

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J54H17000130009

**U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE  
PM CARGNACCO**

**PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L.  
interferenti con il nuovo PM.**

**STUDIO ACUSTICO  
RELAZIONE GENERALE**

SCALA:

-


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

I Z 0 9    0 0    D    2 2    R G    I M 0 0 0 4    0 0 1    B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	E. Zola	Settembre 2019	E. Zola	Settembre 2019	S. Lo Presti	Settembre 2019	C. E. Bolani Novembre 2021
B	Emissione Esecutiva	E. Zola	Novembre 2021	E. Zola A. Corvaja	Novembre 2021	S. Lo Presti	Novembre 2021	Dott.ssa Carolina Fecchi S.O. Ambienti


File: IZ0900D22RGIM0004001B.doc

n. Elab.:


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 1 di 36

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>5</b>
	2.1 Legge Quadro 447/95	5
	2.2 D.P.R. 459/98	7
	2.3 D.P.R. 142/04	8
	2.4 Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)	10
<b>3</b>	<b>CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM</b>	<b>18</b>
	7.1 Descrizione dei ricettori	18
	7.1.1 Il censimento dei ricettori	18
	7.2 Stima dei livelli acustici Ante Operam	19
<b>8</b>	<b>GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO</b>	<b>21</b>
	8.1 Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	21
	8.2 Dati di input del modello	22
	8.2.1 Modello di esercizio	23
	8.2.2 Emissioni dei rotabili	25
	8.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione	28
<b>9</b>	<b>CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE</b>	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO</b>	<b>30</b>
	10.1 Requisiti acustici	30

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 2 di 36

<b>10.2</b>	<b>Descrizione delle barriere antirumore</b>	<b>32</b>
<b>10.3</b>	<b>Gli interventi sugli edifici</b>	<b>33</b>
<b>11</b>	<b>LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI <i>POST MITIGAZIONE</i></b>	<b>35</b>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 3 di 36

## 1 PREMESSA

Il presente documento contiene i risultati dello studio relativo all'impatto acustico prodotto dalla attivazione di Posto Movimento Cagnacco (attuale località di Bivio Cagnacco), nell'ambito delle attività previste per la revisione delle funzionalità del Nodo di Udine.

Le fasi che riguarderanno la località di PM Cagnacco sono le seguenti:

*Fase di attivazione del nuovo Posto di Movimento*

- Soppressione dei PL che insistono sul sedime del nuovo Fascio di PM Cagnacco;
- Attivazione nuovo apparato centrale a PM Cagnacco;
- Revisione del piano del ferro

*Fase di attivazione dell'apparato centrale per il comando a distanza del nodo*

- Inserimento dell'impianto nel Sistema Supervisione e Regolazione che controlla e comanda il Nodo di Udine

Il presente Studio Acustico inoltre analizza la configurazione finale, a regime, comprensiva di successivi interventi quali:


- Raddoppio della linea di Cintura da Udine Bivi a PM Cagnacco;
- Attivazione del primo binario di PM Cagnacco inteso come binario di corsa Pari della linea PM Vat – Cervignano SM;
- Riconfigurazione del sistema di regolazione e supervisione della circolazione del nodo di Udine.

Le progressive di inizio e fine intervento sono individuate dalle chilometriche pk 1+825 della Cintura Mercè e pk 8+500 della Linea per Cervignano.

Il progetto interessa uno sviluppo pari a circa 4,1 km di linea all'interno di un territorio non particolarmente antropomorfizzato ed attraversa i Comuni di Udine, Pozzuolo del Friuli, Pavia di Udine.


L'iter metodologico seguito -nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 B del 21.12.2018- 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 verifica di clima acustico all'interno delle aree di espansione residenziale così come individuate dai PRG comunali. Tali analisi sono state estese fino a 300m per lato, per tener conto dei primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria.
- 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 4 di 36

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 variabili da 2m a 7,5m sul piano del ferro. A seguito dell'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche si sono evinti superamenti dei limiti in corrispondenza di n.1 di edificio per il quale non è risultata possibile la mitigazione con intervento alla sorgente massimale, causa impedimenti tecnici nel collocare una tratta di Barriera Antirumore. Per tale ricettore si è proceduto pertanto ad Intervento Diretto con verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente installati.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PM CARGNACCO PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	PROGETTO DEFINITIVO				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	PROGETTO IZ09	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV B	FOGLIO 5 di 36

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

### 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*.


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;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 6 di 36

## 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., 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 7 di 36

## 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 mezzeria 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.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 8 di 36

### 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, diversamente 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:

### Strade di nuova realizzazione


TIPI DI STRADA Secondo codice della strada	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.02 - 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 dB(a)	Notturmo dB(a)	Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbane principali		250	50	40	65	55
C - extraurbane secondarie	C 1	250	50	40	65	55
	C 2	150	50	40	65	55
D - urbane di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbane di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come previsto dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locali		30				

\* per le scuole vale il solo limite diurno

### Strade 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 dB(a)	Notturmo dB(a)	Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbane principali		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbane secondarie	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 strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbane di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E - urbane di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come previsto dall'art. 5, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locali		30				

\* per le scuole vale il solo limite diurno

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 10 di 36

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.

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,

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 11 di 36

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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 12 di 36

### 3 CONCORSALEITÀ 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 stradali che possono essere ritenute concorsuali sono costituite da:


- Strada Statale 676 - Tangenziale Sud di Udine: strada esistente di categoria B;
- Strada Provinciale 96: strada esistente di categoria Db.

Le fasce di pertinenza considerate,

per la Strada Statale 676: Fascia A 100 metri – Fascia B 150 metri oltre Fascia A,

per Strada Provinciale 96: Fascia A 100 metri – Fascia B 50 metri oltre Fascia A,

sono riportate nelle Planimetrie di censimento dei ricettori e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati IZ0900D22P6IM0004001A÷3A e 4A÷6A).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 13 di 36

#### 4 LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ

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.

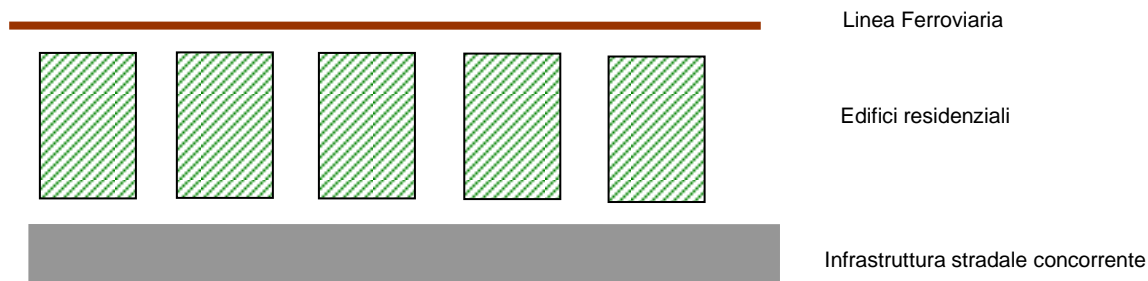
**Tabella A – Valori di riferimento in assenza di sorgenti concorsuali**

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'edificio costituirebbe un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non vi dovrebbe essere concorsualità effettiva.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B



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. A tal proposito, qualora alcuni ricettori ricadano in fasce di pertinenza acustica con limiti diversi, si è utilizzata una formulazione più generale di quella riportata nell'Allegato 4 del DM 29/11/2000, che risulta valida anche nel caso di valori limite diversi (e che coincide con quella originale nel caso di valori limite uguali):

$$\max(L_1, L_2, \dots, L_N) = 10 \cdot \log \left( \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i - \Delta}{10}} \right)$$


con:  $L_1, L_2, \dots, L_N$  i singoli valori limite delle N infrastrutture coinvolte

$\Delta$  = riduzione egualmente ponderata dei singoli valori limite

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	57
A	B	68.8	58.8
B	B	62	52
B	A	63.8	53.8

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>										
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IZ09</td> <td>00</td> <td>D22 RG IM0004 001</td> <td>B</td> <td>15 di 36</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IZ09	00	D22 RG IM0004 001	B	15 di 36
PROGETTO	LOTTO	DOCUMENTO	REV	FOGLIO							
IZ09	00	D22 RG IM0004 001	B	15 di 36							


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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 16 di 36

## 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. Nello specifico, dall'analisi sono non state individuate tali aree.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 17 di 36


## 6 LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI

Per l'articolo 4 e 5 del DPR 459/98 i ricettori che ricadono al di fuori della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura devono rispettare i limiti della tabella C del DPCM 14/11/97, ossia i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali attraversate dalla linea ferroviaria. In ottemperanza a quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, tutti i comuni interessati sono provvisti di Piano di zonizzazione acustica. Nella tabella seguente si riporta lo stato di approvazione dei suddetti piani, aggiornato al mese di agosto 2019.

<i>Comune</i>	<i>Delibera</i>
Pozzuolo del Friuli	Delibera Consiglio Comunale n. 42 del 26.11.2015
Comune di Udine	Delibera Consiglio Comunale n. 73 del 27.07.2016
Comune di Pavia di Udine	Delibera Consiglio Comunale n. 37 del 09.03.2015

I piani di classificazione acustica comunali sono stati riportati nelle Planimetrie di censimento dei ricettori e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati IZ0900D22P6IM0004001A÷3A e 4A÷6A).

Per quanto concerne la classificazione del territorio, in relazione alla varietà di uso del suolo presente e alla vastità dell'area di studio, si riscontra la presenza di tutte le classi acustiche. In particolare, dall'analisi dei piani in questione emerge che il territorio interessato dalla linea di progetto, oltre la fascia di pertinenza acustica ferroviaria, lato est, è per lo più classificato nei suddetti piani come zone esclusivamente industriali o prevalentemente industriali (classi VI e V), con limiti acustici diurni pari a 70 dB(A) e notturni rispettivamente pari a 70 dB(A) e 60 dB(A). Sul Lato Ovest si riscontra la presenza (in prevalenza) di zone di classe II e III, con limiti acustici pari a 55 dB(A) di giorno e 45 dB(A) di notte per la classe II e pari a 60 dB(A) di giorno e 50 dB(A) di notte per la classe III.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 18 di 36

## 7 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

### 7.1 Descrizione dei ricettori

Il tracciato di progetto, interamente allo scoperto (ca. 4,1 km di linea), si sviluppa interamente all'interno del territorio della provincia di Udine, interessa i Comuni di Udine, Pozzuolo del Friuli e Pavia di Udine attraversando aree industriali e poco densamente abitate.

La sede ferroviaria è costituita da quadruplici binario che corre in rilevato basso/raso/trincea bassa.

#### 7.1.1 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, in caso di 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 IZ0900D22P6IM0004001A÷6A).

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;
- Ruder, dismessi, box e depositi;
- Pertinenza FS;
- 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 19 di 36

Le schede sono riportate nel documento IZ0900R22SHIM0004001A.

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

*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*

## 7.2 Stima dei livelli acustici Ante Operam

Sebbene il DPR 459/98 indichi esclusivamente limiti acustici per la ferrovia in progetto Post Operam e non contempli valutazioni in merito al criterio differenziale (confronto post/ante operam), a titolo meramente indicativo vengono comunque fornite Mappe isofoniche dello scenario Ante Operam (periodi diurno e notturno), relativamente al rumore di origine

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 20 di 36

ferroviaria, in coerenza con i dettami del citato DPR 459/98, nelle aree in cui la ferrovia esistente rientra nell'ambito di studio acustico della linea in progetto. Il numero dei transiti per la simulazione acustica è stato ricavato dalla piattaforma PIC della Rete Ferroviaria Italiana.


Tali elaborati grafici *Mappe Acustiche - Ante Operam* presentano codifica IZ0900R22C5IM0004001A

Infine, nell'elaborato *Output del modello di simulazione* cod. IZ0900R22TTIM0004001B vengono altresì riportati i livelli sonori dovuti alla sorgente ferroviaria esistente relativi a tale scenario Ante Operam presso ciascun piano di ogni ricettore ricadente nell'ambito di studio acustico.

il territorio attraversato dal tracciato di progetto interessa aree sostanzialmente poco urbanizzate.

Si può supporre che il clima acustico ambientale Ante Operam a ridosso della fascia di pertinenza ferroviaria, oltre i 250 metri dal binario più esterno, sia rappresentato dal piano di classificazione acustica stilato dai Comuni interessati (Paragrafo 6).

Si sottolinea come a detti livelli acustici contribuiscano anche infrastrutture viarie, in primis la Strada Statale 676 e la Strada Provinciale 96. Altri contributi al clima acustico ambientale sono senza dubbio apportati dalle viabilità minori interferenti.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 21 di 36

## 8 GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

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

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 22 di 36

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.

## 8.2 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 progetto definitivo 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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B

- 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.

### 8.2.1 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

Il modello di esercizio, inteso come numero di transiti giornalieri suddivisi per periodo diurno/notturno e velocità di percorrenza per ogni tipologia di convoglio è stato acquisito dal documento di progetto *Relazione Tecnica di Esercizio* (cod. IZ0900D16RGES0001001A), ed è illustrato nella tabella seguente.

#### **Modello di esercizio scenario di progetto**


##### Circonvallazione di Udine (PM VAT – PM Cargnacco)

Ripartizione convogli

<b>Servizio</b>	<b>Tipologia materiale</b>	<b>Lunghezza max [m]</b>	<b>Diurni 6 – 22</b>	<b>Notturni 22 – 6</b>	<b>Totale</b>
<i>Regionale</i>	E464 + 7 carrozze	195	-	-	-
<i>Lunga percorrenza</i>	ETR 500	328	-	-	-
	ETR 1000	202			
	Intercity	300			
<i>Merci</i>	Varie	570 <sup>1</sup>	21	30	51

<sup>1</sup>La lunghezza obiettivo di corridoio è di 750



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B

Velocità (km/h)

Tratta	Km	V <sub>A</sub>	V <sub>B</sub>	V <sub>C</sub>
Circonvallazione di Udine (PM VAT – PM Cargnacco – Cervignano)	2+000	100	105	-
	0+000	120	120	130
	Cambio km: a 0+000 corrisponde 6+225			
	8+424	100	120	130

Udine – PM Cargnacco


Ripartizione convogli

Servizio	Tipologia materiale	Lunghezza max [m]	Diurni 6 – 22	Notturmi 22 – 6	Totale
Regionale	E464 + 7 carrozze	195	24	4	28
Lunga percorrenza	ETR 500	328	5	1	6
	ETR 1000	202			
	Intercity	300			
Merci	Varie	570 <sup>1</sup>	5	8	13

<sup>1</sup>La lunghezza obiettivo di corridoio è di 750

Velocità (km/h)

Tratta	Km	V <sub>A</sub>	V <sub>B</sub>	V <sub>C</sub>
Udine Cervignano	- 1+410	100	120	130

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B

PM Cargnacco – Cervignano

Ripartizione convogli

<b>Servizio</b>	<b>Tipologia materiale</b>	<b>Lunghezza max [m]</b>	<b>Diurni 6 – 22</b>	<b>Notturni 22 – 6</b>	<b>Totale</b>
<i>Regionale</i>	E464 + 7 carrozze	195	24	4	28
<i>Lunga percorrenza</i>	ETR 500	328	5	1	6
	ETR 1000	202			
	Intercity	300			
<i>Merci</i>	Varie	570 <sup>1</sup>	26	38	64

<sup>1</sup>La lunghezza obiettivo di corridoio è di 750

### 8.2.2 Emissioni dei rotabili


Le emissioni sonore da associare ad ogni tipologia di convoglio ferroviario previsto nel Modello di Esercizio di progetto sono state ricavate da una campagna di rilievi fonometrici appositamente eseguita nell'ambito della Linea attuale. Per i dettagli si rimanda all'apposito "Report indagini acustiche" (elaborato IZ0900D22RHIM0004001A), 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" (PR1) posto in prossimità del binario di corsa.
- La taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione, di due "Punti Significativi" (PS1 e PS2) 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;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 26 di 36

- 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.

Si riportano nella tabella seguente i dati relativi alle emissioni dei convogli effettivamente transitanti sulla Linea esistente.


#### **Emissioni Treni attuali**

<b>Tipo convoglio</b>	<b>SEL@25m,100km/h dB(A)</b>	<b>Leq@25m,diurno 100km/h dB(A)</b>
Merci	102,6	55,0
REG	87,8	40,2

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

La documentazione di progetto evidenzia altresì come la linea in progetto risponda alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (regolamenti UE - sottosistema "Infrastruttura", "Sicurezza nelle gallerie" e "Controllo-comando e Segnalamento").

Pertanto, per caratterizzare le emissioni dei futuri convogli transitanti si è potuto far riferimento ai "valori limite relativi al rumore in transito", così come definiti dalla Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "Materiale rotabile – rumore", di seguito riportata.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 27 di 36

**Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “Materiale rotabile – rumore”**

Categoria del sottosistema materiale rotabile	$L_{pAeq,Tp}$ (80 km/h) [dB]	$L_{pAeq,Tp}$ (250 km/h) [dB]
Locomotive elettriche e OTM a trazione elettrica	84	99
Locomotive diesel e OTM a trazione diesel	85	n.d.
EMU	80	95
DMU	81	96
Carrozze	79	n.d.
Carri (normalizzati APL = 0,225) (*)	83	n.d.

(\*) Per APL si intende il numero di assili diviso per la distanza tra i respingenti [ $m^{-1}$ ]

Il software SoundPLAN, del quale Italferr si avvale per effettuare le simulazioni acustiche, per modellizzare una sorgente ferroviaria impone l'input di fattori quali la distanza dal binario alla quale si ottiene un determinato livello sonoro e la velocità con la quale il treno transita lungo il binario stesso.

I valori della Tabella STI sono riferiti a singoli passaggi di unità, alle velocità di 80 km/h e, dove disponibili, di 250 km/h e sono relativi al tempo di transito, definito dalla ISO/FDIS 3095:2013 (E).

Per la stima delle emissioni dei treni circolanti nello scenario futuro, sono stati pertanto sommati i contributi delle singole unità che, assemblate, compongono tali treni.


Si riportano di seguito le emissioni STI calcolate a 25 metri di distanza dal binario alla velocità pari a 100 km/h materiale rotabile di progetto.

#### **Emissioni STI**

Tipo convoglio	SEL@25m,100km/h dB(A)	Leq@25m, diurno 100km/h dB(A)
ETR 500 (*)	85,8	38,2
REG	83,5	35,9
Merci	92,3	44,7

(\*) valore assunto cautelativamente anche per IC e ETR1000

In via cautelativa -e come concordato con il Referente di Progetto RFI- le emissioni STI sono state associate all'80% dei treni, mentre per il restante 20% le emissioni sono state considerate quelle del parco convogli ad oggi transitante.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 28 di 36


### 8.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione

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 (di notte non si riscontra circolazione) in corrispondenza dei punti di misura e controllo PR e PS, ricavando i seguenti valori:

punti di misura e controllo	Valori misurati		Valori simulati		Scarti simulati-misurati	
	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
<b>PR1</b>	62,6	-	62,3	-	-0,3	-
<b>PS1</b>	55,6	-	55,7	-	0,1	-
<b>PS2</b>	38,1	-	39,1	-	1,0	-
<b>media degli scarti sui punti PS</b>					<b>0,5</b>	-

Per il Punto di Riferimento PR, si osserva una ottima corrispondenza, con scarto inferiore a 0,5 dB(A).

Analogamente, in corrispondenza dei Punti di Controllo PS si osservano scarti ridotti dei valori simulati rispetto a quelli misurati (con differenze ovunque inferiori a 1 dBA e con medie degli scarti non significative).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 29 di 36


## 9 CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE

L'applicazione del modello di simulazione sopra 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 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.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono invece riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. IZ0900D22TTIM0004001B. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 30 di 36

## 10 METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

Nei paragrafi seguenti si forniscono alcune note descrittive sui requisiti acustici delle barriere antirumore, sulle tipologie di barriere utilizzate in relazione alle prestazioni acustiche.

### 10.1 Requisiti acustici

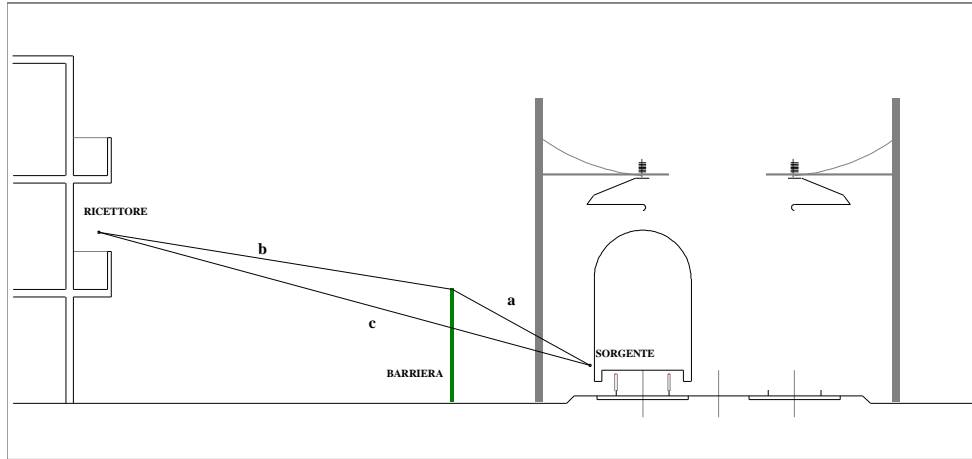
La scelta della tipologia di barriera antirumore è stata effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento. L'effetto di una barriera è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga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

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



**Figura 100-1- 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  $\alpha$  relativi alla Classe *Ia* del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti sono riportati nella tabella seguente.

Freq.	$\alpha$
125	0,30
250	0,60
500	0,80
1000	0,85
2000	0,85
4000	0,70



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 32 di 36

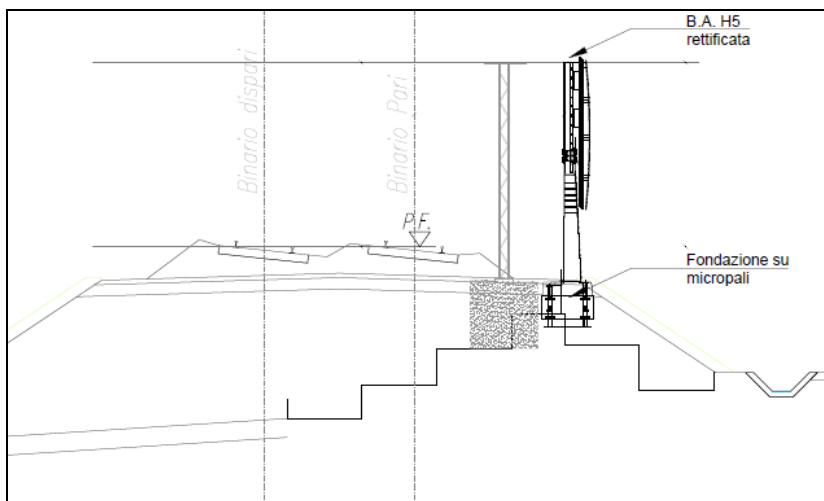
## 10.2 Descrizione delle barriere antirumore

La soluzione adottata deriva dai tipologici standard HS che RFI ha appositamente sviluppato.

La barriera prevista è fonoassorbente con pannelli in acciaio inox posizionati (in posizione verticale) su apposito basamento in cls.


Di seguito si riporta lo schema esemplificativo della soluzione adottata e sopra descritta.

Barriera acustica su basamento in cls



Il posizionamento dei pannelli fonoassorbenti lungo ogni tratto di intervento rispetta per quanto possibile le due misure seguenti:

- altimetricamente: distanza minima dal piano del ferro pari a +2.00 m.
- planimetricamente: distanza minima del montante dall'asse del binario più vicino pari a 3,7 m.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 33 di 36

### 10.3 Gli interventi sugli edifici

Per ricondurre almeno all'interno degli ambienti abitativi i livelli acustici entro specifici valori è possibile intervenire direttamente sugli edifici esposti.

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 vuole 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 desidera 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 vuole 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 vuole 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 la soluzione 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 34 di 36

---

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.
- 

L'adozione di infissi antirumore 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 fonoisolanti dovranno essere dotati anche di aeratori che dovranno garantire il ricambio di aria necessario.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 35 di 36

## 11 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, si possono riscontrare eccedenze presso taluni ricettori, con la garanzia del pieno rispetto dei limiti interni come da DPR 459/98.


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

Barriera	Lato	H da pf (m)	Tipologico di riferimento RFI	pk inizio	pk fine	L (m)
BA-P-01a	Pari	7,5	H10	5+915	6+080	165
BA-P-01b	Pari	7,5	H10	6+105	6+255	160 <sup>1</sup>
BA-P-02	Pari	5,5	H6	6+590	6+650	60
BA-P-03	Pari	7,5	H10	6+650	6+815	165
BA-D-01a	Dispari	6,0	H7	6+685	6+920	235
BA-D-01b	Dispari	6,0	H7	6+900	7+010	110
BA-P-04	Pari	5,5	H6	6+815	6+895	80
BA-P-05	Pari	7,5	H10	6+895	7+110	215
BA-D-02	Dispari	4,0	H3	7+010	7+095	85
BA-P-06	Pari	4,0	H3	7+110	7+195	85
BA-P-07	Pari	2,0	H0	7+360	7+595	235
BA-P-08	Pari	3,0	H2	7+850	8+120	270

Le progressive pk sono approssimate ai 5 metri. Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella, rappresentati graficamente ed indicati nelle *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* (elaborati IZ0900D22P6IM0004004A÷6A), 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.

<sup>1</sup> 50m su recinzione cabina TE, con altezza da piano campagna pari a 8,82m

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE</b> <b>PM CARGNACCO</b> PRG e ACC del nuovo PM di Cargnacco e delle opere sostitutive dei P.L. interferenti con il nuovo PM				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> IZ09	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0004 001	<b>REV</b> B	<b>FOGLIO</b> 36 di 36

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono invece riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. IZ0900D22TTIM0004001B. 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, consentendo presso la totalità dei ricettori il rispetto dei limiti di norma.

Nell'elaborato sopra menzionato Output del modello di simulazione cod. IZ0900D22TTIM0004001B, per la codifica dei punti di calcolo, si fa presente che è stato collocato il ricettore sulla facciata più esposta.

Ove siano stati ritenuti necessari approfondimenti circa il clima acustico, è stato collocato un ricevitore per diverse facciate. Talvolta, in caso di facciate di notevole estensione, è stato posizionato più di un ricettore lungo una singola facciata.

Detti punti di calcolo ausiliari sono indicati nella prima colonna con suffisso “\_X”, con “X” carattere numerico. Attraverso l'informazione inserita nella colonna “Orient.” è agevole l'individuazione dell'orientamento della facciata simulata.

In ogni caso è stato adottato per le valutazioni acustiche un ulteriore margine di sicurezza pari a -0,5 dBA rispetto ai limiti di norma presi a riferimento.