

# LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Traité du 29/01/2001

Tratta comune italo-francese  
Trattato del 29/01/2001

## NUOVA LINEA TORINO LIONE PARTE COMUNE ITALO FRANCESE - TRATTA IN TERRITORIO ITALIANO CUP C11J05000030001

### PROGETTO PRELIMINARE IN VARIANTE

## BRUIT DES NAVETTES AF – RUMORE DELLE NAVETTE AF

  
Dott. Ing. Aldo Mancarella  
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R  


Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Validé par / Validato da
0	11/08/2009	Prima diffusione / Première diffusion	S. VECCHIATO (INEXIA)	R. LORUSSO C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
A	12/10/2009	Revisione tenuto conto dei commenti LTF / Révision suite à commentaires LTF	S. VECCHIATO (INEXIA)	R. LORUSSO C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
B	23/11/2009	Revisione tenuto conto dei commenti LTF / Révision suite à commentaires LTF	S. VECCHIATO (INEXIA)	R. LORUSSO C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
C	04/12/2009	Revisione tenuto conto dei commenti LTF / Révision suite à commentaires LTF	S. VECCHIATO (INEXIA)	R. LORUSSO C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
D	16/02/2010	Emissione AP	S. VECCHIATO (INEXIA)	R. LORUSSO C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
E	17/06/2010	Emissione AP versione in italiano/Emission AP version en italien	S. VECCHIATO (INEXIA)	R. LORUSSO C. OGNIBENE	M. FORESTA A. MANCARELLA

Cod Doc	P	P	2	C	2	A	T	S	3	0	0	0	2	E
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente		Numero				Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED / INDIRIZZO GED	C2A	//	//	05	00	00	10	15
--------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-



## INDICE

1	OBJET / OGGETTO .....	3
1.1	Sintesi Italiano.....	3
1.2	Sintesi Francese.....	4
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	5
3	SINTESI DEGLI STUDI DEL 2005.....	6
4	PRESCRIZIONI DELLA STI.....	8
4.1	Rumore di transito .....	8
4.2	Rumore in stazionamento.....	9
4.3	Rumore all'avviamento .....	9
4.4	Misurazioni del livello di rumore .....	9
5	ADATTAMENTO DEI RISULTATI DEGLI STUDI DEL 2005 .....	10
6	CONCLUSIONE E PROPOSTA DI ADEGUAMENTO PER LA REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO.....	12
6.1	Modello numerico (Revisione del Progetto Definitivo).....	12
6.2	Misurazioni del livello di rumore (ulteriori) .....	12

# 1 OGGETTO

## 1.1 Sintesi Italiano

Nell'ambito degli Studi di Esercizio e Manutenzione dell'APR del 2005 è stato elaborato il documento "Rumore dei treni navetta – Bruits des navettes" (APR-A1/-TS2-5201-C) sulle caratteristiche acustiche delle navette AF. Questo documento presenta il modello utilizzato per calcolare il livello della pressione acustica generata dalla circolazione di una navetta AF a 7,5 m dall'asse del binario e i relativi risultati. Tuttavia una nuova Specifica Tecnica d'Interoperabilità (STI) relativa al rumore del materiale rotabile è entrata in vigore a fine 2005.

Infatti, anche se le caratteristiche delle navette AF sono state definite prima della pubblicazione della STI, non sembra possibile non tenerne conto nella misura in cui si tratta di materiale rotabile atto a circolare su una sezione di un corridoio merci europeo, che deve essere necessariamente interoperabile poiché appartenente al "Sistema ferroviario transeuropeo", conformemente alle STI di pertinenza. L'interoperabilità può essere garantita solo se l'infrastruttura e il materiale rotabile soddisfano i requisiti delle STI, nonostante possano essere definite disposizioni specifiche ad una linea o ad un materiale rotabile.

L'oggetto del presente documento consiste nel verificare il livello di coerenza tra lo studio del 2005 e le prescrizioni della suddetta STI nonché nel proporre le eventuali modifiche da apportare nella Revisione del Progetto Definitivo per garantire la conformità dei livelli di rumore con questa nuova normativa.

Il presente documento si presenta strutturato come segue:

- ◆ sintesi degli studi del 2005;
- ◆ sintesi delle prescrizioni della STI;
- ◆ adattamento della metodologia degli studi 2005 per renderla conforme alla STI;
- ◆ conclusioni e modifiche / complementi da inserire e apportare nella Revisione del Progetto Definitivo.

## 1.2 Sintesi Francese

Dans le cadre des Etudes d'Exploitation et de Maintenance de l'APR/PR de 2005, un document portant sur les signatures acoustiques des navettes AF a été élaboré et référencé "Rumore dei treni navetta - Bruit des navettes" (APR-A1/-TS2-5201-C). Ce document présente la modélisation retenue pour calculer le niveau de pression acoustique au passage d'une navette AF à 7,5 m de l'axe de la voie, ainsi que les résultats obtenus. Cependant, une nouvelle Spécification Technique d'Interopérabilité (STI) portant sur le bruit du matériel roulant sur rail conventionnel est entrée en vigueur fin 2005.

En effet, bien que les caractéristiques des navettes AF aient été définies avant la parution de la STI, il ne paraît pas envisageable de ne pas en tenir compte dans la mesure où il s'agit d'un matériel roulant amené à circuler sur une section des corridors fret européens, lesquels doivent nécessairement être interopérables car appartenant au « système ferroviaire transeuropéen », au sens du respect des STI afférentes. Or l'interopérabilité ne peut être garantie qu'à condition que l'infrastructure et le matériel roulant respectent les prescriptions des STI, même si certaines dispositions spécifiques à une ligne ou un matériel roulant peuvent être accordées.

L'objet de ce document porte donc sur la vérification du niveau de cohérence entre l'étude de 2005 et les prescriptions de cette STI, ainsi que sur les éventuels ajustements à réaliser dans le cadre de la révision du Projet Définitif pour assurer la conformité des niveaux de bruit avec cette nouvelle réglementation.

Ce document se présente sous la forme suivante:

- ◆ une synthèse des études menées en 2005;
- ◆ une synthèse des prescriptions de la STI;
- ◆ l'adaptation de la méthodologie des études de 2005 pour la mettre en conformité avec la STI;
- ◆ les conclusions obtenues et les ajustements / compléments à effectuer lors de la révision du Projet Définitif.

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Qui di seguito la documentazione di riferimento utilizzata nell'ambito del presente studio:

1. Progetto di massima di Riferimento (APR) 2005 – Studi funzionali – Studi di Esercizio e Manutenzione – Rumore dei Treni Navetta: APR-A1/-TS2-5201-C del 12/12/2005
2. Specifica Tecnica d'Interoperabilità (STI) relativa al sottosistema «Materiale rotabile – rumore» del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale, versione del 23 Dicembre 2005
3. Specifica Tecnica d'Interoperabilità (STI) relativa al sottosistema «Materiale rotabile – vagoni merci» del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale, versione del 28 Luglio 2006 e relativa modifica n. 2009-107 del 23 Gennaio 2009

### 3 SINTESI DEGLI STUDI DEL 2005

Gli studi del 2005 (vedere paragrafo 2, documentazione di riferimento al punto 1) hanno presentato il modello del rumore di rotolamento a 7,5 m dall'asse del binario in caso di circolazione di una navetta AF a 120 km/h.

Conformemente a quanto previsto dalla documentazione di riferimento al punto 1, è stata analizzata una navetta AF costituita da:

- una locomotiva SNCF BB36000 in testa
- una vettura tipo Corail SNCF per il trasporto degli autisti dei camion
- 34 vagoni piani aventi una lunghezza pari a 20 m
- una locomotiva SNCF BB36000 in coda

Gli approfondimenti degli studi sull'Autostrada Ferroviaria dell'APS/PP e dell'APR/PR hanno portato a una diversa composizione del treno di tipo AF (30 vagoni da trasporto da 20 m, 3 vagoni da carico da 26,65 m, un veicolo semovente SONIA realizzato a partire dal materiale rotabile esistente, ad esempio Talent o Minuetto, due locomotive una in testa e una in coda).

La revisione del Progetto Definitivo terrà conto della suddetta configurazione, che non varia in alcun modo la conclusione del documento, così come le modifiche proposte al paragrafo 6.1.

Il livello di rumore è stato determinato mediante il livello di pressione acustica (in dBA) generato dalla totalità del convoglio e calcolato in media secondo il tempo di passaggio (tp), come somma dei contributi in termini di pressione acustica dell'insieme degli elementi che lo compongono (locomotive + vettura Corail + vagoni) calcolati in media secondo il tempo di passaggio. Il livello di pressione acustica di ciascuno di questi elementi, indicato come  $L_{pAeq,tp}$ , è stato determinato per integrazione, sull'insieme della loro lunghezza, dei livelli di pressione acustica generati da ogni fonte di rumore (contatti ruota-rotaia per ogni carrello).

Qui di seguito i risultati ottenuti:

<b>Elemento</b>	<b>Livello di pressione acustica <math>L_{pAeq,tp}</math></b>
Locomotiva BB36000 a 120 km/h	94,5 dBA
Vettura Corail a 120 km/h	97,1 dBA
Vagone vuoto a 120 km/h	99 dBA
Vagone carico a 120 km/h	96,3 dBA
Navetta AF a 120 km/h	102 dBA

La pertinenza dei valori calcolati è stata verificata facendo funzionare il modello numerico per velocità pari a 160 km/h, in merito alle quali sono già state realizzate misure su questo tipo di materiale. La differenza riscontrata tra i due tipi di valori risulta dell'ordine di 1 dBA.

È stata condotta un'analisi sull'influenza del caricamento dei vagoni e dell'impianto frenante di questi ultimi e della vettura Corail volta a valorizzare l'influenza di tali parametri sui livelli di rumore delle navette. Qui di seguito i risultati ottenuti:

Navetta AF a 120 km/h		Tipo di freno sulla vettura Corail e sui vagoni		
		Ghisa	Disco	Suola composita
Caricamento dei vagoni	Vagoni a vuoto	102 dBA	92 dBA	92 dBA
	80% dei vagoni caricati	100 dBA	90 dBA	90 dBA
	100% dei vagoni caricati	99 dBA	89 dBA	89 dBA

A conclusione dello studio, si fa riferimento alla STI, ancora allo stato di progetto, sottolineando il fatto che sarà probabilmente necessario utilizzare una tecnologia frenante meno rumorosa (freni a disco e/o a suola composita) affinché il materiale risulti conforme alle prescrizioni della STI.

## 4 PRESCRIZIONI DELLA STI

La STI relativa al sottosistema «Materiale rotabile – Rumore», applicabile per il sistema ferroviario transeuropeo convenzionale, prescrive, nella versione del 23 Dicembre 2005 (in vigore a partire dalla data di redazione del presente documento), le modalità qui di seguito riportate.

Tale STI indica (paragrafo 4.2 della documentazione di riferimento al punto 2) che «Il rumore emesso dai vagoni merci si distingue in rumore in transito e rumore in stazionamento».

«Il rumore di transito di un vagone merci è determinato in larga parte dal rumore di rotolamento (prodotto dall'interazione ruota-rotaia), che è funzione della velocità».

«Nel caso dei vagoni merci, il rumore in stazionamento può aversi solo se il vagone è dotato di apparecchi ausiliari quali motori, generatori, sistemi di raffreddamento, e riguarda soprattutto i vagoni refrigerati».

### 4.1 Rumore di transito

I livelli di rumore di transito si misurano a una velocità di 80 km/h e alla velocità massima di circolazione dei treni, mediante il livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato ( $L_{pAeq,Tp}$ ) calcolato a 7,5 m dall'asse del binario.

La relazione da applicare per passare da una velocità di 80 km/h a una velocità  $v$  (inferiore a 190 km/h) è la seguente:  $L_{pAeq,Tp}(80 \text{ km/h}) = L_{pAeq,Tp}(v) - 30 \cdot \log(v/80)$ .

Qui di seguito i valori limite di  $L_{pAeq,Tp}(80 \text{ km/h})$  in rumore di transito per i diversi elementi che compongono un treno:

Elemento	Valore limite di $L_{pAeq,Tp}(80 \text{ km/h})$
Vagoni merci nuovi con un numero di assi medi per unità di lunghezza $\leq 0,15/m$	$\leq 82 \text{ dBA}$
Vagoni merci nuovi con un numero di assi medi per unità di lunghezza $> 0,15/m$ e $\leq 0,275/m$	$\leq 83 \text{ dBA}$
Vagoni merci nuovi con un numero di assi medi per unità di lunghezza $> 0,275/m$	$\leq 85 \text{ dBA}$
Locomotive elettriche	$\leq 85 \text{ dBA}$
Vetture viaggiatori	$\leq 80 \text{ dBA}$



## 4.2 Rumore in stazionamento

A complemento del rumore di transito, la STI chiede che gli elementi del materiale rotabile rispettino, in fase di stazionamento, le seguenti prescrizioni.

Elemento	Valore limite di $L_{pAeq,Tp}$ (stazionamento)
Vagoni merci	$\leq 65$ dBA
Locomotive elettriche	$\leq 75$ dBA
Vetture viaggiatori	$\leq 65$ dBA

## 4.3 Rumore all'avviamento

Per le locomotive elettriche la cui potenza al cerchione è superiore o pari a 4500 kW (come nel caso delle locomotive delle navette AF), la STI impone che il livello di pressione acustica all'avviamento  $L_{pAF}$ , a 7,5 m dall'asse del binario e a 1,2 m al di sopra della superficie superiore della rotaia, non superi 85 dBA.

Inoltre, i livelli di rumore (pressione acustica) all'interno della cabina guida non devono superare 95 dBA in sosta (con segnale sonoro esterno e pressione acustica massima dell'avvisatore) e 78 dBA alla massima velocità di circolazione (in campo libero, senza segnali sonori interni ed esterni).

## 4.4 Misurazioni del livello di rumore

A complemento delle elaborazioni numeriche, la STI impone la realizzazione di misurazioni del livello di rumore del materiale rotabile, in fase di stazionamento, all'avviamento e durante il transito, per permetterne la relativa omologazione. L'allegato A della STI indica le condizioni di realizzazione delle misurazioni e le procedure da applicare (norma EN ISO 3095 :2001).

Per le misurazioni del livello del rumore di transito, queste ultime devono essere effettuate su un binario detto «di riferimento», le cui caratteristiche (rugosità della rotaia, comportamento dinamico, omogeneità della sovrastruttura) devono risultare conformi alle prescrizioni della norma EN ISO 3095:2001, con le relative modifiche di cui al paragrafo A.1.4 dell'allegato A della STI.

## 5 ADATTAMENTO DEI RISULTATI DEGLI STUDI DEL 2005

Dal momento che la STI non impone modelli particolari per la determinazione dei livelli di rumore, è possibile riprendere direttamente i risultati degli studi del 2005 indicati al paragrafo 3, in quanto questi ultimi corrispondono perfettamente al livello di pressione acustica medio a 7,5 m dall'asse del binario per gli elementi costitutivi delle navette AF. La sola operazione da svolgere consiste nell'adattarli a una velocità pari a 80 km/h, poiché lo impone la STI (vedere paragrafo 4) e poiché gli studi del 2005 sono stati condotti a 120 km/h. La STI indica inoltre la relazione matematica da applicare per effettuare questo tipo di regolazione (paragrafo 4.2.2 del documento di riferimento 2):

$$L_{pAeq, Tp} (80 \text{ km/h}) = L_{pAeq, Tp} (120 \text{ km/h}) - 30 \cdot \log(120/80), \text{ ovvero}$$

$$L_{pAeq, Tp} (80 \text{ km/h}) = L_{pAeq, Tp} (120 \text{ km/h}) - 5,3 \text{ (dBA)}.$$

Conservando le stesse specifiche del 2005 per il materiale rotabile, in termini di rumore di transito e successivamente alla regolazione dei valori di cui al paragrafo 3, si ottengono i seguenti risultati:

Elemento	Livello di pressione acustica $L_{pAeq, tp}$
Locomotiva BB36000 a 80 km/h	89 dBA
Vettura Corail a 80 km/h	91,8 dBA
Vagone vuoto a 80 km/h	93,7 dBA
Vagone carico a 80 km/h	91 dBA
Navetta AF a 80 km/h	96,4 dBA

In base ai risultati ottenuti, risulta evidente che i livelli di rumore di transito calcolati superano i limiti fissati dalla STI (vedere paragrafo 4.1), e questo per tutti gli elementi costitutivi della navetta AF.

Se si considerano i diversi casi di carico e di tecnologia frenante utilizzata per i vagoni, i risultati degli studi del 2005 di cui al paragrafo 3 vengono rivisti, come qui di seguito riportato, a 80 km/h (valori arrotondati in eccesso):

Navetta AF a 80 km/h		Tipo di freno sulla vettura Corail e sui vagoni		
		Ghisa	Disco	Suola composita
Caricamento dei vagoni	Vagoni a vuoto	97 dBA	87 dBA	88 dBA
	80% dei vagoni caricati	95 dBA	85 dBA	85 dBA
	100% dei vagoni caricati	93,8 dBA	84 dBA	84 dBA

In base ai valori ottenuti, risulta chiaro che il materiale rotabile potrà essere conforme alle prescrizioni della STI soltanto nel caso in cui la tecnologia frenante utilizzata sia a disco o a suola composita, poiché i valori di rumore in presenza di sistema frenante in ghisa sono ampiamente superiori alle soglie tollerate (all'incirca 85 dBA, vedere paragrafo 3).

In caso di definizione e approvazione di nuove specifiche relative ai convogli circolanti sulla linea, sarà possibile eseguire una rivalutazione dei livelli di rumore volta ad approfondire i suddetti risultati.

## **6 CONCLUSIONE E PROPOSTA DI ADEGUAMENTO PER LA REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO**

### **6.1 Modello numerico (Revisione del Progetto Definitivo)**

L'adattamento dei risultati degli studi del 2005 (documentazione di riferimento 1) di cui al succitato paragrafo 5 ha dimostrato che gli elementi costitutivi utilizzati per la definizione del modello delle navette AF non risultano conformi alla STI relativa al rumore del materiale rotabile (documentazione di riferimento 2) in termini di livello di rumore di transito. È pertanto opportuno riprendere tale studio con nuove specifiche sul materiale rotabile più recenti (conformi alle STI Materiale rotabile attuale per la rotaia convenzionale, vedere documentazione di riferimento 3) e coerenti con quelle definite nella Revisione del Progetto Preliminare.

La metodologia dello studio del 2005 potrà essere invece ripresa, in quanto conforme alla STI relativa al rumore del materiale rotabile.

### **6.2 Misurazioni del livello di rumore (ulteriori)**

In base alle specifiche inerenti al materiale rotabile, potrà risultare necessaria l'esecuzione di misurazioni del livello di rumore in stazionamento, all'avvio (per i dispositivi di trazione) e in transito prima della messa in servizio della linea, nel caso cui ciò non sia stato fatto in precedenza sul tipo di materiale rotabile considerato. La procedura da applicare sarà quella definita nella STI relativa al rumore del materiale rotabile (allegato A della documentazione di riferimento 2) in vigore alla data di realizzazione delle misurazioni.