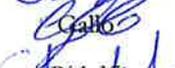
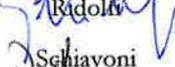
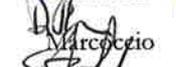
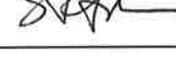


## PIANO DI SVILUPPO DI ERTMS (ETCS E GSM-R) SULLA RETE RFI

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Verifica Tecnica	Autorizzazione
E	30/03/2017	Aggiornamento ed integrazione informazioni richieste dal MIT per la definizione del Piano di Implementazione Nazionale ERTMS (come da Reg. UE 2016/919)	 Iommazzo  Gallo  Ridolfi  Schiavoni  Maroccio	 Iommazzo  Gallo  Ridolfi  Schiavoni  Maroccio	 Senesi

## INDICE

<b>1</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ABBREVIAZIONI E DEFINIZIONI</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>13</b>
4.1	ATTUALE CONTESTO TECNOLOGICO DI RIFERIMENTO IN RFI	13
4.2	LINEE E VEICOLI ETCS IN ESERCIZIO SULLA RETE RFI	13
4.3	RETE GSM-R IN ESERCIZIO	15
4.4	PORTFOLIO APPLICAZIONI ERTMS IN RFI	16
<b>5</b>	<b>ERTMS: OBBLIGHI LEGISLATIVI ED OPPORTUNITÀ DI BUSINESS</b>	<b>18</b>
5.1	IL REG. UE 2016/919: LA NUOVA STI CCS	18
5.1.1	<i>Obblighi di attrezzaggio con ETCS dei veicoli</i>	18
5.1.2	<i>Obblighi di attrezzaggio con ETCS delle linee</i>	19
5.1	IL REG. UE 1315/2013: RETE CORE E RETE COMPREHENSIVE	20
5.2	IL REG. UE N. 1316/2013: FINANZIAMENTI EUROPEI PER L'ERTMS	21
5.3	OPPORTUNITÀ DI BUSINESS (COMMERCIALI E SAVING)	23
5.3.1	<i>Alta Densità nei Nodi Urbani</i>	23
5.3.2	<i>ERTMS "Regional" per i contesti regionali</i>	25
<b>6</b>	<b>PRINCIPI PER LA MIGRAZIONE AD ERTMS</b>	<b>27</b>
6.1	CRITERI PER LA MIGRAZIONE AD ERTMS – LIVELLI E VERSIONI DI SPECIFICHE	27
6.2	CONSIDERAZIONI PER LE APPLICAZIONI ERTMS A BORDO	28
<b>7</b>	<b>MIGRAZIONE VERSO ERTMS: ELEMENTI DI VALUTAZIONE ECONOMICA</b>	<b>29</b>
7.1	VALUTAZIONI DA STUDIO ERNEST&YOUNG	29
7.2	VALUTAZIONI DA ANALISI DELL'UNIVERSITÀ BOCCONI	32
7.3	VALUTAZIONE ONERI DI MANUTENZIONE ORDINARIA (MO) SU ETCS E SCMT DA DATABASE RFI	33
7.4	CONSIDERAZIONI SUI COSTI PER APPLICAZIONI ERTMS L3 IN CONTESTO "REGIONALE"	35
7.5	ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA (MS) SU SEGNALAMENTO ESISTENTE	36
7.6	ONERI GESTIONALI DOVUTI ALLA SOVRAPPOSIZIONE SCMT ED ETCS	36
7.7	STIMA DEL RISPARMIO ECONOMICO CON UNA CONTESTUALE DISMISSIONE DI SCMT ALL'ATTO DELL'INSTALLAZIONE DI ERTMS	37
<b>8</b>	<b>ATTIVITÀ ERTMS CONCLUSE AL 31.12.2016 O GIÀ IN FASE REALIZZATIVA</b>	<b>39</b>
8.1	ERTMS SU RETE AV	39
8.1.1	<i>Linea Direttissima Firenze Roma</i>	39
8.1.2	<i>Nuova AV Treviglio- Brescia</i>	41
8.1.3	<i>Upgrading della linea AV Roma-Napoli allo standard 230d</i>	41
8.1.4	<i>Linea AV/AC Milano-Genova: Terzo Valico dei Giovi</i>	41
8.1.5	<i>Siti prova AV a 350Km/h</i>	42
8.2	ERTMS SUI CORRIDOI DELLA RETE CENTRALE (CNCs)	43
8.2.1	<i>Corridoio Reno-Alpi/ ex Corridoio A</i>	43
8.2.2	<i>Corridoio Mediterraneo / ex Corridoio D</i>	44
8.2.3	<i>Corridoio Scandinavo-Mediterraneo / ex Corridoio B</i>	45

8.3	SPERIMENTAZIONE SISTEMA SATELLITARE E TLC PUBBLICHE PER L'ERTMS	45
8.4	APPLICAZIONI ERTMS SU LINEE REGIONALI	47
8.5	UPGRADING LABORATORIO PER I TEST DI INTEGRAZIONE TERRA-BORDO	48
8.6	SISTEMA INTEGRATO DI DIAGNOSTICA TERRA – BORDO ETCS	49
<b>9</b>	<b>PIANO DI IMPLEMENTAZIONE ERTMS SULLA RETE RFI</b>	<b>51</b>
9.1	ERTMS SULLA RETE CONVENZIONALE	51
9.2	ERTMS SULLA RETE AV/AC	54
9.3	HD ERTMS NEI NODI URBANI	55
<b>10</b>	<b>PIANO DI EVOLUZIONE DELLA RETE GSM-R E DEI SISTEMI TLC</b>	<b>57</b>
10.1	EVOLUZIONE DELLA RETE GSM-R A SUPPORTO DELL'ETCS OVER GPRS	60
<b>11</b>	<b>EVOLUZIONI FUNZIONALI A LUNGO TERMINE</b>	<b>61</b>
11.1	EVOLUZIONE A LUNGO TERMINE DEL SISTEMA ERTMS/ETCS	61
11.2	EVOLUZIONE A LUNGO TERMINE DELLE TLC PER APPLICAZIONI FERROVIARIE	62
<b>12</b>	<b>ERTMS NEL RESTO DEL MONDO: STATO DELL'ARTE</b>	<b>63</b>
<b>13</b>	<b>CONSIDERAZIONI FINALI PER IL PIANO DI ATTUAZIONE NAZIONALE</b>	<b>64</b>

### STORIA DELLE REVISIONI

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Verifica Tecnica	Autorizzazione
A	08/06/2015	Prima Emissione	Iommazzo Ridolfi Schiavoni	Iommazzo Ridolfi Schiavoni	Senesi
B	10/07/2015	Aggiornamento § 6, 7.2 e 9.2, correzione incoerenza § 9.4 e Fig.1.	Iommazzo Ridolfi Schiavoni	Iommazzo Ridolfi Schiavoni	Senesi
C	23/07/2015	Aggiunto nuovo § 8 (criteri per l'applicazione di ERTMS/ETCS in Italia), aggiunta figura nel § 10.2, aggiornato § 10.4 (aggiunta linea Arcisate - Stabio), aggiornata figura nel § 12.1 e rimosse cartine, aggiornato § 13.5 (aggiunto riferimento alla collaborazione tra RFI e STA), aggiornato §17 con raccomandazione.	Iommazzo Ridolfi Schiavoni	Iommazzo Ridolfi Schiavoni	Senesi
D	16/09/2016	Aggiornamento	Gallo Iommazzo Marcoccio Ridolfi Schiavoni	Gallo Iommazzo Marcoccio Ridolfi Schiavoni	Senesi

## 1 Scopo del documento

Il presente documento si propone di descrivere e aggiornare nel tempo il piano di sviluppo di ERTMS (European Railway Traffic Management System) e delle sue principali parti componenti ETCS (European Train Control System) e GSM-R, sulla rete RFI, in considerazione principalmente dei seguenti elementi:

- obblighi legislativi comunitari, orientamenti europei per lo sviluppo di una rete transeuropea dei trasporti ed impegni definiti con il Ministero e la Commissione (vedi Regolamenti EU, decisioni del RISC, DG Move, EDP coordinato a livello Europeo);
- opportunità di business (commerciali e saving);
- costante evoluzione normativa degli standard e delle specifiche ERTMS (coordinata dall'ERA e con il coinvolgimento del CER, EIM, EUG, UIC, UNISIG, GEIE ERTMS User Group);
- possibilità di co-finanziamento comunitario (CEF, Cohesion Funds, PON, Fers, ESA, GSA, ...) attraverso partecipazione a specifiche Call Europee;
- programmi di ricerca e sviluppo internazionali che coinvolgono ERTMS (Shift2Rail, NTGC, FP7...);
- programmi di Cooperazione con altre ferrovie in merito all'implementazione di ERTMS (Memorandum of Understanding e Contratto di Cooperazione siglato con SBB) e con le società partecipate da RFI (come i GEIE dei corridoi interoperabili 1 e 6);

Questo documento costituisce integrazione al Piano regolatore delle tecnologie di Rete di RFI (Rif. [34]) per la parte concernente ETCS e telecomunicazioni ed intende rappresentare anche un'importante indicazione di indirizzo al fine di armonizzare l'attrezzaggio con il SSB ETCS dei mezzi delle Imprese Ferroviarie circolanti sulla rete di RFI.

Al fine di definire, come previsto dalla nuova STI CCS (Rif. [5]), un piano di Attuazione sotto la guida del MIT che dovrà includere, lato infrastruttura, un piano di attrezzaggio ERTMS a medio-lungo termine (2030) e di contestuale o progressiva dismissione dei sistemi di classe B, lato Imprese Ferroviarie, la progressiva programmazione di una migrazione verso ETCS partendo dalle nuove flotte; a riscontro della nota del Ministero del 16 Dicembre u.s. (Rif. [13]) e dei successivi incontri e comunicazioni sul tema, e alla necessità rappresentata di ricevere ulteriori approfondimenti rispetto alla versione D del Piano di Sviluppo ERTMS/ETCS, il presente documento aggiorna ed integra le informazioni richieste.

## 2 Abbreviazioni e definizioni

ACC	Apparato Centrale a Calcolatori
ACCM	Apparato Centrale a Calcolatori Multistazione
ASSTRA	Associazione Trasporti
ASTS	Ansaldo STS
ATO	Automatic Train Operation
AV/AC	Alta Velocità/Alta Capacità
BA	Blocco Automatico
BAC	Baltic-Adriatic Corridor
BBT	Tunnel di Base del Brennero
BL	Baseline
BTI	Bombardier Transportation Italia
CdB	Circuito di Binario
CEF	Connecting Europe Facility
CER	Comunità delle Ferrovie Europee
CTC	Controllo Traffico Centralizzato
CVT	Commissione Verifica Tecnica
DCO	Dirigente Centrale Operativo
DD	Direttissima
DG MOVE	Direttorato Generale per la Mobilità e i Trasporti
DMI	Driver Machine Interface
EDP	ERTMS European Deployment Plan
EIM	Gestori Infrastruttura Europei
EoA	End of Authority
EUG	ERTMS Users Group
EVC	European Vital Computer (parte del SSB ETCS)
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ERTMS L2	European Rail Traffic Management System Level 2
ESA	Agenzia Spaziale Europea
ETCS	European Train Control System
FSI	Ferrovie dello Stato Italiane
GdF	Grado di Frenatura
GdV	Gestione della Via
GEIE	Gruppo Europeo di Interesse Economico
GI	Gestore Infrastruttura
GNSS	Global Navigation Satellite System
GSA	GNSS Agency
GSM-R	Global System for Mobile communications – Railways
GPRS	General Packet Radio Service
IF	Impresa Ferroviaria
IP	Internet Protocol

KMC	Key Management Center
LEU	Prodotto generico Encoder
LoA	Limit Of Authority
LRU	Lineside Replaceble Unit
MA	Movement Authority
MED	Mediterranean Corridor
MIS	Messa in Servizio
MISTRAL	Monitoraggio Integrato sistemi Segnalamento e Tlc ERTMS di RFI basato su valutazione Automatica dei Log
MoU	Memorandum of Understanding
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTR	Mean Time To Repair
NGTC	New Generation Train Control
NSM	North See Mediterranen corridor
NTC	National Train Control
OBU	On Board Unit (sinonimo di SSB)
OdS	Ordine di Servizio
PdC	Personale di Condotta
PI	Punto Informativo
PL	Passaggio a Livello
PdS	Posto di Servizio
PMO	Profilo Minimo Ostacoli
PPA	Percentuale Peso per Asse
PVB	Posti di verifica boccole
QLv	Quadro Luminoso vitale
RALP	Rhine – Alpine Corridor
RAR	Relay Attraversamento a Raso
RBC	Radio Block Centre (parte del SST ETCS)
RCF	Regolamento Circolazione Ferroviaria
RISC	Rail Interoperability and Safety Commetee
RTB	Rilevamento Temperatura Boccole
S2R	Shift to Rail
SCANMED	Scandinavian-Mediterranean Corridor
SCMT	Sistema Controllo Marcia Treno
SIL	Safety Integrity Level
SO SCC	Struttura Operativa Sistemi di Controllo e Comando
SSB	Sotto Sistema di Bordo (del sistema ERTMS/ETCS con STM SCMT)
SSC	Sistema di Supporto alla Condotta
SSP	Static Speed Profile
SST	Sotto Sistema di Terra (del sistema ERTMS/ETCS)
STB	Sistema Tecnologico di Bordo
STM	Specific Transmission Module
SR	Staff Responsible
SRS	Specifica dei Requisiti di Sistema
SDT	Sottosistema Distanziamento Treno – è il Sotto Sistema di Terra

	che comprende tutti gli apparati che svolgono le funzioni del Sistema ERTMS/ETCS L2
STI	Specifiche Tecniche di Interoperabilità
TC	Terminale Comandi
TLC	Telecomunicazione
TO	Terminale Operatore
UIC	Unione Internazionale delle Ferrovie
UNISIG	Unione delle Industrie di Segnalamento

### 3 Riferimenti legislativi e normativi

Cod.	Riferimento	Nome del documento	Data
Rif. [1]	Direttiva 2008/57/EC		17/06/08
Rif. [2]	COMMISSION DECISION 2012/88/EU	COMMISSION DECISION of 25.01.2012 on the technical specifications for interoperability relating to the control-command and signalling subsystems of the trans- European rail system	25/01/12
Rif. [3]	COMMISSION DECISION 2015/14	Commission Decision amending Commission Decision 2012/88/EU on the technical specification for interoperability relating to the control-command and signaling subsystems of the trans European rail system	5/1/2015
Rif. [4]	COMMISSION DECISION 2012/696/UE	Commission Decision amending Commission Decision 2012/88/EU on the technical specification for interoperability relating to the control-command and signaling subsystems of the trans European rail system	6/11/2012
Rif. [5]	REGULATION UE 2016/919 on TSI CCS	Commission Regulation on TSI CCS amending Commission Decision 2012/88/EU	27/5/2016
Rif. [6]	REGOLAMENTO (UE) N. 1315/2013	REGOLAMENTO (UE) N. 1315/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO sugli orientamenti dell'Unione per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti e che abroga la decisione n. 661/2010/UE	11/12/2013
Rif. [7]	REGOLAMENTO (UE) N. 1316/2013	REGOLAMENTO (UE) N. 1316/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO che istituisce il meccanismo per collegare l'Europa e che modifica il regolamento (UE) n. 913/2010 e che abroga i regolamenti (CE) n. 680/2007 e (CE) n. 67/2010	11/12/2013
Rif. [8]	REGOLAMENTO (UE) N. 6/2017	REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2017/6 DELLA COMMISSIONE concernente il piano europeo di implementazione del sistema	5/01/2017

		europeo di gestione del traffico ferroviario	
Rif. [9]	MOVE/B1/KV/JB/mk(2015) 5214653	Lettera da Mr. Vinck al Ministro Delrio avente come oggetto "Implementation timeline of ERTMS in Italy in the time period 2015 – 2020"	4/11/2015
Rif. [10]	M_INF.TFE.REGISTRO UFFICIALE.U.0004102	Lettera dal MIT ad RFI DT avente come oggetto "Implementation timeline of ERTMS in Italy in the time period 2015-2020"	18/11/2015
Rif. [11]	RFI- DTC\A0011\P\2015\0002083	Lettera da RFI DT al MIT avente come oggetto "Implementation timeline of ERTMS in Italy in the time period 2015-2020"	26/11/2015
Rif. [12]	M_INF- GABINETTO.REGISTRO UFFICIALE.U.0046411.	Lettera dal Ministro Delrio a Mr. Vinck come conferma del programma di attrezzaggio ERTMS sui Corridoi interoperabili al 2020 (breakthrough program)	15/12/2015
Rif. [13]	M_INF.TFE.REGISTRO UFFICIALE.U.0006741	Lettera dal MIT ad RFI DT avente come oggetto "Piano di Sviluppo ERTMS sulla rete ferroviaria italiana"	16/12/2016
Rif. [14]	ERA_ERTMS_015560 Version: 3.6.0	ETCS DRIVER MACHINE INTERFACCE	15/06/2016
Rif. [15]	REGOLAMENTO (CE) N. 402/2013 DELLA COMMISSIONE	Relativo al metodo comune di sicurezza per la determinazione e valutazione dei rischi e che abroga il regolamento (CE) n. 352/2009	30 aprile 2013
Rif. [16]	SET DOCUMENTALE SCMT reperibile sul sito www.rfi.it	SCMT CONTROLLO MARCIA TRENO	
Rif. [17]	SET DOCUMENTALE SSC reperibile sul sito www.rfi.it	SSC SUPPORTO alla CONDOTTA	
Rif. [18]	SET DOCUMENTALE ERTMS/ETCS reperibile sul sito www.rfi.it	ERTMS/ETCS applicato sulle tratte AV/AC di RFI	

Rif. [19]	Set of Specification ETCS #3 Allegato al regolamento 2016/919		
Rif. [20]	ANSF Decreto 4/12	Emanazione delle attribuzioni in materia di sicurezza della circolazione ferroviaria, del Regolamento per la circolazione ferroviaria e delle Norme per la qualificazione del personale impiegato in attività di sicurezza della circolazione ferroviaria	in vigore dal 1/1/2013
Rif. [21]	RFI DTC CSI SR OR 10 002 rev.B	Sistema Tecnologico di Bordo – Specifica dei Requisiti Funzionali per il Registratore Cronologico di eventi di condotta su supporto informatico	11/2/2008
Rif. [22]	RFI TC PATC SR AV 02 R08	Specifica dei Requisiti Funzionali della piattaforma MISTRAL	16/7/2012
Rif. [23]	EEIG 06E068 v2.0	ETCS Stop Marker definition	14/12/10
Rif. [24]	RFI-AD\A0011\P\2012\0001094	nota avente per oggetto: “Evoluzione funzionale SCMT”	05/11/2012
Rif. [25]	ANSF 09581/12	nota avente per oggetto: “Evoluzione funzionale SCMT”	7/12/2012
Rif. [26]	ANSF 05997/13	nota avente per oggetto: “Funzione VMC – chiarimento in merito alla richiesta di Analisi del Rischio”	6/08/2013
Rif. [27]	ANSF 09372/13	nota avente per oggetto: “Raccomandazioni in materia di sicurezza al Gestore dell’Infrastruttura RFI SpA inerente alla conformità ai principi del Regolamento per la Circolazione Ferroviaria”	23/12/2013
Rif. [28]	RFI- DTC\A0011\P\2014\0002308	nota avente per oggetto: “Interventi finalizzati all’incremento dei livelli di sicurezza sui PL dell’Infrastruttura Ferroviaria Nazionale”	01/08/2014
Rif. [29]	RFI- DTC\A0011\P\2014\0003383	nota avente per oggetto: “Sperimentazioni nuove funzioni SCMT”	02/12/2014

Rif. [30]	ANSF 01035/15	nota avente per oggetto: "Protezione delle limitazioni di velocità per il peso assiale e per metro corrente dei veicoli e delle ulteriori residue limitazioni alla marcia dei treni non ancora gestite dai sistemi di protezione della marcia dei treni"	09/02/2015
Rif. [31]	RFI-AD\A0011\P\2015\0000463	nota avente per oggetto: "Sperimentazione nuove funzionalità SCMT"	11/02/2015
Rif. [32]	RFI-DTC\A0011\P\2015\0000519	nota avente per oggetto: "Specifiche dei requisiti dei sistemi di classe B – SRS del Sotto Sistema di Bordo (Volume 3) e dell'air-gap (Volume 4) di SCMT costituenti la Baseline documentale E"	18/03/2015
Rif. [33]	RFI-DTC\A0011\A2015\0000061	Contratto di cooperazione RFI – SBB/CFF/FFS	04/02/2015
Rif. [34]		Piano Regolatore Tecnologie di Rete	2015
Rif. [35]	Business case for RALP and NSM Corridors	E&Y Workshop presentation	28/4/16
Rif. [36]	D5.5 – Impact Analysis: synthesis and exploitation plan - ERSAT-EAV-UBOC-5-05-01a	Università Commerciale Bocconi Milano	14/4/16
Rif. [37]	Baseline Compatibility Assessment Baseline 3 Release 2 Final Report	ERA * UNISIG * EEIG ERTMS USERS GROUP	13/05/2016
Rif. [38]	Memorandum of Understanding between the European Commission, the European Union Agency for Railways and the European rail sector associations (CER, EIM, EPTTOLA, ERFA, the ERTMS Users Group, GSM-R Industry Group, UIC, UNIFE and UNISIG) concerning the cooperation for the deployment of the European Rail Traffic Management System		20/09/2016
Rif. [39]	RAIL FREIGHT CORRIDOR 1 NSA WORKING GROUP GUIDELINE FOR CCS AUTHORISATION ON RAIL FREIGHT CORRIDOR 1	Versione 1.0	13/12/2013

## 4 Introduzione

RFI collabora da diversi anni con gli altri Stati Membri della Comunità Europea allo sviluppo e realizzazione del sistema ERTMS, utilizzandone fin dal 2005 le funzionalità sulla propria rete AV/AC e programmando di estendere nei prossimi anni il campo di applicazione anche ad alcune linee della rete convenzionale, in accordo ai regolamenti ed orientamenti europei di settore.

Lo scopo principale per il quale l'ERTMS è stato concepito, è infatti la realizzazione di un unico sistema di segnalamento che consenta di superare quegli "sbarramenti" finora imposti dai tradizionali sistemi di segnalamento nazionali al fine di ottenere una rete ferroviaria europea interoperabile.

Le esperienze maturate sul sistema ERTMS dai diversi Stati Membri hanno consentito nel corso degli anni l'elaborazione ed emissioni di specifiche tecniche di interoperabilità (STI) sempre più dettagliate a beneficio di una sempre maggiore condivisione di politiche di trasporto e gestione della mobilità a livello Europeo.

Le analisi effettuate da alcuni Stati Membri della Comunità Europea (come l'Inghilterra, l'Olanda e la Spagna) di implementare il Sistema ERTMS per il trasporto ferroviario ad alta densità nei Nodi e sulle linee regionali a scarso traffico, aldilà degli obblighi comunitari, confermano la maturità e le potenzialità del Sistema aprendo la strada a nuove ed ulteriori opportunità di utilizzo, tali da far fare al trasporto ferroviario un vero e proprio "salto generazionale".

Anche RFI sta pianificando una sempre maggiore estensione del sistema sulle proprie linee non solo sulle linee AV/AC ma anche a quelle "convenzionali" facenti parte i Corridoi Interoperabili, con una ulteriore estensione ai principali Nodi Urbani.

### 4.1 Attuale contesto tecnologico di riferimento in RFI

Il naturale progresso tecnologico sta fortemente influenzando le scelte di investimento in RFI, prevedendo l'upgrade dei principali impianti tradizionali di sicurezza e segnalamento della rete da logica elettromeccanica a logica statica, a favore quindi dei più moderni apparati centrali a calcolatori (ACC) a ACC Multistazione (ACCM).

Le esperienze e competenze maturate dal personale RFI in tale ambito hanno consentito inoltre, di recente, l'implementazione di processi di internalizzazione volti alla realizzazione di impianti ACC/ACCM in "house" creando maggiore indipendenza dai fornitori per realizzazioni, riconfigurazioni e interventi manutentivi, con conseguente diminuzione dei costi e dei tempi di intervento.

Il passaggio da apparecchiature a relè ad apparecchiature elettroniche consente, oltre ai già citati vantaggi, anche una notevole semplificazione delle attività di attrezzaggio/interfacciamento dell'ERTMS con un conseguente considerevole contenimento e dei costi.

### 4.2 Linee e veicoli ETCS in esercizio sulla rete RFI

Attualmente sono in esercizio 750 km di linee AV/AC (300 km/h) equipaggiate con il sistema ETCS L2 senza segnali laterali e senza sistema di protezione nazionale.

Le tratte sono:

Tratta AV/AC	Fornitore SST ETCS	Livello ETCS	Versione SRS
Roma - Napoli (Roma Prenestina-Napoli Afragola)	Alstom	L2	2.3.0d
Firenze - Bologna (Firenze Castello-Bologna AV)	Alstom	L2	2.3.0d
Bologna - Milano (Bologna AV-Milano Melegnano)	ASTS	L2	2.3.0d

Milano - Torino (Milano Rho-Torino Settimo Torinese)	ASTS	L2	2.3.0d
Treviglio - Brescia		L2	2.3.0d

La migrazione, attualmente in corso, della tratta Roma-Firenze verso ERTMS assicurerà l'uniformità tecnologica lungo l'intero asse AV/AC Napoli-Roma-Milano-Torino, migliorando così le prestazioni dei collegamenti nord-sud del Paese, attraverso la velocizzazione dei servizi e l'incremento dell'affidabilità del sistema.

Sono in esercizio circa 360 locomotive AV/AC attrezzate con ETCS (appartenenti a due Imprese Ferroviarie) e con STM SCMT.

I veicoli sono:

Veicolo	Fornitore SSB ETCS	Versione SRS ETCS
ETR1000	ASTS	2.3.0d
ETR500	ASTS	2.3.0d
E402B	ASTS	2.3.0d
ETR500	Alstom	2.2.2+
ETR600	Alstom	2.2.2+
ETR610	Alstom	2.2.2+
ETR485	Alstom	2.2.2+
AGV	Alstom	2.2.2+

N.B. E' stata preservata la compatibilità tra la terra 2.3.0d e i veicoli con versione 2.2.2+.

Sono inoltre installati Sistemi Tecnologici di bordo ERTMS Baseline 3 su tre locomotive Aln 668 utilizzati per attività sperimentali. In particolare :

Veicolo	Fornitore SSB ETCS	Versione SRS ETCS
ALN668 - 1919	ASTS	BASELINE 3 3.3.0
ALN668 - 1023	MER MEC	BASELINE 3 MR1
ALN668 - 1201	ECM	BASELINE 3 MR1

### 4.3 Rete GSM-R in esercizio

Il GSM-R è lo standard di comunicazione radiomobile adottato a livello trans-europeo dal settore ferroviario per garantire il controllo e l'esercizio del traffico ferroviario secondo i principi di interoperabilità. Il sistema GSM-R opera nella cosiddetta banda di frequenze UIC armonizzata a livello europeo (decisione ECC/DEC/(02)05) che si estende nella gamma 876-880MHz (uplink) e 921-925MHz (downlink).

In virtù della "Licenza individuale per l'installazione e la fornitura di una rete di telecomunicazioni (in tecnica ETSI GSM-R) esclusivamente dedicata al controllo ed all'esercizio del traffico ferroviario rilasciata alla società Rete Ferroviaria Italiana SpA concessa dal Ministero delle Comunicazioni nel dicembre 2002, RFI ha realizzato un'infrastruttura di rete GSM-R con accesso radio proprietario su circa 11.200 km di linee ferroviarie. Per consentire le comunicazioni sulle linee prive di copertura radio GSM-R, RFI ha sottoscritto accordi di roaming nazionale "2G", con gli operatori radiomobili TIM e VODAFONE. La rete GSM-R di RFI è inoltre interconnessa direttamente con le reti degli operatori Wind e Telecom Italia e quest'ultima fornisce il servizio di transito nazionale ed internazionale verso altri operatori mobili/fissi.

Il sistema GSM-R rende disponibili le seguenti principali funzioni:

- comunicazioni voce operative e di emergenza tra il personale di esercizio ferroviario
- comunicazioni dati per il controllo e comando della marcia treno (ETCS).

I requisiti funzionali e di sistema del GSM-R, ivi inclusi i requisiti rilevanti per l'interoperabilità sono contenuti nelle specifiche tecniche UIC EIRENE le cui versioni attualmente in vigore sono:

- EIRENE FRS (Functional Requirements Specification) vers. 8.0.0
- EIRENE SRS (System Requirements Specification) vers. 16.0.0.

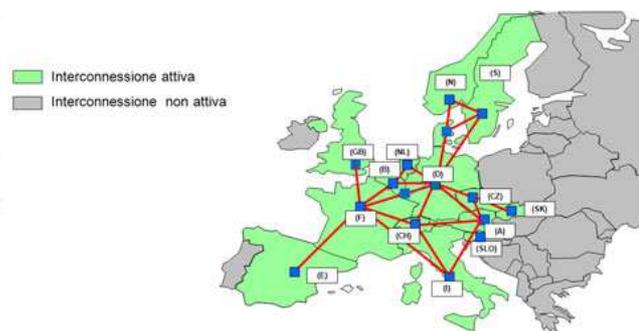


La rete GSM-R di RFI è interconnessa direttamente con le reti GSM-R dei paesi europei confinanti, Francia, Svizzera e Austria che a loro volta consentono, tramite accordo siglato da tutti gli operatori GSM-R della rete europea, il transito delle comunicazioni GSM-R verso le altre nazioni non direttamente confinanti. Il Roaming GSM-R Internazionale è esteso oltre che ai paesi direttamente confinanti Francia, Svizzera ed Austria, anche con Germania e Olanda.

#### Roaming Internazionale GSM-R



#### Interconnessione tra reti GSM-R



La rete GSM-R di RFI è attualmente sottoposta ad un processo di verifica di conformità da parte di un Organismo Notificato, ai sensi della “Commission Regulation (EU) 2016/919 of 27 May 2016 on the technical specification for interoperability relating to the ‘control-command and signalling’ subsystems of the rail system in the European Union”.

Negli ultimi anni i gestori delle reti GSM-R europee hanno osservato casi di degrado della qualità delle comunicazioni che interessano in particolare i moduli radio GSM-R dei treni e che si evidenzia nei tratti di linea ferroviaria caratterizzati dalla presenza di forti segnali di Operatori Radiomobili Pubblici che trasmettono nella banda di frequenze adiacente a quella del GSM-R (downlink 921-925 MHz) causando fenomeni di interferenza sul GSM-R stesso. Anche in Italia si sono presentati alcuni casi di interferenza, in particolare da quando gli Operatori Radiomobili Pubblici utilizzano la banda di frequenze a 900 MHz per estendere le proprie reti in tecnologia 3G (ed in futuro 4G, cfr. Decisione 2011/251/UE).

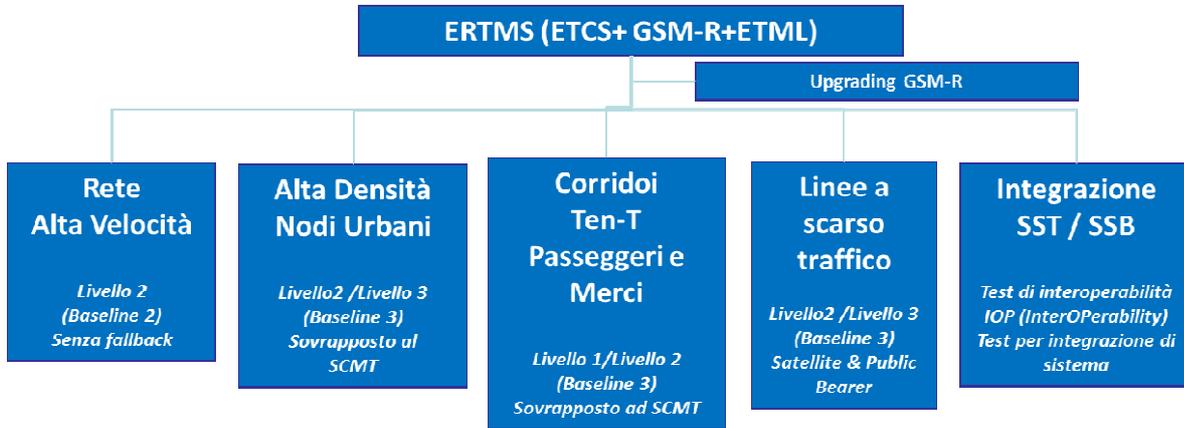
Allo scopo di definire un percorso di mitigazione del fenomeno, RFI ha avviato un tavolo di confronto con gli operatori radiomobili italiani ed il Ministero dello Sviluppo Economico.

#### 4.4 Portfolio applicazioni ERTMS in RFI

Il presente documento si prefigge dunque di definire la pianificazione a medio-lungo termine delle linee RFI da attrezzare con ETCS, sia per obblighi comunitari che per opportunità nazionali, sia per traffici ad alta velocità che per traffici merci approfondendo di volta in volta i dettagli tecnici e finanziari.

Nella seguente figura sono sintetizzate tutte le tipologie di applicazioni in esercizio, in realizzazione e sperimentazione per ERTMS/ETCS in Italia.

## Portfollio applicazioni ERTMS in RFI



Accanto quindi alle implementazioni pianificate per ottemperare gli obblighi comunitari (Corridoi Ten-T, nuove linee AV e test di integrazione SST-SSB), ve ne sono altre che nascono per nuove ed ulteriori opportunità di utilizzo (upgrading linee AV, alta densità nei Nodi, linee regionali a scarso traffico).

La parallela attuazione di tutte queste differenti tipologie di investimenti tecnologici per ERTMS, insistenti nelle medesime aree geografiche, e pianificate parallelamente nei prossimi anni, ai fini dell'ottimizzazione di utilizzo delle risorse finanziarie disponibili, in particolare nelle aree a maggior complessità come i nodi urbani, necessita di un'efficace strategia di committenza con scenario a medio-lungo termine.

I fattori pertanto di attenzione si basano sui seguenti presupposti:

- il sistema ETCS/ERTMS di Livello 2 concentra le architetture e l'operatività in posti centrali e occorre limitare al massimo le eterogeneità degli elementi di controllo dei treni costituiti dai Radio Block Center (RBC) e dai suoi dispositivi di interfaccia con gli operatori (QL).
- I perimetri di giurisdizione di ogni nodo urbano interessato da passaggi da una tratta AV/AC ad un'altra e/o dall'intersezione di differenti corridoi interoperabili e/o da alta densità, devono essere stabiliti valutando al contempo la relativa complessità architettonica, computazionale e operativa richiesta, considerando le differenti tipologie di applicazioni ERTMS previste, cercando di massimizzare l'integrazione e l'omogeneità tecnica ed operativa.
- La continuità operativa ERTMS per i treni dovrà essere garantita da zone di handover di RBC di Linea e di Nodo adeguatamente ubicate.

## 5 ERTMS: Obblighi legislativi ed opportunità di business

### 5.1 Il Reg. UE 2016/919: la nuova STI CCS

La Direttiva CE per l'interoperabilità Ferroviaria (Rif. [1]) stabilisce i criteri di applicazione e le possibili deroghe all'adozione delle STI.

Per quanto riguarda i sistemi di controllo e comando, la nuova STI CCS (Rif. [5]), pubblicata il 27 Maggio 2016, annulla e sostituisce le Decisioni di cui ai Rif. [2], Rif. [4] e Rif. [3].

La nuova STI CCS, in analogia a quanto recentemente avvenuto per le altre STI, ha la forma del Regolamento (piuttosto che di una Decisione CE) costituendo legge nazionale senza necessità di essere recepita dai Paesi Membri.

La STI CCS del 2016 riconosce le seguenti specifiche di riferimento (come definite nell'Allegato A della STI CCS stessa):

- Per il sistema di protezione della marcia ETCS (definito come sistema di classe A), la Baseline 2 (SRS versione 2.3.0d), la Baseline 3 First Maintenance Release (SRS versione 3.4.0) e la Baseline 3 Release 2 (SRS versione 3.6.0);
- Per il sistema di telecomunicazione radio (GSM-R e GPRS), la Baseline 1 di GSM-R (SRS versione 16.0.0).

Per l'applicazione di ETCS nel contesto nazionale di RFI (linee AV/AC) valgono le specifiche di cui al Rif. [18].

La STI CCS del 2016 prevede che gli Stati Membri definiscano un Piano nazionale per l'attuazione della STI, considerando la coerenza dell'intero sistema ferroviario dell'Unione europea e tenendo conto della sostenibilità economica del sistema ferroviario. Il piano dovrà comprendere un calendario dettagliato di attrezzaggio con il sistema ETCS delle linee della rete e la disattivazione di sistemi di classe B. I piani di attuazione nazionali dovranno riguardare un periodo di almeno 15 anni e dovranno essere aggiornati regolarmente, almeno ogni cinque anni. Gli Stati membri dovranno notificare i loro piani di attuazione nazionali alla Commissione entro 1 anno dopo la data di applicazione della STI. Il campo di validità della STI CCS è esteso all'intera rete ed a tutti i veicoli (inclusi mezzi d'opera) con i condizionamenti di seguito riportati.

#### 5.1.1 Obblighi di attrezzaggio con ETCS dei veicoli

In merito agli obblighi di attrezzaggio con ETCS dei veicoli, come indicato nella STI CCS, vale quanto segue:

- tutti i **nuovi veicoli** devono essere equipaggiati con sistemi ERTMS/ETCS:
  - in conformità con le SRS ETCS Baseline 2 oppure Baseline 3
  - in conformità con le sole SRS ETCS Baseline 3 (come definita nell'Allegato A) se messi in esercizio successivamente al 01/01/2019

Alle condizioni sopra riportate costituiscono eccezione i mezzi d'opera, le locomotive di manovra o i veicoli non intesi per l'esercizio "alta velocità" se usati solo in ambito nazionale (o se l'attraversamento di confine è limitato alla prima stazione) e senza interessare i corridoi ed i collegamenti con i porti e gli scali, il cui attrezzaggio con ETCS è previsto dal nuovo European Deployment Plan (Rif. [8]).

In aggiunta lo Stato Membro ha facoltà di derogare alla condizione sopra riportata nel caso il servizio del nuovo veicolo (adibito ad uso nazionale non "alta velocità") non interessi più di 150 km già equipaggiati con ETCS o che lo saranno entro 5 anni dalla messa in servizio del veicolo.

- per quanto riguarda i **veicoli esistenti**, l'obbligo di installare il SSB ETCS vale solo per i veicoli intesi per l'alta velocità in caso di primo attrezzaggio o modifica del sistema di protezione della marcia di bordo (a meno che tale modifica non sia dovuta a ragioni di sicurezza).

### 5.1.2 Obblighi di attrezzaggio con ETCS delle linee

Il calendario per l'implementazione dell'ERTMS dovrà rispondere alle linee di sviluppo comunitarie, con particolare riferimento ai requisiti imposti per la Core/Comprehensive Network dal Regolamento 1315/2013, attraverso gli investimenti previsti sulle sezioni nazionali della rete ferroviaria transeuropea, con priorità per le tratte appartenenti ai Corridoi Core.

Per quanto riguarda gli obblighi di installazione di ETCS a terra, la STI CCS (Rif. [5]), rimanda ad un successivo "Regolamento di esecuzione" come indicato all'Articolo 47 del Reg. UE n.1315/2013 (Rif. [6]).

Il Regolamento di esecuzione è stato pubblicato dalla Commissione il 5 gennaio 2017: Reg. (UE) 2017/6 (Rif. [8]) e contiene il piano europeo di implementazione del sistema europeo di gestione del traffico ferroviario (EDP) sui corridoi della rete centrale.

In particolare, per l'Italia, il programma al 2020 (Breakthrough Program), concordato con la EC e contenuto nel Reg.UE 2017/6 prevede:

- sul **Corridoio "Reno-Alpi"** (ex Corridoio A) - dove sono già in corso di realizzazione i collegamenti ERTMS da Ranzo a Luino, da Iselle a Domodossola, da Domodossola a Novara e da Chiasso a Milano - la realizzazione del collegamento da Milano al porto di Genova via Tortona;
- sul **Corridoio "Mediterraneo"** (ex Corridoio D), dove è stato installato ETCS sulla Pilot Line Milano – Treviglio, l'attrezzaggio sui binari delle linee storiche delle tratte Novara – Milano, Milano – Verona, Verona - Venezia Mestre, e Vicenza - Castelfranco Veneto - Portogruaro - Trieste/Villa Opicina
- sul **Corridoio "Scandinavo-Mediterraneo"** (ex Corridoio B), la realizzazione del collegamento da Brennero a Verona.

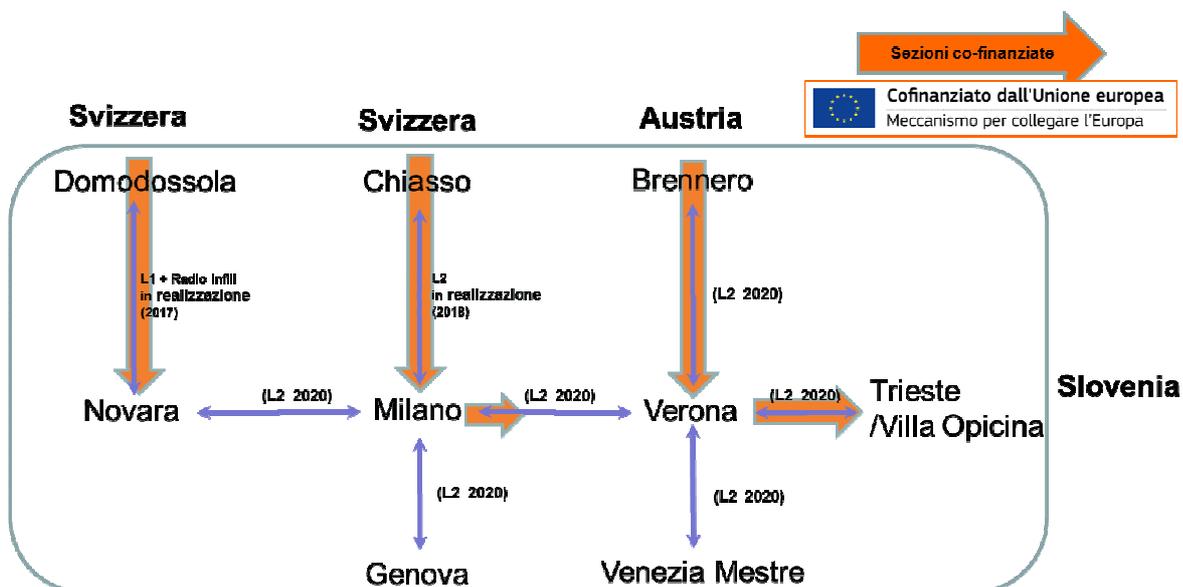


Figura 1 – Linee da attrezzare con ERTMS al 2020, co-finanziate (in arancione) e non

E' inoltre confermato l'obbligo dell'installazione di ETCS, nel contesto di progetti infrastrutturali co-finanziati dalla UE (anche se i finanziamenti non legati al segnalamento), che comprendono l'installazione di un nuovo sistema di protezione o di modifica di quello esistente (previo ottenimento di deroga da parte della CE, a meno che la modifica non sia giustificata da motivi di sicurezza).

Se l'intervento sul segnalamento è limitato ad una tratta < 150 km, l'implementazione di ETCS può essere ritardata sino allo scadere del primo tra:

- 5 anni dal termine del progetto
- collegamento con altra linea ETCS

## 5.1 Il Reg. UE 1315/2013: Rete Core e rete Comprehensive

Gli obiettivi strategici della programmazione a lungo termine per lo sviluppo del settore ferroviario sono definiti a livello europeo dal **Regolamento (UE) N. 1315/2013** (Rif. [6]) sugli orientamenti dell'Unione per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti (TEN-T).

In tale Regolamento si afferma che lo sviluppo ottimale della rete transeuropea dei trasporti deve avvenire attraverso una struttura a due livelli, consistente in una **“rete globale” (Comprehensive network)** e una **“rete centrale” (Core network)**, che si realizzano con differenti finalità e tempistiche ma garantendo la conformità ai requisiti delle STI e alla Direttiva CE/57/2008 al fine di assicurare l'interoperabilità della rete.

La rete globale si configura come una rete di trasporti estesa all'intero territorio europeo in grado di garantire l'accessibilità e la connettività di tutte le regioni dell'Unione, anche quelle remote e ultra periferiche, nonché di rafforzare la coesione sociale ed economica fra di esse.

Gli orientamenti stabiliti dal Regolamento (UE) N. 1315/2013 fissano i requisiti per l'infrastruttura della rete globale, al fine di promuovere lo sviluppo di una rete di alta qualità in tutta l'Unione entro il 2050.

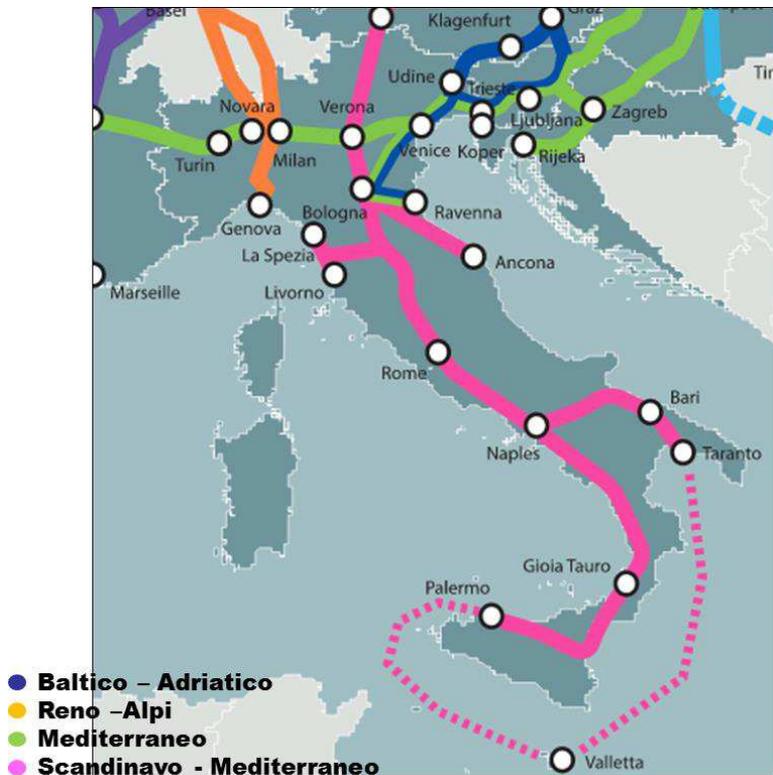
La rete centrale, che dovrebbe essere sviluppata per conformarsi alle disposizioni del Regolamento (UE) N. 1315/2013 entro il 2030, costituisce la “spina dorsale” dello sviluppo di una rete di trasporto multimodale sostenibile in grado di stimolare lo sviluppo dell'intera rete globale.

L'installazione dell'ERTMS costituisce un requisito per lo sviluppo delle reti centrale e globale.

Il Regolamento (UE) N. 1315/2013 istituisce inoltre 9 **Corridoi della rete centrale (Core Corridors)** quali strumento per facilitare la realizzazione coordinata della rete centrale, consentendo agli Stati membri di seguire un approccio coordinato e sincronizzato con riguardo agli investimenti nelle infrastrutture, in modo da gestire le capacità nella maniera più efficiente. I corridoi della rete centrale coprono i flussi di lungo raggio più importanti della rete centrale e mirano, in particolare, a migliorare i collegamenti transfrontalieri all'interno dell'Unione.

L'Italia è caratterizzata da circa 10.236 km di rete ferroviaria appartenente alla rete TEN-T globale ed è interessata da quattro dei nove Core Corridors europei.

La Rete TEN-T “core” italiana passeggeri e merci si estende per circa 5.655Km (in particolare 3.834 km rete centrale passeggeri, e 4.400 km rete centrale merci).



*Figura 2 – I Corridoi Core italiani*

## 5.2 Il Reg. UE n. 1316/2013: Finanziamenti Europei per l'ERTMS

Il regolamento (UE) n.1316/2013 (Rif. [7]) istituisce un nuovo meccanismo per collegare l'Europa ("CEF: Connecting Europe Facility"), e stabilisce le procedure per la concessione di fondi UE per sostenere progetti di interesse comune nei settori dei trasporti, telecomunicazioni ed energia, sfruttando le potenziali sinergie tra tali settori.

Esso determina per l'attuazione del CEF per il periodo 2014-2020 una dotazione finanziaria totale di 33 miliardi di euro di cui 26mld per il settore trasporti (Reti TEN-T).

L'80-85% dei fondi dovrà essere dedicato alla realizzazione di:

- Progetti lungo i 9 corridoi della Core Network;
- Progetti orizzontali: principalmente di natura informatica, come SESAR (Single European Sky Air Traffic Management System), o ERTMS, elementi trasversali ed essenziali di tutti i corridoi.

La Commissione pubblicherà regolarmente inviti a presentare proposte per garantire che beneficino del finanziamento solo i progetti migliori con il più alto valore aggiunto per l'UE.

I progetti ERTMS in corso di realizzazione, cofinanziati con fondi comunitari per ERTMS sono:

- Adeguamento a ETCS L2 a Baseline 230d della Tratta AV/AC Roma Napoli
- Corridoio Mediterraneo ex D - Linea Pilota ETCS L2 con Baseline 3 sovrapposta ad SCMT (Milano Lambrate-Treviglio)

- Linee di confine con la Svizzera: Linee pilota per Sperimentazione ETCS Livello 1 sovrapposto su SCMT
- Progetto ERSAT (ERTMS con Satellite) cofinanziato dalla nuova agenzia GSA nata per la gestione del sistema GALILEO
- Attrezzaggio ERTMS di alcune tratte del Corridoio Reno –Alpi, (Bando CEF-T 2014, circa 13M€ di fondi UE) in particolare:
  - ETCS Livello 2 sulla linea Milano Chiasso;
  - ETCS Livello 1 con Radio Infill sulla linea Domodossola Novara;
  - ETCS L1 LS sulla linea Domodossola-Iselle;
- Attrezzaggio ERTMS di alcune tratte dei Corridoi Core in accordo al Breakthrough program, (Bando CEF-T 2015, circa 45M€ di fondi UE) in particolare:
  - Vicenza – Treviso – Portogruaro – Trieste/Villa Opicina sul Corridoio Mediterraneo;
  - Brennero – Verona sul Corridoio Scandinavo – Mediterraneo;

### 5.3 Opportunità di Business (commerciali e saving)

#### 5.3.1 Alta Densità nei Nodi Urbani

La richiesta di alta capacità di traffico ferroviario, soprattutto pendolare, nei nodi metropolitani verrà soddisfatta mediante l'utilizzo del sistema ERTMS/ETCS (Livello 2 con funzione di integrità treno a bordo propria del Livello 3) opportunamente ottimizzato per specifico materiale rotabile, al fine di massimizzare le funzionalità di alta densità. Le nuove specifiche ERTMS Baseline 3 consentono infatti di ottimizzare l'utilizzo della linea (spazi di frenatura dei treni) in virtù di una migliore parametrizzazione delle curve di frenatura per treni aventi caratteristiche frenanti particolarmente prestanti.

A questo si aggiunge che nell'ambito delle evoluzioni future della Baseline 3, è previsto lo sviluppo dell'interfaccia con funzione ATO (Automatic Train Operation) che porterà ad ulteriori ottimizzazioni del traffico.

Nei nodi sarà previsto l'utilizzo di un RBC, detto "RBC di Nodo", mediante il quale saranno gestiti i treni-alta-capacità che saranno incanalati in "flussi" opportunamente individuati e specializzati con sezioni ridotte di lunghezza pari a circa 350m in linea e stazione (emi-itinerari).

L'approntamento del SST ETCS avverrà, in sovrapposizione ad SCMT (vedi Figura 3), nelle tratte individuate a valle o contestualmente alla migrazione tecnologica pianificata. In altre parole le sezioni corte saranno realizzate in stazione e in linea in presenza di impianti statici e l'implementazione delle stesse, se pur complessa, potrà avvenire in modo incrementale (vedi Figura 4). Per i grandi impianti con tecnologia elettromeccanica l'alta densità verrà implementata a valle dei segnali di protezioni garantendo la continuità ETCS. Contestualmente al rinnovo degli impianti, si procederà ad estendere l'alta densità nell'ambito degli stessi grandi impianti.

Verrà introdotta per la gestione del traffico "HD ERTMS" la funzionalità della coda sicura (vedi Figura 5) del materiale rotabile specializzato verificando da parte del RBC il position report inviato dal treno con specifico qualificatore per coda treno sicura dopo aver controllato il collegamento tra il SSB della loco in testa e quello della loco di coda in modalità Sleeping.

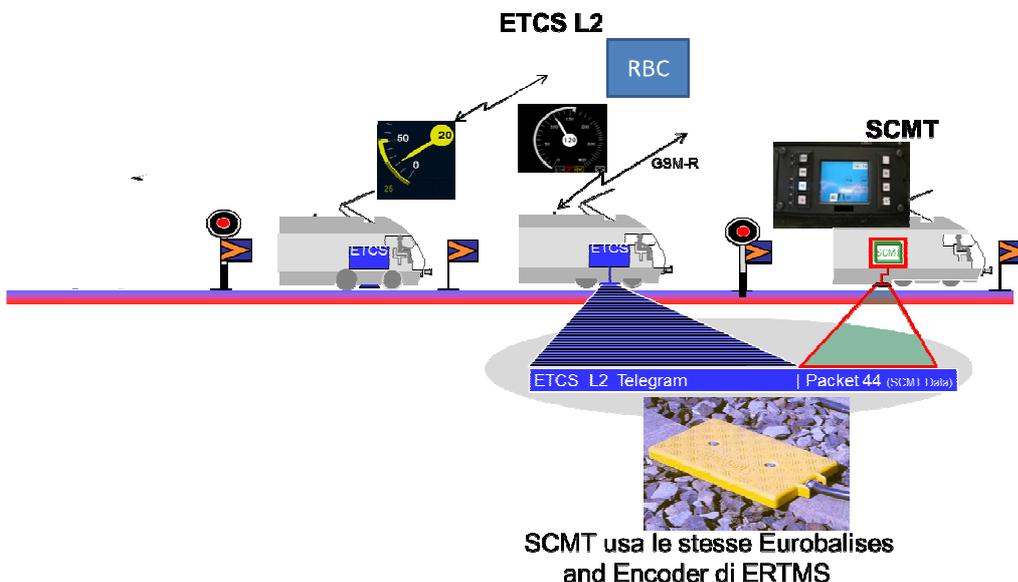


Figura 3 - HD ERTMS sovrapposto a SCMT

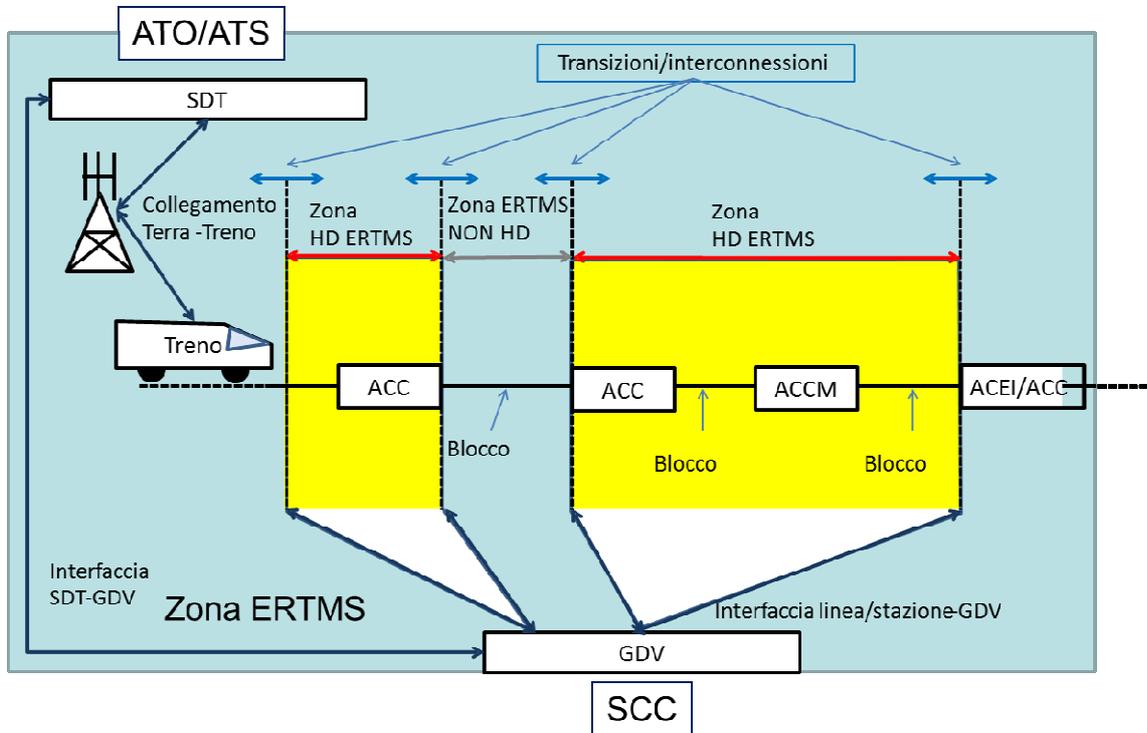


Figura 4 - Architettura di principio del HD ERTMS

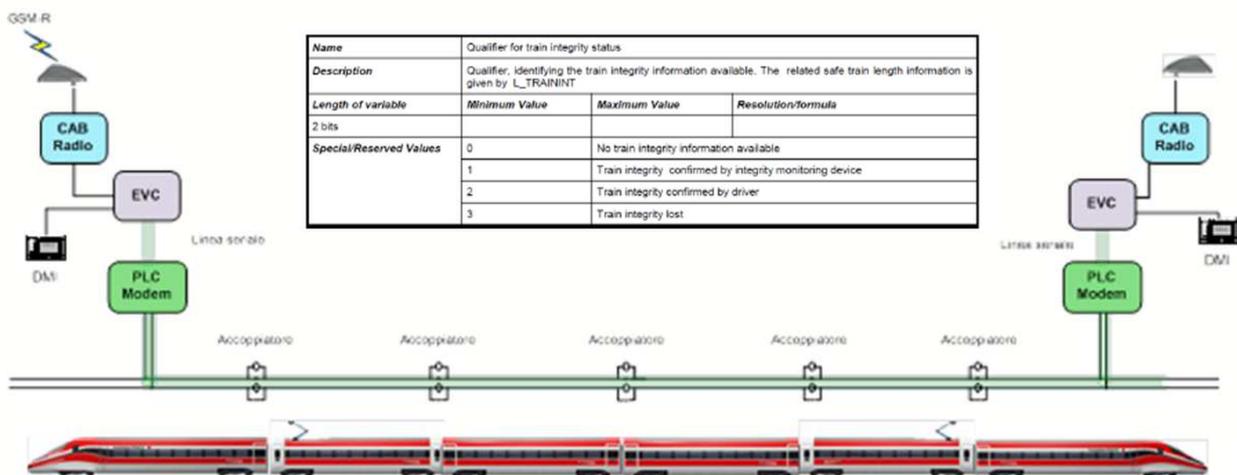


Figura 5 - Principio di funzionamento della coda sicura del treno

### 5.3.2 ERTMS “Regional” per i contesti regionali

Il sistema ERTMS Regional si pone come obiettivo, nell’ambito del progetto ERTMS, la riduzione dei costi di esercizio di linee secondarie a medio/scarso traffico con il fine di renderle economicamente più sostenibili e concorrenziali rispetto al trasporto su gomma.

Per contesto «Regional», si fa riferimento, più in dettaglio, a linee secondarie a medio/scarso traffico senza necessità di addensare treni, normalmente a semplice binario, normalmente non elettrificate o elettrificate 3 kV con normativa di esercizio «multistazione» e supervisione automatica della marcia.

In suddetto contesto regionale è possibile conseguire l’obiettivo preposto tramite:  
la rimozione:

- di tutti i segnali luminosi;
- di tutti i sistemi di rilevamento treno (cdb, pedali conta assi) sia in linea che in stazione;
- di tutti i pedali di comando apertura/chiusura PL;
- del sistema di protezione della marcia nazionale;
- delle boe Eurobalise aventi funzione di localizzazione treni (attraverso la funzione di “boe virtuali” fornita attraverso la tecnologia satellitare)

l’introduzione di un sistema di terra integrato che realizzi, nella configurazione più completa:

- le funzioni di Gestione della Via attraverso apparati di stazione e sistemi di blocco secondo logica ACCM con posti periferici non presenziabili,
- l’adozione di un sistema radio GSM-R o pubblico per la comunicazione SSB-SST,
- le funzioni di Distanziamento treni attraverso RBC ERTMS L3,
- il comando via radio degli enti di piazzale (es. deviatori, PL, etc...),
- la funzione di Supervisione ed Automazione della marcia dei treni (SCC),
- la tecnologia satellitare per applicazioni di segnalamento ferroviario (“boe virtuali”),
- la protezione cantieri in sicurezza via radio tramite l’uso di device quali tablet/smartphone,

e guardando ulteriormente al futuro attraverso l’introduzione delle funzioni di Gestione del Traffico ottimizzate e di ATO a bordo con il fine, inizialmente, di fornire indicazione a bordo della velocità consigliata anche per la riduzione dei consumi energetici, ed in seconda fase per consentire la marcia driverless.

Tale configurazione ERTMS Regional “Full Optional”, è scalabile nel senso che possono essere presenti non tutte le funzionalità descritte, oppure possono essere inserite per fasi successive.

Parallelamente i fornitori dovranno mettere a disposizione un sistema di bordo dotato di funzione “coda sicura” e, al fine di conseguire un abbattimento dei costi a livello di intero sistema, in configurazione “regional” ovvero con delle semplificazioni in termini di ridondanze che consentano di abbattere i costi anche a bordo.

RFI ha da qualche anno iniziato un percorso per conseguire gli obiettivi del sistema ERTMS Regional attraverso le attività di analisi del rischio, specificazione dei requisiti e sperimentazione in campo per quanto riguarda l’applicazione satellitare. In particolare sono in corso i seguenti progetti da intendersi come step iniziali di suddetto percorso:

- a) Applicazione di ERTMS L2 senza sistema di backup e senza segnali luminosi su linea a semplice binario in regime di DCO, sulle linee Arezzo-Stia ed Arezzo-Sinalunga gestite da La Ferroviaria Italiana (LFI), attualmente in fase di Gara: per maggiori dettagli si veda § 8.4;

- b) Applicazione di ACCM integrato con il sistema di Supervisione e con ERTMS L2 con uso della funzione “coda sicura” a bordo, blocco fisso virtuale in linea senza sistema di backup, senza segnali luminosi, senza sistemi di rilevamento treni in linea e senza pedali per il comando PL, sulla linea Merano-Malles gestita da Strutture Trasporti Alto Adige (STA): per maggiori dettagli si veda § 8.4;

Nei due progetti sopra menzionati la Direzione Tecnica di RFI svolge il ruolo di consulente sulla base di un contratto con i rispettivi Gestori delle linee.

In parallelo RFI, ha anche sviluppato in Sardegna, sulla linea Cagliari-Decimomannu, la prima applicazione sperimentale dell'ERSAT che unisce due progetti strategici ERTMS L2 e GALILEO (sviluppato dall'Europa per disporre di un sistema di geo-localizzazione autonomo ed a copertura globale: per maggiori dettagli si veda §8.3).

Ulteriori passi già intrapresi del percorso del progetto Regional sono (per dettagli §8.4):

- c) da fine 2016 il progetto per la specificazione e sperimentazione in campo dell'applicazione ACCM+SCC+ETCS L3 senza sistema di back-up, segnali luminosi e sistemi di rilevamento treni in linea e stazione con sito pilota sulla linea Roccasecca Avezzano;
- d) da inizio 2017 il progetto per la sperimentazione e l'introduzione della tecnologia satellitare ed ATO su ERTMS L2/L3 con sito pilota sulla linea Sangone-Pinerolo.

## 6 Principi per la migrazione ad ERTMS

### 6.1 Criteri per la migrazione ad ERTMS – Livelli e versioni di specifiche

Per la rete di RFI in considerazione degli investimenti realizzati negli scorsi 10 anni per la messa in sicurezza della rete con la realizzazione del SCMT e del GSM-R, si è già realizzato un importante passo per la migrazione verso ERTMS. L'SCMT è stato pensato e realizzato per aumentare la protezione automatica della marcia dei treni e al contempo essere quanto più “trasparente” con le normative e i regolamenti preesistenti integrandosi con il Blocco Automatico a Correnti Codificate e sovrapponibile a qualsiasi impianto di stazione e di blocco preesistenti. Al contempo è stato realizzato con componenti interoperabili come Encoder ed Eurobalises in un’ottica di sovrapposizione con il sistema ETCS durante la migrazione.

I criteri generali che ispirano la strategia di migrazione di ERTMS e la scelta di Livelli e Baseline da implementare sulla rete di RFI sono i seguenti:

- Linee alta velocità: → ETCS Livello 2 non sovrapposto a sistemi nazionali. La baseline di riferimento sarà la Baseline 2 sino preferibilmente al 2020, dopo il 2020 la Baseline di riferimento dovrà essere la 3 con alcune eccezioni per i grandi progetti in avanzata fase di realizzazione;
- Linee convenzionali → ETCS Livello 1/2 Baseline 3:
  - Linee convenzionali con BAcc: → ETCS Livello 2 Baseline 3 inizialmente sovrapposto ai sistemi nazionali;
  - Linee convenzionali con BCA: → ETCS Baseline 3 inizialmente sovrapposto ai sistemi nazionali; il Livello da preferirsi è il L2 che offre un più elevato livello di prestazioni e sicurezza ma nel caso di situazioni particolari o laddove fosse particolarmente vantaggioso dal punto di vista economico l'attrezzaggio (per es. in assenza di ACCM) è possibile anche la scelta del L1 con radio infill;
  - Nodi urbani: → ETCS Baseline 3 (Release 2) Livello 2 con blocco virtuale (funzione integrità treno disponibile a bordo) inizialmente sovrapposto ai sistemi nazionali;
  - Linee di confine con la Svizzera (in presenza di segnalamento Svizzero): → ETCS Baseline 3 Livello 1 con Euroloop.

Tenuto in considerazione che le STI attualmente in vigore (Rif. [5]) prevedono sia le specifiche ETCS Baseline 2 che la Baseline 3 (1a Maintenance Release (SRS versione 3.4.0) e Release 2 (SRS versione 3.6.0)), si evidenzia che:

- la Baseline 3 - 1a Maintenance Release - rispetto alla Baseline 2 introduce importanti novità funzionali tra cui:
  - maggior numero di International Train Categories potenzialmente disponibili;
  - gestione PL non protetti;
  - standardizzazione del modello treno (curve di frenatura);
  - standardizzazione dell'interfaccia del PdC (DMI);
  - l'introduzione del modo operativo Limited Supervision;
  - gestione ottimizzata del radio infill;
  - la funzionalità Permitted Braking Distance;
- la Baseline 3 - Release 2 - include, oltre ad alcune “error corrections” la gestione della comunicazione GPRS (protocollo IP) e la gestione delle chiavi crittografiche on-line. Il principio su cui è stata costruita la Baseline 3 Release 2 è quello che sia garantita, oltre alla backward compatibility di un bordo Baseline 3 Release 2 rispetto a tutte le Baseline di terra riconosciute, anche la forward compatibility di un bordo Baseline 3 - 1a Maintenance Release - rispetto ad una terra Baseline 3 Release 2.

L'utilizzo della Baseline 3 quindi è necessaria da subito per le linee convenzionali, perché permette di sfruttare le funzionalità necessarie per la completa gestione del traffico merci interoperabile (train categories complete), per la gestione di specificità presenti sulle linee convenzionali (si veda per esempio la funzione dedicata alla protezione dei PL), e per l'alta densità nei nodi urbani (gestione ottimizzata curva di frenatura e utilizzo del GPRS per le comunicazioni radio terra-treno).

Le differenti versioni di ERTMS richiedono per un pieno utilizzo dell'investimento tecnologico del sottosistema di terra ERTMS, un coerente piano di implementazione dei relativi sottosistemi di bordo ERTMS da parte delle imprese ferroviarie in relazione alle funzionalità richieste e al "version management" (un sottosistema di bordo con Baseline 2 non può circolare su sottosistema di terra Baseline 3).

Tutte le Imprese Ferroviarie oggi circolanti in Italia con ETCS e quelle in procinto di farlo, hanno previsto di introdurre sui propri rotabili sia dedicati al traffico alta velocità e non, la Baseline 3 (unica cofinanziabile da programmi CEF). Nel transitorio temporale di upgrading ad ERTMS della Baseline 3 dei mezzi circolanti, si dovrà mantenere a terra anche l'attuale SCMT per consentirne l'uso e permettere la circolazione sia a quel materiale rotabile esistente ancora con la Baseline 2 di ETCS non compatibile con la Baseline 3 a terra, sia quello sprovvisto di ETCS, senza tuttavia poter utilizzare per tali treni oltre all'interoperabilità, le maggiori prestazioni offerte dall'ETCS Baseline 3, e dovendo gestire quindi le eventuali perturbazioni indotte in termini di circolazione sugli atri treni già upgradati alla suddetta baseline 3.

In merito ad ETCS Baseline 3, si evidenzia che il SST ETCS può essere configurato con le sole funzioni di Baseline 2 (SRS 2.3.0d), oppure configurato anche con le funzioni di Baseline 3 (SRS 3.4.0 o 3.6.0) e quindi percorribile in modalità ETCS dai soli SSB Baseline 3.

In virtù delle grandi potenzialità offerte da ERTMS ma anche dalla necessaria verifica della integrazione fra sottosistemi, è quindi di estrema importanza coordinare gli investimenti lato sottosistema di terra con quelli lato sottosistema di bordo al fine di massimizzare i ritorni di funzionalità offerte dal sistema stesso coordinando la gestione delle differenti configurazioni che l'evoluzione ERTMS offre ed offrirà sempre di più nel tempo.

## 6.2 Considerazioni per le applicazioni ERTMS a bordo

Sulla base di quanto sopra in merito ai criteri di attrezzaggio sulle linee convenzionali di RFI sono evidenziate le seguenti considerazioni per l'attrezzaggio dei veicoli con ETCS:

- tutti i veicoli il cui utilizzo è pensato per l'alta densità dovranno essere attrezzati con la Release 2 della Baseline 3 (e sue successive evoluzioni per l'integrazione con ATO);
- per i veicoli della flotta AV dovrà essere pensato un graduale piano di migrazione verso la Release 2 della Baseline 3 anche per la gestione on-line dell'aggiornamento delle chiavi crittografiche e in previsione delle nuove tratte AV dal 2020 realizzate con Baseline 3;
- tutti i veicoli interessati all'esercizio sulla Direttissima Roma-Firenze, senza sovrapposizione con il sistema SCMT, dovranno essere attrezzati con ETCS (la Baseline 2 risulterebbe sufficiente ma è auspicabile l'installazione della Baseline 3 per sfruttare le migliori da essa introdotte e che potrebbero essere sfruttate per es. nel contesto alta densità);
- per il resto della flotta interessata all'esercizio sui corridoi o comunque sulle linee in cui ETCS sarà inizialmente in sovrapposizione ad SCMT, l'installazione di ETCS (prevalentemente Baseline 3) consente un aumento del livello di protezione (allineamento al Decreto 4/12 di ANSF – vedi Rif. [20]) e di performance laddove previsto ETCS L2.

Sarebbe auspicabile che ogni nuovo rotabile avesse ETCS in dotazione a prescindere dalla tipologia di esercizio prevista senza tener conto delle deroghe previste (vedi § 5.1.1).

## 7 Migrazione verso ERTMS: elementi di valutazione economica

Gli studi svolti a partire dai dati raccolti nei data base di manutenzione di RFI, o svolti da soggetti esperti di settore (Ernest&Young, Università Bocconi), mettono in evidenza come il sistema ETCS L2 e L3 consenta una diminuzione sensibile dei costi di manutenzione del segnalamento rispetto al sistema nazionale. L'introduzione di ERTMS sulla rete convenzionale, determina un business case positivo a livello di intero sistema ferroviario solo nel momento in cui la migrazione di ETCS a terra è accompagnata nel più breve lasso di tempo possibile da un piano di dismissione del sistema di classe B preesistente, per evitare i sovraccosti della manutenzione di due sistemi di segnalamento sovrapposti.

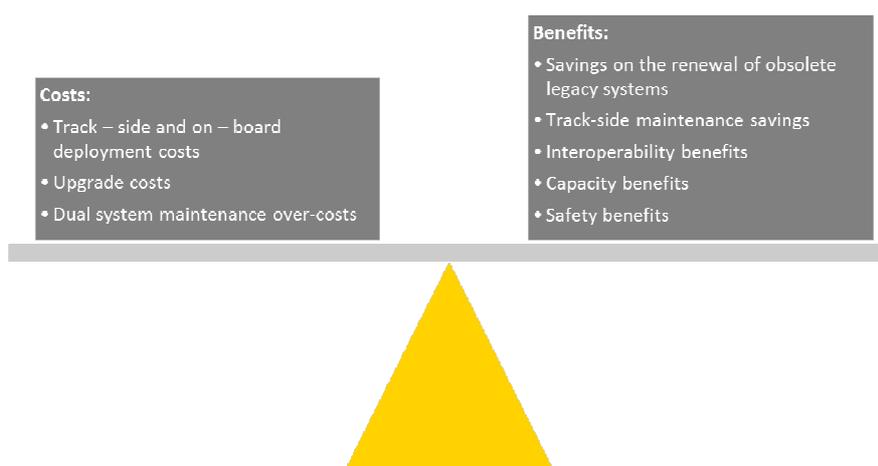
Una politica legislativa e di incentivi atta ad agevolare e velocizzare la migrazione di ETCS a bordo della flotta delle IIF consentirebbe allo Stato Membro, a seguito della dismissione del sistema di classe B a terra, un recupero dell'investimento verso ETCS in tempi tanto più brevi quanto più rapido è l'attrezzaggio della flotta.

### 7.1 Valutazioni da Studio Ernest&Young

Nel corso del 2015, la Commissione Europea ha assegnato alla società Ernest&Young (E&Y) il compito di analizzare il business case legato all'introduzione di ETCS, a livello di sistema ferroviario (Gestori Infrastruttura ed Imprese Ferroviarie) e con riferimento ai corridoi RALP e NSM come casi di studio.

Di seguito si sintetizzano le modalità dello studio e le conclusioni raggiunte facendo riferimento, per praticità, al solo corridoio RALP ma tenendo conto che anche per il corridoio NPM valgono di fatto considerazioni analoghe (per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla presentazione di cui al Rif. [35] rilasciata in occasione del Workshop della CE del 28/4/2016).

I costi ed i benefici individuati nello studio sono sintetizzati nella figura di seguito.



In particolare contribuiscono ai costi:

- la fornitura e l'installazione dei SSB e SST
- gli aggiornamenti (SW)
- il mantenimento in efficienza del sistema ETCS in parallelo al sistema nazionale durante tutto il periodo di migrazione sino al momento in cui il sistema nazionale può essere dismesso e non più

installato a bordo

I benefici più significativi legati all'introduzione di ETCS sono invece:

- riduzione dei costi di manutenzione del SST (in particolare per le applicazioni L2)
- potenziale incremento della capacità
- benefici legati all'interoperabilità quali la riduzione dei tempi di attraversamento dei confini ed in generale una diminuzione dei costi di gestione dell'asset da parte delle IF grazie ad una maggior omogeneità della flotta
- incremento della sicurezza rispetto alla maggior parte dei sistemi di protezione della marcia nazionali con conseguente riduzione dei costi diretti (danni, costi di assicurazione) ed indiretti associati ad inconvenienti/incidenti

I primi due benefici sono allocati ai soli GI mentre il terzo alle sole IF; il quarto ha invece valenza sia per GI che per IF.

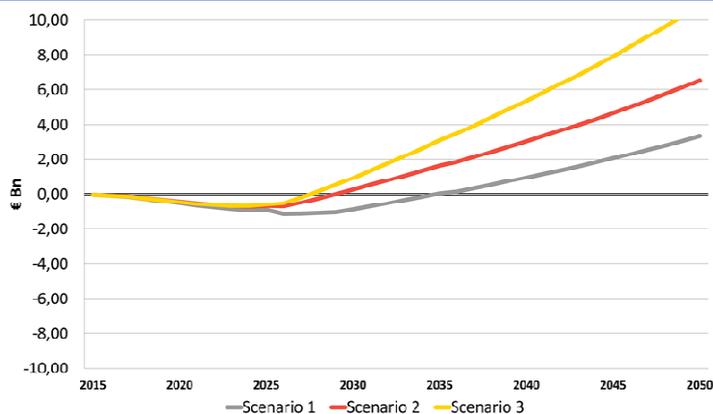
E&Y ha preso in considerazione 3 ipotesi di scenario, uno più conservativo (scenario n° 1), uno più ambizioso (scenario n° 2) ed un terzo scenario ideale (scenario n° 3) che presuppone l'attrezzaggio dell'intero corridoio con il solo L2.

La differenza tra i tre scenari consta essenzialmente nelle seguenti ipotesi:

- ✓ costo/km del SST che varia da € 262.000 a € 175.000 (considerando un fattore positivo di scala)
- ✓ l'attrezzaggio delle linee avviene secondo i piani nazionali e comunque il completo attrezzaggio con ETCS del corridoio entro il 2030
- ✓ aumento di capacità: nullo nello scenario 1, del 10% nello scenario 2 e del 20% nello scenario 3
- ✓ diverso numero di locomotive da aggiornare che varia da 2.150 a 1.800 tra lo scenario 1 ed il 2 e 3
- ✓ benefici legati all'interoperabilità stimati come riduzione dei costi di gestione della flotta del 5% nello scenario 1, del 7% nello scenario 2 e del 9% nello scenario 3

La figura di seguito rappresenta il risultato grafico dello studio svolto da E&Y con l'individuazione del Break even point distinto per i tre scenari e dove NPV (Net Present Value) rappresenta il valore attuale netto dei flussi di cassa attualizzato sulla base del tasso di rendimento mentre IRR (Internal Rate of Return) rappresenta il rendimento dell'investimento.

Item	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
NPV (M€)	26	767	1501
IRR	8,25%	15,22%	19,30%
Break even point	2035	2029	2028

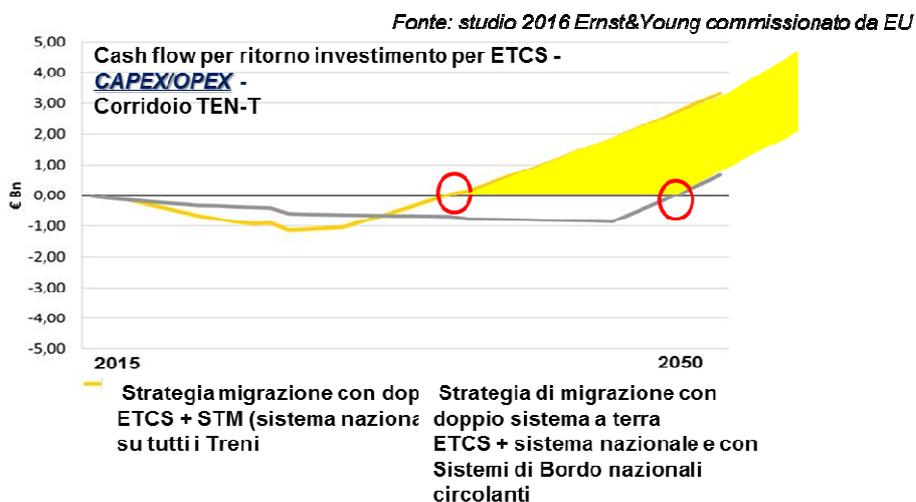


Cumulative overall cash flows on the corridor

Lo studio di E&Y fa anche un'ipotesi su due possibili strategie di migrazione:

- **Dual On-board:** in questo caso la priorità è data all'aggiornamento della flotta interessata a svolgere esercizio sul corridoio e nell'ipotesi che l'upgrade sia completato nel 2025; l'implementazione di ETCS a terra segue i piani di attuazione nazionali con la precisazione che a partire dal 2025 è contestuale alla dismissione del sistema di protezione nazionale
- **Dual Trackside:** l'attrezzaggio di ETCS a terra segue i piani nazionali che prevedono il completamento dell'attrezzaggio sull'intero corridoio nel 2030 ma comunque sempre in sovrapposizione al sistema nazionale; non è data priorità all'aggiornamento dei veicoli esistenti e si ipotizza che sino al 2045 possano interessare il corridoio veicoli non attrezzati con ETCS (stima della vita di una locomotiva pari a 30 anni).

La figura di seguito descrive l'applicazione delle due strategie di migrazione allo scenario 1 sopra descritto evidenziando come la scelta di partire il prima possibile con l'aggiornamento della flotta porti a dei benefici a livello di sistema ferroviario in tempi significativamente più rapidi (in sostanza dopo 5 anni dal completamento dell'aggiornamento della flotta) rispetto alla scelta di non aggiornare i veicoli esistenti.



Una attenta analisi dello stralcio dello studio proposto nel documento evidenzia come per lo scenario 1 (caso conservativo: aumento capacità nullo, maggior numero di locomotive da attrezzare, 5% benefici legati all'interoperabilità) messo a confronto nelle due strategie di migrazione, ovvero coesistenza del doppio sistema di segnalamento a terra oppure coesistenza del doppio sistema di segnalamento a bordo, si ottiene il rientro dell'investimento complessivo (sia a terra che a bordo) in un tempo molto più corto nel secondo caso (doppio sistema di segnalamento a bordo), confermando le stime fatte anche da RFI.

In sintesi la considerazione che deriva dallo studio di E&Y è che con ETCS un business case positivo è possibile e può essere conseguito tanto prima quanto più gli sforzi verso l'installazione di ETCS sono comuni lato terra e bordo poiché questo significa anticipare la dismissione dei sistemi nazionali.

## 7.2 Valutazioni da analisi dell'Università Bocconi

Nell'ambito del progetto ERSAT per l'applicazione della tecnologia satellitare (vedi §8.3), l'Università di Milano Bocconi ha svolto una analisi costi/benefici confrontando, con orizzonte temporale 35 anni ed in un contesto di esercizio regionale (Sardegna), uno scenario di riferimento ("Baseline scenario") rispetto ad uno scenario obiettivo ("Project scenario") dove valgono le seguenti ipotesi:

per il "Baseline scenario":

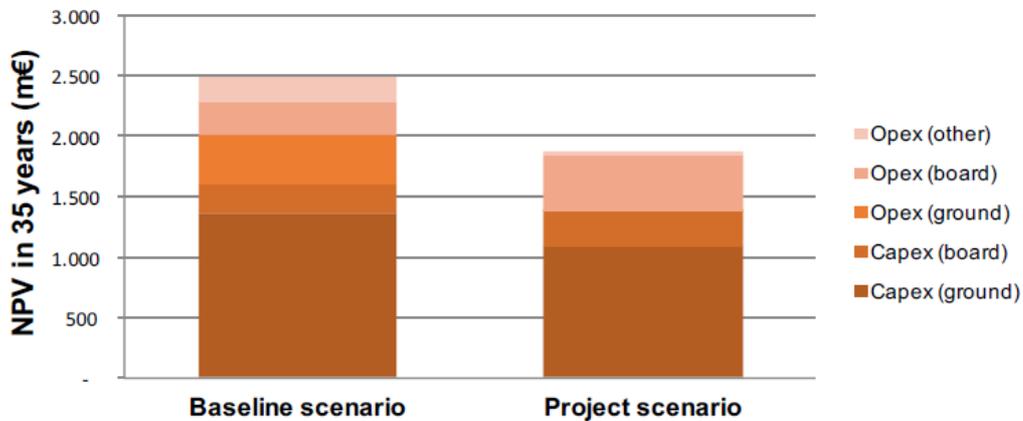
- Applicazione della tecnologia ETCS L2 con balise fisiche
- Comunicazione radio basata su GSM-R

per il "Project scenario":

- Applicazione della tecnologia satellitare al sistema ETCS L2 con conseguente possibilità di sostituire le balise fisiche con balise virtuali (stima di sostituzione dell'80% delle balise fisiche)
- Comunicazione radio basata su GSM pubblico piuttosto che sul GSM-R

Di seguito si sintetizzano le conclusioni e le valutazioni dello studio rimandando al Rif. [36] per approfondimenti.

La figura di seguito mette in evidenza come il "Project scenario" comporti benefici (rapporto benefici/costi pari a 1,37) in termini di costi di investimento iniziali (CAPEX) e di esercizio e manutenzione (OPEX) specialmente per quanto riguarda il Gestore Infrastruttura.



In particolare, con riferimento alla sola tecnologia satellitare, lo studio stima le seguenti ricadute per il Gestore Infrastruttura:

**CAPEX:**

- + 560 €/km di costi di investimento per i componenti aggiuntivi necessari a svolgere le funzioni satellitari
- - 6.000 €/km di riduzione dei costi di investimento in balise fisiche

**OPEX:**

- si ritengono trascurabili i costi di manutenzione dei componenti aggiuntivi (funzioni satellitari) rispetto ai costi di manutenzione del Radio Block Center di ETCS
- - 56 €/km di riduzione dei costi di manutenzione per le balise fisiche

L'introduzione della tecnologia satellitare a bordo non comporta invece benefici economici diretti per le Imprese Ferroviarie ma solamente benefici economici collaterali quali:

- risparmi legati al minor numero di indebite frenature causate da guasti alle boe fisiche
- maggior puntualità e risparmio di tempo in fase di start of mission

**7.3 Valutazione oneri di manutenzione ordinaria (MO) su ETCS e SCMT da database RFI**

Avendo in esercizio sulla rete RFI sia linee AV con ETCS L2 senza segnali luminosi sia una linea AV con segnali luminosi e protetta con il sistema di nazionale SCMT+BACC, interrogando il data base Inrete2000 usato per le attività di manutenzione di RFI, si è svolta un'analisi finalizzata a confrontare gli oneri manutentivi inerenti i due sistemi di protezione della marcia.

L'intervallo di osservazione preso in considerazione è 1 anno (2015) mentre le tratte censite sono state:

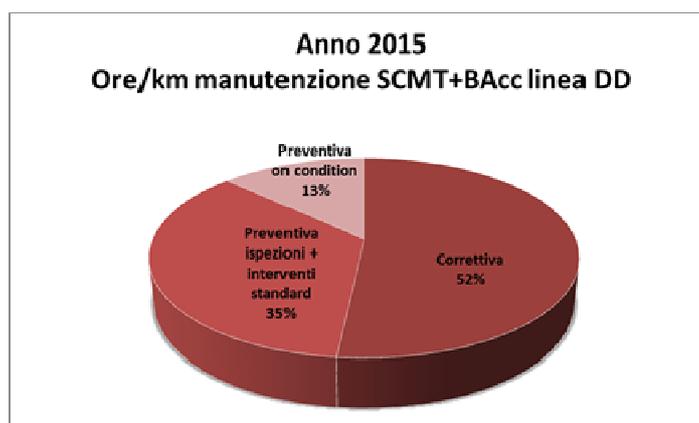
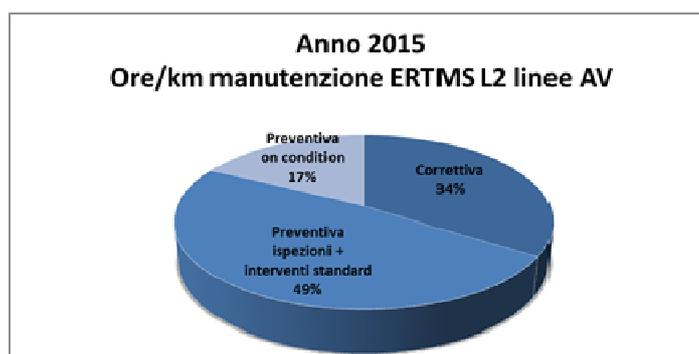
- Direttissima Roma-Firenze da PM Rovezzano fino a Settebagni
- Linee AV/AC Roma-Napoli, Torino-Milano, Bologna-Firenze, Milano-Bologna esclusi i bivi e le interconnessioni per non inquinare il confronto con tratte su cui è presente sia il sistema ETCS sia il sistema nazionale
- Posti Centrali di Settimo, Roma e Bologna

I componenti presi in considerazione per la quantificazione delle ore di manutenzione (correttiva e preventiva) sono stati:

- Armadio relè/BA/alimentazione (\*)
- PI SCMT/ERTMS
- RBC
- Segnale Ferroviario
- Sezione BA (cdb del BAcc e cdb audiofrequenza usato sulle linee AV con ETCS)

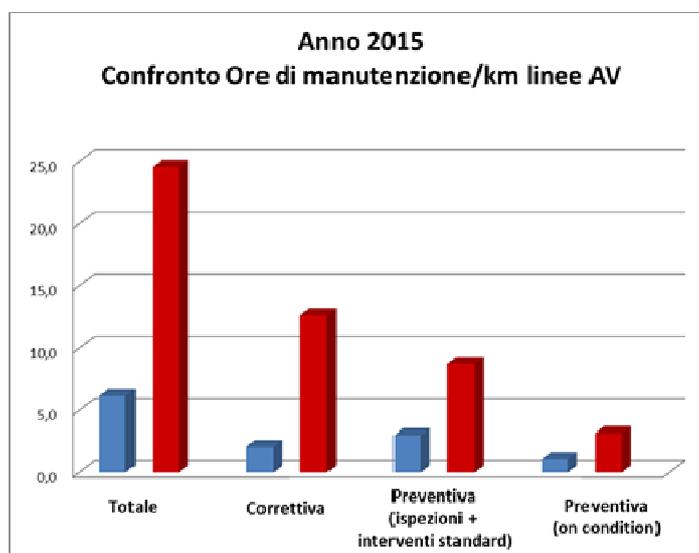
(\*) questa voce può includere anche interventi su componenti non direttamente correlati con i sistemi di protezione; il filtraggio di questi contributi non è immediato e comunque sono stati considerati a fattor comune sia sulle linee con ETCS che con SCMT+BAcc.

Il contributo legato al sistema di comunicazione radio (TLC) non è stato considerato poiché richiede un'elaborazione più accurata per estrarre le informazioni dal data base Inrete2000; si è comunque ritenuta trascurabile la differenza di tale contributo tra linee con ETCS L2 e linee con SCMT+BAcc considerato che anche su linee senza ETCS si assume presente l'infrastruttura TLC GSM-R per la comunicazione voce e per usufruire delle funzioni di comunicazione mobile EIRENE. Di seguito, in forma grafica, i risultati della distribuzione delle tipologie di manutenzione per i due diversi sistemi.



Dai risultati di cui sopra emerge che nel computo totale delle ore di manutenzione il contributo della manutenzione correttiva pesa meno per ETCS (30% circa) rispetto a SCMT+BAcc (50% circa). Questo può trovare giustificazione nella obsolescenza della tecnologia usata sulla DD (in particolare il BAcc) ma è anche dovuto al minor numero di componenti necessari al sistema ETCS per proteggere la marcia.

Nel grafico di seguito invece sono indicati i risultati del confronto tra i due sistemi in termini di ore di manutenzione, entrambi normalizzati per km.



Da quanto sopra emerge che le ore totali di manutenzione di ETCS sono 1/4 di quelle richieste da SCMT+Bacc.

Tenuto conto di un costo medio pari a €100/ora per gli oneri di manutenzione (inclusivi di costi uomo, componentistica di ricambio, riconfigurazione e costi legati ai disservizi arrecati dai guasti), si stima che i costi medi a Km per anno nel caso del sistema di classe A e B sono:

ERTMS L2 – Classe A	SCMT – Classe B
600 € /Km anno	2.400 € /Km anno

*Tabella 1. Costi MO (Classe A- Classe B)*

I costi di MO per ETCS L2 a km stimati, sono per il solo ETCS L2 di 600 €/km. Stimando una capacità realizzativa di 400km/anno, il costo di MO per la sola parte ETCS sarebbe incrementata di 240.000 €/anno. Al 2030 su 5.600 km (considerando la sola rete Core), si avrebbe una stima conservativa e di massima dei costi di MO per il solo ETCS di 3,36 M€.

I costi di MO sugli stessi 5.600 km per la sola parte SCMT sarebbero circa 13,44M€, con una stima conservativa dei costi totali di MO, considerando la sovrapposizione di ETCS ed SCMT, di 16,8M€.

#### 7.4 Considerazioni sui costi per applicazioni ERTMS L3 in contesto “regionale”

Con riferimento al contesto “regionale” (vedi 5.3.2), a fronte dell’investimento legato all’introduzione del ERTMS L3 integrato con ACCM e sistema di Supervisione, il risparmio in termini di costi di esercizio e manutenzione, rispetto all’attuale scenario che prevede segnali luminosi, sistemi di rilevamento treni (cdb, pedali conta assi), pedali PL ed il sistema di protezione della marcia nazionale (SSC o SCMT) può essere conservativamente stimato pari ad un fattore 10.

Tale stima naturalmente vale nel momento in cui sia possibile dismettere il sistema nazionale ovvero se la flotta interessata all’esercizio sulla linea “regionale” sia attrezzata con ERTMS e “funzione di integrità treno”.

## 7.5 Attività di Manutenzione Straordinaria (MS) su Segnalamento esistente

Le attività di manutenzione straordinaria sul Segnalamento esistente fanno parte di un programma di investimenti già avviato, parallelo e propedeutico a quello dell'ERTMS. Questo programma prevede oltre ai rinnovi di SCMT e del Blocco automatico a correnti codificate, anche il rinnovo di apparati di stazione elettronici e dei posti centrali, rappresentando questi ultimi un elemento fondamentale per la realizzazione a basso costo di ETCS L2 o L3.

In mancanza di una programmazione nota degli upgrading del Materiale rotabile con l'ERTMS, la programmazione della MS su Segnalamento esistente deve essere mantenuta, portando pertanto ad una strategia di tipo DualTrakside.

Il rinnovo degli apparati di stazione, se fatto con una strategia nota di attrezzaggio del materiale rotabile (approccio Dual On-board), eviterebbe il rinnovo anche di SCMT.

## 7.6 Oneri gestionali dovuti alla sovrapposizione SCMT ed ETCS

Nel presente paragrafo si evidenziano i fattori che determinano gli oneri gestionali per i sistemi ERTMS e SCMT. Si osservi come il fattore I, in caso di sovrapposizione del sistema ERTMS e del sistema nazionale, determini costi che sono superiori alla somma algebrica dei costi che caratterizzano ciascun singolo sistema:

### I. Gestione doppia delle modifiche.

Gli oneri manutentivi gestionali e di riconfigurazione effettuati su uno dei due singoli sistemi SCMT ed ERTMS L2/3, malgrado questi siano completamente disaccoppiati relativamente alle proprie funzionalità, hanno un pesante riflesso perturbativo ed economico anche sull'altro. Questo sia per il fatto che utilizzano dei componenti HW comuni, anche se solo in parte, (boe, encoder e GSM-R), sia per il fatto che ogni modifica necessaria a enti o al layout di stazione o di linea o ad apparati (ACEI o ACC) a cui i due singoli sistemi SCMT ed ERTMS fanno comune riferimento, richiede poi un doppio intervento di riconfigurazione, verifica di non regressione, di ricertificazione e di messa in servizio su entrambi i sistemi di sicurezza. Analogamente la modifica necessaria ad uno dei componenti di un solo dei due sistemi (SCMT o ERTMS) determina una ricaduta anche sull'altro sistema. SCMT ed ERTMS Livello 2/3 hanno inoltre una differente concezione architeturale. L'ERTMS L2/3 infatti massimizza la concentrazione delle informazioni sia di linea che di stazioni più o meno complesse sotto la giurisdizione di una Data Base del Radio Block Center. SCMT invece distribuisce sul territorio le sue apparecchiature, le relative informazioni in analogia a quanto fanno i segnali luminosi tradizionali e la cartellonistica. Ciò comporta che una modifica locale sia del Layout di linea o di stazione, che di singolo punto informativo, circuito di binario codificato o ente, per SCMT richiede una ricertificazione solo locale, mentre per ERTMS Livello 2 o Livello 3 richiede una ricertificazione completa del DataBase del Radio Block Center. Per tale differente architettura, costi di Progetto, Verifica, Validazione, Certificazione e messa in servizio delle due tipologie di modifiche su singolo ente distribuito di SCMT e su Radio Block Center al posto centrale, hanno costi diretti ed indiretti che differiscono anche di un fattore di scala 10 a sfavore di ETCS. Stimando un intervento all'anno ogni 200km per modifiche di applicazione specifica (riconfigurazione) per uno dei due sistemi o per uno degli apparati di stazione, i costi medi di progettazione, verifica, validazione, valutazione da parte di NoBo, corse prova, certificazione e MIS sul sistema ETCS, anche quando indotti dalla modifica di un altro sistema, sono stimabili in modo conservativo e come media in € 70.000, quindi 350 €/km all'anno.

### II. Gestione dei Rallentamenti.

La gestione dei rallentamenti fatti in SCMT necessita, in aggiunta ai i relativi 3 cartelli di avviso, inizio e fine rallentamento, dell'utilizzo di almeno 6 boe per binario prima da programmare a

cura di personale dedicato e poi da posare a cura delle squadre specializzate quindi successivamente da rimuovere sempre in modalità di interruzione della linea. L'ERTMS livello 2/3, utilizzando invece la modalità centralizzata via Radio di istituzione e rimozione rallentamenti, non ha costi. Considerata poi la granularità che offre ETCS per la gestione dei rallentamenti (al metro), e quella offerta da SCMT (al km), ci sarebbe anche da considerare l'ulteriore danno economico relativamente all'abbattimento dei tempi di percorrenza per i treni SCMT e gli effetti indotti sugli altri ETCS che seguono ma che qui trascuriamo. Considerando mediamente l'istituzione di cinque rallentamenti l'anno su una tratta di 200 km, i costi medi interni complessivi in termini di istituzione e rimozione del rallentamento SCMT sono stimabili in € 4.000 a rallentamento incluso ore uomo, costi interruzione e materiali, quindi 100 €/km all'anno.

Si sottolinea che in questo contesto non vengono quantificate le stime economiche derivanti dai benefici in termini di sicurezza, disponibilità e affidabilità che la gestione con un unico sistema, l'ERTMS, apporterebbe complessivamente.

#### 7.7 Stima del Risparmio economico con una contestuale dismissione di SCMT all'atto dell'installazione di ERTMS

Facendo riferimento agli esempi ed alle considerazioni di cui ai § 7.3 e § 7.6 si riportano di seguito le tabelle di sintesi dei costi di manutenzione ordinaria ed esercizio annui nei possibili scenari: quello di sovrapposizione tra ERTMS e SCMT (approccio Dual Trackside) e quello con ERTMS stand alone (approccio Dual On-Board: ovvero dismissione contestuale di SCMT, cioè ERTMS disponibile da subito su tutta a flotta interessata all'atto dell'installazione a terra di ERTMS), confrontati con quelli del solo SCMT.

Costi di MO ed esercizio/ km anno			
	Dual Trackside ERTMS L2 + SCMT	Dual Onboard ERTMS L2	SCMT
§ 7.3	600 + 2.400 €/Km anno	600 €/Km anno	2.400 €/Km anno
§ 7.6 I (oneri legati a riconfigurazioni ad ERTMS indotte da modifiche a SCMT)	350 €/Km anno	0	0
§ 7.6 II (oneri legati alla gestione dei rallentamenti)	100 €/Km anno	0	100 €/Km anno
TOTALE	3.450 €/Km anno	600 €/Km anno	2.500 €/Km anno

*Tabella 2. Costi MO + esercizio annui (Dual Trackside – Dual Onboard)*

Da cui considerando un attrezzaggio con ERTMS mediamente di 400 km all'anno (per arrivare all'obiettivo di circa 6000 km al 2030 considerando la sola rete Core) si deriva la seguente proiezione dei costi di esercizio e manutenzione anno per anno, nei due scenari limite (Dual Trackside e Dual Onboard):

Proiezione dei costi di MO ed esercizio					
Anno	Km totali attrezzati con ERTMS	Dual Trackside ERTMS L2 + SCMT €/anno	Dual Onboard ERTMS L2 €/anno	Differenza annua €	Differenza totale €
2017	400	1.380.000	240.000	1.140.000	1.140.000
2018	800	2.760.000	480.000	2.280.000	3.420.000
2019	1200	4.140.000	720.000	3.420.000	6.840.000
2020	1600	5.520.000	960.000	4.560.000	11.400.000
2021	2000	6.900.000	1.200.000	5.700.000	17.100.000
2022	2400	8.280.000	1.440.000	6.840.000	23.940.000
2023	2800	9.660.000	1.680.000	7.980.000	31.920.000
2024	3200	11.040.000	1.920.000	9.120.000	41.040.000
2025	3600	12.420.000	2.160.000	10.260.000	51.300.000
2026	4000	13.800.000	2.400.000	11.400.000	62.700.000
2027	4400	15.180.000	2.640.000	12.540.000	75.240.000
2028	4800	16.560.000	2.880.000	13.680.000	88.920.000
2029	5200	17.940.000	3.120.000	14.820.000	103.740.000
2030	5600	19.320.000	3.360.000	15.960.000	119.700.000

**Tabella 3. Costi MO + esercizio (Dual Trackside – Dual Onboard) Stima Risparmio dismissione dal 2017 al 2030**

La tabella di cui sopra mette in evidenza come, nell'intervallo di tempo 2017-2030 e considerando un attrezzaggio ERTMS medio annuo di 400 km, la stima della differenza complessiva inerente i costi di manutenzione ordinaria ed esercizio tra lo scenario Dual Trackside e quello Dual Onboard è pari quasi a 120 M€.

## 8 Attività ERTMS concluse al 31.12.2016 o già in fase realizzativa

### 8.1 ERTMS su rete AV

#### 8.1.1 Linea Direttissima Firenze Roma

Il piano di adeguamento tecnologico secondo gli standard AV/AC della linea DD è finalizzato a creare le condizioni per:

- il miglioramento qualitativo e quantitativo dei servizi, attraverso l'incremento dei livelli prestazionali consentiti dal sistema e l'efficientamento complessivo dell'asset circolazione;
- il miglioramento della gestione della circolazione sull'intera Direttrice AV Milano Roma, sia in situazioni di normale esercizio che di degrado, attraverso funzionalità evolute di gestione della circolazione concentrate in un unico Posto Centrale Bologna.

Per il raggiungimento di tali obiettivi sarà quindi previsto l'adeguamento del sistema di segnalamento della linea Firenze – Roma DD agli standard ETCS delle altre linee AV, in particolare ERTMS L2 BL 2.3.0d.

L'implementazione avverrà in 3 fasi e contestualmente all'attivazione di ciascuna fase verrà eliminato il Sistema Classe B (SCMT) attualmente presente, così da permettere la circolazione ai soli treni attrezzati con SSB ETCS:

- Fase 1 (Rovezzano – Arezzo Nord 54 km) – 30.06.2019
- Fase 2 (Arezzo Nord – Orte Nord 125 km) – 29.11.2019
- Fase 3 (Orte Nord – Settebagni 58 km) – 31.12.2019

NPP	Descrizione NPP	C.U.P.
1848	Upgrading tecnologico DD Firenze-Roma	J44H14000090005

Linea	Descrizione Attività	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
DD.ma FI-RM	Applicazione di ETCS, GSM-R, ACCM, SCCM, RTB, nuovo sistema di alimentazione impianti. Dismissione SCMT.	L2	BL2	Appalto assegnato ad ASTS – fase di progettazione esecutiva	12.2019

La scelta dell'utilizzo del sistema ETCS Livello 2 senza sistema SCMT anche sulla linea DD Firenze Roma è coerente con quanto già in esercizio sulle altre tratte AV in esercizio ed è stata fatta dopo un'analisi costi benefici condotta da apposita Task Force di RFI. Le principali motivazioni sono state:

- Omogenità gestionale**. L'omogenità gestionale che il Sistema ERTMS/ETCS livello 2 offre attraverso la centralizzazione in un unico posto centrale a Bologna per la gestione unificata della tratta AV/AC Milano Roma, non realizzabile per un traffico eterogeneo ETCS - SCMT con sistema SCMT e Blocco Automatico a correnti codificate con segnali luminosi laterali, sovrapposto.
- Massimizzazione Funzionalità**. L'utilizzo pieno delle funzionalità del sistema ERTMS/ETCS è

solamente realizzabile senza la coesistenza del sistema SCMT. Ad esempio uso della massima flessibilità in caso di degrado della circolazione o perturbazione della circolazione, capacità, velocità, funzionalità come la gestione delle Track condition, unica normativa, etc... Funzionalità queste rese necessarie per una crescente domanda e quindi offerta di servizi diversificati su una tratta fondamentale per la rete di RFI come la linea DD Fi Ro . I vantaggi sono quantificabili in maggiori guadagni per le tracce offerte lato Gestore ma anche per la maggior e miglior offerta commerciale lato Imprese ferroviarie che si sono rese disponibili a tal fine all'upgrading ad ERTMS di tutta la tipologia delle flotte qui circolanti. Un esempio di massimizzazione delle funzionalità, è stata l'esigenza nella stazione di Bologna AV (stazione con due binari di corsa e sole due precedenze) attrezzata con il solo ETCS Livello 2, di avere più itinerari disponibili contemporaneamente. Senza l'SCMT sovrapposto, il sistema di segnalamento di stazione e l'ETCS L2 opportunamente configurati, hanno consentito ciò rendendo possibile un'offerta di quattro tracce in più con un guadagno di 15M€ annuali per RFI e in modo equivalente per le IIFF grazie alle nuove soluzioni commerciali possibili. Sebbene nel documento trasmesso non sono stati presi in considerazione i guadagni economici derivanti dall'aumento di performance, questi potrebbero tuttavia diventare, con un parco rotabili omogeneamente attrezzati con ERTMS, realmente rilevanti per RFI ma anche per le IIFF come nuove offerte commerciali possibili.

c) **Riduzione dei costi di proprietà dell'ERTMS.** Quando si parla di SCMT ovvero di uno dei Classe B previsti dalle STI per l'Italia, prendendo la DD Roma-Firenze come esempio, la totalità dei dispositivi hardware e software che lo compongono (per entrambe le direzioni di marcia linea a doppio binario e in modalità banalizzata) previsti mediamente a km sono:

- A. 10/km boe fisse e relativi telegrammi SCMT
- B. 2/km boe commutabili e relativi telegrammi SCMT,
- C. 4km/km cavi
- D. 2/km encoder,
- E. 2 Garitte/km per Blocco Automatico a Correnti codificate
- F. 2/km circuiti di binario a correnti codificate
- G. 2/km rilevatori di squilibrio,
- H. 8/km giunti meccanici e relativi dispositivi diagnostici,
- I. 2/km casse induttive,
- J. 4/km segnali luminosi
- K. 8/km Dispositivi e stanti per Cartellonistica
- L. 0,15/km siti radio GSM-R;

Mentre per ETCS L2 in configurazione media per le tratte AV/AC o convenzionale, vanno intesi:

- M. 12/km Boe fisse (possibile utilizzo dello stesso hardware di SCMT ma con differente telegramma ETCS)
- N. 0,004/km Radio Block Center
- O. 2/km Circuiti di binario ad audiofrequenza o normali circuiti di binario o testate Blocco Conta assi
- P. 0,25/km siti radio GSM-R (sono le medesime usate anche dal sistema SCMT con altre antenne dedicate al ETCS per maggiore disponibilità di segnale su linee con  $v > 200$  km/h)
- Q. 4/km Stanti per cartellonistica dei Marker Board ETCS

d) **Risparmio dei costi per contestuale dismissione di SCMT (vedi §7.7)**

### 8.1.2 Nuova AV Treviglio- Brescia

Attivata con ETCS Livello 2 Baseline 2 STI 2016 la nuova Tratta AV/AC Treviglio Brescia.

NPP	Descrizione NPP	C.U.P.
325	AV/AC Treviglio - Brescia	J41C0700000001

Linea	Descrizione Attività	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
AV/AC Treviglio -Brescia	Nuova Linea attrezzata con ERTMS	L2	BL2	In esercizio	12.2016

### 8.1.3 Upgrading della linea AV Roma-Napoli allo standard 230d

E' stato completato l'Upgrading dell'ETCS Livello 2 alla Baseline 2 STI 2016 della Tratta AV/AC Roma Napoli.

NPP	Descrizione NPP	C.U.P.
1606	ERTMS/ETCS linee AV RM-NA	J17I10002790001

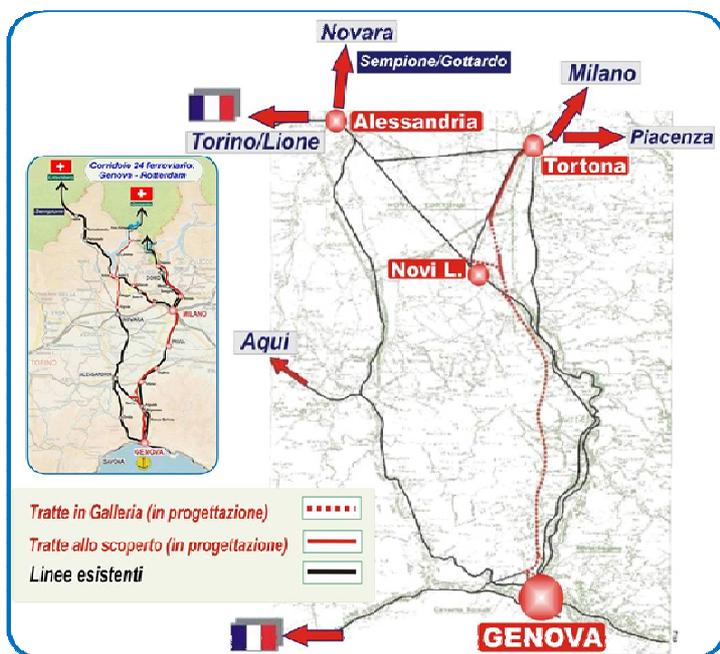
Linea	Descrizione Attività	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
AV/AC Roma- Napoli	Upgrading dell'ERTMS della AV Roma- Napoli allo standard baseline 2 (230d)	L2	BL2	In esercizio	06.2016

### 8.1.4 Linea AV/AC Milano-Genova: Terzo Valico dei Giovi

Il progetto prevede la costruzione di 53 km nuova linea (oltre le interconnessioni), di cui 37 km in galleria. La nuova linea, fa parte del Corridoio "core" Reno-Alpi, collega Tortona a Genova (lato nord bivio Tortona e piana di Novi Ligure – lato sud bivio Fegino e interconnessione Voltri) e sarà attrezzata con ERTMS L2 BL2. Sono previsti 6 Lotti costruttivi, i Lotti Costruttivi 1, 2 e 3 sono già finanziati ed in fase di realizzazione.

La fine lavori è stata anticipata a Dicembre 2021.

Il Terzo Valico dei Giovi è una linea core merci e passeggeri, con una velocità massima di 250Km/h ed il cui progetto è stato ottimizzato proprio per rispondere adeguatamente alle esigenze dei traffici merci. Viene comunque mantenuto l'attrezzaggio ERTMS della linea storica comprensive Tortona-Genova (via Mignanego) al 2020 come da accordi nell'ambito del Breakthrough Program (§5.1.2) e come riportato nelle note del nuovo EDP (Rif. [8]). Questa linea, insieme alla realizzazione di poco successiva del Terzo Valico, garantiranno il soddisfacimento delle esigenze commerciali ad oggi note.



Linea	Descrizione Attività	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Terzo Valico dei Giovi	Nuova linea AV/AC Milano-Genova: Terzo Valico dei Giovi	L2	BL2	In costruzione	2021

La linea consentirà di aumentare in maniera significativa l'offerta di trasporto, migliorando i collegamenti ferroviari fra il sistema portuale di Genova e il Nord del Paese, il Centro e Nord Europa (Rotterdam, Anversa).

### 8.1.5 Siti prova AV a 350Km/h

Sito	Descrizione Attività	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Torino-Milano AV e Roma-Napoli AV	Attività di test del sistema ERTMS per velocità sino a 360Km/h	L2	BL2	Terminato	Completamento prove nel 2016

## 8.2 ERTMS sui Corridoi della rete Centrale (CNCs)

### 8.2.1 Corridoio Reno-Alpi/ex Corridoio A

NPP	Descrizione NPP	C.U.P.
1589	Corridoio ERTMS "A"	J87I10000920001
1525	ERTMS linee di confine	J87I07000000001

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Milano Smistamento e Milano Centrale – Chiasso (Reno-Alpi CNC)	Attrezzaggio di ETCS sovrapposto a SCMT.	ACCM e tradizionale	L2 (+SCMT)	BL3	In realizzazione. Contratto firmato il 23.12.2015. Progetto esecutivo approvato e inizio lavori a 12.2016.	12.2018

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Domodossola-Novara (via Borgomanero) (comprehensive/ex Corridoio A)	Attrezzaggio di ETCS sovrapposto a SCMT.	Tradizionale	L1 + radio Infill (RIU Multistazione) (+SCMT)	BL3	In realizzazione. Contratto firmato il 19.11.2014. Progetto esecutivo approvato e inizio lavori a 09.2015.	06.2018 (*)

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Ranzo-Luino (comprehensive/ex Corridoio A)	Attrezzaggio di ETCS sovrapposto ad Eurozub ed EuroSignum.	Tradizionale. Segnali e regolamento circolazione svizzeri	L1 Limited Supervision + euroloop	BL3	In realizzazione. Siglato contratto di cooperazione RFI-SBB. Da 06.2017 per 6 mesi la linea sarà chiusa per lavori infrastrutturali/adeguamento a sagoma/rifacimento armamento.	Da valutare per opere civili in corso. Entro il 2018 (**)

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Iselle-Domodossola (Reno-Alpi CNC)	Attrezzaggio di ETCS sovrapposto a ad Eurozub ed EuroSignum.	Tradizionale. Segnali e regolamento circolazione svizzeri	L1 Limited Supervision + euroloop	BL3	In realizzazione. Siglato contratto di cooperazione RFI-SBB. Contratto firmato il 20.11.2015. Progetto esecutivo approvato e inizio lavori a 05.2016.	12.2017 (***)

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
<b>Milano Rogoredo – Tortona – Genova (via Mignanego) (Reno-Alpi CNC+ tratta comprehensive )</b>	Attrezzaggio di ETCS sovrapposto a SCMT.	ACCM in realizzazione (con internalizzazione)	L2 (+SCMT)	BL3	Avvio fase di progettazione (lancio gara d'appalto 2017).	12.2020

(\*) La linea Domodossola-Novara ha attualmente un ritardo di 6 mesi della MIS rispetto alla pianificazione riportata nella versione precedente del Piano e nel Reg.UE 6/2017. Le cause sono da ricercarsi nelle difficoltà tecniche incontrate in fase di progettazione per la modifica dei sistemi esistenti, essendo questa linea la prima applicazione in Italia con Livello 1 e Radio Infill Multistazione, e nell'attesa di due bordi certificati BL3 per poter attivare la linea che saranno disponibili soltanto i primi mesi del 2018.

(\*\*) La linea Ranzo-Luino ha un ritardo della MIS rispetto alla pianificazione riportata nella versione precedente del Piano dovuto al fatto che la linea sarà chiusa per lavori infrastrutturali e di adeguamento a sagoma/rifacimento armamento e a difficoltà della doppia gestione RFI-SBB.

In ogni caso la Ranzo-Luino è una linea comprehensive che non fa parte del Reg.UE 6/2017.

(\*\*\*) La linea Iselle-Domodossola ha un ritardo nella MIS di 12 mesi rispetto alla pianificazione riportata nella versione precedente del Piano, ma comunque sempre in linea con il Reg.UE 6/2017. Le cause sono da ricercarsi nella difficoltà della doppia gestione RFI-SBB, ed in particolare al protrarsi dell'attesa di ricevere dei dati (relativi al pacchetto 44) dagli Svizzeri e all'attesa del bordo per effettuare le prove. Si evidenzia però che entro Giugno 2017 sarà comunque inviata all'ANSF/FOT una richiesta di autorizzazione alla MIS per l'attivazione del pacchetto 44 EuroZub/EuroSignum comprensivo della funzione di infill con Euroloop.

## 8.2.2 Corridoio Mediterraneo /ex Corridoio D

NPP	Descrizione NPP	C.U.P.
1590	Corridoio ERTMS "D"	J87I0900000001

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
<b>Pilot Line Milano Lambrate-Treviglio</b>	Attrezzaggio di ETCS L2 sovrapposto a SCMT	Tradizionale /ACCM	L2 (+SCMT)	BL3	Progetto concluso	Richiesta autorizzazione alla MIS fine 2015. Progetto sperimentale e No MIS

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
<b>Novara - Venezia (Mediterraneo CNC)</b>	Attrezzaggio di ETCS sovrapposto a SCMT.	ACCM in realizzazione (progetto Torino-Padova)+modifiche ad impianti tradizionali e ACC	L2 (+SCMT)	BL3	Avvio fase di progettazione (lancio gara d'appalto 2017)	12.2020

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
<b>Vicenza – Trieste/Villa Opicina</b>	Attrezzaggio di ETCS sovrapposto a SCMT.	Tradizionali + modifiche ad impianti ACC e ACCM	L1 + Radio Infill /L2 (+SCMT)	BL3	Avvio fase di progettazione (lancio gara d'appalto 2017)	12.2020

### 8.2.3 Corridoio Scandinavo-Mediterraneo /ex Corridoio B

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
<b>Brennero-Verona</b>	Attrezzaggio di ETCS sovrapposto a SCMT.	ACCM in realizzazione (con progetto di internalizzazione di DTP)+modifiche ad impianti tradizionali e ACC	L2 (+SCMT)	BL3	Avvio fase di progettazione (lancio gara d'appalto 2017)	12.2020

### 8.3 Sperimentazione sistema Satellitare e TLC pubbliche per l'ERTMS

In considerazione della recente avvenuta operatività del sistema Europeo Galileo, il processo di introduzione del sistema di localizzazione satellitare al segnalamento ferroviario sta avvenendo per passi successivi.

A fine 2015 si è concluso il progetto 3InSat finanziato dall' Agenzia Spaziale Europea (ESA, European Space Agency), per la definizione di un sistema di localizzazione satellitare conforme al SIL 4 Cenelec nonché l'uso di portanti differenti dal GSM-R per la comunicazione terra treno dei dati di segnalamento.

Sito	Descrizione Attività	Partner	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Cagliari-Olbia	<b>Progetto 3inSat - applicazione satellitare per train positioning e</b>	Finanziatore: ESA Il fornitore di segnalamento e coordinatore è ASTS.	-	-	Completo.	Test conclusi 12.2015. Progetto sperimentale

	<b>verifica dell'utilizzo delle portanti radio pubbliche non R (GSM, Tetra, Satellite) del protocollo Euroradio per ETCS</b>	I principali partner sono: RADIOLABS (Università), DLR, DB, Italcertifer				No MIS
--	--	---	--	--	--	--------

Questo progetto è stato propedeutico al successivo progetto ERSAT co-finanziato dalla GSA (European Global Navigation Satellite Systems Agency), che applica i risultati di 3Insat per raggiungere l'obiettivo finale della certificazione e messa in esercizio del sistema ERTMS con la localizzazione satellitare e le TLC pubbliche e che ha orizzonte temporale 2020.

E' stato realizzato in Sardegna su una tratta a doppio binario di circa 50 km fra le stazioni di Cagliari e San Gavino, il primo sito pilota in Europa, attrezzato con il sistema ERTMS/ETCS (European Railway Traffic Management System/European Train Control System) più le funzionalità di localizzazione satellitare e TLC integrate (GSM-3G, Tetra, Satellite) basate su protocollo IP.

Il sito prova si avvale di un treno Aln 668 – 3114, equipaggiato con la piattaforma ERTMS che integra la localizzazione satellitare e le TLC pubbliche per la comunicazione terra-treno, mentre a terra sarà installato il Radio Block Centre (RBC) e gli altri apparati necessari per operare nella piena configurazione prevista dallo standard ERTMS in uno scenario operativo.

La sperimentazione ha i seguenti obiettivi:

1. riduzione dei costi di investimento (CAPEX) e dei costi di manutenzione (OPEX) per la semplificazione delle infrastrutture tecnologiche;
2. garantire un livello standard della sicurezza ferroviaria europea (SIL4);
3. maggiore sicurezza e capacità delle reti di trasporto attraverso l'applicazione del blocco mobile su linee secondarie;
4. modernizzare il sistema di segnalamento a costi più bassi per garantire la sostenibilità;
5. garantire l'interoperabilità della flotta;
6. impatto minimo sull'attuale normativa per il PdC e DCO
7. Esercizio con l'applicazione satellitare integrata in ETCS L2

Sito	Descrizione Attività	Partner	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Cagliari-S.Gavino	Progetto ERSAT - ETCS con applicazione satellitare per train positioning e trasmissione dati.	Finanziatore: GSA Il fornitore di segnalamento e coordinatore è ASTS. I principali partner sono: Università Bocconi, RADIOLABS (Università), CEIT, DLR, DB, ASSTRA, Trenitalia, Italcertiferr (attraverso ASTS)	L2	BL3+	Test in corso	Conclusion e Test 04.2017. MIS 2020

Il principio di funzionamento del sistema ERTMS/ETCS si basa oggi sulla localizzazione del treno attraverso il Sottosistema Eurobalise, costituito da boe installate lungo il tracciato ferroviario. Nella nuova soluzione proposta

le Eurobalise vengono sostituite con le Virtual Balise Group. Per superare l'indisponibilità del segnale satellitare per i tunnel più lunghi di 2 km si potranno continuare ad usare le boe attualmente in esercizio. L'introduzione della localizzazione satellitare è considerata anche un mezzo efficiente per aumentare la capacità di traffico della rete implementando il "blocco mobile" previsto dallo standard ERTMS L3.

La localizzazione satellitare e le reti TLC ibride (GSM/3G e Satellitare) sono le nuove tecnologie che verranno introdotte nella piattaforma ERTMS per ridurre gli investimenti infrastrutturali lungo la linea ed i relativi costi di manutenzione e gestione. Questa architettura è particolarmente vantaggiosa per le linee locali, regionali ed a basso traffico.

#### 8.4 Applicazioni ERTMS su linee regionali

RFI sta svolgendo supporto per l'implementazione di ETCS e del GSM-R su reti di altri gestori quali LFI (linea Stia – Arezzo – Sinalunga) e STA (linea Merano Malles).

Le tabelle di seguito sintetizzano le attività in corso.

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Rete Ferroviaria Toscana: Arezzo-Stia Arezzo-Sinalunga	Applicazione di ETCS e GSM-R su linea a semplice binario senza segnalamento laterale luminoso. Presenza di PL, aree di manovra e transizioni SCMT-ETCS. Questo progetto presuppone anche l'intervento sull'apparato ACEI di RFI di Arezzo (stazione di interconnessione tra rete RFI e RFI) e la riconfigurazione/posa di alcuni PI per la gestione delle partenze dei treni ETCS da Arezzo.	ACEI e Bca	L2	BL3	Completata Analisi del Rischio e fase di specificazione di sistema approvata da USTIF e ANSF. Gara in corso	MIS per pre-esercizio 2018

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
STA (Strutture Trasporto Alto Adige): Merano-Malles	Applicazione di ETCS (integrato con ACCM e sistema di supervisione), GSM-R ed elettrificazione a 25 kV della linea Merano-Malles a semplice binario. Rimozione dei segnali luminosi, dei pedali PL e dei sistemi di rilevamento treni in linea (blocco fisso virtuale in linea).	ACCM	L2+ (con funzionalità di L3 con blocco virtuale fisso tipo HD)	BL3	In corso Analisi del Rischio e di specificazione di sistema	MIS per pre-esercizio 2019

RFI ha avviato una collaborazione con due partner industriali per lo svolgimento dell'analisi del rischio e la specificazione dell'applicazione del sistema ERTMS L3, integrato con ACCM e sistema di Supervisione, nel contesto "regionale" (vedi § 5.3.2). Il progetto prevede l'utilizzo del sistema di trasmissione radio pubblico.

Le tabelle di seguito sintetizzano le attività in corso.

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Avezzano-Roccasecca (prime 3 stazioni)	Applicazione di ETCS L3, integrato con ACCM e sistema di Supervisione, su linea a semplice binario. Applicazione di ETCS su sistema radio pubblico. Rimozione dei segnali luminosi, dei pedali PL e dei sistemi di rilevamento treni in linea.	ACCM (da introdurre)	L3	BL3	In corso Analisi del Rischio e specificazione di sistema	2020 (Inizio sperimentazione in campo 2017)

Linea	Descrizione Attività	Interlocking	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Sangone-Pinerolo	Applicazione di ETCS L2/L3, integrato con ACCM e sistema di Supervisione, su linea a semplice binario. Introduzione tecnologia satellitare	ACCM (da introdurre)	L2/L3	BL3	In corso Analisi del Rischio e specificazione di sistema	2020 (Inizio sperimentazione in campo 2017)

## 8.5 Upgrading Laboratorio per i test di integrazione Terra-Bordo

Come promosso da RFI sino dall'inizio dello sviluppo delle applicazioni ETCS sulle linee AV/AC, ogni nuova Applicazione Generica ETCS di bordo o di terra deve essere verificata a livello di integrazione di sistema.

Questo approccio è stato recentemente confermato a livello di Linee Guida per l'autorizzazione alla messa in servizio del sistema di comando e controllo lungo il corridoio 1 (Rif. [39]) e dal capitolo 6.5 della nuova TSI CCS (Rif. [5]) che introduce, il concetto di test di compatibilità tra SST e SSB e prevede che la base per la definizione di suddetti test sia costituita dagli scenari funzionali operativi (OTS), definiti per la certificazione del SST, che devono tener conto delle Engineering Rules adottate.

Recentemente UNISIG ha anche distribuito i documenti Subset 111 e 112 che si prefiggono di fornire una linea guida sull'organizzazione, procedure ed ambiente per svolgere i test di interoperabilità (IOP test) in laboratorio al fine di migliorare la collaborazione tra fornitori, clienti ed NoBo (la dizione test di "compatibilità" usata nella STI CCS e test di "interoperabilità/IOP" usato da UNISIG, sono da intendersi come sinonimi).

Per l'esercizio sulle proprie linee ETCS, RFI richiede lo svolgimento di suddetta attività di integrazione (verifica della compatibilità), mettendo a disposizione un laboratorio ETCS ove sono presenti tutti SST ETCS in esercizio ed in fase di certificazione.

I fornitori di ogni nuova applicazione generica di SSB dovranno pertanto prevedere la necessità di stabilire accordi con i fornitori dei SST per svolgere i test di integrazione e dare evidenza del risultato.

Per la definizione dei test di integrazione, RFI sta anche svolgendo un'attività di raccolta dei log derivati dai più significativi scenari di esercizio. Tali log, assieme al piano schematico ed alle informazioni contenute nei PI, serviranno per definire i test case (scenario di terra) ed il risultato atteso da parte del SSB, e saranno messi a disposizione dei fornitori delle nuove applicazioni generiche di SSB in modo da consentire loro di ricostruire anche presso i propri laboratori gli scenari di compatibilità (vedi anche §5.3.2).

L'allestimento dell'Upgrading del Laboratorio ERTMS per le linee AV presso i Laboratori di RFI si è concluso nel 2015 consentendo la propedeutica sperimentazione in laboratorio per l'integrazione Terra Bordo ai fini dell'attivazione dell'upgrading alla Baseline 2 STI 2016 della tratta AV Roma Napoli (Giugno 2016) e l'attivazione del ERTMS Baseline 2 STI 2016 con un nuova applicazione generica ASTS in occasione della realizzazione della nuova linea AV/AC Treviglio Brescia (Dicembre 2016).

La figura di seguito rappresenta in forma grafica la modalità di potenziamento del laboratorio RFI presso l'Istituto Sperimentale in funzione delle configurazioni delle nuove applicazioni ERTMS da testare.

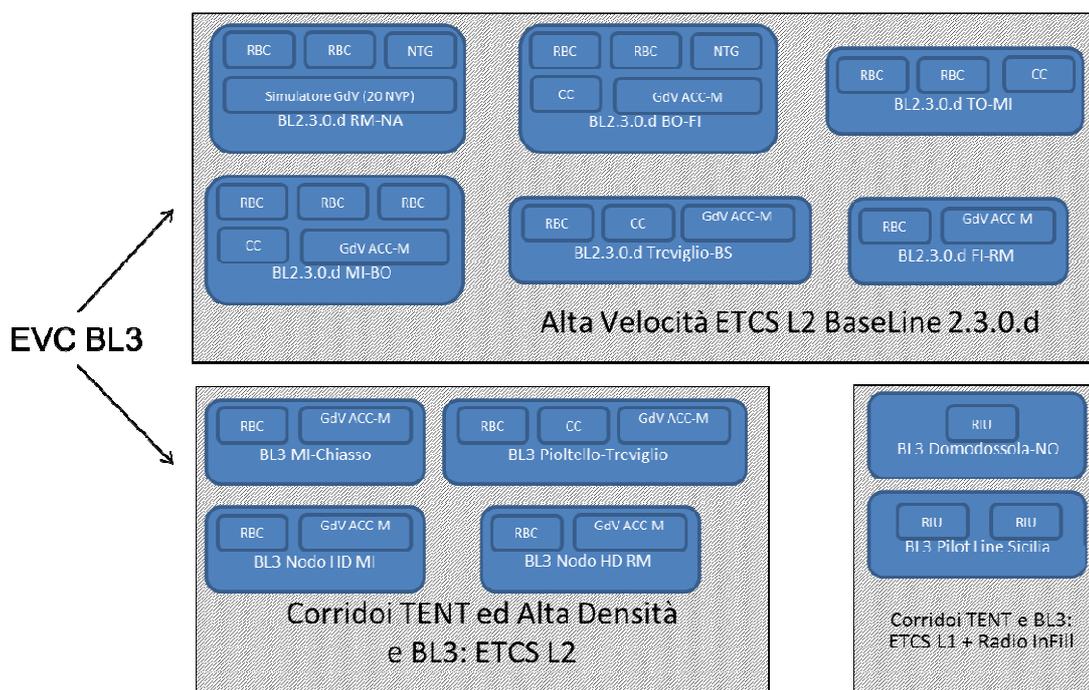


Figura 6 – Architettura Laboratorio ERTMS/ETCS

Progetto	Descrizione Attività	Stato	MIS
Attrezzaggio laboratori di RFI	Progettazione ed attrezzaggio del laboratorio per le prove dei sistemi di controllo e comando, sulle linee AV, sui corridoi e sulle tratte alta densità	Progettato lay out del laboratorio In corso allestimento cablaggi per macchine target e simulatori. Ridistribuzione spazi per sala macchina ed operatori test	Dicembre 2015 per la prima fase comprendente le tratte AV in esercizio + Treviglio-Brescia + Roma-Napoli e per i progetti futuri

Obiettivo è anche quello di ottenere l'accreditamento e certificazione ISO 17025 per il riconoscimento in cross acceptance delle prove effettuate.

## 8.6 Sistema integrato di diagnostica terra – bordo ETCS

RFI si sta dotando di un sistema integrato e indipendente dai fornitori dei sottosistemi ERTMS, di diagnostica del ERTMS che attraverso l'acquisizione dei dati scambiati sulle linee di comunicazione a terra

quali RBC-Interlocking, RBC-MSR, e a bordo treno è in grado di decodificare e analizzare le informazioni transitate.

Il sistema "MISTRAL" permette infatti la verifica della logica ETCS/ERTMS e della configurazione di sistema, permette di analizzare e risolvere in modo oggettivo attraverso l'interpretazione funzionale indipendente dei log file giuridicamente riconosciuti, eventuali anomalie, sia dal Posto Centrale di controllo della tratta sia da postazione remota collegata.

I vantaggi risultano sia nell'ausilio per l'attribuzione delle anomalie (ETCS o non ETCS, ETCS bordo o ETCS terra), sia nel beneficio in termini di circolazione ferroviaria potendo automaticamente individuare e quindi risolvere più velocemente problemi.

Progetto	Descrizione Attività	Stato	MIS
MISTRAL	Sistema integrato di diagnostica terra – bordo ETCS	Attività aggiudicata all'ATI URMET – CWI. In realizzazione.	Fine progetto 2017

A corredo del progetto MISTRAL è in corso la raccolta dei log (telegrammi scambiati tra terra e bordo) per alcuni scenari di esercizio campione come evidenza del comportamento dei SST in esercizio a fronte dei SSB circolanti.

Tali informazioni, con l'aggiunta delle caratteristiche del piano schematico di linea, saranno messe a disposizione del fornitore di una nuova Applicazione Generica di bordo in modo tale che questo possa stimolare in ambiente simulato il nuovo SSB e minimizzare pertanto le prove di integrazione in campo.

Quanto sopra anche al fine di dare seguito alla richiesta della STI CCS che richiede la pubblicazione degli scenari operativi di test (OTS) usati per la messa in servizio di un SST e da adottare per la verifica della compatibilità tra i sottosistemi di terra e di bordo.

## 9 Piano di implementazione ERTMS sulla rete RFI

Il piano di implementazione di ERTMS su rete RFI è da inquadrarsi sia negli obblighi di legge derivanti dalla costruzione di una rete interoperabile sulla Rete TEN-T stabiliti per legge Europea (Reg. UE 1315/2013, Reg. UE 6/2017) e recepita a livello nazionale, sia per esigenze di aumento delle performance che il sistema offre.

### 9.1 ERTMS sulla rete convenzionale

Per quanto riguarda la rete convenzionale, sia centrale che globale, l'attrezzaggio con ERTMS è pianificato in maniera incrementale secondo il seguente programma:

- Al 2020 attrezzati 1250Km di linee principalmente della rete centrale (Breakthrough Program);
- Al 2026 attrezzati circa 4000Km di linee principalmente della rete centrale;
- Al 2030 tutti i circa 6000km della rete centrale come da Reg. UE 1315/2013 e Reg. UE 6/2017.

Per quanto riguarda il costo degli interventi, sono riportati in tabella la stima dei costi cumulativi per lo scenario di riferimento (entro il 2020, entro il 2026, entro il 2030).

Investimenti	2020	2026	2030
	270M€ (*)	730M€	1100M€

(\*) di cui 204M€ risorse attualmente disponibili da contratto di programma.

Relativamente alla rete convenzionale non core, sarà pianificata la realizzazione del sistema ERTMS Regional su linee a scarso traffico (sperimentazioni in corso rif. §8.3, §8.4). Il programma su queste linee da concordare col Ministero, dovrà comprendere la contestuale migrazione del materiale rotabile circolante ad ERTMS.

Di seguito il dettaglio delle linee da attrezzare della rete convenzionale Core, con l'indicazione del Corridoio Core di appartenenza, del tipo di attrezzaggio da utilizzare e della data prevista di messa in servizio (MIS).  
 Come specificato nei Principi di migrazione ad ERTMS (Rif. §6.1), per la rete convenzionale la versione di specifica di riferimento per l'attrezzaggio ERTMS è la "baseline 3".

n.	INTERVENTI	Km linea	Km binari	Corridoio Core, linee Core o non core	Attrezzaggio ERTMS	MIS
1	Iselle- Domodossola	20	40	RALP	L1 LS + euroloop	dic-17
2	Ranzo – Luino	14	14	Non core	L1 LS + euroloop	dic-18
3	Domodossola – Borgomanero – Novara	88	91	Non core	L1 + radio Infill (+SCMT)	giu-18
4	Chiasso – Milano	65	130	RALP	L2 (+SCMT)	dic-18
5	Novara – Milano	60	120	MED	L2 (+SCMT)	2020
6	Milano – Verona	180	360	MED	L2 (+SCMT)	2020
7	Brennero – Verona	246	492	SCANMED	L2 (+SCMT)	2020
8	Verona – Padova – Venezia	175	350	MED	L2 (+SCMT)	2020
9	Vicenza – Treviso – Portogruaro	102	152	Non core	L1 + radio infill (+SCMT)	2020
10	Portogruaro – Cervignano – Villa Opicina/Trieste CM	119	238	MED	L2 (+SCMT)	2020
11	Milano – Tortona	80	160	RALP	L2 (+SCMT)	2020
12	Tortona – Genova (via Mignanego)	60	120	Non core	L2 (+SCMT)	2020
13	Domodossola – Gallarate – Milano	112	224	RALP	L2 (+SCMT)	Entro il 2026
14	Arona – Novara – Alessandria – Arquata	134	230	RALP	Da valutare	Entro il 2026
15	Novara – Torino O.	103	206	MED	L2 (+ SCMT)	Entro il 2026
16	Verona – Bologna	133	266	SCANMED	L2 (+ SCMT)	Entro il 2026
17	Bologna –Firenze – Pisa – Livorno/La Spezia	180	360	SCANMED	Da valutare	Entro il 2026
18	Pisa – Roma	328	656	SCANMED	Da valutare	Entro il 2026
19	Roma – Napoli via Cassino	224	448	Non core	Da valutare	Entro il 2026
20	Roma – Pomezia	20	40	SCANMED	L2 (+ SCMT)	Entro il 2026
21	Luino – Laveno – Sesto Calende - Oleggio	51	51	RALP	Da valutare	Entro il 2026
22	Laveno – Gallarate	31	31	Non core	Da valutare	Entro il 2026
23	Portogruaro – Venezia ( via linea dei Bivi)	61	122	MED	Da valutare	Entro il 2026

24	Roma – Firenze LL	310	620	SCANMED	Da valutare	Entro il 2026
25	Venezia – Padova – Bologna	162	324	MED	L2 (+ SCMT)	Entro il 2026
26	Bologna – Ancona –	220	440	SCANMED	L2 (+ SCMT)	Entro il 2026
27	Ancona - Foggia	320	640	Non core	L2 (+ SCMT)	Entro il 2026
28	Foggia- Bari	110	220	SCANMED	L2 (+ SCMT)	Entro il 2026
29	Napoli – Villa San Giovanni	460	920	SCANMED	Da valutare	Entro il 2026
30	Modane – Torino	90	180	MED	Da valutare	Entro il 2030
31	Milano – Bologna	200	400	core	L2	Entro il 2030
32	Bologna - Ravenna	74	74	MED	Da valutare	Entro il 2030
33	Pomezia – Napoli (via Formia)	213	426	SCANMED	L2	Entro il 2030
34	Bari - Taranto	104	208	SCANMED	Da valutare	Entro il 2030
35	Messina - Catania - Augusta	150	203	SCANMED	Da valutare	Entro il 2030
36	Palermo – Catania	181	239	SCANMED	Da valutare	Entro il 2030
37	Genova - Ventimiglia	138	245	core	Da valutare	Entro il 2030
38	Genova – La Spezia	87	174	core	Da valutare	Entro il 2030
39	Alessandria – Ovada – Genova	85	85	RALP	Da valutare	Entro il 2030
40	Tarvisio – Udine – Cervignano	114	203	BAC	Da valutare	Entro il 2030
<b>Totale</b>		<b>5.604</b>	<b>10.502</b>			

**Tabella 4. Pianificazione dell'attrezzaggio ERTMS sulle linee della rete convenzionale "Core"**

**Legenda dei colori degli interventi in tabella**

Entro il 2018
Entro il 2020
Entro il 2026
Entro il 2030

## 9.2 ERTMS sulla rete AV/AC

Per quanto riguarda la rete AV/AC, ERTMS sarà installato stand-alone sulle nuove linee ed in sostituzione del sistema di Classe B su quelle esistenti (Roma-Firenze DD), secondo il seguente programma:

n.	INTERVENTI	Corridoio Core, linee Core o non core	Attrezzaggio ERTMS	MIS
1	Nuova linea AV/AC Milano – Verona tratta Treviglio - Brescia	MED	L2 stand alone	2016
2	Rete AV/AC Torino-Milano-Napoli tratta Bologna Centrale – Bivio Venezia	MED	L2 stand alone	2018
3	Rete AV/AC Torino-Milano-Napoli tratta Firenze CM – Settebagni (*)	SCANMED	L2 (con dismissione contestuale di SCMT)	2019
4	Linea AV/AC Terzo valico dei Giovi	RALP	L2 stand alone	2021
5	Verona tratta Brescia Ovest - Brescia Est – Verona	MED	L2 stand alone	2023
6	Linea AV/AC Verona - Padova tratta Verona – Vicenza e attraversamento Vicenza	MED	L2 stand alone	Entro il 2026
7	Galleria di Base del Brennero (BBT). Attrezzaggio Stand-alone di una nuova linea	SCANMED	L2 stand alone	Entro il 2026
8	Potenziamento linee di accesso al Brennero: Attrezzaggio Fortezza-Ponte Gardena	SCANMED	L2 stand alone	Entro il 2026
9	Linea AV/AC Milano – Verona sbunt di Brescia	MED	Da valutare	Entro il 2030
10	Itinerario AV/AC Napoli – Bari	SCANMED	Da valutare	Entro il 2030
11	Rete AV/AC Torino-Milano-Napoli passante AV Firenze	SCANMED	L2	Entro il 2030
12	Torino - Lione fase 1 Attrezzaggio Stand-alone di una nuova linea	MED	Da valutare	Entro il 2030

**Tabella 5. Pianificazione dell'attrezzaggio ERTMS sulle linee della rete AV "Core"**

(\*) Attrezzaggio ETCS stand alone (con rimozione di SCMT). La TE rimane a 3 KV in cc. Attrezzaggio contestuale Materiale Rotabile non AV qui circolante anche con ETCS.

### 9.3 HD ERTMS nei nodi Urbani

Questa applicazione prevede la realizzazione in sovrapposizione ad SCMT del sistema HD ERTMS (configurazione dell'ETCS Livello 2 con funzioni di Livello 3 secondo la STI CCS 2016) in alcune linee dei principali nodi urbani a cominciare da Firenze, Roma e Milano, e poi in altri nodi principali della rete, per l'aumento della capacità e della flessibilità del traffico (con ATS Automatic Train Supervision e DAS- Driver Advisory System).

Il programma prevede il contestuale adeguamento del materiale rotabile (sia per traffico regionale che per quello Alta velocità) per sfruttare le potenzialità di HD ERTMS presente sulle linee.

Il programma prevede 150km di binari da attrezzare al 2026 per un costo complessivo di 220M€.

Sito	Descrizione Attività	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
Firenze	Applicazione ETCS con GPRS e ATO per alta densità	L2/L3 (integrità treno con blocco fisso)	Nuova versione BL3	Emesse Specifiche dei Requisiti Funzionali e avvio sperimentazione e avvio procedimento verso ANSF	Per fasi 2018/2021
Roma	Applicazione ETCS con GPRS e ATO per alta densità	L2/L3 (integrità treno con blocco fisso)	Nuova versione BL3	Emesse Specifiche dei Requisiti Funzionali e avvio sperimentazione e avvio procedimento verso ANSF	Per fasi 2018/2021
Milano	Applicazione ETCS L2 con GPRS e ATO per alta densità	L2/L3 (integrità treno con blocco fisso)	Nuova versione BL3	Emesse Specifiche dei Requisiti Funzionali e avvio sperimentazione e avvio procedimento verso ANSF	Per fasi 2018/2021
Torino	Applicazione ETCS con GPRS e ATO per alta densità	L2/L3 (integrità treno con blocco fisso)	Nuova versione BL3	Emesse Specifiche dei Requisiti Funzionali e avvio sperimentazione e avvio procedimento verso ANSF	Per fasi 2018/2021
Venezia	Applicazione ETCS con GPRS e ATO per alta densità	L2/L3 (integrità treno con blocco fisso)	Nuova versione BL3	Emesse Specifiche dei Requisiti Funzionali e avvio sperimentazione e avvio procedimento verso ANSF	Per fasi 2018/2021
Bologna	Applicazione ETCS L2 con GPRS e ATO per alta densità	L2/L3 (integrità treno con blocco fisso)	Nuova versione BL3	Emesse Specifiche dei Requisiti Funzionali e avvio sperimentazione e avvio procedimento	2026

Sito	Descrizione Attività	Livello ETCS	Baseline	Stato	MIS
				verso ANSF	
Napoli	Applicazione ETCS con GPRS e ATO per alta densità	L2/L3 (integrità treno con blocco fisso)	Nuova versione BL3	Emesse Specifiche dei Requisiti Funzionali e avvio sperimentazione e avvio procedimento verso ANSF	2026
Bari	Applicazione ETCS con GPRS e ATO per alta densità	L2/L3 (integrità treno con blocco fisso)	Nuova versione BL3	Emesse Specifiche dei Requisiti Funzionali e avvio sperimentazione e avvio procedimento verso ANSF	2026
Genova	Applicazione ETCS con GPRS e ATO per alta densità	L2/L3 (integrità treno con blocco fisso)	Nuova versione BL3	Emesse Specifiche dei Requisiti Funzionali e avvio sperimentazione e avvio procedimento verso ANSF	2026

**Tabella 6. Pianificazione dell'attrezzaggio ERTMS HD nei nodi urbani**

## 10 Piano di evoluzione della rete GSM-R e dei sistemi TLC

Il sistema GSM-R, come tutti i sistemi tecnologici, è soggetto ad una sua evoluzione nel tempo ed al raggiungimento della fine naturale del proprio ciclo di vita.

L'impegno assunto dal GSM-R Industry Group (del quale fanno parte i fornitori delle tecnologie in uso presso la rete RFI) per garantire il supporto alla tecnologia GSM-R è stato ratificato dal "MoU between EC, ERA, Europea Rail sector Associations (CER; UIC; UNIFE; EIM; GSM-R Industry Group; ERFA)" e copre il periodo temporale fino all'anno 2025, successivamente esteso fino all'anno 2030. Per quanto riguarda la identificazione del successore del GSM-R, il processo di studio e valutazione è in corso al livello europeo ed in ambito UIC con l'istituzione del gruppo di lavoro "FRMCS Future Railways Mobile Communication System".

Il periodo di vita residua del GSM-R è ancora consistente e ciò richiede il mantenimento in efficienza del sistema mediante l'attuazione di un piano di evoluzione tecnologico della rete GSM-R di RFI. Tale piano è operativo ed è guidato dalle seguenti motivazioni ed obiettivi:

- Phase-out tecnologici: gestione pianificata e mirata dei piani di phase-out delle piattaforme tecnologiche HW e SW su cui sono basati i singoli sottosistemi della rete GSM-R – programmazione degli interventi e pianificazione degli investimenti.
- Efficientamento dell'architettura di rete: diminuzione dei costi di gestione e manutenzione mediante riduzione del numero di elementi di rete e loro ottimizzazione (dimensionamento / configurazione).
- Implementazione di architetture di disaster recovery / ridondanza geografica: incremento della disponibilità globale del servizio GSM-R introducendo logiche di ridondanza geografica sul sottosistema di Core Network MSC, sul sottosistema di Accesso Radio BSC/TRAU e sui Sistemi di Gestione al fine di garantire la continuità del servizio telefonico (voce, dati ETCS, chiamate di emergenza) e della supervisione di rete in caso di eventi catastrofici (perdita di un sito NSS, perdita del centro di gestione della rete, ecc.).
- Protezione degli investimenti: adozione di tecnologie aggiornate allo state dell'arte (Flexi BSC/TRAU, Flexi BTS, NSS R4) aggiornate allo state dell'arte.

Oltre agli interventi diretti sugli elementi che costituiscono la rete GSM-R, sono previsti altri interventi di evoluzione e mantenimento in efficienza dei sistemi di telecomunicazione al servizio dei processi di tipo "core business" aziendale relativi alla circolazione dei treni (contemplati nel PIR).

Progetto	Breve Descrizione	Tempistiche
Evolutione della rete GSM-R – Upgrade BSC	L'intervento è parte integrante del piano di evoluzione tecnologico della rete GSM-R di RFI. Consiste nell'upgrade degli apparati BSC da tecnologia legacy a tecnologia RAN Flex portando il numero di BSC da 24 a 10 e degli apparati TRAU da 117 a 10.	Il progetto è in fase di implementazione ed il termine è previsto in Q1 2018
Evolutione della rete GSM-R – Upgrade MSC	L'intervento è parte integrante del piano di evoluzione tecnologico della rete GSM-R di RFI. Consiste nell'upgrade degli apparati MSC di core network da tecnologia Release 99 a tecnologia R4. Il progetto prevede l'implementazione di architetture ridondanti rispondenti a requisiti di disaster recovery e la riduzione del numero di elementi di rete dalle attuali 7 centrali di commutazione ad uno schema con 2 nodi di switching e 2 MGW.	La progettazione (di tipo definitivo) è in fase di realizzazione. La conclusione è prevista entro l'anno 2017. L'implementazione a partire dall'anno 2018.

<p>Evoluzione della rete GSM-R – Upgrade BTS</p>	<p>L'intervento è parte integrante del piano di evoluzione tecnologico della rete GSM-R di RFI. In occasione dei progetti di estensione della copertura radio GSM-R su nuove tratte ferroviarie e/o su tratte non coperte da GSM-R, gli apparati BTS (Base Transceiver Station) dovranno essere previsti in tecnologia RANFLEX – Flexi BTS integrate nei nuovi Flexi BSC della rete RFI.</p>	<p>Tutte le nuove progettazioni che contemplano la realizzazione della copertura radio GSM-R o il rinnovo di impianti già esistenti sono realizzate in linea con il piano di upgrade della rete GSM-R (upgrade BTS)</p>
<p>Evoluzione della rete di trasporto dei dati SDH</p>	<p>L'intervento è parte integrante del piano di evoluzione tecnologico dei sistemi di telecomunicazione di RFI. In occasione dei progetti di rinnovo e/o potenziamento tecnologico, quando si rende necessario intervenire sulla rete di trasporto dei dati SDH di RFI, gli apparati obsoletti dovranno essere sostituiti da nuovi apparati che possiedono tutte le caratteristiche HW e SW necessarie a garantire la loro completa integrazione nella rete SDH di RFI esistente e nel sistema di gestione SDH del NOC di RFI</p>	<p>Tutte le nuove progettazioni sono realizzate in linea con il piano di evoluzione tecnologico della rete di trasporto dei dati</p>
<p>Evoluzione della rete GSM-R – estensione delle rete radio GSM-R di RFI sulle linee delle ferrovie concesse</p>	<p>Progettazione / realizzazione, da parte dei Gestori Infrastruttura dei Ferrovie Concesse, sulle proprie linee, di una infrastruttura di rete radio GSM-R idonea a supportare il sistema di segnalamento ERTMS/ETCS. La progettazione richiede la realizzazione di una infrastruttura di accesso radio costituita da sole BTS (Base Transceiver Station) collegate alla rete GSM-R di RFI e dalla relativa rete di trasporto dati. I requisiti specifici di ogni Gestore Infrastruttura delle ferrovie concesse vengono analizzati caso per caso.</p>	<p>Progetti attivi: Rete Ferroviaria Toscana: – Arezzo-Stia; – Arezzo-Sinalunga MIS per pre-esercizio 2018  STA (Strutture Trasporto Alto Adige): – Merano-Malles MIS per pre-esercizio 2019  Altri progetti potranno doversi realizzare nel prossimo futuro in base alle esigenze espresse dai Gestori Infrastruttura delle ferrovie concesse.</p>
<p>Upgrade tecnologico dei sistemi di telecomunicazione della tratta DD Roma - Firenze</p>	<p>Nell'ambito del progetto sono previsti interventi sugli impianti di telecomunicazioni di tratta tra i quali: rinnovo tecnologico ed impiantistico degli apparati GSM-R per adeguamento agli standard AV/AC e relativo potenziamento per realizzare la ridondanza di copertura radio; posa di nuove dorsali in fibra-ottica e upgrade tecnologico ed impiantistico del sistema trasmissivo SDH a servizio del GSM-R; adeguamento dei sistemi di gestione e manutenzione; realizzazione di nuovo sistema di telefonia selettiva lungo linea, al Posto Centrale ed nei Posti Periferici.</p>	<p>1.195gg dall'aggiudicazione dell'appalto</p>
<p>Upgrade tecnologico dei</p>	<p>Nell'ambito del progetto sono previsti interventi</p>	<p>Relazioni</p>

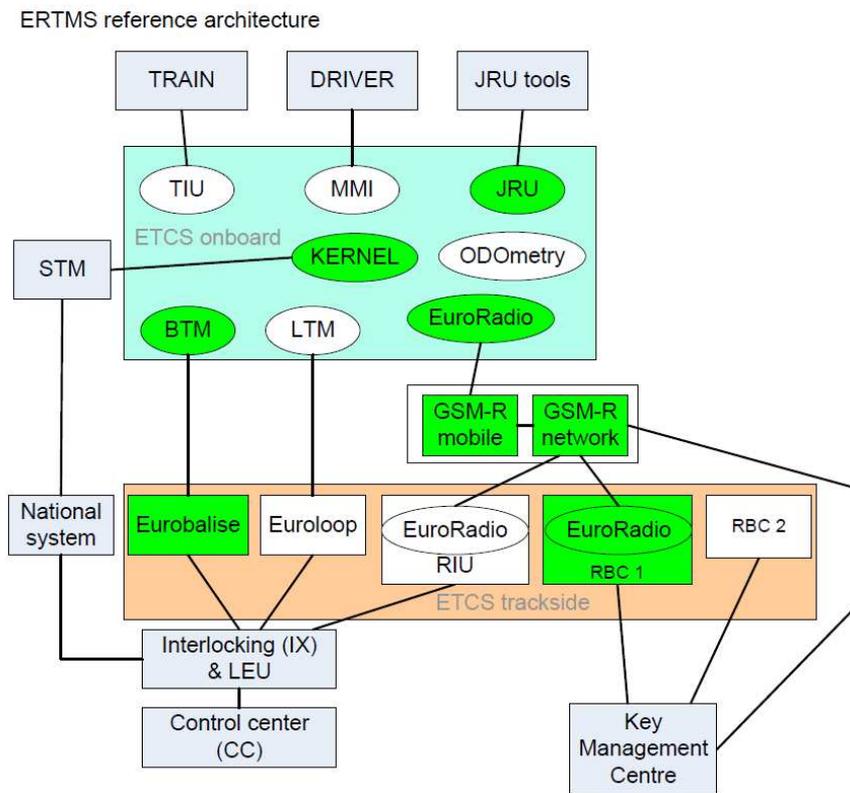
sistemi di telecomunicazione ai fini della realizzazione del sistema ERTMS sui corridoi interoperabili Novara - Padova; Verona – Brennero; Vicenza – Villa Opicina; Padova-Venezia; Milano – Genova;	sugli impianti di telecomunicazioni delle tratte interoperabili al fine di adeguare e potenziare i sistemi di telecomunicazione (reti cavi in fibra ottica, sistemi trasmissivi, sottosistema radio GSM-R) al fine di adeguare l'attuale livello di prestazione di rete a quello necessario alle applicazioni ERTMS/ETCS L2 e ERTMS/ETCS L1 (a seconda del sistema ERTMS previsto per le singole tratte). Sono contemplati anche gli adeguamenti necessari sui sistemi centrali e di gestione e supervisione.	caratterizzanti ai fini della Progettazione definitiva: entro 2017
Upgrade tecnologico dei sistemi di telecomunicazione ai fini della realizzazione del sistema ERTMS HD nei nodi di Milano, Firenze, Roma	Nell'ambito del progetto sono previsti interventi sugli impianti di telecomunicazioni a servizio dei nodi ferroviari al fine di adeguare e potenziare i sistemi di telecomunicazione (reti cavi in fibra ottica, sistemi trasmissivi, sottosistema radio GSM-R) al fine di adeguare l'attuale livello di prestazione di rete a quello necessario alle applicazioni HD ERTMS. Sono contemplati anche gli adeguamenti necessari sui sistemi centrali e di gestione e supervisione.	Relazioni caratterizzanti / progettazioni definitive: entro 2017
Upgrade tecnologico dei sistemi di telecomunicazione della tratta AV/AC Roma Napoli	Nell'ambito del progetto sono previsti interventi di rinnovo ed upgrade tecnologico degli impianti di telecomunicazioni a servizio della tratta AV/AC Roma Napoli (reti cavi in fibra ottica, sistemi trasmissivi sottosistema LD; sottosistema terra Treno rete radio GSM-R, sistemi di gestione e supervisione).	Relazioni caratterizzanti / progettazioni definitive: entro 2017
Sistema Centralizzato di registrazione (SCR)	Realizzazione di un sistema centralizzato e integrato con le centrali di commutazione GSM-R per la registrazione delle comunicazioni verbali tra regolatori della circolazione (DM e DCO) e personale dei treni / agenti della manutenzione.  Evoluzione del sistema per sviluppo nuove funzioni e prestazioni.	MIS entro 2017  Progettazione evoluzioni: 2017
Upgrade tecnologico dei sistemi gestione della rete di trasporto dati di RFI	Rinnovo del sistema TNMS su piattaforma virtuale per la gestione e supervisione della rete SDH di RFI e della relativa DCN trasporto	2018
Sistema gestione rete cavi in fibra ottica di RFI	Sistema di Gestione Tecnica Evoluta della rete cavi in fibra ottica di RFI Fase 1 – Progetto Pilota – Modellizzazione e test sistema Fase 2 – implementazione massiva su intera rete cavi FO	2019

Nel corso dell'anno 2017 risultano in fase di finalizzazione le attività di verifica funzionale ai fini della certificazione dei terminali GSM-R di tipo GPH / OPH ai sensi delle specifiche EIRENE ed ai requisiti nazionali di RFI da parte del Notified Body. Tale attività è finalizzata al rilascio da parte della Direzione Tecnica di RFI dell'Autorizzazione all'Impiego dei terminali sulla rete GSM-R di RFI.

## 10.1 Evoluzione della rete GSM-R a supporto dell'ETCS over GPRS

Con la "Change Request 741", l'ERA ha pianificato l'utilizzo della trasmissione dati a pacchetto su rete radio GSM-R (GPRS - General Packet Radio Service) come futura evoluzione dell'ETCS Livello 2/3.

Nella figura sottostante sono evidenziati in verde i sottosistemi impattati dal processo di specificazione dell'utilizzo del "bearer" GPRS come canale trasmissivo per l'ETCS.



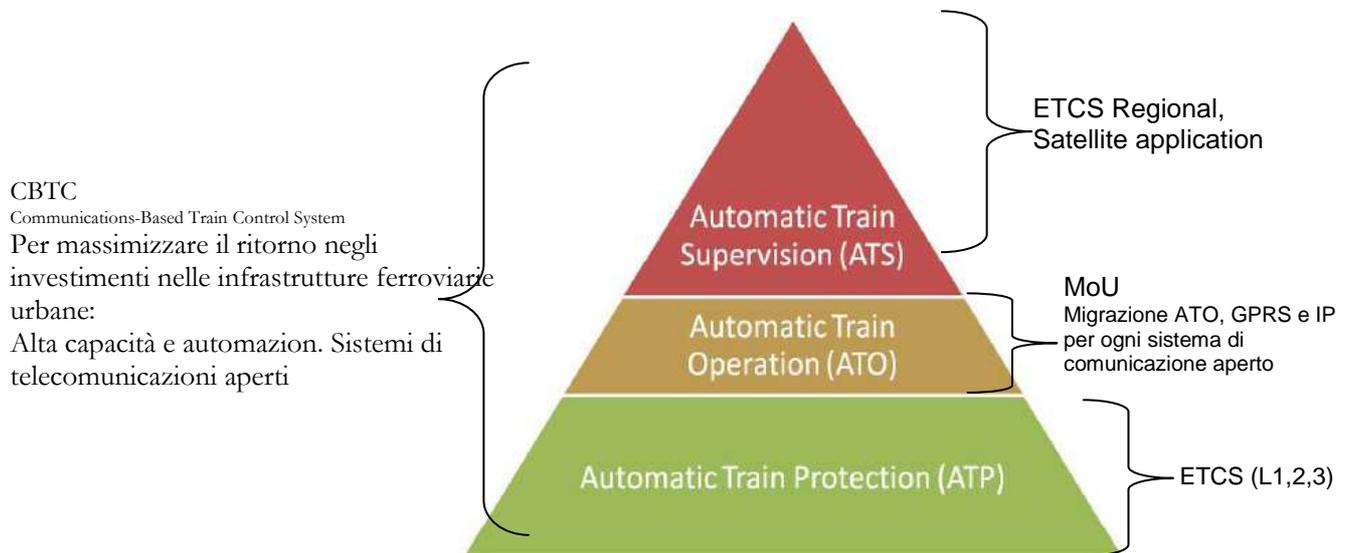
**Figura 7 – Architettura ERTMS/ETCS**

In particolare, allo scopo di finalizzare i requisiti e le raccomandazioni che dovranno essere adottate sull'infrastruttura di rete GSM-R sia a livello di Rete di Accesso (BSS), sia al livello di Core Network (Serving GSN, Gateway GSN) per consentire l'evoluzione a "ETCS over GPRS", è stato attivato a livello UIC il Working Group "ETCS over GPRS". Detto Working Group ha finalizzato lo standard "ETCS over GPRS" nelle specifiche EIRENE FRS 8 / SRS 16 (BL 1.0) nel corso dell'anno 2016.

## 11 Evoluzioni funzionali a lungo termine

### 11.1 Evoluzione a lungo termine del sistema ERTMS/ETCS

Le due figure di seguito intendono rappresentare in termini grafici quale sia la tendenza dell'evoluzione funzionale a lungo termine del sistema ERTMS/ETCS. In particolare la *Figura 9* cala tale evoluzione nel contesto della rete di RFI rappresentando come l'evoluzione funzionale delle varie Baseline consente sempre maggiori performance nei diversi ambiti ferroviari a patto di un version management efficace e un onere sostenibile.



Per creare un ATC europeo interoperabile e aumentare la competitività per le ferrovie europee per tutti i tipi di traffico ferroviario:

- Alta velocità, Alta capacità, Bassa densità
- Traffico merci, Traffico misto; coesistenza con legacy systems

*Figura 8 – Evoluzione funzionale del sistema ERTMS/ETCS*

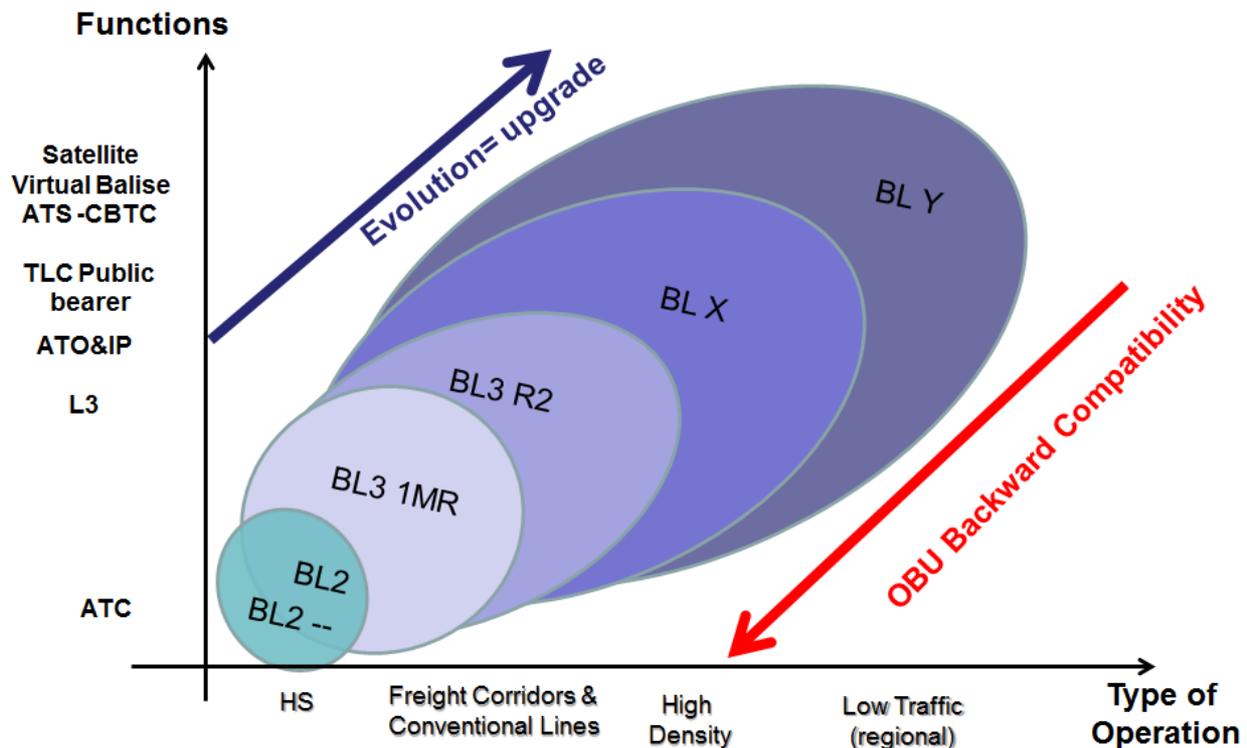


Figura 9 – Evoluzione funzionale delle Baseline del sistema ERTMS/ETCS e Retrocompatibilità

## 11.2 Evoluzione a lungo termine delle TLC per applicazioni ferroviarie

Sono in corso una serie di iniziative sia a livello ERA, sia a livello UIC, allo scopo di definire l'evoluzione a lungo termine della rete di telecomunicazioni per applicazioni ferroviarie.

In particolare, a livello UIC, è stato attivato il progetto “*Future Railway Mobile Communication System (FRMCS)*” il cui obiettivo primario, da realizzarsi in stretta collaborazione con l'ERA, è quello di fornire indicazioni riguardo al successore del sistema GSM-R.

Detto progetto è articolato nei tre “*Working Group (WG)*” sotto indicati:

1. **Functionality WG (FWG)** avente lo scopo di definire un set di requisiti funzionali “*technology independent*” per il sistema FRMCS
2. **Spectrum WG (SWG)** avente lo scopo di definire i requisiti dello spettro di frequenze del sistema FRMCS e di dare indicazioni sul processo di allocazione della banda.
3. **Technology & Architecture WG (TWG)** avente lo scopo di analizzare i sistemi di comunicazione mobile attuali ed i relativi trend di evoluzione tecnologica di lungo periodo (oltre l'anno 2030) al fine di individuare, sempre in un'ottica di “*technology independence*”:
  - a. le architetture di principio ed i requisiti (incluso QoS) del sistema FRMCS;
  - b. i criteri di assessment tecnologico a livello di sottosistema di accesso radio, di core network, di trasporto e di terminali mobili per la realizzazione del sistema FRMCS;
  - c. gli aspetti di migrazione (incluso roaming, backwards compatibility, interoperabilità, ecc.). dal sistema GSM-R al sistema FRMCS;
  - d. gli aspetti di sicurezza del sistema FRMCS.

## 12 ERTMS nel resto del mondo: stato dell'arte

A livello internazionale esistono strategie di migrazioni differenti. A titolo di esempio alcune realizzazioni in esercizio, in corso o programmate:

- Danimarca: revamping di tutta la rete (2400km) in corso con dismissione del sistema preesistente. Obbligo senza deroga di installare ETCS su tutti i treni nuovi.
- Spagna : 2500 km per l'alta Velocità ed introduzione in sovrapposizione del ERTMS
- Olanda: piano di revamping di tutta la rete come Danimarca. Già realizzate sezioni dei corridoi e collegamento ad alta velocità fra Amsterdam e Brussel
- Svezia e Norvegia: realizzazione in corso di nuove realizzazioni in sovrapposizione del ERTMS
- Svizzera: realizzazione di ERTMS Livello 1 Limited Supervision tutta la rete con integrazione con sistema nazionale ( EuroSIGNUM/ZUB) ; Livello 2 ( baseline 2) attivo nella galleria del Loetchberg e tra Berna e Zurigo. A fine 2016 attivazione Livello2 del Gottardo. Obbligo senza deroga di installare ETCS su tutti i treni nuovi.
- Belgio: sovrapposizione di ERTMS in corso su tutta la rete con integrazione con sistema preesistente
- UK: Piano di introduzione di ERTMS su tutta la rete con priorità per innalzamento capacità in Londra (progetti Cross Rail e Thames Link)
- Cina : realizzazione di ETCS su tutta la rete Alta velocità in sovrapposizione integrata con il sistema nazionale
- Francia: graduale implementazione di ERTMS sovrapposto ai sistemi nazionali su nuove linee AV e sui corridoi interoperabili. Obbligo senza deroga di installare ETCS su tutti i treni nuovi.
- Penisola Arabica Emirati ed Arabia Saudita: nuove linee direttamente con ERTMS
- Turchia: nuove linee direttamente con ERTMS
- Africa : nuove linee direttamente con ERTMS
- Germania: introduzione di ETCS solo dopo fine ciclo di vita sistemi nazionali (2024). Al momento in esercizio il GSM-R su 24000km di rete DB Netz

### 13 Considerazioni finali per il Piano di Attuazione Nazionale

Al fine di contribuire alla realizzazione del Piano di Attuazione Nazionale a cura dello stato Membro, come previsto dalla STI CCS (vedi § 5.1), il presente documento riporta i criteri di attuazione (§6) e un'ipotesi di piano di migrazione dell'infrastruttura verso ERTMS (§9) a breve (2020 – Breakthrough Program) e medio termine (2030) nel rispetto degli obblighi legislativi e delle opportunità di business che il sistema ERTMS offre, considerata anche la naturale evoluzione in corso del contesto tecnologico degli impianti di sicurezza e segnalamento.

Le diverse analisi sugli scenari economici (§7) dimostrano come le applicazioni L2/L3 di ERTMS costituiscano una importante opportunità di **abbattimento dei costi di esercizio e manutenzione a beneficio dell'intero sistema ferroviario nel momento in cui vengono dismessi i sistemi di protezione della marcia nazionali** (beneficio rilevante soprattutto sulle linee regionali a scarso traffico).

Al fine di non ritardare i benefici di sicurezza, prestazione ed economici che l'esercizio con ETCS consente, è opportuno che **il maggior numero possibile di veicoli siano dotati a bordo del sistema ETCS** e che **l'upgrade della flotta in esercizio avvenga parallelamente agli investimenti fatti a terra**, adottando una strategia di tipo **Dual on-board** (rif. §7.1).

Tenuto conto delle diverse opportunità offerte in termini di funzioni messe a disposizione dalle baseline di riferimento richiamata nella STI CCS (§5), dei criteri di attrezzaggio delle linee e dei vincoli in termini di compatibilità tra bordo e terra (§6), **la Baseline 3 è da preferirsi come scelta per attrezzare i veicoli nuovi o in esercizio o, per lo meno, la migrazione verso la Baseline 3 deve essere considerata all'atto di una gara per l'attrezzaggio/acquisto dei veicoli con ETCS.**

Per le ragioni di cui sopra **il Gestore auspica che lo Stato Membro definisca i termini temporali per la dismissione del sistema nazionale** su una linea attrezzata anche con ERTMS e per **l'attrezzaggio ERTMS di una linea con contestuale dismissione del sistema nazionale.**