



## Prove di circolazione del treno Talgo XXI sulla rete RFI della Sardegna

Dott. Ingg. Pierandrea COSSU<sup>(\*)</sup>, Pier Paolo OLLA<sup>(\*\*)</sup>, Alberto DE MAIO<sup>(\*\*\*)</sup>

### 1. Introduzione

In accordo con i programmi messi in atto dalla Regione Sardegna per il miglioramento e la velocizzazione del trasporto ferroviario nell'isola con l'obiettivo di riequilibrio della ripartizione modale per realizzare un significativo spostamento di quote di traffico dal sistema su gomma a quello su ferro, si sono svolte nello scorso mese di maggio, sulla rete sarda di RFI, le corse prova di un treno sperimentale Talgo Diesel XXI ad assetto variabile gravitazionale.

Obiettivi del progetto, realizzato dalla collaborazione tra la stessa Regione, le Ferrovie dello Stato (RFI e TRENITALIA), gli spagnoli della Talgo coadiuvati dal gestore della rete spagnola ADIF, sono stati la verifica delle condizioni di circolazione, nel rispetto della sicurezza di marcia, e la valutazione dei tempi di percorrenza ottenibili con il treno ad assetto variabile di tipo gravitazionale Talgo Diesel XXI sulla Rete RFI della Sardegna.

Come noto, caratteristica dei treni ad assetto variabile è la possibilità di incremento della velocità in curva rispetto a quelli convenzionali, mantenendo limitate le accelerazioni trasversali sui passeggeri ed accettabili le condizioni di comfort.

A partire dalla fine degli anni '80 furono fatte le prime ipotesi di impiego di treni ad assetto variabile in Sardegna, per sfruttare la possibilità di ottenere, sulle tratte tortuose della linea, incrementi di velocità senza modificare sostanzialmente il tracciato. In seguito, negli anni '90, in occasione di alcune ipotesi di acquisizione di tale tipologia di treni, furono effettuate delle simulazioni di marcia sulle tratte Cagliari – Sassari e Cagliari – Olbia.

Rispetto alle velocità teoricamente ottenibili attraverso modelli di simulazione, è certamente necessario verificarne la possibilità di conseguimento attraverso la congruenza con tutte le altre condizioni che interessano da

un lato la dinamica del veicolo, ossia la sicurezza ed il comfort, dall'altro le sollecitazioni trasmesse all'infrastruttura. La traduzione dei vantaggi dell'assetto variabile in tempi effettivamente ottenibili per il servizio commerciale deve poi necessariamente tenere in conto delle condizioni reali di circolazione definite dal modello di esercizio possibile.

Le considerazioni precedenti hanno contribuito alla opportunità di effettuare i test di prova che, seppur non esaustivi, permettono di fornire maggiori indicazioni e conferme sulle velocità ipotizzate in sede teorica, sui tempi e sulla possibilità di esercizio della linea sarda RFI con la tipologia di treni ad assetto variabile.

Il convoglio di prova Talgo Diesel XXI, in una composizione ridotta come treno diagnostico, ha effettuato una serie di corse prova sulla tratta Cagliari – Sassari, secondo un programma stabilito, con test di salite in velocità a partire dal rango A, fino alle velocità massime calcolate appositamente per la tratta di linea di prova, in funzione dalla tipologia del treno.

E' stata realizzata, per la prima volta sulla rete sarda RFI, la massima velocità di 150 km/h su tratte di rettilineo e, su tratte in curva, sono state raggiunte accelerazioni laterali non compensate di 1,2 m/s<sup>2</sup>, ossia superiori del 20% rispetto a quelle attuali di rango C.

A bordo treno, la conduzione delle prove è stata affi-



Fig. 1 - Il Talgo presso Torralba (SS). (Foto Antonello FODDAI).

(\*) RFI – Direzione Compartimentale Infrastruttura, Cagliari.

(\*\*) RFI – Direzione Compartimentale Movimento, Cagliari.

(\*\*\*) TRENITALIA – Direzione Passeggeri Regionale. DR Sardegna.



Fig. 2 - Il Talgo presso il deposito di Cagliari. (Foto Alberto DE MAIO).

data allo staff tecnico costituito da un capo prova e da tecnici di TRENITALIA, di RFI - DCI e DCM di Cagliari, di CESIFER, da personale della Talgo e della rete spagnola ADIF.

A conclusione del programma di prove, il giorno 1 giugno 2008, è stata effettuata una corsa tra Cagliari e Sassari, al tempo minimo di 2 ore e 15 minuti, con la presenza a bordo delle Autorità della Regione Sarda, i vertici regionali delle Ferrovie dello Stato, i vertici della Talgo e responsabili di ADIF.

## 2. Il convoglio di prova

Le prove sono state effettuate con un convoglio laboratorio derivato dalla famiglia Talgo Diesel XXI di proprietà della rete spagnola ADIF, strumentato dal costruttore Talgo, al fine di avere il costante monitoraggio dei parametri dinamici della sicurezza di marcia misurati a bordo treno.

La strumentazione di misura per la verifica della dinamica di marcia era costituita da sensori montati in opportuni punti del convoglio in accordo con la norma UIC 518. Il sistema di acquisizione e registrazione dei dati era disposto nella carrozza semipilota.

La composizione del convoglio è bidirezionale (push-pull), con la seguente configurazione:

- 1 unità motrice di testa a trazione Diesel (355-001);
- 2 vetture intermedie (9071-73-55 302 e 9071-73-55 303);
- 1 vettura pilota, con cabina di guida (9071-83-55 300).

La locomotiva costruita da Krauss-Maffei e Talgo è detentrica del record mon-

diale di velocità per la trazione Diesel con 256,38 km/h ottenuto nel 2002 sulla tratta AV Madrid-Barcellona. Il motore è un turbocompresso 12 cilindri a V di derivazione tedesco/statunitense MTU/DCC, con trasmissione idraulica della potenza attraverso il cambio VOITH L 520 rz U2.

Il convoglio è utilizzato dal gestore della infrastruttura spagnola ADIF come treno diagnostico per la verifica delle nuove linee ad alta velocità della Spagna.

Caratteristica dei treni Talgo è il rodiggio dei veicoli rimorchiati, costituito da ruote indipendenti (comuni a due veicoli adiacenti) oltre alla possibilità di variazione dello scartamento delle ruote per l'adattamento a diverse tipologie di binario. Il pendolamento delle casse avviene per effetto della forza centrifuga in curva con valori dell'inclinazione di circa 3 gradi; ciò è reso possibile dalla sospensione primaria pneumatica posta in posizione elevata e dal baricentro basso delle casse. La locomotiva, essendo di tipo classico, non è dotata di sistema di pendolamento.

Ulteriori caratteristiche tecniche nominali del treno prova fornite dal costruttore sono:

- Velocità massima con locomotiva in testa treno 200 km/h;
- Velocità massima con semipilota in testa treno 160 km/h;
- Accelerazione non compensata 1,2 m/s<sup>2</sup>;
- Massa del complesso in ordine di marcia 96 t;
- Massa della locomotiva 48,5 t;
- Massa carrozza laboratorio 14 t;
- Massa carrozza di rappresentanza 16 t;
- Massa carrozza semipilota 17,5 t;
- Lunghezza totale del treno 54,385 m;
- Percentuale di massa frenata: 170 %;
- Sagoma cinematica conforme a normativa UIC 505-1;
- Coefficiente di souplesse delle vetture rimorchiate - 0,3;
- Coefficiente di souplesse della locomotiva 0,14;
- Potenza all'albero del motore Diesel 1500 kW a 1800 g/1';
- Potenza alle ruote 1100 kW;
- Potenza specifica 11,46 kW/t;
- Consumo medio di combustibile 1,8 l/km;
- Passo del carrello motore 2,8 m;
- Profilo delle ruote del carrello motore GV 40 1/15;
- Profilo delle ruote indipendenti Talgo I02.317;



Fig. 3 - Figurino del convoglio di prova.

- Unità motrice di testa con carrello anteriore a due assi, rodiggio Bo, equipaggiato con assi a scartamento variabile;
- Sistema di ruote indipendenti condivise tra casse attigue;
- Sistema di assetto variabile naturale (inerziale) nei veicoli rimorchiati;
- Sistema frenante idrodinamico e pneumatico a dischi.

### 3. La linea di prova

Le prove sono state effettuate sulla tratta Cagliari - Sassari della rete RFI della Sardegna, per un'estesa di 252 km, percorrendo la "nuova bretella" senza attraversare la stazione di Chilivani. La linea è a doppio binario da Cagliari a S. Gavino ed a semplice sulla parte restante della rete. Oristano rappresenta un punto di discontinuità per le caratteristiche plano-altimetriche del tracciato e di conseguenza per le velocità della linea. L'intera rete sarda, ad eccezione della Cagliari - Decimo, è attrezzata dal punto di vista del segnalamento con il blocco conta-assi; nella Cagliari - Decimo è in funzione un blocco elettrico automatico a correnti codificate a 4 codici e a tre aspetti. La circolazione è gestita da un posto di controllo da cui si comandano tutte le stazioni della rete sarda; fatta eccezione la tratta Decimo - S. Gavino che è gestita localmente.

Dal punto di vista planimetrico la tratta di prova comprende nella parte sud fino ad Oristano, tratte di rettilineo e curve di grande raggio, mentre, sulla parte nord è presente una prevalenza di curve di piccolo raggio tra 400 e 600 m, ed in misura minore, nel campo dei raggi tra 300 e 400 m. La curva di raggio minimo è di 294 m.

Il profilo altimetrico presenta diverse tratte acclivi a nord di Oristano, con una pendenza massima del 27%.

### 4. L'organizzazione delle prove

Le prove sono state precedute da una serie di incontri a carattere tecnico-organizzativo a cui hanno partecipato rappresentanti qualificati dei diversi enti coinvolti: FS (TRENITALIA, RFI, CESIFER), Regione Sarda, Università di Cagliari, Talgo, ADIF. E' stato costituito uno staff tecnico con il compito di coordinamento per le diverse attività attinenti le prove. Il treno ha circolato con la presenza di un Capo prova della società di trasporto TRENITALIA.

Le prove sono state programmate secondo un processo di "salita in velocità" articolato in quattro gradini successivi a velocità crescenti:

- rango A (attivo sulla rete sarda);
- rango B (attivo sulla rete sarda);
- rango C (attivato a giugno 2008);
- rango C<sup>+</sup> (anc=1.2 m/s<sup>2</sup> allo stato attuale non esistente



Fig. 4 - Il Talgo presso S. Martino (SS). (Foto Antonello FODDAI).

sulla rete RFI e per il quale RFI-DCI ha predisposto le tabelle di velocità finalizzate alle sole corse prova).

### 5. Le verifiche preliminari: circolabilità

Per consentire la circolazione per prove del TALGO sulla rete sarda RFI è stata redatta dalla Direzione Tecnica di RFI (CESIFER) l'autorizzazione alla circolabilità per prove, previe le necessarie verifiche sia dell'infrastruttura e sia del convoglio di prova.

Per quanto riguarda l'infrastruttura sono state svolte le seguenti attività.

- *Verifica, con riferimento alle normative nazionali ed internazionali (UIC, EN), delle caratteristiche costruttive della linea sarda per la compatibilità e la possibilità di circolazione dei treni ad assetto variabile.*

Gli standard geometrici di costruzione del binario sono risultati rispondenti alle normative in vigore per tutta la rete italiana RFI, compresi gli standard della qualità geometrica del binario in termini di difettosità. Sulla rete sarda, le condizioni di binario sono conformi a quelle delle altre linee di RFI laddove circolano da anni i pendolini. Rispetto alla normativa internazionale si è fatto riferimento alla fiche UIC 705 "Infrastruttura per i treni a cassa inclinabile" la quale raccoglie le caratteristiche che deve possedere l'infrastruttura ferroviaria per la circolazione dei treni ad assetto variabile. E' stato verificato che la infrastruttura della rete sarda è rispondente alle caratteristiche descritte nella suddetta norma UIC 705. In particolare, per quanto riguarda l'armamento, questo risulta essere di tipo moderno, atto a sopportare le eventuali maggiori forze sul binario che possono derivare dalle più elevate velocità di circolazione dei treni a cassa inclinabile.

- *Verifica dei parametri della geometria del binario: stato manutentivo.*

Prima dello svolgimento delle prove, è stata effettuata una verifica dello stato manutentivo della linea rilevando le caratteristiche geometriche attraverso il veicolo diagnostico PV7 in dotazione a RFI-DCI Cagliari. La verifica ha dato esito favorevole risultando conforme agli standard RFI. Al fine di garantire il rispetto dei parametri della sicurezza, durante le corse prova i tecnici di RFI hanno svolto l'attività di confronto tra le grandezze misurate dal treno Talgo e i valori di qualità geometrica precedentemente rilevati.

- *Verifica della capacità del binario rispetto al peso assiale del treno.*

Le verifiche dei pesi ammissibili dalla infrastruttura, derivanti dalle categorie di linea presenti sulla tratta di prova Cagliari - Sassari, rispetto alla distribuzione dei pesi assiali del convoglio hanno dato esito positivo permettendo la circolabilità.

- *Verifica del profilo degli ostacoli di linea in relazione alla sagoma del treno.*

E' stata verificata la compatibilità della sagoma del treno prova con il profilo minimo degli ostacoli presente sulla rete sarda. Tale profilo (indicato come PMO n°1) è compatibile per la circolazione a rango C. Le valutazioni effettuate in collaborazione con gli esperti CESIFER hanno dato esito positivo per la circolazione alle velocità massime del Talgo (C+).

- *Tabelle di velocità di prova C+ per il treno Talgo.*

Sulla base della massima accelerazione non compensata ammissibile dal treno Talgo di  $1,2 \text{ m/s}^2$ , in funzione delle caratteristiche planimetriche della linea RFI sarda, sono state predisposte da RFI - DCI le tabelle di velocità massime di prova. Tali tabelle sono state rispettate dal p.d.m. durante la conduzione del treno prova.

- *Studio e verifica dei tempi di chiusura dei passaggi a livello.*

Al fine di garantire durante le circolazioni del treno prova la tempestiva chiusura dei passaggi a livello, senza necessità di ricorrere al loro presenziamento, sono state effettuate prima delle prove le valutazioni, anche con misure sul campo, relative ai tempi di chiusura di ciascun PL protetti da segnale proprio e comandati da pedale azionato dal treno, tenendo anche conto della distanza minima di visibilità (200 m) dei segnali di avviso e protezione. Le circolazioni di prova hanno confermato quanto previsto in sede di progetto senza necessità di riduzioni di velocità per segnali disposti a via impedita.

- *Rilievi dei profili delle rotaie su diverse sezioni della linea, in rettilineo ed in curva, per la verifica di accoppiamento con le ruote del treno.*

Prima dell'inizio delle prove sono stati effettuati, in collaborazione con CESIFER, sia i rilievi dei profili delle

ruote del treno Talgo, presso il deposito TRENITALIA, sia i rilievi dei profili delle rotaie su diverse tratte della linea tra Cagliari e Sassari. Per queste misure è stato utilizzato uno strumento di misura di alta precisione di proprietà CESIFER. Le misure e lo studio degli accoppiamenti tra le ruote del treno e le rotaie, su sezioni di rettilineo e curve hanno dato esito favorevole alla possibilità di realizzazione delle prove.

Per quanto riguarda il materiale rotabile di prova sono state eseguite le seguenti operazioni.

Il convoglio di prova, giunto via mare dalla Spagna, scomposto nei singoli rotabili costituenti il complesso e caricati su carrelli stradali, è stato ricomposto presso l'Officina Manutenzione Rotabili TRENITALIA di Cagliari.

Le attività propedeutiche alle corse prova sono state:

- composizione del convoglio ed assemblaggio delle parti meccaniche, elettriche e pneumatiche;
- installazione dei sensori e dei sistemi di misura;
- rilievo dei profili delle ruote e scartamento da parte di CESIFER;
- verifica del materiale rotabile e delle tarature dei sistemi di misura da parte del capo prova di TRENITALIA DISQS con il supporto e l'assistenza dei tecnici TALGO.

In seguito dell'esito positivo delle suddette verifiche, sono state effettuate due coppie di corse prova sulla relazione Cagliari - Decimomannu come test preliminari.



Fig. 5 – Il Talgo in partenza da Cagliari.

## 6. Descrizione delle prove

Le prove sono state effettuate in regime di circolazione come treni straordinari, con tracce orarie studiate appositamente per l'effettuazione dei test, durante le ore diurne sia in giornate festive che feriali.

Le corse prova del treno TALGO sulla relazione Cagliari - Sassari e ritorno sono state realizzate nei giorni da



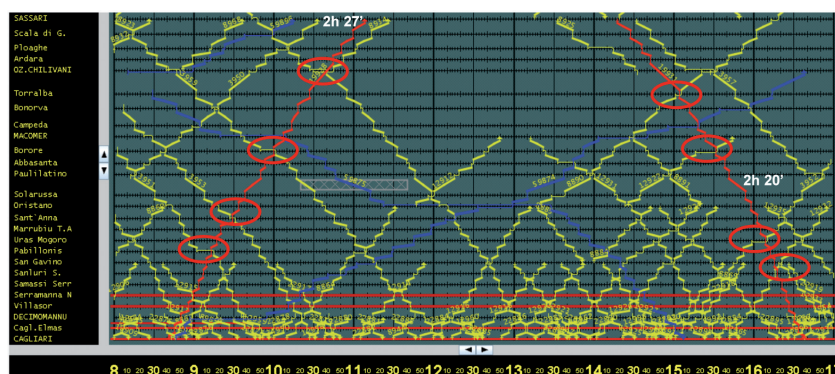


Fig. 6 – Grafico della circolazione Cagliari – Sassari del 27/05/08.

sabato 24 maggio a mercoledì 28 maggio. Nel pomeriggio del 23 maggio sono stati effettuati dei test di circolazione preliminari sulla relazione Cagliari – Decimo.

Considerando che l'elemento maggiormente condizionante la gestione della circolazione nelle linee a semplice binario è la località di servizio dove possono essere effettuati gli incroci (stazione o posto di movimento) e che l'operazione di incrocio penalizza in particolare il primo dei due treni incrocianti, in sede di programmazione prima e di gestione operativa in seguito, si è dovuto prestare la massima attenzione, non solo all'individuazione della sede di incrocio, ma anche alle modalità di gestione (ordine di ingresso in stazione), tenendo presente le esigenze contrapposte di non penalizzare eccessivamente la marcia dei treni commerciali da un lato e, dall'altro di effettuare test significativi in termini di tempi di percorrenza. Inoltre

per opportunità è stato deciso di associare a ciascuna corsa prova un diverso livello di priorità (alta, media e bassa).

A titolo di esempio si riporta in fig. 6 il grafico della circolazione avvenuta il 27 maggio nella tratta Cagliari – Sassari; le tracce del Talgo sono riportate in rosso (in giallo i treni viaggiatori e in blu i treni merci) mentre gli incroci sono stati evidenziati con il cerchio rosso.

Nella fig. 7 sottostante sono stati sintetizzati i risultati delle prove.

Durante le circolazioni di prova è stato effettuato un monitoraggio continuo della dinamica di marcia del treno da parte di un gruppo composto da tecnici di RFI, TRENTALIA e Talgo. E' stata utilizzata una metodologia con misure delle accelerazioni sui carrelli, sugli assi e in cassa dei veicoli, con valori limite per la sicurezza stabiliti in conformità alla norma UIC 518. Inoltre sono state misu-

	Sud – nord	Nord – sud	Sud – nord	Nord – sud	Sud – nord	Nord – sud
Giorno di circolazione	RANGO		Priorità		Tempo	
Sabato 24/05	A	A	BASSA	BASSA	3h 06'	3h 43'
Domenica 25/05	B	B	MEDIA	MEDIA	2h 41'	2h 34'
Lunedì 26/05	C	C	MEDIA	MEDIA	2h 31'	2h 24'
Martedì 27/05	C <sup>+</sup>	C <sup>+</sup>	MEDIA	ALTA	2h 27'	2h 20'
Mercoledì 28/05	C <sup>+</sup>	C <sup>+</sup>	BASSA	MEDIA	2h 54'	2h 25'
Domenica 01/06	C <sup>+</sup>	C <sup>+</sup>	ALTA	ALTA	2h 15'	2h 17'

Fig. 7 – Sintesi delle prove effettuate e tempi di percorrenza.



Fig. 8 – La registrazione dei dati di prova.

rate la velocità e l'accelerazione non compensata. Le misurazioni sono state condotte utilizzando un sistema di misura di proprietà della stessa Talgo.

Dall'esame delle misure, non sono risultati valori superiori ai limiti di sicurezza. Da una prima analisi qualitativa basata sulle registrazioni analogiche di prova (fig.8), il comportamento dinamico per la qualità di marcia appare generalmente buono anche nelle zone in curva di piccolo raggio.

## 7. Analisi dei risultati

E' stato possibile valutare i contributi migliorativi ottenibili sulla tratta Cagliari – Sassari della rete sarda RFI fino alla massima velocità in rettilineo di 150 km/h ed ANC in curva di  $1,2 \text{ m/s}^2$ , con un treno ad assetto variabile naturale ( $\text{ANC}=1,2 \text{ m/s}^2$ ) che potremmo definire di elevate prestazioni nel settore della trazione Diesel (potenza specifica  $11,4 \text{ kW/t}$ ).

Dal punto di vista delle reali condizioni di circolazione, le prove più significative sono state quelle effettuate nei giorni feriali (190 treni/giorno) quando è stata attribuita al treno, nell'ambito della gestione della circolazione, la medesima priorità normalmente associata ai treni più veloci. Durante queste prove si sono registrati tempi che si aggirano attorno alle 2h 25' - 2h 30'.

L'analisi dei risultati è stata condotta valutando i tempi di percorrenza impiegati per coprire la tratta Cagliari – Sassari, suddividendo la stessa in tratte omogenee per caratteristiche plano-altimetriche del tracciato.

Come termine di paragone è stato utilizzato il Minuetto Diesel, ossia il treno attualmente più veloce in esercizio sulla rete sarda. Il confronto è limitato alle prestazioni ottenibili in termini di velocità – tempi di percorrenza, seppure nella consapevolezza della non omogeneità delle due tipologie di materiale rotabile, considerando che il Mi-

nuetto non è un treno a cassa oscillante. Una composizione commerciale del Talgo XXI, ipotizzabile a parità di potenza specifica e dunque in grado di garantire le stesse prestazioni di trazione del treno testato, è costituita da 2 unità di trazione alle estremità con 6 carrozze intermedie, per un totale di 235 posti a sedere offerti.

Nella fig. 10 sono riassunte le caratteristiche peculiari del Minuetto Diesel e del Talgo Diesel di prova.

Nella fig. 11 sono riassunti, suddivisi per tratta di prova, i tempi di percorrenza pura ottenuti col Talgo, confrontati con i tempi del treno Minuetto. E' stata evidenziata la scomposizione dei recuperi di tempo dovuti ai tre principali fattori prestazionali:

- contributo per l'incremento della velocità massima da 130 a 150 km/h, prevalentemente in rettilineo sulla Cagliari – Oristano;
- contributo di velocità dovuto alla elevata potenza specifica;
- contributo di velocità in curva dovuto all'assetto variabile naturale, ( $a_{nc} = 1,2 \text{ m/sec}^2$ ).

La possibilità di utilizzare la massima velocità della linea di 150 km/h sulla tratta Cagliari-Oristano ha permesso di evidenziare sul campo l'effetto di tale incremento di velocità in confronto agli attuali mezzi di trazione di TRENITALIA, a trazione Diesel, tutti caratterizzati da una velocità massima di 130 km/h.

Poiché oggi, sulla tratta Cagliari - Oristano di 94 km, la velocità massima ammessa dalla linea è di 150 km/h sia in rango B, C e C+ , si evidenzia dalla fig. 11, che il confronto sui tempi del Talgo, rispetto al Minuetto, porta ad un risparmio di tempo pari a 6 minuti primi a favore del Talgo e ciò è evidentemente indipendente dal sistema di pendolamento.

Sulla tratta a nord di Oristano, laddove la linea presenta un'elevata tortuosità e acclività, si evidenzia una maggiore prestazione del Talgo dovuta in parte alla mag-



Fig. 9 – Le Autorità a Sassari col Presidente SORU.

Caratteristiche	Minuetto Diesel	Talgo test Diesel XXI
Velocità massima di esercizio	130 km/h	200 km/h
Massima insufficienza di sopraelevazione di esercizio (Accelerazione non compensata)	153 mm (1 m/s <sup>2</sup> )	184 mm (1,2 m/s <sup>2</sup> )
Motore Diesel	IVECO V8 - 8 cilindri a V	MTU/DCC 12 cilindri a V
Trasmissione idraulica	VOITH T 212bre	VOITH L 520 rz U2
Potenza all'albero motore Diesel	2 x 560 kW a 2100 g/1'	1500 kW a 1800 g/1'
Potenza alle ruote	835 kW	1100 kW
Potenza specifica alle ruote	7,2 kW/t	11,4 kW/t
Massa del complesso in ordine di marcia	116 t	96 t
Percentuale di massa frenata	145 %	170 %
Passo del carrello motore	2,4 m	2,8 m
Passo del carrello portante	2,7 m	Assi singoli a ruote indipendenti

Fig. 10 – Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche tecniche del Minuetto Diesel e del Talgo di prova.

giore potenza specifica (11,4 kW/t da confrontare con 7,2 kW/t del Minuetto) ed in parte alla possibilità di maggiori velocità in curva dovute all'assetto variabile. L'effetto complessivo della maggiore potenza specifica del Talgo è risultato quantificabile in 4 minuti primi di minor percorrenza rispetto al Minuetto. Su questa tratta, l'andamento tortuoso del tracciato ha permesso di sfruttare la maggiore velocità offerta dall'assetto variabile. Nel caso specifico dell'assetto variabile naturale ( $a_{nc} = 1,2 \text{ m/s}^2$  cui è associabile il rango di velocità che si è convenuto indicare come C+), si sono così potute ottenere velocità di linea generalmente superiori di 5 km/h rispetto al rango C. Il recupero nei tempi di percorrenza determinati dal solo assetto variabile del tipo Talgo, sull'intera linea Cagliari-Sassari è risultato di complessivi 2,5 minuti primi, rispetto ai tempi calcolati per il Minuetto al rango C al quale saranno ammessi i mezzi leggeri sulla rete sarda col nuovo orario del 2009.

## 8. Conclusioni

La campagna di prove effettuata col materiale rotabile Talgo ha consentito di verificare la rispondenza dell'infrastruttura sarda RFI alle condizioni di circolazione della tipologia di treni ad assetto variabile naturale; tutto ciò nel rispetto dei parametri della sicurezza di marcia e mantenendo elevate le condizioni di comfort.

I tempi di percorrenza ottenuti con il treno testato, sono riconducibili da una parte alla possibilità di sfruttare pienamente la velocità massima della linea attuale di 150 km/h, dall'altra alle maggiori velocità possibili sulle tratte acclivi per effetto della elevata potenza specifica e, in curva, grazie al pendolamento.

Il risparmio di tempo registrato sulla Cagliari – Sassari nelle prove del Talgo consente di indagare su alcuni importanti aspetti relativi al potenziale di crescita dell'offerta ferroviaria in Sardegna e costituisce lo spunto per suc-

TRATTA	km	tempi di percorrenza puri in minuti primi					confronto Talgo / Minuetto		contributi ai recuperi in minuti primi			
		Talgo rango C+	Talgo rango C	Talgo rango B	Minuetto rango C	Minuetto rango B	$\Delta t$ Minuetto rangoB / Talgo rangoC+ (minuti)	$\Delta t$ Minuetto rangoC / Talgo rangoC+ (minuti)	Vmax da 130 a 150 km/h	Potenza specifica da 7,2 a 11,4 kW/t	da rango B a C+	da rango C a C+ (contributo assetto variabile naturale)
Cagliari-Oristano	95	40	40	40	46	46	6	6	6	0	0	0
Oristano-Macomer	60	34	36	37	36,5	38	4	2,5	0	1	3	1,5
Macomer-Sassari	98	61	63	65	65	66	5	4	0	3	2	1
Cagliari-Sassari	252	135	139	142	147,5	150	15	12,5	6	4	5	2,5

Fig. 11 – Confronto dei tempi reali di percorrenza pura, ottenuti nel corso della campagna di prove Talgo, confrontati con i tempi realizzati con treno Minuetto.



Fig. 12 – Lo staff tecnico di conduzione delle prove.

cessive analisi che permettano di orientare in modo ottimale le strategie di investimento “su ferro” nell’isola, considerando, da un lato, l’opportunità di acquisizione di nuovo materiale rotabile e dall’altro i miglioramenti conseguibili attraverso interventi infrastrutturali selettivi.

Nell’ambito degli interventi di breve - medio periodo, si inserisce l’avvio di una gara internazionale indetta dal-

la Regione Sardegna per l’acquisto di una piccola flotta di treni Diesel ad assetto variabile ad elevate prestazioni, con un investimento previsto di 50 ÷ 60 milioni di euro. I tempi di realizzazione stimati per tale intervento sono di circa 2 anni, considerando anche la costruzione ed omologazione dei convogli.

Se da un lato l’immissione all’esercizio di treni ad assetto variabile porterebbe dei benefici nelle tratte tortuose, sostanzialmente a nord di Oristano, dall’altro, le prestazioni generali di tali treni consentono di ipotizzare lo sfruttamento delle potenzialità residue dell’infrastruttura tra Cagliari e Oristano, laddove la linea si presenta prevalentemente in piano e rettilineo e con 50 km di doppio binario, considerando anche il maggiore bacino della popolazione residente. Su questa tratta di 95 km emerge che, stanti le attuali condizioni di tracciato, sarebbe possibile realizzare una velocità di fiancata superiore a 180 km/h per 76 km consecutivi, attraverso l’istituzione del rango P ed investimenti mirati per l’adeguamento dei sistemi di sicurezza e segnalamento.

In conclusione, l’acquisizione di materiale rotabile ad assetto variabile ad elevate prestazioni può rappresentare, anche per linee a trazione Diesel, una concreta scelta di investimento per la velocizzazione del servizio ferroviario.

### LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

*(Istruzioni su come presentare gli articoli per la pubblicazione sulla rivista “Ingegneria Ferroviaria”)*

**La collaborazione è aperta a tutti** – L’ammissione di uno scritto alla pubblicazione non implica, da parte della Direzione della Rivista, riconoscimento o approvazione delle teorie sviluppate o delle opinioni manifestate dall’Autore – I manoscritti vengono restituiti – La riproduzione anche parziale di articoli o disegni è permessa solo citando la fonte.

Al fine di favorire la presentazione delle memorie, la loro lettura e correzione da parte del Comitato di Redazione nonché di agevolare la trattazione tipografica del testo per la pubblicazione su “Ingegneria Ferroviaria”, si ritiene opportuno che gli Autori stessi osservino gli standard di seguito riportati.

**L’articolo** dovrà essere necessariamente su supporto informatico, preferibilmente in formato WORD per Windows, con il testo memorizzato su un supporto informatico idoneo ed accettato dalla redazione (CD-Rom, DVD, pen-drive...) ed una stampa su carta.

Tutte le figure (fotografie, disegni, schemi, ecc.) devono essere progressivamente richiamate nel corso del testo. Le stesse devono essere fornite complete della relativa didascalia. Tutte le figure devono essere inserite su supporto informatico (CD-Rom, DVD o Pen Drive) e salvate in formato TIFF o EPS ad alta risoluzione (almeno 300 dpi). E’ richiesto inoltre l’inserimento nei suddetti supporti delle stesse immagini ma in formato compresso .JPG (max 50KB per immagine).

E’ consentito, a titolo di suggerimento, includere a titolo di bozza di impaginazione un’ulteriore copia cartacea che comprenda l’inserimento delle figure nel testo.

All’Autore di riferimento è richiesto di indicare un indirizzo di posta elettronica per lo scambio di comunicazioni con il Comitato di Redazione della rivista.

*Per eventuali ulteriori informazioni sulle modalità di presentazione degli articoli contattare la Redazione della Rivista – Tel. 06.4827116 – Fax 06.4742987 - [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)*