire all'operatore di porsi alla distanza non inferiore a 3 m dal microfono stesso.

Un'indagine preliminare ha consentito di organizzare il lavoro di rilevamento scegliendo opportunamente le postazioni per il fonometro nonché ogni altra informazione utile alla predisposizione della seguente relazione.

Sono stati eseguiti rilievi di 10 minuti ciascuno in 4 posizioni di riferimento. Le posizioni sono state scelte in prossimità dei ricettori R.07, R.12, R.22 e R.29. Per ciascuna posizione la postazione di rilievo è stata scelta al fine di non avere influenza di eventi non connessi con la rumorosità propria del sito; pertanto, considerato che in corrispondenza degli edifici sopra identificati è stata riscontrata la presenza di persone e di cani, la postazione fonometrica è stata posizionata non a ridosso degli accessi ai recettori ma in posizione più defilata. Per ciascuna posizione sono stati effettuati 6 rilievi in differenti fasce orarie al fine di poter disporre di dati maggiormente significativi.

Per ciascun rilievo sono stati misurati tutti i dati di interesse per una corretta valutazione; in dettaglio sono stati esposti in tabella oltre il valore del livello equivalente ponderato A, il percentile L_1 , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} e L_{95} che possono essere d'ausilio al fine di caratterizzare in via approssimativa la rumorosità propria del sito.

Per i rilievi effettuati in corrispondenza del tracciato della SS 133 (rilievi in prossimità dei recettori 12-22-29), è stato fatto un contestuale rilievo di traffico e in ciascuna scheda è riportata la distribuzione del traffico veicolare distinta per categoria.

Si rimanda all'elaborato del “Report fonometrico” per il dettaglio delle misure, che sono sintetizzate nel seguente prospetto sinottico:

Postazione	Ricettore	Data	Periodo di misura	Livello [dBA]
A	7	27.06.2022	13:00 -13:10	45.9
		27.06.2022	15:00 -15:10	48.9
		28.06.2022	00:50 -01:00	43.8
		28.06.2022	05:50 - 06:00	44.3
		29.06.2022	17:00 -17:10	49.4
		30.06.2022	10:50 -11:00	49.1
B	12	27.06.2022	11:00 -11:10	58.3
		27.06.2022	16:20 -16:30	61.4
		27.06.2022	22:40 -22:50	51.3
		28.06.2022	00:20 -00:30	50.7
		29.06.2022	15:10 -15:20	58.0
		30.06.2022	08:50 -09:00	60.4
C	23	27.06.2022	12:20-12:30	52.1
		27.06.2022	17:30 - 17:40	54.9
		27.06.2022	23:20 - 23:30	50.7
		28.06.2022	05:20 - 05:30	49.3
		29.06.2022	16:00 - 16:10	55.9
		30.06.2022	09:30 - 09:40	51.7
D	29	27.06.2022	11:40 - 11:50	61.3
		27.06.2022	17:00 - 17:10	65.8
		27.06.2022	22:00 - 22:10	52.9
		29.06.2022	17:40 - 17:50	63.9
		30.06.2022	05:50 - 06:00	57.8
		30.06.2022	10:10 -10:20	62.9

Per le postazioni non esposte a sorgenti stradali (A) il clima acustico è caratteristico di un'area rurale, con livelli diurni compresi tra 45 e 50 dBA e livelli notturni al di sotto di 45 dBA.

Le postazioni direttamente esposte alle infrastrutture stradali (B, C e D) fanno registrare livelli diurni compresi tra 60 e 65 dBA e livelli notturni compresi tra 50 e 55 dBA con i traffici censiti. Si mette in evidenza che allo stato attuale la percentuale di mezzi pesanti sul traffico totale oscilla tra il 16% del periodo diurno e il 3% del periodo notturno.

7. IL MODELLO DI CALCOLO SOUNDPLAN

7.1. La norma ISO 9613

La norma internazionale ISO 9613 è dedicata alla modellizzazione della propagazione acustica nell'ambiente esterno, ma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore (traffico, rumore industriale...), anche se è invece esplicita nel dichiarare che non si applica al rumore aereo (durante il volo dei velivoli) e al rumore generato da esplosioni di vario tipo.

E' dunque una norma di tipo ingegneristico rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996 del 1987, che richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato “A” in condizioni meteorologiche “favorevoli alla propagazione del suono”; la norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti “sul lungo periodo” tramite una correzione forfettaria.

La prima parte della norma (ISO 9613-1:1993) tratta esclusivamente il problema del calcolo dell'assorbimento acustico atmosferico, mentre la seconda parte (ISO 9613-2:1996) tratta in modo complessivo il calcolo dell'attenuazione acustica dovuta a tutti i fenomeni fisici di rilevanza più comune, ossia:

- la divergenza geometrica
- l'assorbimento atmosferico
- l'effetto del terreno: le riflessioni da parte di superfici di vario genere
- l'effetto schermante di ostacoli
- l'effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (case, siti industriali)

La norma ISO non si addentra nella definizione delle sorgenti, ma specifica unicamente criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi.

In particolare, viene specificato come sia possibile utilizzare una sorgente puntiforme solo qualora sia rispettato il seguente criterio:

$$d > 2 H_{\max}$$

dove d è la distanza reciproca fra la sorgente e l'ipotetico ricevitore, mentre H_{max} è la dimensione maggiore della sorgente.

L'equazione che permette di determinare il livello sonoro LAT(DW) in condizioni favorevoli alla propagazione in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$LAT(DW) = L_w + D_c - A$$

dove L_w è la potenza sonora della sorgente (espressa in bande di frequenza di ottava) generata dalla generica sorgente puntiforme, D_c è la correzione per la direttività della sorgente e A l'attenuazione dovuti ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

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

con:

- A_{div} attenuazione per la divergenza geometrica
- A_{atm} attenuazione per l'assorbimento atmosferico
- A_{gr} l'attenuazione per effetto del terreno
- A_{bar} l'attenuazione di barriere
- A_{misc} l'attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti

La condizione di propagazione ottimale, corrispondente alle condizioni di “sottovento” e/o di moderata inversione termica (tipica del periodo notturno), è definita dalla ISO 1996-2 nel modo seguente:

- direzione del vento compresa entro un angolo di $\pm 45^\circ$ rispetto alla direzione individuata dalla retta che congiunge il centro della sorgente sonora dominante alla regione dove è situato il ricevitore, con il vento che spira dalla sorgente verso il ricevitore;
- velocità del vento compresa fra 1 e 5 m/s, misurata ad una altezza dal suolo compresa fra 3 e 11 m.

7.2. Il software previsionale SoundPLAN

La stima dei livelli sonori è stata eseguita utilizzando il modello SoundPlan (versione 8.0). SoundPlan appartiene a quella classe di modelli previsionali sofisticati, basati sulla tecnica del Ray Tracing, che permettono di simulare la propagazione del rumore in situazioni di sorgente ed orografia complesse.

La peculiarità del modello SoundPlan si basa sul metodo di calcolo per “raggi” (Metodologia ray-tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi, ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Studiando il metodo con maggior dettaglio, si vede che ad ogni raggio che parte dal ricevitore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio.

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto dalla parte intercettata. Pertanto, sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente, ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricevitore.

Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero di riflessioni massimo che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto.

Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai realistica e dettagliata. Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali ed antropici, specifici comportamenti acustici.

Il modello prevede, infatti, l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati o l'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive.

Le informazioni che il modello SoundPlan deve avere per poter fornire le previsioni dei livelli equivalenti sono molte e riguardano le sorgenti sonore, la propagazione delle onde e in ultimo i ricettori. E' quindi necessario fornire al programma la topografia dell'area oggetto di studio, comprensiva non solo delle informazioni riguardanti il terreno e gli ostacoli che possono influenzare la propagazione del rumore, ma anche delle caratteristiche di linee stradali e ferroviarie e naturalmente della disposizione e dimensioni degli edifici. Questi ultimi oltre ad essere ostacoli alla propagazione del rumore, sono spesso i bersagli dello studio.

Nonostante sia possibile caricare la geometria di base tramite file Autocad (formato dxf), questa fase è particolarmente laboriosa perché necessita di informazioni dettagliate riguardanti ciascun elemento che compone l'area oggetto della simulazione. Ad esempio, nel caso di edifici, il programma richiede l'altezza del piano terra e dei piani successivi, il numero dei piani, la quota di ogni vertice che costituisce il poligono di base (sia la quota del terreno in quel punto che l'eventuale altezza dell'edificio rispetto al terreno) e le perdite dovute alla riflessione per ciascuna facciata. Il programma permette di calcolare i livelli sonori dovuti a diversi tipi di sorgenti industriali, ferroviarie e stradali.

Ogni modello scelto per i vari tipi di sorgenti presenta algoritmi propri per il calcolo dell'effetto del suolo, dell'assorbimento e degli altri fenomeni coinvolti.

Per quanto riguarda il traffico stradale il riferimento è costituito dal modello tedesco NMPB Routes 96, ormai riconosciuto come standard a livello internazionale.

La stima del livello sonoro tiene conto della composizione del traffico, del numero e della velocità dei veicoli, della tipologia dell'asfalto e della pendenza della strada. L'elevato quantitativo di informazioni iniziali unito alla precisione impostata in fase di elaborazione dei dati permettono di ottenere risultati di grande precisione, che diventano però onerosi in termini di risorse di calcolo. È quindi determinante una buona schematizzazione a livello di dati input, in modo da non appesantire eccessivamente la fase di calcolo, mantenendo però una soddisfacente precisione nei risultati.

7.3. I parametri di modellizzazione

La simulazione post operam è stata impostata tenendo conto delle caratteristiche morfologiche del sito, delle quote progettuali e delle proprietà del manto stradale e dei flussi relativi allo stato di progetto di riferimento (TGM medio annuale).

La strada di progetto si sviluppa su unica carreggiata, con una corsia per senso di marcia. La viabilità è stata implementata attraverso l'asse principale, considerando le sezioni progettuali previste.

La velocità è stata considerata pari a 80 km/h per i mezzi leggeri e 70 km/h per i mezzi pesanti sull'asse principale.

L'algoritmo di calcolo usato è il NMPB Routes 96, considerato il riferimento in ambito internazionale in termini di simulazione previsionale per le sorgenti stradali.

I ricettori sono stati importati tenendo conto del loro sviluppo altimetrico e della loro ubicazione sul territorio. In base alla planimetria e all'altezza i ricettori sono stati collocati sulla topografia, ricostruita tramite triangolazioni con punti quota e curve di livello.

Come output dal modello sono state generate le mappe di rumore ed i livelli in facciata sui ricettori. I ricettori selezionati per il calcolo in facciata sono complessivamente 32, come desumibile dal Censimento dei Ricettori e dalle Schede Anagrafiche.

Le mappe di rumore sono state calcolate alla quota di 4 metri dal suolo. La maglia di calcolo è stata impostata con un lato di 10 metri. La propagazione del rumore è stata rappresentata tramite curve isolivello, con un passo di 5 dBA.

I livelli in facciata sono stati calcolati per ogni ricettore sulla facciata più esposta rispetto all'infrastruttura di progetto

Ulteriori parametri di calcolo:

Ordine di riflessione:	3
Max raggio di ricerca:	5000 m
Riflessione tra edificio:	abilitata



COMUNE DI TEMPIO PAUSANIA

Lavori di realizzazione strada di collegamento Tempio - strada
provinciale per Aglientu –PIA SS 17-19 “Alta Gallura”
Progetto Definitivo Lotto 1 e Lotto 4 – Progetto Esecutivo Lotto 2 Tratto 2
Relazione Acustica

Max distanza riflessioni da ricettore:	200 m
Max distanza riflessioni da sorgente:	50 m
Distanza di calcolo dalla facciata:	1 m
Tolleranza consentita:	0.1 dB
G superficie stradale:	0 (hard)
% cond. Meteo favorevoli alla propag.	50% diurno 100% notturno
Fondo stradale (ISO 11819-1)	Superficie standard

8. VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO DELLO STATO DI PROGETTO

8.1. Stima e previsione del traffico veicolare di progetto

L'impatto sull'offerta di trasporto dell'area del progetto di rettificazione della SS133 e della sua conseguente messa in sicurezza è stato valutato creando diversi scenari:

- due scenari di domanda, facendo crescere la domanda passeggeri e merci a due orizzonti temporali differenti, il 2011 in cui si ipotizza l'ultimazione dei lavori sull'asse stradale, ed un orizzonte di lungo termine, il 2031, attraverso i seguenti tassi di crescita annui della domanda

Tabella 8.1 – Tassi annui di crescita della domanda

	2007 - 2011	2011 - 2021	2021 - 2031
Passeggeri	1,80%	1,80%	1,26%
Merci	2,16%	2,16%	1,51%

- due scenari di offerta: uno “scenario di riferimento” con la sola crescita della domanda e l'offerta di trasporto attuale: uno “scenario di Progetto”, con la crescita della domanda uguale allo scenario di riferimento e con la presenza del progetto stradale sulla SS133.

La composizione dei due scenari consente di valutare l'impatto del progetto sia sulla SS133 nel tratto soggetto a lavori, sia l'impatto di questo sul sistema di trasporto stradale complessivo nell'area di studio. Le tabelle seguenti evidenziano i traffici stimati al 2011 sulla SS133 nello scenario di riferimento e di progetto, consentendo di valutare l'effetto dei lavori sulla singola infrastruttura.

Tabella 8.2 – SS133 – Scenario di Riferimento Anno 2011– Traffico Giornaliero Medio (TGM)

	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali
Tempio - bivio Aggius	2.107	777	2.884
bivio Aggius - bivio Aglientu	2.693	1.005	3.698
Teorici medi	2.317	859	3.176

Tabella 8.3 – SS133 – Scenario di Progetto Anno 2011– Traffico Giornaliero Medio (TGM)

	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali
Tempio - bivio Aggius	2.737	1.010	3.746
bivio Aggius - bivio Aglientu	3.253	1.200	4.454
Teorici medi	3.051	1.126	4.177

Si nota un incremento medio dei traffici del 32%, dovuto principalmente dallo spostamento, per effetto del progetto, dei traffici diretti o provenienti dalla SS127 che attualmente, per evitare il nodo di Tempio, preferiscono passare lungo la provinciale che attraversa Aggius.

Le tabelle successive evidenziano i risultati di area ottenuti in termini di macroindicatori di area, veicoli*Km, Veicoli*h e velocità medie di rete al 2011, nello scenario di riferimento e di progetto, consentendo di valutare l'impatto sul sistema di trasporto complessivo dell'area del progetto in analisi.

Tabella 8.4 – Gli indicatori trasportistici di area – – Scenario di Riferimento Anno 2011

	Veicoli*Km	Veicoli*h	Velocità media (Km/h)
Passeggeri	181.731	3.093	58,7
Merci	67.268	1.485	45,3

Tabella 8.5 – Gli indicatori trasportistici di area – – Scenario di Progetto Anno 2011

	Veicoli*Km	Veicoli*h	Velocità media (Km/h)
Passeggeri	178.395	2.961	60,2
Merci	65.828	1.413	46,6

Si evidenziano:

- Una riduzione delle percorrenze di area dell'1,8% per i veicoli leggeri e del 2,1% per i pesanti;
- Una riduzione dei tempi di percorrenza di area del 4,3% per i veicoli leggeri e del 4,8% per i pesanti;
- Un aumento della velocità media di viaggio dell'area del 2,5% per i veicoli leggeri e del 2,8% per i pesanti.

I risultati ottenuti evidenziano l'impatto significativo del progetto sulle relazioni domanda/offerta nell'area di studio.

8.2. Taratura e validazione del modello

Per la calibrazione del modello sono stati utilizzati i rilievi fonometrici effettuati sulle postazioni stradali B e D precedentemente introdotte, al fine di verificare la corrispondenza tra i livelli sonori registrati nel corso del monitoraggio fonometrico e quelli previsionali ottenuti dal calcolo in facciata. Tale taratura ha lo scopo di valutare lo standard di calcolo sulla base dei dati di campo raccolti, tenendo comunque presente che buona parte del tracciato si svilupperà fuori sede e che pertanto

sarà necessario controllare adeguatamente tutti i parametrici geometrici del corpo stradale di progetto e della geometria al contorno affinché la ricostruzione modellistica sia la più fedele possibile.

Per la taratura dell'algoritmo stradale NMPB Routes 96 è stato considerato asfalto di tipo standard, liscio (CORR = 0). I volumi di traffico mediamente rilevati nel corso del monitoraggio fonometrico sono stati quindi proiettati su base oraria.

Il flusso è stato considerato fluido, con una velocità media di $v_{media} = 70$ km/h.

Si tiene comunque conto del fatto che condizioni locali particolari non possono essere pienamente rappresentate dalla simulazione (velocità di transito variabili nel periodo di misura, fondo stradale, ecc..).

Il livello previsionale di confronto è quello ottenuto all'altezza di 1.5 metri, in modo da riprodurre la reale ubicazione dello strumento. I risultati sono riportati di seguito:

Postazione	Monitoraggio		Calcolo previsionale	
	Giorno	Notte	L _{prev} giorno	L _{prev} notte
B	61.4	51.3	61.7	52.0
D	65.8	57.8	66.2	58.0

Il confronto ha messo in luce una buona corrispondenza tra i dati ottenuti dal monitoraggio (presi come valori massimi) e da calcolo previsionale: si deduce la bontà della disposizione delle sorgenti sonore e dei ricettori, nonché degli standard di calcolo e di propagazione impostati.

8.3. Risultati Post operam

Nella tabella seguente i valori dei livelli simulati nello scenario post operam per tutti i ricettori individuati. Tali valori sono stati confrontati con i limiti imposti dalla fascia di pertinenza acustica stradale indicata dal DPR 142/2004.

RICETTORE	LIVELLO	ESPOSIZIONE	LIM D	LIM N	LIV D	LIV N	Δ D	Δ N
			[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dB]	[dB]
RIC.01 - RESIDENZA	piano terra	W	65	55	42,5	35,0	-22,5	-20
RIC.01 - RESIDENZA	piano terra	N	65	55	49,5	42,0	-15,5	-13
RIC.02 - RESIDENZA	piano terra	E	65	55	46,0	38,0	-19	-17
RIC.03 - NON DEFINITO	piano terra	N	65	55	52,5	44,5	-12,5	-10,5



COMUNE DI TEMPIO PAUSANIA

Lavori di realizzazione strada di collegamento Tempio - strada provinciale per Aglientu –PIA SS 17-19 “Alta Gallura”
Progetto Definitivo Lotto 1 e Lotto 4 – Progetto Esecutivo Lotto 2 Tratto 2
Relazione Acustica

RICETTORE	LIVELLO	ESPOSIZIONE	LIM D	LIM N	LIV D	LIV N	Δ D	Δ N
			[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dB]	[dB]
RIC.03 - NON DEFINITO	piano terra	W	65	55	47,0	39,5	-18	-15,5
RIC.04 - AGRICOLO	piano terra	E	65	55	51,0	43,5	-14	-11,5
RIC.04 - AGRICOLO	piano terra	S	65	55	51,0	43,5	-14	-11,5
RIC.05 - AGRICOLO	piano terra	SW	65	55	62,0	54,5	-3	-0,5
RIC.05 - AGRICOLO	piano terra	NW	65	55	65,5	58,0	0,5	3
RIC.06 - RESIDENZA	piano terra	W	65	55	55,0	47,5	-10	-7,5
RIC.06 - RESIDENZA	piano 1	W	65	55	58,5	51,0	-6,5	-4
RIC.06 - RESIDENZA	piano terra	N	65	55	57,0	49,5	-8	-5,5
RIC.06 - RESIDENZA	piano 1	N	65	55	60,5	53,0	-4,5	-2
RIC.07 - RESIDENZA	piano terra	SE	65	55	44,5	37,0	-20,5	-18
RIC.07 - RESIDENZA	piano terra	NE	65	55	45,5	37,5	-19,5	-17,5
RIC.07A - RESIDENZA	piano terra	E	65	55	44,0	36,5	-21	-18,5
RIC.07C - RESIDENZA	piano terra	E	65	55	50,0	42,0	-15	-13
RIC.07C - RESIDENZA	piano 1	E	65	55	51,5	44,0	-13,5	-11
RIC.07C - RESIDENZA	piano terra	N	65	55	48,0	40,5	-17	-14,5
RIC.07C - RESIDENZA	piano 1	N	65	55	50,0	42,5	-15	-12,5
RIC.08 - AGRICOLO	piano terra	SE	65	55	53,0	45,0	-12	-10
RIC.08 - AGRICOLO	piano terra	E	65	55	56,0	48,0	-9	-7
RIC.08B - AGRICOLO	piano terra	SE	65	55	65,5	57,5	0,5	2,5
RIC.08B - AGRICOLO	piano terra	NE	65	55	66,5	59,0	1,5	4
RIC.09 - AGRICOLO	piano terra	S	65	55	48,0	40,5	-17	-14,5
RIC.09 - AGRICOLO	piano terra	W	65	55	50,0	42,5	-15	-12,5
RIC.10 - AGRICOLO	piano terra	W	65	55	65,0	57,0	0	2
RIC.10 - AGRICOLO	piano terra	S	65	55	63,0	55,5	-2	0,5
RIC.11 - AGRICOLO	piano terra	SE	65	55	48,0	40,0	-17	-15
RIC.11 - AGRICOLO	piano terra	NE	65	55	48,5	41,0	-16,5	-14
RIC.12 - RESIDENZA	piano terra	NW	65	55	64,0	56,5	-1	1,5
RIC.12 - RESIDENZA	piano terra	SW	65	55	65,5	58,0	0,5	3



COMUNE DI TEMPIO PAUSANIA

Lavori di realizzazione strada di collegamento Tempio - strada provinciale per Aglientu –PIA SS 17-19 “Alta Gallura”
Progetto Definitivo Lotto 1 e Lotto 4 – Progetto Esecutivo Lotto 2 Tratto 2
Relazione Acustica

RICETTORE	LIVELLO	ESPOSIZIONE	LIM D	LIM N	LIV D	LIV N	Δ D	Δ N
			[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dB]	[dB]
RIC.13 - RESIDENZA	piano terra	SE	65	55	47,5	40,0	-17,5	-15
RIC.13 - RESIDENZA	piano 1	SE	65	55	50,5	43,0	-14,5	-12
RIC.13 - RESIDENZA	piano terra	NW	65	55	41,0	33,5	-24	-21,5
RIC.13 - RESIDENZA	piano 1	NW	65	55	46,5	39,0	-18,5	-16
RIC.13 - RESIDENZA	piano terra	SW	65	55	48,5	40,5	-16,5	-14,5
RIC.13 - RESIDENZA	piano 1	SW	65	55	51,5	44,0	-13,5	-11
RIC.14 - RESIDENZA	piano terra	S	65	55	63,0	55,5	-2	0,5
RIC.14 - RESIDENZA	piano 1	S	65	55	64,0	56,0	-1	1
RIC.14 - RESIDENZA	piano terra	W	65	55	64,0	56,5	-1	1,5
RIC.14 - RESIDENZA	piano 1	W	65	55	64,5	57,0	-0,5	2
RIC.15 - RESIDENZA	piano terra	E	65	55	52,5	45,0	-12,5	-10
RIC.15 - RESIDENZA	piano 1	E	65	55	53,5	46,0	-11,5	-9
RIC.16 - RESIDENZA	piano terra	NE	65	55	55,5	47,5	-9,5	-7,5
RIC.16 - RESIDENZA	piano 1	NE	65	55	58,5	50,5	-6,5	-4,5
RIC.16 - RESIDENZA	piano terra	SE	65	55	57,5	50,0	-7,5	-5
RIC.16 - RESIDENZA	piano 1	SE	65	55	60,0	52,5	-5	-2,5
RIC.16B - AGRICOLO	piano terra	E	65	55	46,5	39,0	-18,5	-16
RIC.17 - RESIDENZA	piano terra	S	65	55	55,0	47,5	-10	-7,5
RIC.17 - RESIDENZA	piano 1	S	65	55	56,5	48,5	-8,5	-6,5
RIC.17 - RESIDENZA	piano terra	E	65	55	54,0	46,5	-11	-8,5
RIC.17 - RESIDENZA	piano 1	E	65	55	55,5	48,0	-9,5	-7
RIC.18 - RESIDENZA	piano terra	SE	65	55	58,0	50,5	-7	-4,5
RIC.19 - NON DEFINITO	piano terra	S	65	55	56,5	49,0	-8,5	-6
RIC.19 - NON DEFINITO	piano terra	E	65	55	57,0	49,5	-8	-5,5
RIC.20 - RESIDENZA	piano terra	SE	65	55	58,5	51,0	-6,5	-4
RIC.20 - RESIDENZA	piano 1	SE	65	55	62,5	55,0	-2,5	0
RIC.20 - RESIDENZA	piano terra	NE	65	55	50,0	42,5	-15	-12,5
RIC.20 - RESIDENZA	piano 1	NE	65	55	57,0	49,5	-8	-5,5

RICETTORE	LIVELLO	ESPOSIZIONE	LIM D	LIM N	LIV D	LIV N	Δ D	Δ N
			[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dB]	[dB]
RIC.21 - RESIDENZA	piano terra	E	65	55	56,0	48,0	-9	-7
RIC.21 - RESIDENZA	piano terra	S	65	55	54,0	46,5	-11	-8,5
RIC.26 - ABBANDONATO ANAS	piano terra	NW	65	55	62,0	54,5	-3	-0,5
RIC.27 - RESIDENZA	piano terra	W	65	55	49,0	41,5	-16	-13,5
RIC.27 - RESIDENZA	piano 1	W	65	55	52,5	45,0	-12,5	-10
RIC.27 - RESIDENZA	piano terra	N	65	55	45,0	37,5	-20	-17,5
RIC.27 - RESIDENZA	piano 1	N	65	55	48,5	41,0	-16,5	-14
RIC.28 - RESIDENZA	piano terra	W	65	55	44,0	36,5	-21	-18,5
RIC.28 - RESIDENZA	piano 1	W	65	55	48,5	41,0	-16,5	-14
RIC.28 - RESIDENZA	piano terra	N	65	55	48,5	41,0	-16,5	-14
RIC.28 - RESIDENZA	piano 1	N	65	55	53,0	45,0	-12	-10
RIC.29 - RESIDENZA	piano terra	SE	65	55	68,5	61,0	3,5	6

Tabella 8.6 – Livelli simulati nello scenario Post operam

8.4. Interventi di mitigazione acustica

La progettazione di interventi di mitigazione non è automaticamente correlata ai superamenti dei limiti normativi (segnalati in rosso); si deve infatti tener conto dei seguenti parametri:

- destinazione d'uso della struttura;
- entità del superamento;
- grado di aggregazione rispetto agli altri ricettori.

Sulla base dei suddetti criteri, confermando quanto già risultante dal precedente studio acustico, si ritiene opportuno intervenire direttamente sui ricettori residenziali R.12, R.14 e R.29, dotando le finestre, ovvero le aperture verso l'esterno rivolte verso l'infrastruttura, di opportuni sistemi di infissi, che hanno la capacità di abbattere di diversi dB(A) il livello di rumore misurabile in facciata (finestra aperta - finestra chiusa).

Per quanto riguarda le caratteristiche acustiche dei serramenti fonoisolanti, sulla base dei prodotti disponibili sul mercato, sono state individuate le tipologie riportate nella seguente tabella, distinte per classi di isolamento acustico.

Classe di isolamento acustico	Livello di abbattimento dB(A)	Tipologia di infisso
I1	25-29	Vetro semplice con lastra di medio spessore (4-6 mm) e guarnizioni addizionali; Doppi vetri con lastre di limitato spessore (3 mm e distanza tra queste di almeno 40 mm
I2	30-34	Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8-10 mm) e guarnizioni addizionali Vetro stratificato con lastra di medio/elevato spessore (6-8 mm) e guarnizioni addizionali Doppio vetro con lastre di medio spessore (4-6 mm) a distanza di 14-16 mm tra loro e guarnizioni addizionali
I3	35-39	Vetro stratificato di elevato spessore (10-12 mm) e guarnizioni addizionali Doppio vetro con lastra di medio/elevato spessore (6-8 mm) a distanza di 16 mm tra loro e con guarnizioni addizionali
I4	40-44	Doppio vetro con lastra di elevato spessore (8-10 mm), a distanza di 16-20 mm tra loro e con guarnizioni addizionali
I5	>45	Doppio vetro di spessore molto elevato di almeno 12 mm, a distanza di 20 mm tra loro e con guarnizioni addizionali

Gli infissi eventualmente installabili nel caso in esame dovranno essere di classe I2 o superiore.

I superamenti residui dovranno essere comunque valutati nella fase di Monitoraggio Ambientale, al fine di verificare quanto progettato ed eventualmente integrare gli interventi sopra proposti.

9. IMPATTO ACUSTICO NELLA FASE DI CANTIERE

9.1. Suddivisione in lotti e durata dei lavori

Il programma lavori prevede che l'intervento sia realizzato per lotti funzionali compatibilmente con i programmi di finanziamento e che ciascun lotto possa essere realizzato in circa 12-18 mesi (probabilmente per il lotto 4 fino a 24 mesi).

I lotti sono così caratterizzati (escludendo parte del Lotto 2 e per intero il Lotto 3, già realizzati):

- Lotto 1 da km 0+000 a km 0+725 : L = 0,70 km – Intervento “in variante”
La realizzazione di tale lotto è legata anche al completamento dello Svincolo sulla Tangenziale di Tempio.
- Lotto 2 da km 0+725 a km 1+7250 : L = 1,00 km – Intervento “in sede”
- Lotto 4 da km 3+050 a km 5+200 : L = 2,2 km – Intervento misto “in variante “ e “in sede”
La realizzazione di tale lotto comprende i Viadotti Abba e Tuortu.

9.2. Cantieri Base e Cantieri Operativi

Le caratteristiche salienti delle aree individuate per il **Cantieri Base e Cantieri Operativi** sono:

- prossimità alla viabilità principale di riferimento per l'area interessata dai lavori
- possibilità di accesso
- modeste pendenze del terreno, per evitare opere di sostegno e/o sbancamenti rilevanti
- posizione ottimale sia in rapporto all'intervento nel suo complesso che al lotto stradale di competenza
- distanza da insediamenti e/o area di particolare pregio ambientale
- possibilità di ripristino delle aree interessate

Il **Cantiere Base** può comprende dormitori con alloggio in prefabbricati, mensa, officina, magazzino e parcheggio mezzi ma anche aree di stoccaggio di lavorazione ed eventuali impianti di betonaggio.

I servizi da assicurare sono: approvvigionamento idrico, smaltimento acque nere e bianche e fornitura di f.e.m.

L'area individuata per l'installazione del Cantiere Base è di circa 10.000 mq ed è localizzato in corrispondenza dell'attuale svincolo della tangenziale di Tempio in parte realizzato. I lavori di completamento dello svincolo sono al momento fermi, ormai da anni, in attesa dello sblocco di

procedure amministrative e di appalto. In adiacenza al Cantiere Base è localizzato anche il Cantiere Operativo relativo ai primi due lotti (CO.L1/2).

I **Cantieri Operativi** sono invece legati alla suddivisione in lotti ed alla realizzazione di particolari interventi o opere che, per loro specifiche caratteristiche o per le caratteristiche dei siti in cui sono localizzate, hanno bisogno di adeguati spazi/piazzali operativi di supporto. Questi ultimi sono generalmente privi di infrastrutture fisse o presentano infrastrutture limitate.

Nel progetto in oggetto sono previsti in particolare 3 Cantieri Operativi (escludendo il tratto già realizzato):

- Cantiere Operativo CO.L1/2, localizzato all'inizio dell'intervento lato Tempio, in adiacenza al Campo Base, è dedicato al supporto della realizzazione dei primi due lotti dell'intervento. In tali lotti non sono presenti opere d'arte maggiori (viadotti) ma è prevista solo la realizzazione di corpo stradale ed opere minori (muri e tombini idraulici); la superficie del cantiere è di circa 10.000 mq
- Cantiere Operativo CO.L4.1 localizzato in corrispondenza del km 3+667 circa, è dedicato al supporto della realizzazione del Lotto 4 ed in particolare del Viadotto Abba; la superficie del cantiere è di circa 7.000 mq
- Cantiere Operativo CO.L4.2 localizzato in corrispondenza del km 4+160 circa, è dedicato al supporto della realizzazione del Lotto 4 ed in particolare del Viadotto Tuortu; la superficie del cantiere è di circa 10.000 mq

Alla fine dei lavori è previsto il ripristino dello stato attuale delle aree di cantiere (terreno agricolo e/o pascolo) previa opportuna bonifica.

9.3. Piste di cantiere e traffico di cantiere

Si ritiene che i lavori possano essere eseguiti utilizzando come pista, ove possibile, l'impronta del corpo stradale della nuova infrastruttura, previa sistemazione del piano di posa. Fondamentale è anche la funzione di viabilità di supporto alla cantierizzazione che viene svolta dall'infrastruttura esistente S.S. 133.

Per quanto riguarda la viabilità locale di accesso al Cantiere Base ed al Cantieri Operativi si prevede la sistemazione di due brevi tratti di viabilità rurale esistente.

La viabilità interessata dal trasporto del materiale proveniente dalle cave e per le aree di deposito è tutta di gerarchia superiore e non si prevedono quindi interventi di adeguamento e sistemazione.

Il cantiere verrà gestito mantenendo quanto più possibile la transitabilità nella attuale viabilità

durante la fase dei lavori. E' tuttavia possibile contare anche su un esistente itinerario alternativo (via Aggius) di lunghezza ed efficacia paragonabili da utilizzare esclusivamente in momenti particolari delle lavorazioni; fatta salva la garanzia di percorribilità per il traffico locale.

9.4. Mezzi d'opera

I mezzi e le attrezzature indicativamente previsti per i lavori di realizzazione della nuova strada sono i seguenti:

A) Risoluzione delle interferenze con la viabilità esistente

N. 1 pala cingolata/gommata; N. 1 escavatore gommato/terna; N. 2 dumper e/o camion; N. 1 compressore completo di gruppo elettrogeno; N. 1 autogru; N. 1 autobetoniere; N. 1 macchina vibro finitrice; N. 1 rullo statico.

B) Movimenti di materia e demolizioni

N. 1 escavatore cingolato o n. 1 demolitore cingolato; N. 1 pala cingolata/gommata; N. 4 camion; N. 1 autobotte

C) Opere d'arte

N. 2 autogru cingolate; N. 1 pala cingolata; N. 2 compressori/gruppi elettrogeni; N. 2 camion/dumper; N. 3 autobetoniere

D) Corpo stradale e pavimentazioni

N.1 pala/grader; N. 1 rullo dinamico; N. 1 autobotte/spargi primer; N.1 vibro finitrice; N. 1 rullo statico; N. 3 camion.

9.5. Prescrizioni per la fase di cantiere

Impatti rilevanti sono spesso dovuti alle attività che si svolgono nelle fasi di realizzazione dell'opera. Tali impatti possono essere mitigati attraverso un'attenta progettazione delle fasi di cantiere e l'adozione di adeguate prescrizioni.

Pertanto in fase di realizzazione dell'opera si dovrà tenere conto dei seguenti aspetti:

- La circolazione dei mezzi d'opera, con particolare riferimento alle immissioni sulla viabilità locale
- La localizzazione delle aree di cantiere per la lavorazione e lo stoccaggio dei materiali e la loro organizzazione

- Le varianti alla circolazione durante la lavorazione nei tratti di connessione o in adeguamento della vecchia viabilità

La circolazione dei mezzi d'opera è sicuramente uno degli aspetti più significativi della progettazione del cantiere. Dovranno essere effettuate pertanto tutte le valutazioni necessarie a contenere al massimo il disturbo sui flussi viari e sull'ambiente edificato e naturale circostante mediante la minimizzazione dei percorsi da effettuarsi.

L'individuazione delle aree di cantiere ha tenuto conto delle lavorazioni che vi si svolgeranno e di come queste si relazionano col tessuto circostante. Si dovrà valutare la necessità di contenere al massimo il disturbo sui flussi viari e sull'ambiente edificato e naturale circostante mediante interventi di contenimento delle polveri, del rumore, e del rischio di sinistro.

Nelle emissioni acustiche dovranno essere rispettati i limiti imposti dalla normativa vigente; ove necessario, saranno posizionate, in corrispondenza delle lavorazioni più onerose, pannellature fonoassorbenti temporanee.

Viene nel seguito fornita una check-list delle azioni finalizzate a limitare a monte la rumorosità nelle aree di cantiere e che dovranno essere recepite dalle ditte che opereranno.

- Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazioni
- selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate
- installazione, se già non previsti e in particolare sulle macchine di una certa potenza, di silenziatori sugli scarichi
- utilizzo di impianti fissi schermati
- utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione
- sostituzione dei pezzi usurati
- controllo e serraggio delle giunzioni
- bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori

- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche

Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate
- utilizzo di tunnel afonici per gli impianti di betonaggio
- utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati...)
- divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi

Transito dei mezzi pesanti:

- riduzione delle velocità di transito in corrispondenza dei centri abitati
- contenere il transito dei mezzi nelle prime ore della mattina e nel periodo notturno