

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



LINEA CATANIA - SIRACUSA

DIREZIONE TECNICA

S. O. AMBIENTE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Bypass di Augusta

STUDIO ACUSTICO

Relazione Acustica Generale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS60 00 R 22 RG IM0004 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Pettinelli 	Ottobre 2022	A. Lombardo 	Ottobre 2022	P. Carlesimo 	Ottobre 2022	C. Ercolani Giugno 2023
B	Istruttoria RFI	A. Lombardo 	Febbraio 2023	A. Corvaja 	Febbraio 2023	P. Carlesimo 	Febbraio 2023	C. Ercolani Giugno 2023 PER EMISSIONE ITALFERR S.p.A. DIREZIONE TECNICA S.O. AMBIENTE
C	Integrazioni spontanee per VIA	A. Lombardo 	Giugno 2023	A. Corvaja 	Giugno 2023	P. Carlesimo 	Giugno 2023	

File: RS6000R22RGIM0004001C

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
2.1	Legge Quadro 447/95	6
2.2	D.P.R. 459/98	8
2.3	D.P.R. 142/04	9
2.4	Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)	11
2.5	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14/11/1997 – Valori limite delle sorgenti sonore	12
2.6	Decreto del Ministero dell’Ambiente 16/03/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico	17
3	CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO	19
4	LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ	20
5	LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE	23
6	LIMITI ACUSTICI E AREE NATURALISTICHE E PARCHI	24
7	LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI	26
8	CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM	27
8.1	Descrizione dei ricettori	27
8.1.1	Il censimento dei ricettori	27
8.2	Stima dei livelli acustici	28
9	GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	31
9.1	Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	31
9.2	Dati di input del modello	32
9.2.1	Modello di esercizio	37
9.2.2	Emissioni dei rotabili	37

9.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione	38
10 CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE	40
11 METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	41
11.1 Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario	41
11.2 Requisiti acustici	45
11.3 Descrizione delle barriere antirumore	47
11.4 Gli interventi sugli edifici	51
11.4.1 Aeratore/estrattore di aria	51
11.4.2 Sostituzione degli infissi	52
12 LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE	54

	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

1 PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di una variante al tracciato della linea Messina-Siracusa in prossimità della città di Augusta e di una nuova stazione ubicata fuori dal centro abitato, ma in zona di nuova espansione per perseguire i seguenti obiettivi:

- Riqualficazione urbana;
- Liberazione del centro abitato di Augusta dalla ferrovia ed annessi PL;
- Riduzione dell'impatto della linea sulle aree protette (saline);
- Dismissione del tratto di linea esistente caratterizzato da significative problematiche di manutenzione a causa di continui cedimenti del binario.

La variante di Augusta oggetto della presente relazione consente di raggiungere tutti gli obiettivi prefissati oltre a contribuire alla riduzione dei tempi di percorrenza della tratta dato che il nuovo progetto prevede 2,8 km di tracciato in sostituzione degli oltre 7 km di linea storica. Inoltre, il nuovo tracciato risolve le interferenze con le viabilità esistenti non apportando significative modifiche alle arterie principali presenti sul territorio

Come già anticipato, nel tratto in variante è prevista la realizzazione di una nuova stazione passeggeri caratterizzata da banchine di 250 m.

L'iter metodologico seguito nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 D del 31.12.2020 può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale) per tener conto della concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio. Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria si analizzano i limiti dettati dalle Classificazioni Acustiche dei Comuni interessati.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti con particolare riguardo alla destinazione d'uso, all'altezza e allo stato di conservazione dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato); è stata altresì effettuata una ricognizione delle aree di espansione residenziale così come individuate dai PRG comunali. Tali analisi sono state estese fino a 300 m per lato, per tener conto dei primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici nello stato attuale, prima della realizzazione del progetto in esame.
- Livelli acustici ante mitigazione. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli

algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.

- Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.
- Individuazione degli interventi di mitigazione. L'obiettivo è stato quello di abbattere le eccedenze acustiche dai limiti di norma mediante l'inserimento di barriere antirumore. Sono state a tale scopo previste barriere di altezze fino a 3,0 m sul piano del ferro. A seguito dell'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche non si sono evinti superamenti dei limiti in corrispondenza di alcun ricettore.

Il presente documento, in prima revisione è stato redatto dall'Ing. Giacomo Pettinelli e Ing. Mauro Di Prete, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica N.7332. Gli elaborati correlati, elencati nella seguente tabella, sono stati verificati dal Dott. Angelo Lombardo. La Revisione C si è resa necessaria per fornire integrazione spontanee per la VIA.

Le principali novità della presente revisione, a seguito di una modellazione acustica più accurata e sua ottimizzazione, volta a recepire anche le modifiche intervenute, sono:

- Eliminazione BA su viadotto;
- Eliminazione della BA prevista in corrispondenza della nuova Stazione;
- Posticipato l'inizio della BA_D_01 per non interferire con il cavalcaferrovia;
- Nessuna interruzione tra le BA_D_01 e BA_D_02 della prima versione.

Tabella 1-1 - Elenco Elaborati

Elaborato	Codifica
Report Indagini Acustiche	RS6000R22RHIM0004001A
Livelli Acustici in facciata Ante e Post Mitigazione	RS6000R22TTIM0004001C
Corografia Generale	RS6000R22C6IM0004001C
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (1/3)	RS6000R22P6IM0004001C
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (2/3)	RS6000R22P6IM0004002C
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (3/3)	RS6000R22P6IM0004003C
Schede del Censimento Ricettori	RS6000R22SHIM0004001B
Mappe acustiche diurne stato attuale	RS6000R22N5IM0004001C
Mappe acustiche notturne stato attuale	RS6000R22N5IM0004002C
Mappe acustiche diurne ante mitigazione	RS6000R22N5IM0004003C
Mappe acustiche notturne ante mitigazione	RS6000R22N5IM0004004C
Mappe acustiche diurne post mitigazione	RS6000R22N5IM0004005C
Mappe acustiche notturne post mitigazione	RS6000R22N5IM0004006C

Elaborato	Codifica
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (1/3)	RS6000R22P6IM0004004C
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (2/3)	RS6000R22P6IM0004005C
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (3/3)	RS6000R22P6IM0004006C

	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Alla base del presente studio acustico sono state considerate i seguenti atti normativi:

- Legge 26/10/1995, n. 447 - Legge Quadro Legge quadro inquinamento acustico
- D.P.R. 30/03/2004, n. 142 - Regolamento inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare
- D.P.R. 18/11/1998, n. 459 - Regolamento inquinamento acustico derivante dal traffico ferroviario
- DM 29/11/2000 - Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14/11/1997 – Valori limite delle sorgenti sonore
- Decreto del Ministero dell’Ambiente 16/03/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico
- Decreto Legislativo 19/08/2005, n. 194 - Attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale
- Decreto Legislativo 17/02/2017, n. 42 - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico

Di seguito un breve riassunto dei principali tra questi.

2.1 Legge Quadro 447/95

In data 26/10/1995, viene pubblicata la Legge 26 ottobre 1995 n° 447 «*Legge quadro sull’inquinamento acustico*».

Detto strumento normativo, che sostituisce il D.P.C.M. 1 marzo 1991, affronta il tema dell’inquinamento acustico del territorio, ricomprendendo al suo interno le definizioni fondamentali e definendo competenze ed adempimenti necessari alla tutela dell’ambiente dal rumore.

La Legge Quadro indica le metodiche da adottare per il contenimento della problematica (piani e disposizioni in materia d’impatto acustico), e fornisce all’art. 2 comma 1 una definizione del fenomeno, dell’ambito di applicazione della normativa e delle sorgenti.

In particolare, la Legge Quadro fa riferimento agli **ambienti abitativi**, definiti come: «*ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o 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 D.L. 15/08/91, n.277, salvo per quanto concerne l’immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive*».

Nella definizione riportata risultano quindi comprese le residenze e comunque tutti quegli ambienti ove risiedono comunità e destinati alle diverse attività umane, ai quali non viene in genere ristretto il concetto di ambiente abitativo.

Sempre all’interno dell’art. 2 comma 1. la Legge Quadro fornisce la definizione di sorgente di rumore suddividendole tra *sorgenti fisse* e *sorgenti mobili*.

	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

In particolare, vengono inserite tra le **sorgenti fisse** anche le infrastrutture stradali e ferroviarie:

«... le installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore, **le infrastrutture stradali, ferroviarie, commerciali**; ...; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.»

La Legge Quadro ribadisce la necessità che i comuni predispongano una **zonizzazione acustica comunale**. Le aree previste per la zonizzazione del territorio sono sei e sono così caratterizzate:

I - AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per l'utilizzazione, quali aree ospedaliere, scolastiche, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse naturalistico, ricreativo, culturale, archeologico, parchi naturali e urbani;

II - AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali, totale assenza di attività industriali ed artigianali;

III - AREE DI TIPO MISTO

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali, interessate da attività che impiegano macchine operatrici;

IV - AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA

Rientrano in questa classe:

- a) le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenze di attività artigianali, con dotazione di impianti di servizi a ciclo continuo;
- b) *le aree in prossimità* di strade di grande comunicazione, *di linee ferroviarie*, di aeroporti e porti;
- c) le aree con limitata presenza di piccole industrie;

V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;

VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

Rientrano in questa classe le aree interessate da industrie a ciclo continuo prive di insediamenti abitativi.

Un aspetto innovativo della Legge Quadro è invece l'introduzione, accanto al criterio valore limite assoluto di immissione nell'ambiente e del criterio differenziale previsti dall'ex D.P.C.M.,

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

di altri metodi di valutazione dello stato e dell'inquinamento acustico ambientale, che di seguito vengono elencati:

- criterio del valore limite massimo di emissione;
- criterio del valore di attenzione;
- criterio del valore di qualità.

Si rileva pertanto che la Legge analizza sotto diversi aspetti la problematica acustica imponendo, accanto ai limiti di tutela per i ricettori, dei limiti sulle emissioni delle specifiche sorgenti e degli obiettivi di qualità da perseguire nel tempo.

Per l'individuazione dei limiti di applicabilità e delle soglie numeriche relative a ciascun criterio di valutazione, la Legge 447/95 demanda al D.P.C.M. del 14/11/1997 «*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*».

Da tale D.P.C.M. resta, però, ancora una volta esclusa la regolamentazione delle infrastrutture di trasporto.

2.2 D.P.R. 459/98

Per quanto concerne la disciplina del rumore ferroviario, il D.P.C.M del 14/11/97, coerentemente con quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, rimanda pertanto al D.P.R. n. 459 del 18/11/98.

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

Per le Infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, a partire dalla mezzera dei binari esterni e per ciascun lato, deve essere considerata una fascia di pertinenza dell'infrastruttura di ampiezza pari a 250 m, suddivisa a sua volta in due fasce: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di m 100, denominata fascia A; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di m 150, denominata fascia B.

All'interno di tali fasce i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono i seguenti:

1. Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dBA nel periodo diurno e di 40 dBA nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;
2. Per i ricettori posti all'interno della fascia A di pertinenza ferroviaria, il limite è di 70 dBA nel periodo diurno e di 60 dBA nel periodo notturno;
3. Per i ricettori posti all'interno della fascia B di pertinenza ferroviaria, il limite è di 65 dBA nel periodo diurno e di 55 dBA nel periodo notturno;
4. Oltre la fascia di pertinenza, valgono i limiti previsti dai piani di zonizzazione acustica comunali

Il rispetto dei limiti massimi di immissione, entro o al di fuori della fascia di pertinenza, devono essere verificati con misure sugli interi periodi di riferimento diurno (h. 6÷22) e notturno (h. 22÷6), in facciata degli edifici e ad 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Inoltre, qualora, in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, il raggiungimento dei predetti limiti non sia conseguibile con interventi sull'infrastruttura, si deve procedere con interventi diretti sui ricettori.

In questo caso, all'interno dei fabbricati, dovranno essere ottenuti i seguenti livelli sonori interni:

1. 35 dBA di Leq nel periodo notturno per ospedali, case di cura, e case di riposo;
2. 40 dBA di Leq nel periodo notturno per tutti gli altri ricettori;
3. 45 dBA di Leq nel periodo diurno per le scuole.

I valori sopra indicati dovranno essere misurati al centro della stanza a finestre chiuse a 1,5 m di altezza sul pavimento.

2.3 D.P.R. 142/04

In data 1 Giugno 2004 viene pubblicato il Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142, - "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

Il decreto per le infrastrutture stradali, così come previsto dal suddetto art. 5 del D.P.C.M. 14/11/1997, fissa le fasce di pertinenza a partire dal confine dell'infrastruttura (art. 3 comma 3) ed i limiti di immissione che dovranno essere rispettati.

Il D.P.R. 142/04 interessa come campo di applicazione le seguenti infrastrutture stradali così come definite dall'Art. 2 del Codice della Strada (D.L.vo n. 285 del 30/04/1992) e secondo le Norme CNR 1980 e direttive PUT per i sottotipi individuati ai fini acustici.

Sono in particolare indicate le seguenti classi di strade:

A - Autostrade

B - Strade extraurbane principali

C - Strade extraurbane secondarie (suddivise in sottocategorie ai sensi del D.M. 5.11.02 per le strade di nuova realizzazione e secondo le norme CNR 1980 e direttive PUT per le strade esistenti e assimilabili)

D - Strade urbane di scorrimento (suddivise in sottocategorie secondo le norme CNR 1980 e direttive PUT per le strade esistenti e assimilabili)

E - Strade urbane di quartiere

F - Strade locali

Il Decreto individua, differentemente per le strade di nuova realizzazione o per le strade esistenti e assimilabili, l'ampiezza delle fasce di pertinenza ed i relativi limiti associati per ogni sottotipo di infrastruttura stradale, come riportato nelle tabelle seguenti:

Tabella 2-1 - Infrastrutture stradali di nuova realizzazione

TIPI DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo DM 5.11.01 – Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dBA	Notturmo dBA	Diurno dBA	Notturmo 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 – urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella c allegata al DPCM in data 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come previsto dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F – locale		30				

* per le scuole vale solo il limite diurno

Tabella 2-2 - Infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamento in sede, affiancamenti e varianti)

TIPI DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori			
			Diurno dBA	Notturmo dBA	Diurno dBA	Notturmo dBA		
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60		
		150 (fascia B)			65	55		
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60		
		150 (fascia B)			65	55		
C – extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60		
		150 (fascia B)			65	55		
	Cb (tutte le altre extraurbane secondarie)	100 (fascia A)			50	40	70	60
		50 (fascia B)					65	55
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60		
	Db	100			65	55		

STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C	FOGLIO 11 di 54
---------------------------------------	------------------	-------------	---------------------	---------------------------	-----------	--------------------

	(tutte le altre strade urbane a scorrimento)					
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM in data 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come previsto dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			

* per le scuole vale solo il limite diurno

Per quanto concerne il rispetto dei limiti, il DPR 142 stabilisce che lo stesso sia verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Per i recettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica, devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

Ove non sia tecnicamente conseguibile il rispetto dei limiti con gli interventi sull'infrastruttura, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- a) 35 dBA - Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- b) 40 dBA - Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- c) 45 dBA - Leq diurno per le scuole.

Tali valori sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento.

2.4 Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)

In data 6 Dicembre 2000, viene pubblicato il Decreto del Ministero dell'Ambiente n.141 del 29 Novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".

Detto strumento normativo, stabilisce i criteri tecnici per la predisposizione degli interventi antirumore, definendo, oltre agli obblighi del gestore, i criteri di priorità degli interventi, riportando inoltre in Allegato (Allegato 2) i criteri di progettazione degli interventi stessi (Allegato 3 – Tabella 1), l'indice dei costi di intervento e i criteri di valutazione delle percentuali dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in uno stesso punto.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

In particolare, all'art. 4 "Obiettivi dell'attività di risanamento", il Decreto stabilisce che le attività di risanamento debbano conseguire il rispetto dei valori limite del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto così come stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'art. 11 della Legge Quadro.

Nel caso di sovrapposizione di più fasce di pertinenza, il rumore immesso non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Per quanto concerne le priorità di intervento, nell'Allegato 1 viene riportato la seguente relazione per il calcolo dell'indice di priorità P,

$$P = \sum R_i (L_i - L_i^*) \quad (I).$$

nella quale:

R_i è il numero di abitanti nella zona i-esima,

$(L_i - L_i^*)$ è la più elevata delle differenze tra i valori di esposizione previsti e i limiti imposti dalla normativa vigente all'interno di una singola zona;

Relativamente alle infrastrutture concorrenti, il Decreto stabilisce che l'attività di risanamento sia effettuata secondo un criterio di valutazione riportato nell'allegato 4 oppure attraverso un accordo fra i medesimi soggetti, le regioni e le province autonome, i comuni e le province territorialmente competenti.

Il criterio indicato dal decreto nell'Allegato 4 viene introduce il concetto di "Livello di soglia", espresso mediante la relazione

$$L_s = L_{zona} - 10 \cdot \log_{10} N \quad (II)$$

e definito come "il livello cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente, avente rumore egualmente ponderato.

Nella relazione (II) il termine N rappresenta il numero delle sorgenti interessate al risanamento, e L_{zona} è il limite assoluto di immissione. Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dBA rispetto al valore della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente stessa può essere trascurato.

2.5 Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14/11/1997 – Valori limite delle sorgenti sonore

In data 1° Dicembre 1997 viene emanato il presente decreto, come strumento normativo atto a specificare i valori limite di emissione, di immissione, di attenzione e i valori di qualità in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera a), della legge 26 ottobre 1995, n. 447.



LINEA CATANIA - SIRACUSA
BYPASS DI AUGUSTA
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

STUDIO ACUSTICO
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS60	00	R 22 RG	IM 00 04 001	C	13 di 54

I valori sono applicati ai ricettori a seconda della classe di appartenenza secondo quanto riportato nella Tabella A allegata al decreto, che ricalca la suddivisione già introdotta dalla Legge 447 del 1995 e che si riporta di seguito:

Classe I	Aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
Classe II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali
Classe III	Aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
Classe IV	Aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
Classe V	Aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
Classe VI	Aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Come **valori limite di emissione** (Art 2, definiti dalla legge 447/1995 come i *valori massimi di rumore che possono essere emessi da una sorgente sonora, misurati in prossimità della sorgente stessa*) per le sorgenti sia fisse che mobili, sono individuati i valori di Leq (A) della tabella B, di seguito riportata:

Classe	Periodo diurno [6 – 22]	Periodo notturno [22 - 6]
Classe I	45	35
Classe II	50	40
Classe III	55	45
Classe IV	60	50
Classe V	65	65
Classe VI	65	65

Come **valori limite di immissione** (Art 3, definiti dalla legge 447/1995 come i *valori massimi di rumore che possono essere immessi da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o esterno, misurati in prossimità dei ricettori*) per le sorgenti sia fisse che mobili, sono individuati i valori di Leq (A) della tabella C, di seguito riportata:

Classe	Periodo diurno [6 – 22]	Periodo notturno [22 - 6]
Classe I	50	40
Classe II	55	45
Classe III	60	50
Classe IV	65	55
Classe V	70	60
Classe VI	70	70

Il decreto specifica che all'interno delle fasce di pertinenza acustica delle diverse infrastrutture (ferroviarie, stradali, aeroportuali, marittime), valgono i limiti di immissione specifici della fascia di pertinenza, fissati da opportuni decreti (Art 5). All'esterno delle proprie fasce di pertinenza, tutte le sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

Per quanto concerne i **valori limite differenziali di immissione** il decreto specifica che non si applicano alle infrastrutture ferroviarie, né stradali, né aeroportuali, né marittime (art 4 comma 3).

Come **valori di attenzione** (Art 6, definiti dalla legge 447/1995 come i *valori di rumore che segnalano la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente*) sono individuati i valori dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al tempo a lungo termine (TL). Nel caso in cui qualora il tempo **TL fosse pari a 1 ora** i valori di attenzione si possono desumere dalla tabella C aumentando di 10 dB nel periodo diurno e di 5 dB nel periodo notturno. Se relativi ai tempi di riferimento diurno/notturno, invece, i valori limite coincidono con quelli della tabella C.

Il decreto specifica che all'interno delle fasce di pertinenza acustica delle diverse infrastrutture (ferroviarie, stradali, aeroportuali, marittime), tali valori di attenzione non hanno validità (Art 6 comma 3).

I **valori di qualità** (Art 7, definiti dalla legge 447/1995 come i *valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili*) sono indicati nella tabella D di seguito riportata:

Classe	Periodo diurno [6 – 22]	Periodo notturno [22 - 6]
Classe I	47	37
Classe II	52	42
Classe III	57	47
Classe IV	62	52

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

Classe V	67	57
Classe VI	70	70

2.6 Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/03/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico

Il provvedimento, emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1, lettera c) della L.447/95, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dalla strumentazione di misura (Art. 2), i criteri e le modalità di esecuzione delle misure (indicate nell'allegato B al presente decreto).

In particolare, nell'allegato B, il decreto raccomanda di acquisire tutte le informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle posizioni di misura, prima dell'inizio della misura.

I rilievi di rumorosità devono pertanto tenere conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione. Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. Se individuabili, occorre indicare le maggiori sorgenti, la variabilità della loro emissione sonora, la presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza.

La metodologia di misura riportata rileva valori di (LAeq,TR) rappresentativi del rumore ambientale nel periodo di riferimento, della zona in esame, della tipologia della sorgente e della propagazione dell'emissione sonora. La misura deve essere arrotondata a 0,5dB.

Per le misure in esterno:

Il microfono da campo libero deve essere orientato verso la sorgente di rumore; nel caso in cui la sorgente non sia localizzabile o siano presenti più sorgenti deve essere usato un microfono per incidenza casuale.

Il microfono deve essere montato su apposito sostegno e collegato al fonometro con cavo di lunghezza tale da consentire agli operatori di porsi alla distanza non inferiore a 3 m dal microfono stesso.

Le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento.

Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 m dalla facciata stessa.

Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale di spazi liberi, il microfono deve essere collocato nell'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di 1 m dalla facciata dell'edificio.

L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore.

Per le misure all'interno di ambienti abitativi:

Il microfono della catena fonometrica deve essere posizionato a 1,5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti. Il rilevamento in ambiente abitativo deve essere eseguito sia a finestre aperte che chiuse, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte il microfono deve essere posizionato a 1 m dalla finestra; in presenza di onde stazionarie il microfono deve essere posto in corrispondenza del massimo di pressione sonora più vicino alla posizione indicata precedentemente.

Si devono applicare i seguenti fattori correttivi nei seguenti casi, definiti e caratterizzati nel decreto stesso:

- componenti impulsive + 3 dB
- componenti tonali + 3 dB
- componenti in bassa frequenza (200 Hz e solo nel periodo notturno) + 3 dB
- presenza di rumore a tempo parziale -3 dB (da 15 min. a 1 ora) -5 dB (fino a 15 min.)

I criteri e le modalità di misura del rumore stradale e ferroviario sono invece indicati nell'allegato C al Decreto, mentre le modalità di presentazione dei risultati delle misure lo sono in allegato D al Decreto di cui costituisce parte integrante.

	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

3 CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrico e viene svolta considerando le aree di sovrapposizione tra le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale.

La sorgente concorsuale non è sicuramente significativa e può essere trascurata, se la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dBA.

Nell'area di progetto le infrastrutture che possono essere ritenute concorsuali sono:

- SS193 – Strada Statale 193 Orientale Sicula - Strada di categoria Ca nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 150m;
- SP3 – Strada Provinciale 3 - Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m.

Le altre infrastrutture viarie non si configurano come sorgenti concorsuali.

Le fasce di pertinenza considerate per tali infrastrutture) sono riportate nella Corografia Generale (elaborato RS6000R22C5IM0004001C), Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (elaborati RS6000F22P6IM0004001÷3C), nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati RS6000R22P6IM0004004÷6C) e nelle Mappe Acustiche degli scenari Ante Operam, Post Operam Ante Mitigazione e Post Operam Post Mitigazione (NR5V00R22N5IM0004001÷6C).

4 LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCURSUALITÀ

Per individuare i limiti che ciascun ricettore deve rispettare si considera quanto indicato nel Decreto Attuativo per la regolamentazione dei limiti d'immissione delle infrastrutture ferroviarie del 18/11/98 n° 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447", e nel DMA 29/11/2000.

Come evidenziato nei riferimenti normativi, i limiti di riferimento variano in funzione del tipo di ricettore cui si fa riferimento e del numero di sorgenti presenti sul territorio che possono definirsi concorsuali con quella oggetto di analisi.

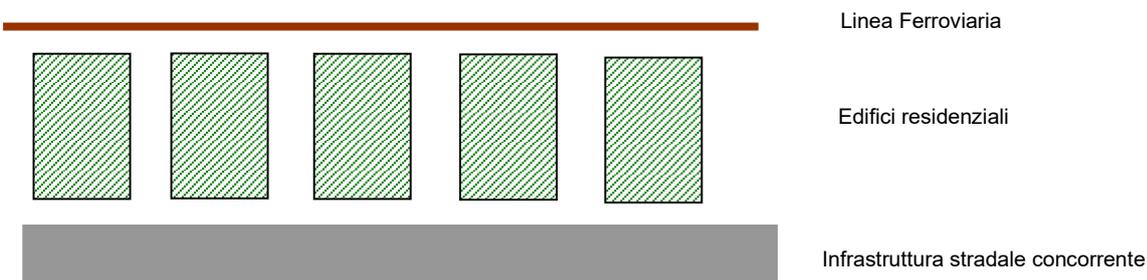
Per il tipo di ricettori, alcuni di essi assumono i limiti sia nel periodo diurno, sia nel periodo notturno, mentre altri nel solo periodo diurno: ciò perché il limite di riferimento è relativo al periodo in cui effettivamente l'edificio in questione è utilizzato in maniera continuativa.

Tabella A – Valori di riferimento in assenza di sorgenti concorsuali

Tipo di ricettore	Fascia A (0-100 m)		Fascia B (100-250 m)	
	Periodo diurno dBA	Periodo notturno dBA	Periodo diurno dBA	Periodo notturno dBA
Residenziale	70	60	65	55
Terziario	70	-	65	-
Ospedale/Casa di Cura	50	40	50	40
Scuola	50	-	50	-
Altro (utilizzo saltuario)	-	-	-	-

Si fa presente che a prescindere dall'appartenenza geometrica ad una determinata fascia di pertinenza acustica, di fatto per il ricettore non dovrebbero assumere rilevanza le infrastrutture potenzialmente concorrenti che non insistono sullo stesso fronte rispetto all'infrastruttura principale oggetto di analisi.

Infatti, ove la linea ferroviaria e l'infrastruttura stradale concorrente insistono su fronti opposti di nuclei di residenziali consolidati, la presenza stessa dell'edificato costituirebbe un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non vi dovrebbe essere concorsualità effettiva.



Nel complessivo dei ricettori censiti, si riscontrano casi di fabbricati esposti al rumore di una o due sorgenti. Nel primo caso e cioè nel caso di ricettori esposti al solo rumore della linea ferroviaria in questione, si applicano i valori limite sintetizzati nella Tabella A prima riportata. Mentre nel caso di concorsualità fra due o più infrastrutture i valori limite di riferimento sono stati calcolati imponendo che la somma dei contributi *egualmente ponderati* non superasse il valore della sorgente avente massima immissione.

Nell'area oggetto di studio le infrastrutture potenzialmente concorrenti presentano limiti differenziati in funzione della tipologia di infrastruttura. L'Allegato 4 del DM 29/11/2000 riporta come calcolare i limiti di soglia nelle aree di sovrapposizione tra le fasce di infrastrutture concorsuali:

$$L_s = L_{zona} - 10 \cdot \log N$$

con: L_s = Livello di soglia cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente, avente rumore egualmente ponderato

N = numero di infrastrutture coinvolte

L_{zona} = Valore limite assoluto di immissione

Nella seguente tabella si riportano le possibili combinazioni di concorsualità indicando con la lettera "A" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite di 70 dBA diurni e 60 dBA notturni, con la lettera "B" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite di 65 dBA diurni e 55 dBA notturni.

Tabella B – Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali

Fasce di pertinenza		Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
Linea ferroviaria	Infrastruttura Stradale	Diurno dBA	Notturno dBA
A	A	67,0	57,0
A	B	67,0	57,0
B	B	62,0	52,0
B	A	67,0	57,0

I limiti riportati in tabella si riferiscono a edifici residenziali; in caso di edifici adibiti ad attività commerciali o uffici saranno considerati unicamente i valori diurni, in quanto relativi al periodo di riferimento in cui è prevista la permanenza di persone.

Nel caso in cui degli edifici sensibili (scuole, ospedali, case di cura) venissero a trovarsi in una zona di intersezione delle fasce di pertinenza ferroviarie con le fasce di pertinenza acustica di altre sorgenti, valgono i seguenti limiti:

Tabella C – Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali per ricettori sensibili

Tipologia ricettore sensibile	Numero di sorgenti sonore concorsuali oltre la ferrovia	Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
		Diurno dBA	Notturmo dBA
Scuole, Asili, Università	0	50	-
	1	47	-
Ospedali, Case di Riposo, Case di Cura	0	50	40
	1	47	37

5 LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE

Ai sensi del DPR 459/98, mediante l'analisi dei piani regolatori è stata eseguita una verifica delle aree di espansione (definite come ricettore nell'art.1, co.1, lett.e), che ricadono all'interno delle fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura in progetto e alle quali vanno applicati i limiti dettati da dette fasce, eventualmente decurtati del contributo di concorsualità.

All'interno dell'ambito di studio dalla lettura del Piano Regolatore Generale (PRG) non è stata rilevata la presenza di aree di espansione residenziale. Di seguito lo stato di approvazione del documento indicato:

Comune	Documento	Delibera
Augusta	Piano Regolatore Generale	Approvazione con atto di D.G.R. n.3861/1968



Figura 5-1 Stralcio del Piano Regolatore Generale del Comune di Augusta

6 LIMITI ACUSTICI E AREE NATURALISTICHE E PARCHI

Per le aree naturalistiche e i parchi pubblici, ci si attiene a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili: deve essere garantito il rispetto dei limiti previsti dalle norme nel solo periodo diurno in analogia a quanto viene richiesto per le scuole, in corrispondenza di punti significativi (zone maggiormente esposte e caratterizzate dalla presenza non saltuaria delle persone) da individuare all'interno di tali aree.

All'interno dell'ambito di studio non è stata rilevata la presenza di un sito SIC (ITA090014 – Saline di Augusta) ricadente parzialmente nell'ambito di studio acustico (campitura colore arancione).

In corrispondenza di tali aree sono stati inseriti ricettori in campo libero disposti in modo da caratterizzare l'area, al fine di calcolarne i livelli sonori, assicurare il rispetto dei limiti di immissione alla quota di +2m dal piano di campagna. Tali ricettori sono riportati nella Tabella 6-1 e in Figura 6-1:

Identificativo ricettore	Fascia di pertinenza ferroviaria	Fascia di Pertinenza stradale
20001	A	-
40001	B	-
60001	Zona A	-

Tabella 6-1 Ricettori associati all' area protetta Saline di Augusta

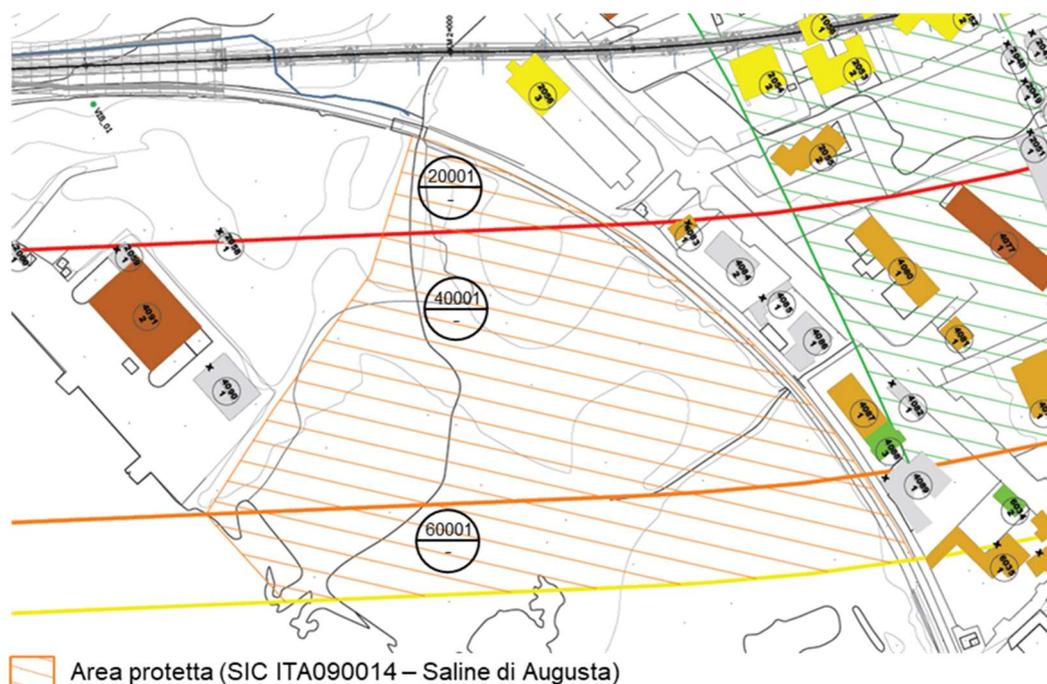


Figura 6-1 Individuazione ricettori in campo libero per l'area protetta Saline di Augusta



LINEA CATANIA - SIRACUSA
BYPASS DI AUGUSTA
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

STUDIO ACUSTICO
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS60	00	R 22 RG	IM 00 04 001	C	25 di 54

Per i limiti di immissione dei ricettori ricadenti oltre le fasce di pertinenza acustica ferroviaria (codifiche 50XXX, 60XXX), vale quanto riportato nel capitolo 7.

7 LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI

Per quanto riguarda i limiti acustici di immissione oltre le fasce di pertinenza acustica ferroviaria (oltre i 250m di distanza), la normativa (artt. 4 e 5 del DPR 459/98) prevede che vengano presi in considerazione i valori della tabella C del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14/11/1997 (paragrafo 2.5); tale tabella individua i limiti di immissione per ogni classe acustica. Il Comune di Augusta risulta sprovvisto. In questi casi, al fine di individuare comunque dei limiti di immissione acustica al di fuori delle fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura ferroviaria, si fa riferimento al DPCM 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell' ambiente esterno", che prevede i limiti di accettabilità riportati in Tabella 7-1, tenendo conto del Piano Regolatore Generale del Comune di Augusta, approvato con Delibera della Giunta della Regione Sicilia Approvazione con atto n.3861/1968.

Tabella 7-1 - Limiti di accettabilità in assenza di un Piano Comunale di Classificazione Acustica

Zonizzazione	Limite diurno Leq (A)	Limite notturno Leq (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Dalla lettura del Piano Regolatore Generale, come riportato in Figura 5-1, l'area di intervento ricade nella zona denominata "Tutto il territorio nazionale".

Tuttavia in questo specifico caso in via cautelativa si è ritenuto opportuno considerare il territorio ricadente al di fuori delle fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura ferroviaria Zona A relativa ad aree residenziali.

	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

8 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

Il progetto di variante oggetto del presente studio si sviluppa all'interno del Comune di Augusta per uno sviluppo totale pari a circa 2,8 km.

La sede ferroviaria, ad oggi, è costituita da un unico binario allo scoperto lungo tutto il tracciato. L'inizio del tracciato si trova alternativamente in leggero rilevato o in basse trincee. Arrivando verso l'area portuale il tracciato si attesta a raso per poi finire nella galleria a fine progetto.

8.1 Descrizione dei ricettori

8.1.1 Il censimento dei ricettori

Nell'ambito delle analisi ante operam per la componente rumore è stato effettuato un dettagliato censimento dei ricettori.

Il censimento ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a 300 metri, per l'indagine dei fronti edificati prossimi alla stessa.

È stata effettuata, in particolare, una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori. I risultati di tale verifica sono stati riportati, sulla cartografia numerica in scala 1:2000 (elaborati RS6000R22P6IM0004001A+3C).

Nelle planimetrie di censimento summenzionate, in merito ai ricettori censiti sono state evidenziate mediante apposita campitura colorata le informazioni di seguito descritte:

Tipologia dei ricettori

- Residenziale;
- Industriale, artigianale;
- Commerciale, servizi;
- Monumentale, religioso;
- Ruderì, dismessi, box, stalle e depositi;
- Pertinenza FS;
- Aree protette;
- Espropri/demolizioni.

Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra.

Sono state altresì indicate le facciate cieche (assenza di infissi) dei ricettori.

L'attività di verifica ante operam è stata quindi completata con la redazione di schede di dettaglio in cui sono state riportate per ciascun fabbricato le informazioni riguardanti la localizzazione, lo stato e la consistenza e la relativa documentazione fotografica.

Le schede sono riportate nel documento RS6000R22SHIM0004001B.

Di seguito viene fornita una descrizione delle informazioni contenute nelle schede:

	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

A) Dati generali

- Codice ricettore individuato da un numero di quattro cifre XZZZ dove
 - X è un numero che indica la posizione del ricettore rispetto al binario
 - 1 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
 - 2 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
 - 3 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
 - 4 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
 - 5 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)
 - 6 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)

ZZZ è il numero progressivo del ricettore

B) Dati localizzativi

- Comune
- Progressiva ferroviaria
- Distanza dalla linea ferroviaria in progetto valutata rispetto all'asse di tracciamento
- Tipologia linea

C) Dati caratteristici dell'edificio esaminato

- Numero dei piani
- Orientamento rispetto al binario
- Destinazione d'uso del ricettore

D) Caratterizzazione degli infissi

- Numero infissi fronte parallelo e/o obliqui

E) Altre sorgenti di rumore

F) Note

8.2 Stima dei livelli acustici

Al fine di caratterizzare la situazione prima della realizzazione del progetto dal punto di vista acustico, sono state incluse nella campagna di rilievi fonometrici delle misure supplementari, atte a fornire una rappresentazione del clima acustico ante operam. L'ubicazione di tali punti di misura è riportata con la codifica PAXX nelle *Planimetria localizzazione dei ricettori censiti* (Elaborati – RS6000R22P6IM0004001A ÷3C).

La posizione dei punti è stata scelta in modo da descrivere zone omogenee dal punto di vista acustico, quindi, per ogni tipologia di area è stato individuato un ricettore rappresentativo presso cui effettuare la misura.

Di seguito si riportano gli stralci planimetrici per l'ubicazione dei punti di misura e quanto emerso dai rilievi fonometrici:

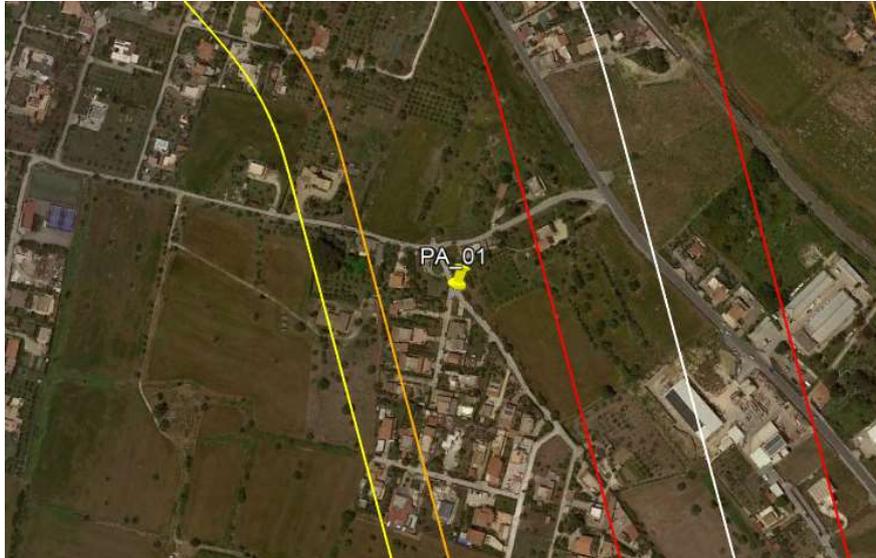


Figura 8-1 - Ubicazione Punto di Misura PA01

Tabella 8-1 - Livelli Acustici presso i punti di misura PA

Punto di misura	Fascia ferroviaria	Leq Ambientale	
		Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]
PA01	B	55,7	50,0

Il clima acustico dello stato attuale, prima della realizzazione degli interventi di progetto, è stato altresì studiato tramite il modello di simulazione SoundPlan, descritto nel paragrafo 9.1. Nella fattispecie è stata prodotta la mappa acustica a 4m dal suolo per il periodo diurno e per quello notturno (*Mappe Acustiche Ante Operam* Elaborati RS6000R22N5IM0004001-2C) nella conformazione attuale di infrastruttura e di traffico.

Il modello di esercizio attuale deriva da estrazione da PIC ed è il seguente:

Tabella 8-2 - Modello di Esercizio scenario attuale

Tipologia treno	Numerosità Diurna [#]	Numerosità Notturna [#]	Velocità [km/h]
Regionali	18	1	95
Lunga Percorrenza	6	2	95

Le emissioni sonore da associare ad ogni tipologia di convoglio ferroviario previsto nel Modello di Esercizio sono state estratte dal documento redatto da Rete Ferroviaria Italiana “Stima dei livelli sonori ai sensi del DM Ambiente 29/11/00 – Rapporto delle misure – Volume 1 – Emissioni dei treni”.

In particolare, si è fatto riferimento ai dati contenuti nell’Annesso 5: sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 km/h, che di seguito vengono riportati.

Sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 Km/h

	dBA	63 Hz	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8K
Valore medio ALn 668	89,9	57,9	64,1	73,4	84,7	85,8	81,8	77,7	66,2
Deviazione standard	2,2	3,9	2,9	2,6	3,0	2,5	2,3	2,4	3,4
Valore medio DIR / IR	94,3	61,1	67,2	78,8	84,4	88,4	90,7	84,5	74,1
Deviazione standard	4,7	3,7	4,3	5,6	5,7	5,3	4,6	4,5	4,4
Valore medio E / EN	96,7	62,7	73,9	85,7	90,6	90,9	90,8	87,8	76,2
Deviazione standard	3,2	0,5	2,5	2,8	3,3	3,2	3,0	3,9	4,3
Valore medio ETR 450-460-480	88,9	55,5	60,5	68,3	72,9	77,7	86,9	81,9	69,5
Deviazione standard	3,8	3,4	3,6	4,9	5,0	4,5	3,9	4,0	3,9
Valore medio ETR 500	90,6	57,0	61,8	71,7	76,8	81,8	88,5	81,8	69,8
Deviazione standard	3,0	2,7	3,2	4,1	3,6	3,2	3,2	3,3	2,9
Valore medio IC	94,9	60,5	65,8	75,7	81,0	87,7	92,5	85,6	74,1
Deviazione standard	4,8	3,3	4,1	5,9	6,0	5,3	4,7	4,7	4,7
Valore medio REG	92,3	60,9	67,6	77,9	83,6	86,3	87,9	83,3	73,5
Deviazione standard	4,7	4,7	4,6	5,7	5,7	5,0	4,6	4,7	5,0
Valore medio REG-MET	86,9	53,9	63,2	74,1	79,3	81,9	81,0	77,9	69,3
Deviazione standard	4,1	3,6	3,8	4,4	4,9	4,7	3,7	3,6	3,5
Valore medio MERCI	102,5	65,3	77,1	87,7	95,5	97,7	96,3	91,9	79,8
Deviazione standard	6,2	5,6	6,8	7,5	6,9	6,9	5,3	5,6	6,0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

9 GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

9.1 Illustrazione delle tecniche previsionali adottate

L'impatto prodotto dalle infrastrutture ferroviarie può essere valutato con l'ausilio di appositi modelli matematici di simulazione.

Un modello si basa sulla schematizzazione del fenomeno attraverso una serie di ipotesi semplificative che riconducono qualsiasi caso complesso alla somma di casi semplici e noti.

Per la previsione dell'impatto acustico della linea in analisi e per il dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN.

Tale modello è sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti dalle ISO da altri standards utilizzati localmente come le Shall 03 e DIN 18005 emanate della Germania Federale, le ÖAL 30 Austriache e le Nordic Kilde 130.

Grazie alla sua versatilità e ampiezza del campo applicativo, è all'attualità il Software previsionale acustico più diffuso al mondo. In Italia è in uso a centri di ricerca, Università, Agenzie per l'Ambiente, ARPA, Comuni, Società e studi di consulenza.

La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi". 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 ricettore 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 della 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 ricettore.

I contributi forniti dai diversi raggi vengono evidenziati nei diagrammi di output. In tali schematizzazioni la lunghezza del raggio è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.

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 e 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

9.2 Dati di input del modello

L'applicazione del modello previsionale ha richiesto l'inserimento dei dati riguardanti i seguenti aspetti:

1. morfologia del territorio
2. geometria dell'infrastruttura
3. caratteristiche dell'esercizio ferroviario con la realizzazione degli interventi in progetto;
4. emissioni acustiche dei singoli convogli.

Si nota che i dati relativi ai punti 1 e 2 (morfologia del territorio e geometria dell'infrastruttura) sono stati derivati da cartografia vettoriale appositamente prodotta per il presente progetto e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto. I dati territoriali sono stati verificati mediante i sopralluoghi in campo effettuati nel corso di elaborazione del censimento dei ricettori.

Per quanto concerne lo standard di calcolo, è stato utilizzato quello delle Deutsche Bundesbahn, sviluppato nelle norme Shall 03. I parametri di calcolo utilizzati sono invece i seguenti:

Ordine di riflessione	2	Ponderazione	dB(A)
Max raggio di ricerca [m]	5000	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	200	Considera le superfici stradali come aree "hard" (G=0)	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	50		
Tolleranza (dB)	0,010		
Tolleranza rispettata per ..	risultato complessivo		

Per l'elaborazione del DGM (Digital Ground Model) sono stati implementati nel modello i seguenti elementi:

- Punti quota
- Curve di livello
- Bordi stradali
- Bordi del rilevato ferroviario
- Sommità e base di rilevati e trincee

Il software previsionale SoundPLAN implementa un algoritmo specifico, denominato "Tunnel openings", che ha permesso di simulare l'emissione delle aperture delle gallerie che interessano la tratta ferroviaria oggetto di studio.

Questo algoritmo, identificato nell'oggetto "Apertura tunnel", determina la potenza sonora e la direttività della propagazione del rumore proveniente dall'apertura della galleria. Dalla geometria dell'imbocco della galleria, dalla lunghezza della galleria e dalle proprietà di assorbimento dei materiali vicino all'imbocco, il programma calcola la potenza sonora che viene poi assegnata a quattro sorgenti puntiformi poste nell'imbocco stesso.

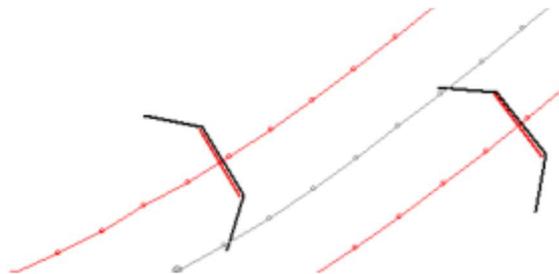
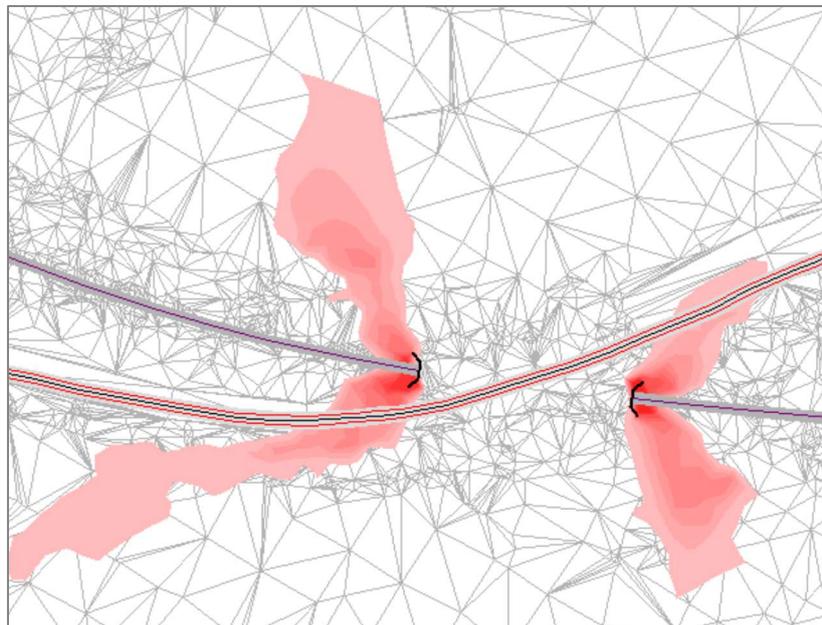


Figura 9-1 - Rappresentazione oggetto "Tunnel openings"

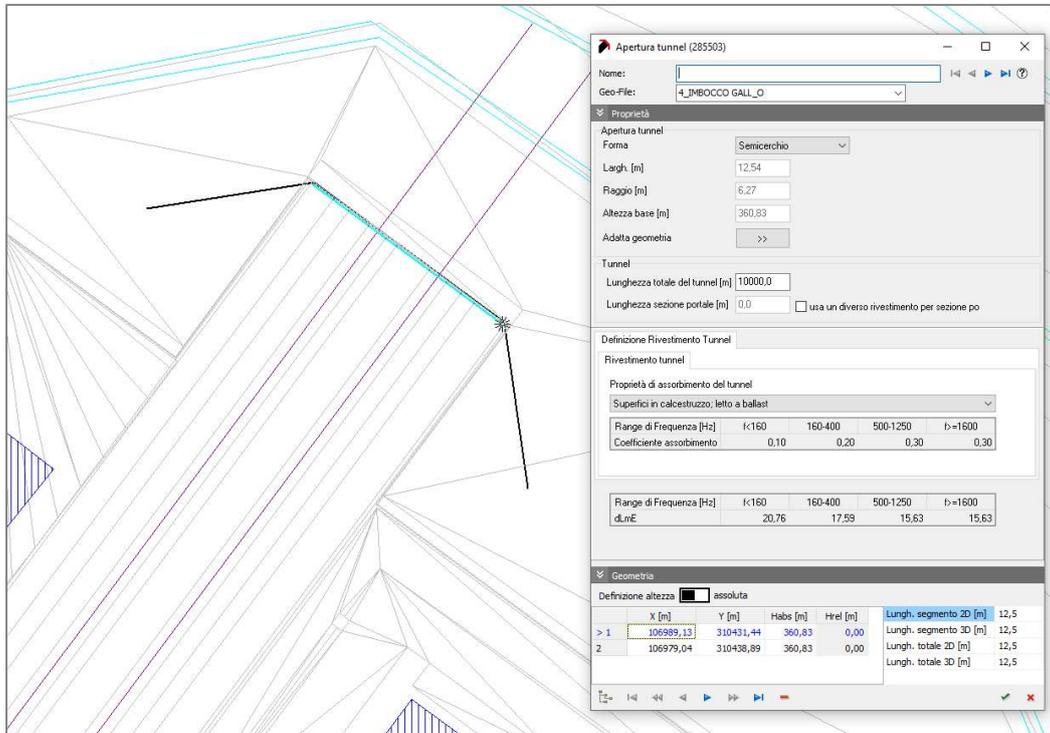
L'emissione della bocca del tunnel rappresenta una sorgente a sé stante e va a sommarsi al contributo della linea ferroviaria.



La figura mostra l'aumento dei livelli di rumore dovuto al rumore emesso dall'apertura del tunnel

Le quattro sorgenti sonore puntiformi nell'apertura del tunnel hanno ciascuna $L_{wT} - 10 \log(4)$ come potenza sonora. La propagazione delle quattro sorgenti puntiformi avviene secondo quanto riportato nella norma ISO 9613-2.

Il software permette di selezionare la forma dell'apertura (semicerchio per gli imbocchi oggetto di studio) e per la descrizione acustica delle pareti, SoundPLAN fornisce quattro casi tipici con il coefficiente di assorbimento acustico α .



Di seguito si riportano le principali espressioni utilizzate dal software nel calcolo dei vari parametri, desunte dal manuale d'uso.

Perdita di trasmissione del rumore (come un fattore non in dB) da una sorgente stazionaria a distanza dall'apertura del tunnel

Per gallerie a sezione semicircolare:

$$dP_T(a, x) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{ax}{\sqrt{r^2 + (ax)^2}} \right)$$

dove:

r: raggio del tunnel [m]

a: parametro che definisce l'assorbimento medio del tunnel ($0 \leq a \leq 1$)

generalmente:

$$a \approx 1 - \sqrt{1 - \alpha}$$

dove

α è l'indice di assorbimento acustico delle pareti della galleria.

Valori tipici per α

Frequency range [Hz]	<160	160-400	>400-1250	>1250
Smooth concrete surfaces; Roads or reflecting ballast bed Reference case for directivity	0.08	0.08	0.08	0.08
Rough concrete surfaces; Roads or reflecting ballast bed	0.08	0.11	0.14	0.14
Concrete surfaces; Ballast beds for railways	0.1	0.2	0.3	0.3
Typical sound absorption material	0.15	0.5	0.8	0.65

Se si considera una sorgente lineare in galleria con una potenza sonora per metro $L'w$, la potenza sonora totale irradiata dall'imboccatura della galleria è:

$$L_{WT} = 10 \log \int_0^L 10^{0.1L'w} dP_T(a,x) dx$$

dove

L: lunghezza della galleria [m]

Nei paragrafi seguenti si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio.

- Ponte/viadotto

Per quanto riguarda i viadotti, il software di simulazione SoundPLAN prevede anche per questo aspetto una specifica funzione per la generazione di ponti e viadotti con la possibilità di inserimento di tutti i parametri per il corretto dimensionamento/definizione dell'opera ai fini della valutazione da parte del software previsionale degli effetti che il viadotto comporta nell'ambito del clima acustico oggetto di studio.

La definizione del ponte/viadotto utilizza la propria scheda indice presente nel software. Attivare la casella di controllo ponte alla prima coordinata del ponte e inserire la distanza tra l'asse e il bordo del ponte (sinistra e destra dall'asse) e, se necessario, l'altezza di uno schermo sul ponte sopra la pendenza. Tutti i coefficienti correttivi sono previsti nelle impostazioni sotto riportate.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

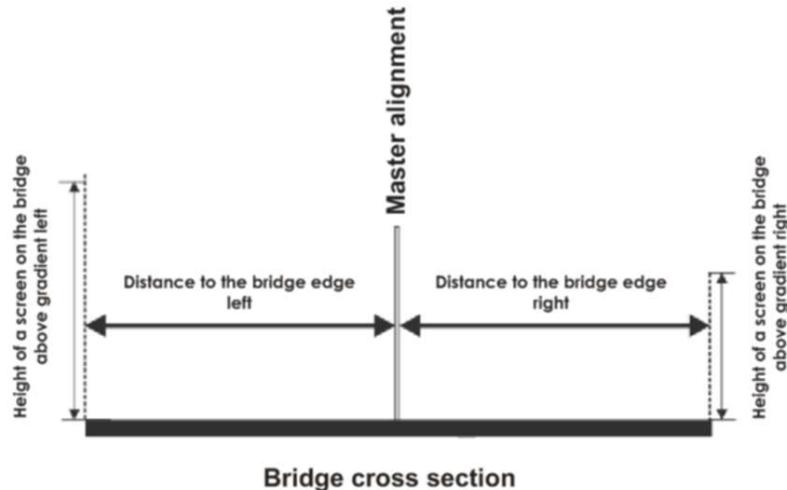


Figura 9-2 – Interfaccia del software SoundPLAN nella modellazione acustica dei ponti e viadotti

I dati territoriali sono stati verificati mediante i sopralluoghi in campo effettuati nel corso di elaborazione del censimento dei ricettori. Sono stati quindi inseriti nel modello previsionale gli edifici presenti, le eventuali infrastrutture viarie o ferroviarie concorsuali con le relative opere (rilevati, viadotti, trincee, barriere, etc.) e le eventuali altre opere civili e/o naturali che possono influenzare la propagazione delle onde acustiche (muri, barriere, boschi, etc.).

Per l'elaborazione del DGM (Digital Ground Model) sono stati implementati nel modello i seguenti elementi:

- Punti quota
- Curve di livello
- Bordi stradali
- Bordi del rilevato ferroviario
- Sommità e base di rilevati e trincee

Nei paragrafi seguenti si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio.

Per quanto concerne lo standard di calcolo, è stato utilizzato quello delle Deutsche Bundesbahn, sviluppato nelle norme Shall 03. I parametri di calcolo utilizzati sono invece i seguenti:

Ordine di riflessione	<input type="text" value="2"/>	Ponderazione	<input type="text" value="dB(A)"/>
Max raggio di ricerca [m]	<input type="text" value="5000"/>	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	<input type="text" value="200"/>	Considera le superfici stradali come aree "hard" (G=0)	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	<input type="text" value="50"/>		
Tolleranza (dB)	<input type="text" value="0,010"/>		
Tolleranza rispettata per ..	<input type="text" value="risultato complessivo"/>		

9.2.1 Modello di esercizio

Di seguito si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio ferroviario:

1. La tipologia di convogli in transito.
2. Il numero di transiti relativamente al periodo diurno e notturno per le diverse categorie di convogli.
3. lunghezza media di ciascuna tipologia di treno

Di seguito in Tabella 9-1 si riporta il modello di esercizio previsto per la linea di progetto:

Tabella 9-1 - Modello di esercizio scenario di progetto

CATEGORIA	Diurni (6-22)	Notturni (22-6)	Velocità [km/h]	TOTALE
Regionale	30	2	140	32
Lunga percorrenza	9	3	140	12
Merci	1	1	120	2

9.2.2 Emissioni dei rotabili

La simulazione acustica è stata effettuata mediante il software SoundPLAN descritto nel paragrafo successivo. La modellazione tridimensionale di base del territorio utilizzata nella simulazione è stata sviluppata a partire dalla cartografia 3D in formato vettoriale.

Le emissioni sonore da associare ad ogni tipologia di convoglio ferroviario previsto nel Modello di Esercizio sono state estratte dal documento redatto da Rete Ferroviaria Italiana "Stima dei livelli sonori ai sensi del DM Ambiente 29/11/00 – Rapporto delle misure – Volume 1 – Emissioni dei treni".

In particolare, si è fatto riferimento ai dati contenuti nell'Annesso 5: sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 km/h, che di seguito vengono riportati.

Sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 Km/h

	dB(A)	63 Hz	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8K
Valore medio ALn 668	89,9	57,9	64,1	73,4	84,7	85,8	81,8	77,7	66,2
Deviazione standard	2,2	3,9	2,9	2,6	3,0	2,5	2,3	2,4	3,4
Valore medio DIR / IR	94,3	61,1	67,2	78,8	84,4	88,4	90,7	84,5	74,1
Deviazione standard	4,7	3,7	4,3	5,6	5,7	5,3	4,6	4,5	4,4
Valore medio E / EN	96,7	62,7	73,9	85,7	90,6	90,9	90,8	87,8	76,2
Deviazione standard	3,2	0,5	2,5	2,8	3,3	3,2	3,0	3,9	4,3
Valore medio ETR 450-460-480	88,9	55,5	60,5	68,3	72,9	77,7	86,9	81,9	69,5
Deviazione standard	3,8	3,4	3,6	4,9	5,0	4,5	3,9	4,0	3,9
Valore medio ETR 500	90,6	57,0	61,8	71,7	76,8	81,8	88,5	81,8	69,8
Deviazione standard	3,0	2,7	3,2	4,1	3,6	3,2	3,2	3,3	2,9
Valore medio IC	94,9	60,5	65,8	75,7	81,0	87,7	92,5	85,6	74,1
Deviazione standard	4,8	3,3	4,1	5,9	6,0	5,3	4,7	4,7	4,7
Valore medio REG	92,3	60,9	67,6	77,9	83,6	86,3	87,9	83,3	73,5
Deviazione standard	4,7	4,7	4,6	5,7	5,7	5,0	4,6	4,7	5,0
Valore medio REG-MET	86,9	53,9	63,2	74,1	79,3	81,9	81,0	77,9	69,3
Deviazione standard	4,1	3,6	3,8	4,4	4,9	4,7	3,7	3,6	3,5
Valore medio MERCI	102,5	65,3	77,1	87,7	95,5	97,7	96,3	91,9	79,8
Deviazione standard	6,2	5,6	6,8	7,5	6,9	6,9	5,3	5,6	6,0

Nel paragrafo successivo invece verranno illustrati nel dettaglio i risultati della operazione di taratura del software con i dati rilevati ed associati ai transiti avvenuti durante le misure fonometriche.

9.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione

Per verificare la rispondenza del modello di simulazione alle condizioni reali, sono state utilizzate le misure di una campagna di rilievi fonometrici appositamente eseguita nell'ambito della Linea attuale (singolo binario Augusta - Brucoli). Per i dettagli si rimanda all'apposito "Report indagini acustiche" (elaborato RS6000D22RHIM0004001A), nel quale sono riportati anche tutte le grandezze acustiche acquisite per ciascun transito avvenuto nell'arco delle 24 ore della misura.

Tale campagna ha permesso:

- La caratterizzazione acustica delle diverse tipologie di materiale rotabile ad oggi in esercizio sull'attuale linea ferroviaria, con l'individuazione di un "Punto di Riferimento" (PR01) posto in prossimità del binario di corsa.
- La taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione, di due "Punti Significativi" (PS01 e PS02) posti in corrispondenza di altrettanti ricettori, a distanze crescenti dall'infrastruttura ferroviaria.

I dati così rilevati sono stati rielaborati per ottenere i seguenti dati associati ad ogni singolo transito:

- Data e ora di passaggio;
- Categoria commerciale;
- Origine e Destinazione del viaggio;
- Ora di inizio e fine evento sonoro;

- Durata in secondi dell'evento sonoro;
- Lunghezza del convoglio;
- Velocità di transito;
- Composizione (numero di locomotori e di vagoni o carri);
- Grandezze acustiche:
 - Lmax
 - Leq sulla durata dell'evento
 - SEL

Successivamente, tali informazioni sono state normalizzate e mediate per ottenere – per ciascuna tipologia di convoglio ferroviario transitato – le seguenti informazioni:

- Numero di transiti nel periodo diurno e nel periodo notturno;
- Velocità media di transito;
- SEL medio.

A partire dai dati così elaborati è stato anche possibile ricavare il valore del Livello Equivalente diurno e notturno sia nei PR che nei PS.

Inserendo nella libreria del modello di simulazione i valori di emissione così come rilevati sperimentalmente, ed il Modello di Esercizio effettivo (numero di transiti realmente avvenuti nelle 24 ore di misura) associato alla linea ferroviaria esistente, sono stati calcolati i Livelli Equivalenti diurni e notturni in corrispondenza dei punti di misura e controllo PR e PS, ricavando i seguenti valori:

Tabella 9-2 - Taratura modello di Simulazione: confronto tra Livelli misurati e simulati

Punti di misura e controllo	Valori misurati		Valori simulati		Scarti simulati-misurati	
	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
PR01	55,7	46,8	55,0	47,3	-0,7	0,5
PS01	55,0	47,3	54,2	48,0	-0,8	0,7
PS02	58,4	52,0	57,5	52,4	-0,9	0,4
media degli scarti sui punti PS					-0,8	-0,5

In corrispondenza dei punti di controllo nel periodo si osserva una ottima corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati (con differenze ovunque inferiori a 1 dB e con medie degli scarti non significative, contenute entro 0,5 dB).

10 CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE

L'applicazione del modello di simulazione in precedenza descritto ha permesso di stimare i livelli sonori con la realizzazione delle opere in progetto.

Da un primo esame si nota che i superamenti maggiori si verificano nel solo periodo notturno in virtù dei limiti più bassi.

È risultato necessario prevedere idonei interventi di mitigazione che sono stati dimensionati in relazione al periodo più critico e pertanto, come detto, rispetto al periodo notturno.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Isofoniche dello Scenario Post Operam Ante Mitigazione (elaborati RS6000R22N5IM0004003-4C), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. RS6000R22TTIM0004001C. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

Nelle tabelle già menzionate, sono evidenziati tutti i ricettori per cui i livelli acustici in facciata simulati eccedano i limiti normativi previsti e, in colore più chiaro, quelli che eccedano una soglia di attenzione ricavata dai limiti normativi decurtati di 0,5 dB, come indicato nel *Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili* cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 D del 31.12.2020.

11 METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

Nei paragrafi seguenti si forniscono alcune note descrittive su metodi di contenimento dell'inquinamento acustico alternativi alle barriere antirumore, sui requisiti acustici delle barriere antirumore, sulle tipologie di barriere utilizzate in relazione alle prestazioni acustiche.

11.1 Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario

Finanziato dall'Unione Europea con il Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale (FESR) del periodo 2007-2013, il progetto **mitiga.rumore** “**Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario**” che prevedeva l'applicazione di un sistema di smorzatori di vibrazioni lungo la rotaia ed un sistema lubrificante del bordo della rotaia nei tratti curvilinei lungo la linea ferroviaria ai fini della mitigazione del rumore ferroviario, è stato sperimentato dalla Provincia di Bolzano in collaborazione con Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

RFI ha permesso alla Provincia il montaggio in via sperimentale di questi due sistemi sulla linea del Brennero in due località distinte:

- in un tratto rettilineo tra i comuni di Bronzolo e di Ora sono installati due tipi diversi di smorzatori di vibrazioni rispettivamente della Schrey & Veit Srl (Link esterno) di Sprendlingen (DE) e della TATA (Link esterno) commercializzati da UUDEN BV (Link esterno) di Arnhem (NL).



Ammortizzatori Schrey & Veit (Foto: Schrey & Veit, 2012)



Ammortizzatori Van Uuden (Foto: Van Uuden, 2012)

- in un tratto in curva nel territorio comunale di Laion, adiacente all'abitato di Chiusa è installato un impianto di lubrificazione delle rotaie della P.A.L. Italia (Link esterno) di Novate Milanese (IT), lubrificanti della ditta Lincoln.



Lubrificatore P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)



Impianto lubrificazione P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)

I risultati del Progetto “mitiga.rumore”:

I lubrificatori installati nell'ambito del centro abitato di Chiusa, hanno contribuito ad attenuare il rumore di circa 1,5 dB. Oltre alla riduzione del rumore, con l'impiego dei lubrificatori si spera di limitare la formazione del corrugamento per logorio della superficie delle rotaie.

I due tipi di ammortizzatori sono stati invece testati tra i Comuni di Bronzolo e di Ora su un tratto di binario rettilineo di 300m circa, che fosse il più omogeneo possibile e che non presentasse irregolarità. Nel dettaglio, la riduzione media del livello sonoro per i treni merci è stata leggermente inferiore ad 1 dB mentre quella per i treni passeggeri supera 1 dB.

La riduzione del rumore ottenuta con i due sistemi è mediamente di 1 dB, e come riportato nelle conclusioni da parte della Provincia di Bolzano, nonostante il risultato positivo, la lieve riduzione del rumore ottenuta dalla sperimentazione non è chiaramente percepibile all'orecchio umano.

Viene ritenuto pertanto che entrambi i sistemi non costituiscano uno strumento di risanamento efficace per il nostro territorio e che non siano adeguati alla struttura dei binari utilizzati oltre che non sempre realizzabili.

La documentazione completa del Progetto “mitiga.rumore” è consultabile sul sito internet della Provincia di Bolzano al seguente indirizzo web:

<http://ambiente.provincia.bz.it/rumore/interventi-mitigazione-rumore-ferroviario.asp>

Altre sperimentazioni svolte - rail dampers

I rail dampers sono costituiti da masse metalliche inglobate in un elastomero, montati, su entrambi i lati del gambo della rotaia, per mezzo di elementi metallici e mediante incollaggio alla rotaia stessa.

A fronte di una mitigazione presunta indicata nel progetto europeo STAIRRS di 1-3 dB, nelle diverse sperimentazioni svolte da RFI su varie linee ferroviarie (v. tabella), è stato rilevato un abbattimento massimo di circa 1-2 dB, corrispondente ad un **valore medio di circa 1 dB**, se si tiene conto dell'incertezza di misura e della deviazione standard.

Nella tabella seguente sono riportate, in ordine temporale, le sperimentazioni eseguite per tale sistema.

Richiedente	Tipologia	Ditta	Linea	Anno
Provincia autonoma di Bolzano	rail dampers	Schrey & Veit TATA Steel (Corus)	Linea ferroviaria: Verona - Brennero Tratta: Trento - Bolzano Comune di Bronzolo	2012
RFI (DTP / DINV)	Attenuatore Acustico TRANSRAIL TR 1°	Pregymix	linea ferroviaria: Alessandria - Arona Tratta: Novara - Vignale	2015
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL TR 1B	Pregymix	Linea ferroviaria: Alessadria - Arona Tratta: Novara - Vignale	2015
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL TR 1C	Pregymix	Linea ferroviaria: Alessadria - Arona Tratta: Novara - Vignale	2015
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL TR 1C	Pregymix	Linea ferroviaria: Bologna - Bari Comune: Francavilla al Mare	2016
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL 2	Pregymix	Linea ferroviaria: Adriatica Tratta: Francavilla-Ortona Comune: Francavilla	2017
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL	Pregymix	Linea ferroviaria: Cintura Sud Milano nella tratta a doppio binario tra Milano Romolo e Milano P.ta Romana	2018

La documentazione relativa alle suddette sperimentazioni è stata trasmessa al Ministero dell'Ambiente (oggi MITE) e alle Regioni nel 2016, mentre quella prodotta in tempi più recenti è stata trasmessa al Tavolo Tecnico, istituito nel 2017 dallo stesso Ministero per risolvere le criticità riscontrate nell'attuazione del Piano di risanamento. Si segnala che questo Tavolo ha coinvolto rappresentanti di RFI, MIT, ANCI, ISPRA. Regioni (rappresentate da Toscana,

	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

Lombardia e Emilia Romagna), ANSF (oggi ANSFISA) e rappresentanti dei Gestori dei servizi di trasporto pubblico ferroviario, i quali, dopo aver visionato i risultati delle varie sperimentazioni sui rail dampers, hanno preso atto della loro ridotta efficacia in termini acustici, in previsione anche di una possibile ulteriore riduzione nel tempo di detta efficacia, per via del degrado dei materiali componenti.

Effetti dei rail dampers sulle attività di manutenzione della linea

Lato armamento, si segnala che l'adozione dei "rail dampers" ha ripercussioni su aspetti relativi alla manutenzione e al controllo delle rotaie. Infatti, una volta installati, questi limitano l'ispezionabilità delle rotaie che va eseguita secondo le modalità di visita-linea previste dalle norme internazionali e dalle specifiche ferroviarie. In particolare, il documento di riferimento è la Fiche UIC 725 sulla gestione dei difetti delle rotaie, derivante a sua volta dalla IRS UIC 70712 che costituisce il catalogo dei difetti, recepito in ambito ferroviario.

In particolare, la Fiche 725 indica, a seconda del tipo di difetto, l'efficacia dei possibili metodi di ispezione; quindi, dalla sua applicazione deriva che, per certe tipologie di difetti, il controllo visivo sia l'unico metodo efficace, ovvero non sostituibile con altre metodologie, ancorché strumentali.

Pertanto, al fine di poter eseguire il predetto controllo visivo della rotaia, risulterebbe necessario rimuovere i rail dampers; comunque, anche nel caso di una loro rimozione, l'ispezione visiva risulterebbe ancora difficoltosa a causa della presenza di una membrana elastica liquida, addizionata con micro polvere di gomma, che viene interposta tra la rotaia e il profilo in gomma dell'attenuatore durante la posa in opera.

L'utilizzo dei rail damper quindi comporterebbe maggiori oneri e la necessità di disporre di tempi più lunghi per le attività di manutenzione del binario che di certo limiterebbe la capacità della linea.

Considerazioni generali

I livelli di abbattimenti dell'emissione sonora, rilevati nelle sperimentazioni sopra elencate, sono stati misurati a valle dell'installazione degli smorzatori e non sono disponibili informazioni in merito al mantenimento nel tempo delle prestazioni dei rail damper né in letteratura né nella documentazione tecnica fornita dai produttori.

Tenendo conto dei materiali di cui sono composti (gomme) e della particolare aggressività dell'ambiente in cui sono collocati, non si può escludere che questi saranno suscettibili di degrado anche rapido e che quindi si dovranno prevedere diverse sostituzioni di rail damper nell'arco della vita utile delle barriere antirumore, con conseguenti soggezioni all'esercizio ferroviario e sostanziale incremento dei costi, a fronte di un beneficio assai ridotto in termini acustici.

Infine, si fa presente che, poiché questo sistema tende a ridurre la rumorosità prodotta dall'interazione ruota-rotaia (*riduzione dell'energia radiante emessa dalle rotaie*), il loro campo di applicazione è comunque limitato alle linee a bassa velocità nelle quali, come è noto, risulta prevalente il rumore di rotolamento. Inoltre, in base a ciò, si può ritenere che non assicurino prestazioni acustiche uniformi al variare della velocità di circolazione dei treni.

	LINEA CATANIA - SIRACUSA BYPASS DI AUGUSTA PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA RS60	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. C

Conclusione

Per gli interventi alla sorgente relativi all'infrastruttura, allo stato attuale, si conferma che le soluzioni tecnologiche sinora individuate e sperimentate non hanno fornito abbattimenti di emissioni di entità tale da essere considerate come alternative, o anche solo integrative, delle barriere antirumore.

In particolare, per i rail dampers, i risultati ottenuti con l'attività di sperimentazione attestano che tali sistemi hanno una capacità di abbattimento delle emissioni acustiche di entità così ridotta da non poterli prendere in considerazione nella progettazione degli interventi di mitigazione, seppur in combinazione con le barriere antirumore.

Pertanto, l'intervento alla sorgente di maggiore efficacia resta il miglioramento del materiale rotabile, miglioramento che si sta concretizzando, ormai da anni, grazie alle norme europee che fissano le emissioni del materiale rotabile nuovo. Anche per il materiale rotabile esistente, il miglioramento nel medio-lungo termine è favorito dalla pubblicazione di nuove norme europee e dalle politiche nazionali che incentivano il retrofitting dei carri merci.

11.2 Requisiti acustici

La scelta della tipologia di barriera antirumore è stata effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento. L'effetto di una barriera è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga attraverso:

1. l'onda diretta, che, se la barriera non è sufficientemente dimensionata, giunge in corrispondenza del ricettore senza essere condizionata da ostacoli;
2. l'onda che giunge al ricettore dopo essere stata diffratta dal bordo superiore della barriera;
3. l'onda diffratta dal bordo superiore della barriera, riflessa dal suolo e quindi diretta verso il ricettore;
4. l'onda che si riflette tra la barriera e le pareti laterali dei vagoni;
5. l'onda che giunge al ricettore per trasmissione attraverso i pannelli che compongono la barriera;
6. l'onda riflessa sulla sede ferroviaria, diffratta dal bordo superiore della barriera e quindi diretta verso il ricettore.
7. l'onda assorbita.

Per quanto riguarda i punti 1, 2, 3, e 6 risulta di importanza fondamentale il dimensionamento delle barriere in altezza lunghezza e posizione.

Relativamente ai punti 4, 5, e 7 invece sono maggiormente influenti le caratteristiche acustiche dei materiali impiegati e le soluzioni costruttive adottate. L'abbattimento prodotto da una barriera si basa comunque principalmente sulle dimensioni geometriche. L'efficienza di una barriera è infatti strettamente legata alla differenza tra il cammino diffratto sul top dell'elemento e il cammino diretto (δ):

$\delta = a+b-c$ = differenza tra cammino diretto e cammino diffratto (vedi figura)

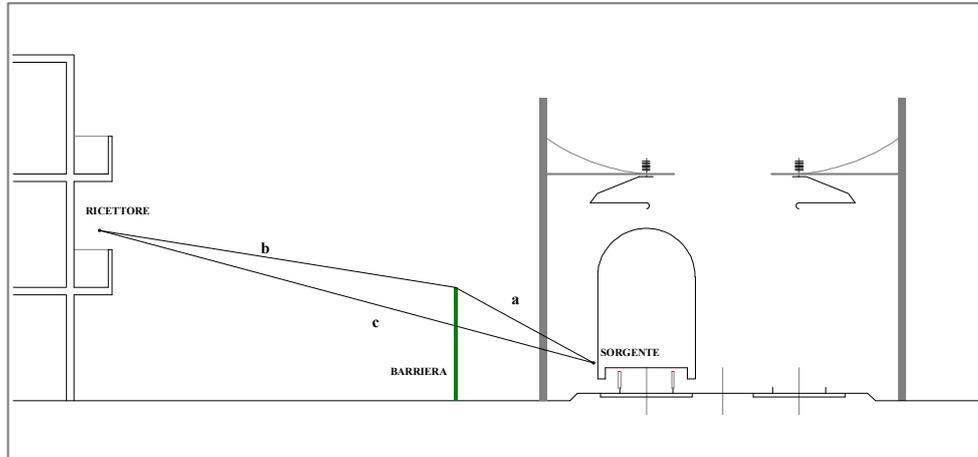


Figura 11-1- Propagazione onda sonora

In particolare, devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera, attenendosi alle seguenti norme di carattere generale:

Il fonoisolamento deve essere di entità tale da garantire che la quota parte di rumore che passa attraverso la barriera sia di almeno 15 dB inferiore alla quota di rumore che viene diffratta verso i ricettori dalla sommità della schermatura.

Il fonoassorbimento è l'attitudine dei materiali ad assorbire l'energia sonora su di essi incidente, trasformandola in altra forma di energia, non inquinante (calore, vibrazioni, etc). L'adozione di materiali fonoassorbenti è utile per:

- evitare una riduzione dell'efficacia schermante totale;
- evitare un aumento della rumorosità per gli occupanti dei convogli (effetto tunnel).

L'impiego di materiali fonoassorbenti è pertanto consigliabile nel caso ferroviario al fine di evitare una perdita di efficacia per le riflessioni multiple che si generano tra le pareti dei vagoni e la barriera stessa.

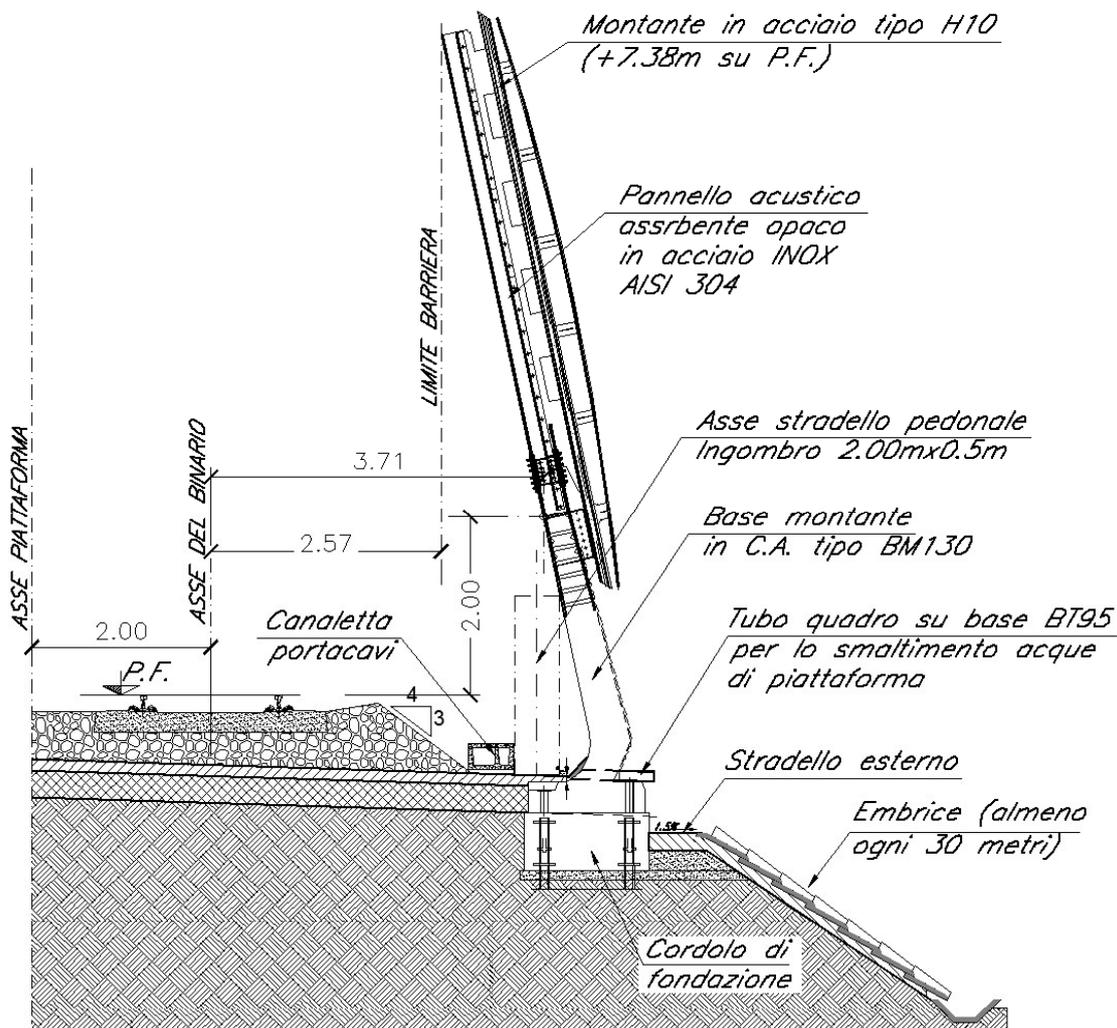
Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, dovranno essere utilizzati materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate e cioè almeno rispondenti ai coefficienti α relativi alla Classe *1a* del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti sono riportati nella tabella seguente.

Freq.	α
125	0,30
250	0,60
500	0,80
1000	0,85
2000	0,85
4000	0,70

11.3 Descrizione delle barriere antirumore

La soluzione adottata è costituita dal tipologico di schermo acustico che RFI ha appositamente sviluppato.

La barriera è nello specifico composta da un basamento in calcestruzzo fino a 2 m sul p.f. per un'altezza complessiva di 2,80 m, sormontato da una pannellatura leggera fino all'altezza di barriera definita dal dimensionamento acustico.



Sul basamento in cls è ancorata una struttura in acciaio costituita da un traliccio composto da un tubo in acciaio e due tondi calandrati a formare ciascuno un arco in un piano diagonale. La pannellatura leggera da realizzarsi sopra la parte in cls sarà interamente costituita pannelli fonoassorbenti in acciaio inox. In specifici casi di necessità potranno essere previsti pannelli trasparenti in vetro stratificato eventualmente colorato.

Al fine di ottenere il massimo rendimento acustico del sistema, il posizionamento dei pannelli fonoassorbenti lungo ogni tratto di intervento rispetta per quanto possibile le due misure seguenti:

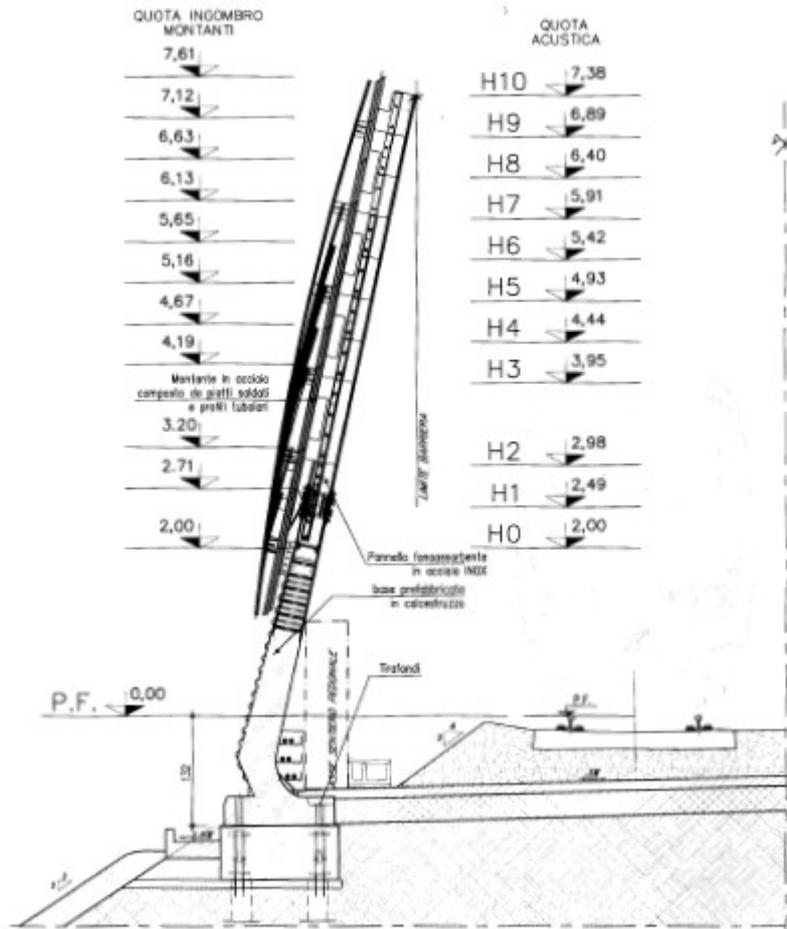
- altimetricamente: +2.00 m sul P.F.
- planimetricamente: distanza minima del montante dall'asse del binario più vicino pari a 3,00m circa, che in presenza dei muri di recinzione/protezione passa a 4,00m circa; inoltre, tale distanza può essere modificata in presenza di situazioni particolari, come ad esempio i marciapiedi di fermata o di stazione oppure i camminamenti FFP (*Fighting Fire Point*) posti agli imbocchi delle gallerie. In tali eventuali ambiti il posizionamento delle barriere antirumore viene adeguato anche nei file di simulazione acustica.

Per quanto riguarda gli ambiti di fermata o di stazione, nei file di simulazione sono stati inseriti anche i muri e le pensiline previste nei relativi elaborati di dettaglio, cui si rimanda per i particolari

BARRIERA INCLINATA

Rapp. 1:50

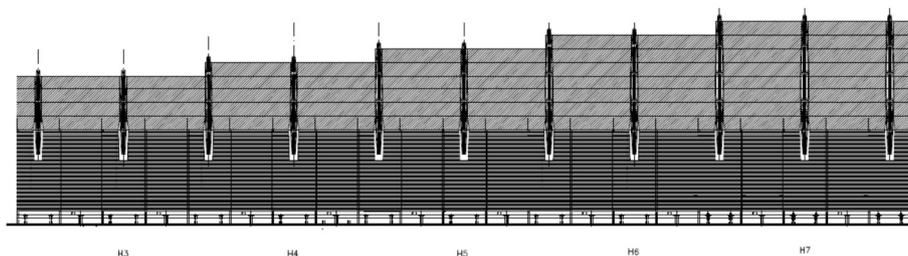
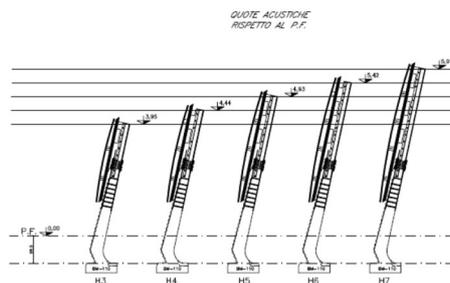
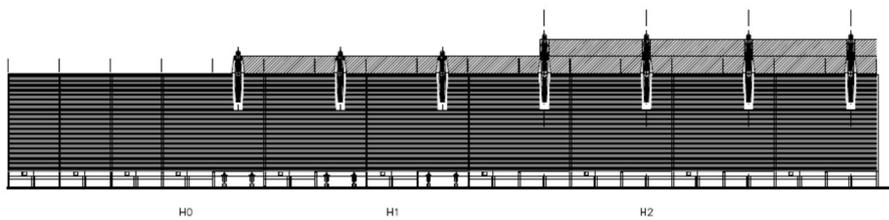
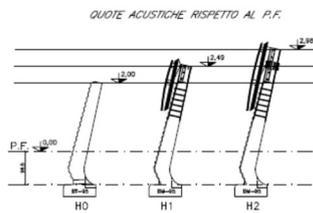
SEZIONE TRASVERSALE



In presenza di muri, la barriera è collocata sulla sommità dell'opera per ovvi motivi logistici, consentendo altresì di poter ottenere il massimo rendimento acustico anche dello stesso muro.

Nei casi in cui non siano presenti muri, la pannellatura metallica fonoassorbente è posizionata sullo specifico basamento in cls

Nelle immagini seguenti sono riportate le sezioni ed i prospetti tipo dei diversi moduli previsti per le barriere antirumore su rilevato:



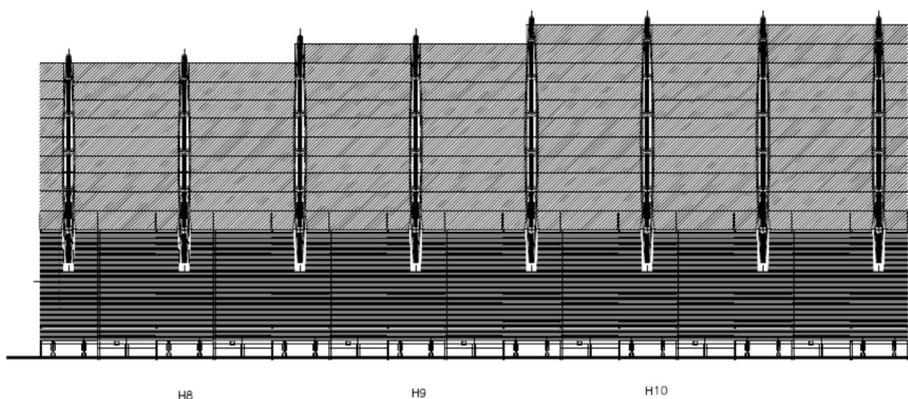
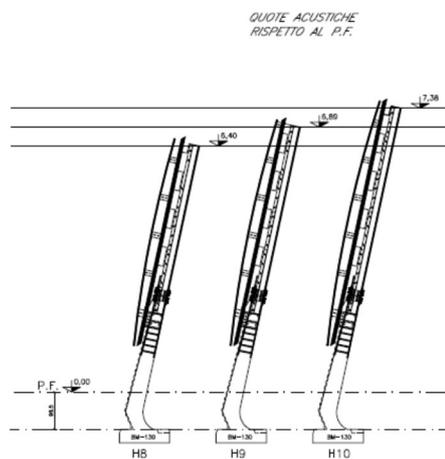
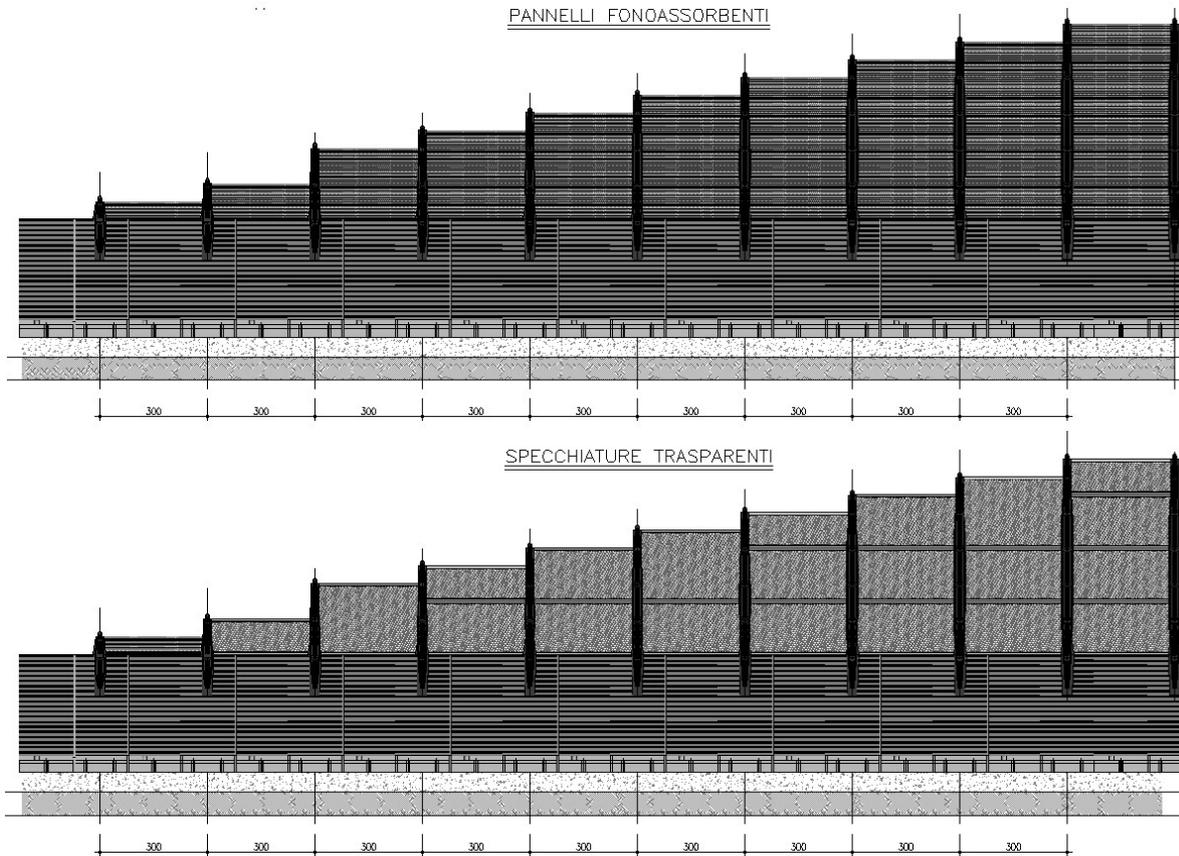


Figura 11-2 Sezioni-tipo dei moduli di barriera antirumore previsti nello Studio Acustico

La pannellatura leggera da realizzarsi sopra la parte in cls, così come previsto dal tipologico appositamente studiato da RFI, sarà costituita da pannelli fonoassorbenti in acciaio inox e/o pannelli trasparenti in vetro stratificato colorato (vedi figura).



In corrispondenza delle opere d'arte è stata studiata una soluzione interamente in acciaio che richiama coerenza e continuità formale con la barriera sopra riportata.

In considerazione della lunghezza e dell'altezza degli interventi, l'indirizzo progettuale è stato infatti quello di sottolineare l'opera senza porsi in conflitto con l'ambiente circostante

11.4 Gli interventi sugli edifici

11.4.1 Aeratore/estrattore di aria

Sulla base di quanto riportato al precedente paragrafo, per ricondurre almeno all'interno degli ambienti abitativi i livelli acustici entro specifici valori è quindi possibile intervenire direttamente sugli edifici esposti. La necessità di mantenere chiusi gli infissi per garantire il livello acustico all'interno dell'edificio al di sotto della normativa può avere conseguenze sulla trasmissione di calore e sulla corretta ventilazione degli ambienti interni. Gli aspetti che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo.

Gli aeratori/estrattori di aria sono composti da due griglie, una interna ed una esterna, che permettono il passaggio di aria dall'esterno verso l'interno (e viceversa) e quindi la ventilazione del locale. Le tipologie di aeratore/estrattore possono essere:

- non chiudibile (ventilazione passiva) con ricircolo di aria naturale in continuo per effetto della differenza di pressione esterno/interno e senza usare sistemi meccanici di ventilazione;
- autoregolanti con membrana mobile sulla griglia interna o esterna;
- comandati con sistema manuale o elettrico, se l'aeratore è posto molto in alto, o quando si desidera una ventilazione automatica.

L'afflusso controllato di aria regola l'umidità nell'ambiente riducendo le necessità di riscaldamento.

In linea generale l'aeratore/estrattore di aria viene installato nella zona alta del serramento per evitare correnti di aria ad altezza uomo o in alternativa sulla vetratura o sul cassonetto. Esistono anche tipologie di aeratori a parete che possono essere installati in qualsiasi punto della parete a prescindere dalla localizzazione dell'infisso.

11.4.2 Sostituzione degli infissi

Nel caso di interventi sull'edificio per garantire un miglior livello di comfort, si prospettano quindi le possibilità di seguito elencate in ordine crescente di efficacia:

a) *Sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti*

Questa soluzione può essere utilizzata nel caso in cui si voglia ottenere un isolamento interno ad un edificio fra 28 e 33 dB rispetto al rumore in facciata e gli infissi esistenti siano di buona qualità e tenuta.

b) *Sostituzione delle finestre*

Questa soluzione può essere adottata quando si desideri avere un isolamento fra 33 e 39 dB. A seconda delle prestazioni richieste è possibile:

1. installare la nuova finestra con conservazione del vecchio telaio, interponendo idonee guarnizioni, quando si voglia ottenere un isolamento fino ad un massimo di 35 dB;
2. installare una nuova finestra di elevate prestazioni acustiche con sostituzione del vecchio telaio, quando si voglia ottenere un isolamento di 36-39 dB.

Per ottenere isolamenti superiori a 37 dB è necessario in ogni caso prendere particolari precauzioni riguardo ai giunti di facciata (nel caso di pannelli prefabbricati di grosse dimensioni), alle prese d'aria (aspiratori, ecc.), ai cassonetti per gli avvolgibili, ecc.

c) *Realizzazione di doppie finestre*

Questa soluzione è impiegata nei casi in cui è necessario ottenere un isolamento di facciata compreso tra 39 e 45 dB. Generalmente l'intervento viene attuato non modificando le finestre esistenti, ed aggiungendo sul lato esterno degli infissi antirumore scorrevoli (in alluminio o PVC).

Con riferimento alla Norma UNI 8204 (oggi abrogata e non sostituita) si sono stabilite tre classi R1, R2 e R3 per classificare i serramenti esterni a seconda del diverso grado di isolamento acustico RW da questi offerto.

La classe R1 include le soluzioni in grado di garantire un RW compreso tra 20 e 27 dBA; la classe R2 le soluzioni che garantiscono un RW compreso tra 27 e 35 dBA; la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un RW superiore a 35 dBA. I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dBA non sono presi in considerazione.

In tabella sono riportate per ciascuna di queste classi alcune informazioni generiche delle soluzioni tecniche possibili in grado di garantire un fonoisolamento rientrante nell'intervallo caratteristico della classe.

Per ciascuna classe si è ritenuto opportuno offrire almeno due soluzioni tipo al fine di porre il decisore, in presenza di vincoli di natura tecnica, economica e sociale, nella condizione di operare delle scelte tra più alternative.

CLASSE R1 - $20 \leq RW \leq 27$ dBA

- Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm), e guarnizioni addizionali. Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm), e distanza tra queste di almeno 40 mm.

CLASSE R2 - $27 \leq RW \leq 35$ dBA

- Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8÷10 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6÷8 mm) e guarnizioni addizionali.
- Doppio vetro con lastre di medio spessore (4÷6 mm) guarnizioni addizionali e distanza tra queste di almeno 40 mm.
- Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) senza guarnizioni addizionali.

CLASSE R3 - $RW > 35$ dBA

- Vetro stratificato antirumore di elevato spessore (10÷12 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro camera con lastre di medio spessore (4÷6 mm), camera d'aria con gas fonoisolante e guarnizioni addizionali.
- Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) e distanza tra le lastre di almeno 100 mm.

Per il calcolo del clima acustico interno post installazione dei serramenti antirumore sono stati presi a riferimento per R1 un valore pari a 25 dBA, per R2 un valore pari a 30 dB(A) e per R3 un valore pari a 35 dB(A).

L'adozione di infissi antirumore o comunque la necessità di mantenere chiusi gli infissi può avere conseguenze in particolare sulla trasmissione di calore e sulla aerazione dei locali.

Gli aspetti che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo. Ne consegue che gli infissi antifonici dovranno essere dotati anche di aeratori, che potranno essere a ventilazione forzata o naturale.

12 LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI *POST MITIGAZIONE*

Il dimensionamento degli interventi di protezione acustica è stato finalizzato all'abbattimento dai livelli acustici prodotti nel periodo notturno (limiti più restrittivi, livelli sonori più elevati).

La scelta progettuale è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura: a tal fine sono stati previsti schermi acustici lungo linea che hanno permesso di mitigare il clima acustico in facciata degli edifici presso i quali sono stati riscontrati superamenti dai limiti di norma nello scenario Ante Mitigazioni.

Al di fuori di tale fascia, dall'analisi delle Classificazioni Acustiche Comunali, non si riscontrano eccedenze presso alcun ricettore.

Con l'ausilio del modello di simulazione *SoundPLAN* descritto nei paragrafi precedenti è stata effettuata la verifica e l'ottimizzazione delle opere di mitigazione.

Di seguito si riportano le barriere antirumore previste lungo i due binari con le loro specifiche.

Tabella 12-1 - Interventi di mitigazione acustica lungo il tracciato

Codice barriera	pk inizio	pk fine	Lato	Altezza su pf [m]	Lunghezza [m]	Tipologico
BA_D_01	0+080	0+170	Dispari	2,98	90	H2
BA_D_02	0+170	0+395	Dispari	2,00	225	H0

Sono complessivamente previsti circa 315 m di barriere antirumore.

Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella, rappresentati graficamente e indicati nelle *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* (elaborati RS6000R2P6IM0004004+6C), potranno subire minime modifiche in fase di progettazione e realizzazione in funzione delle reali condizioni al contorno, ma comunque di entità tale da non modificare l'efficacia mitigativa complessiva. Per il dettaglio del posizionamento su linea delle BA si rimanda agli elaborati progettuali delle Opere Civili.

L'altezza del manufatto è considerata rispetto alla quota del piano del ferro. In caso di BA su muro, l'altezza riportata in tabella è comprensiva della quota altezza muro ed è da intendersi anche in questo caso da piano del ferro.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Isofoniche dello Scenario Post Operam Post Mitigazione (elaborati RS6000R22N5IM0004005-6C), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. RS6000R22TTIM0004001C. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo, a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori prodotti con la realizzazione del progetto in esame.