Il nuovo sistema CBTC per metropolitane

L'automazione della linea 1 della Metropolitana di Milano

Alessandro Guerra

18/11/2009

TRANSPORT

ALSTOM

Indice

Il progetto di rinnovo della Metropolitana di Milano Linea 1

Generalità sul sistema CBTC

Architettura e funzionalità

Fasi del progetto di rinnovo

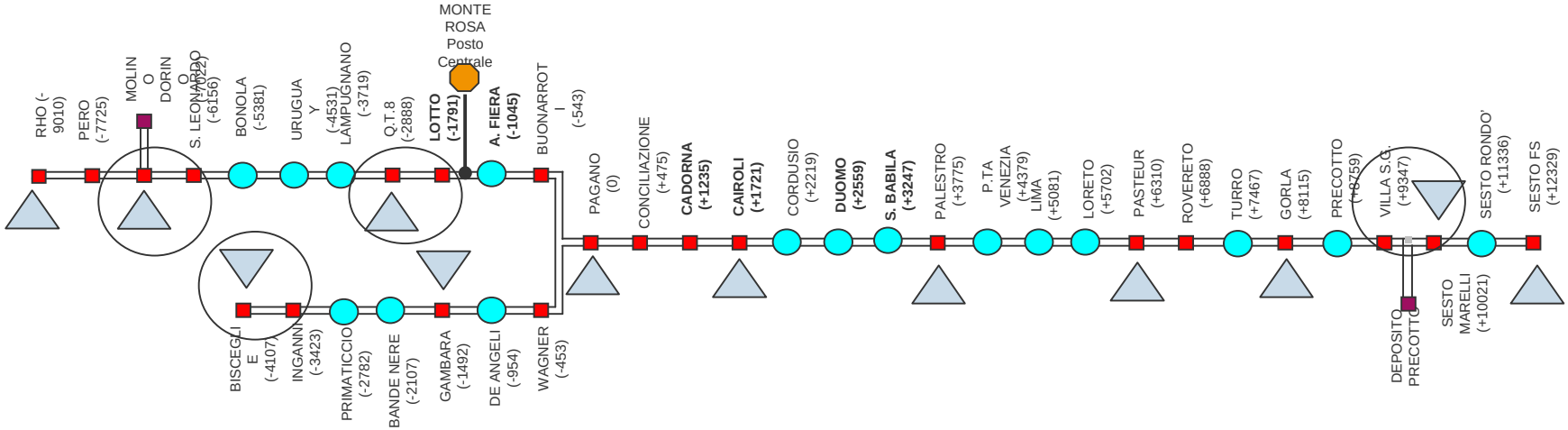
TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Il Progetto

- Cliente **ATM SpA**
- Progetto **Rinnovo L1 con sistema CBTC a trasmissione radio in Blocco Mobile**
- Inizio Lavori **19 Dicembre 2006**
- Principali Obiettivi
  - **Incrementare la capacità massima della linea dagli attuali 36-38 treni/ora ad almeno 45-48 treni/ora**
  - **Tempo di fuori servizio complessivo dell'impianto inferiore a 4 ore su 10 anni**
  - **Predisporre i treni alla futura marcia automatica**
  - **Retrocessione automatica ai capolinea**
  - **Garantire nessuna interruzione del servizio durante le fasi di installazione e messa in servizio**
  - **equipaggiare 3 differenti tipi di treni**:
    - 27 Tradizionali (54 UDT)
    - 28 Rinnovati (56 UDT)
    - 13 Nuovi treni MNG (Meneghino)

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Topologia della linea



- 26,8 Km di lunghezza totale della linea
  - ✓ 12,6 Km Sesto F.S. – Pagano
  - ✓ 9,4 Km Pagano – Rho
  - ✓ 4,7 Km Pagano – Bisceglie
- 38 Stazioni

Stazioni con ACEI

fermate con apparecchiature per Blocco Automatico

fermate con apparecchiature per Blocco Automatico collocate nella stazione limitrofa sede di ACEI

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Caratteristiche del nuovo sistema CBTC

- Sistema di segnalamento ATC (Automatic Train Control) a blocco mobile basato su comunicazione continua radio-terra-treno (CBTC - Communication Based Train Control):
  - distanziamento a blocco mobile: ogni treno mantiene nei confronti del treno che lo precede una distanza di sicurezza “elastica” costantemente aggiornata in funzione dei vincoli e del “punto meta” a valle
  - velocità: la velocità del treno è regolata automaticamente tramite funzionalità ATO (Automatic Train Operation) di bordo
- I treni si localizzano via radio calcolando la propria posizione in linea in funzione della captazione di boe ATC collocate a terra.
- La posizione di ogni treno viene trasmessa via radio gli apparati e le logiche in sicurezza del Posto Centrale. Gli apparati ATC di terra elaborano i dati ricevuti da tutti i treni e , in funzione dello stato degli enti elaborato dagli apparati ACS, trasmettendo a ciascun treno il corrispondente “punto meta” utilizzato per il calcolo della curva di frenatura in sicurezza.

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Vantaggi del nuovo CBTC URBALIS™ (1/3)

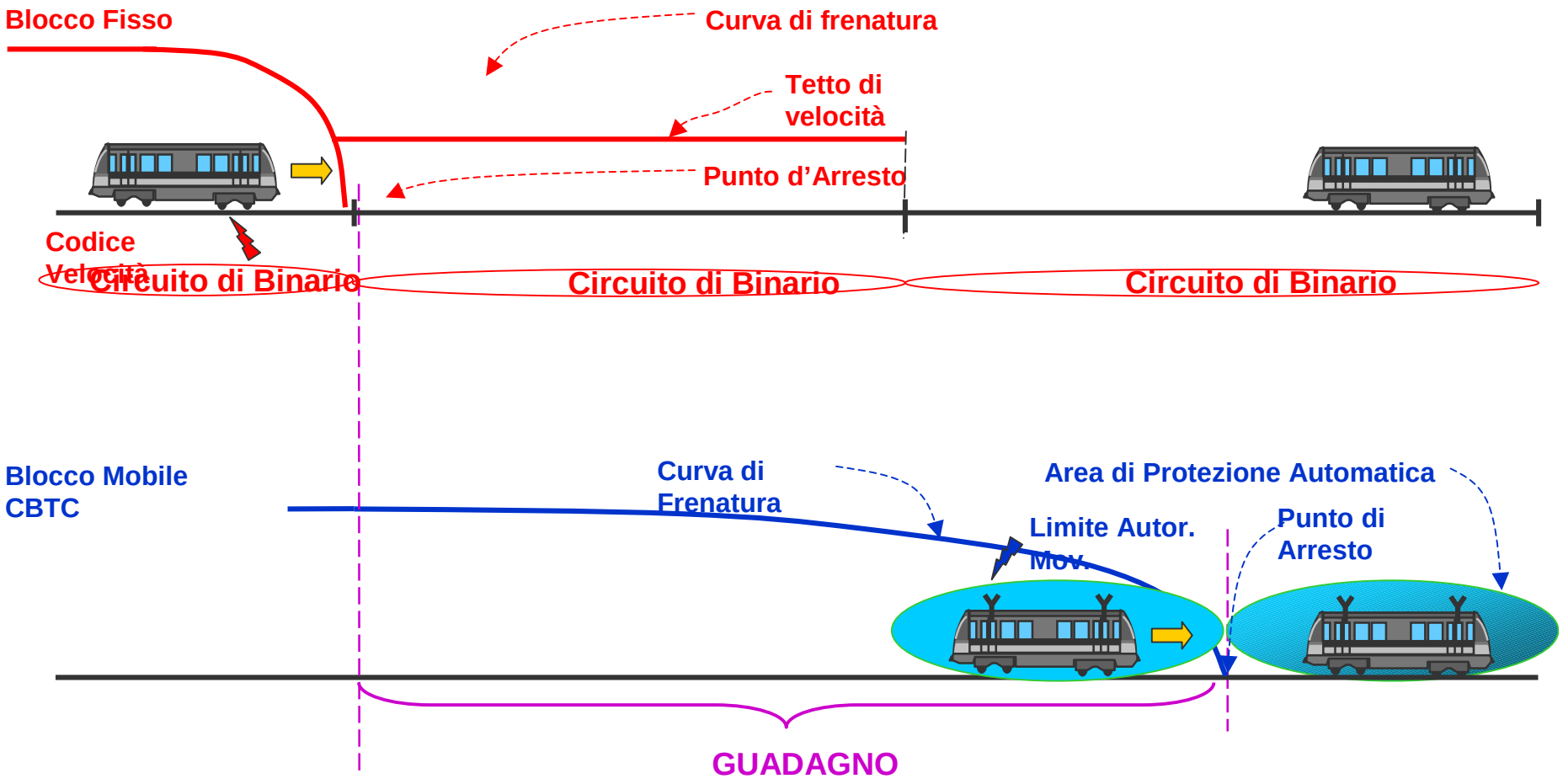
- **Incremento della capacità massima della linea passando dagli attuali 36-38 treni/ora a 45-48 treni/ora, assicurando:**
  - un distanziamento teorico di 70 s
  - un distanziamento reale in esercizio di 90 s
  - un tempo di inversione al capolinea di Sesto FS di 72 s
  - una velocità commerciale di 30 km/h.
- **Predisposizione treni alla futura marcia automatica senza macchinista, implementando nel contesto del rinnovamento le seguenti funzioni:**
  - Marcia Automatica su tutti i treni e Retrocessione Automatica ai capilinea per i treni tipo rinnovato e nuovo
  - l'arresto in banchina con una precisione di +/- 30 cm (treni tipo rinnovato e nuovo)
  - la possibilità, in Marcia Automatica, di apertura automatica porte treno
  - la gestione delle porte di banchina nella stazione di Sesto FS

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Vantaggi del nuovo CBTC URBALIS™ (2/3)

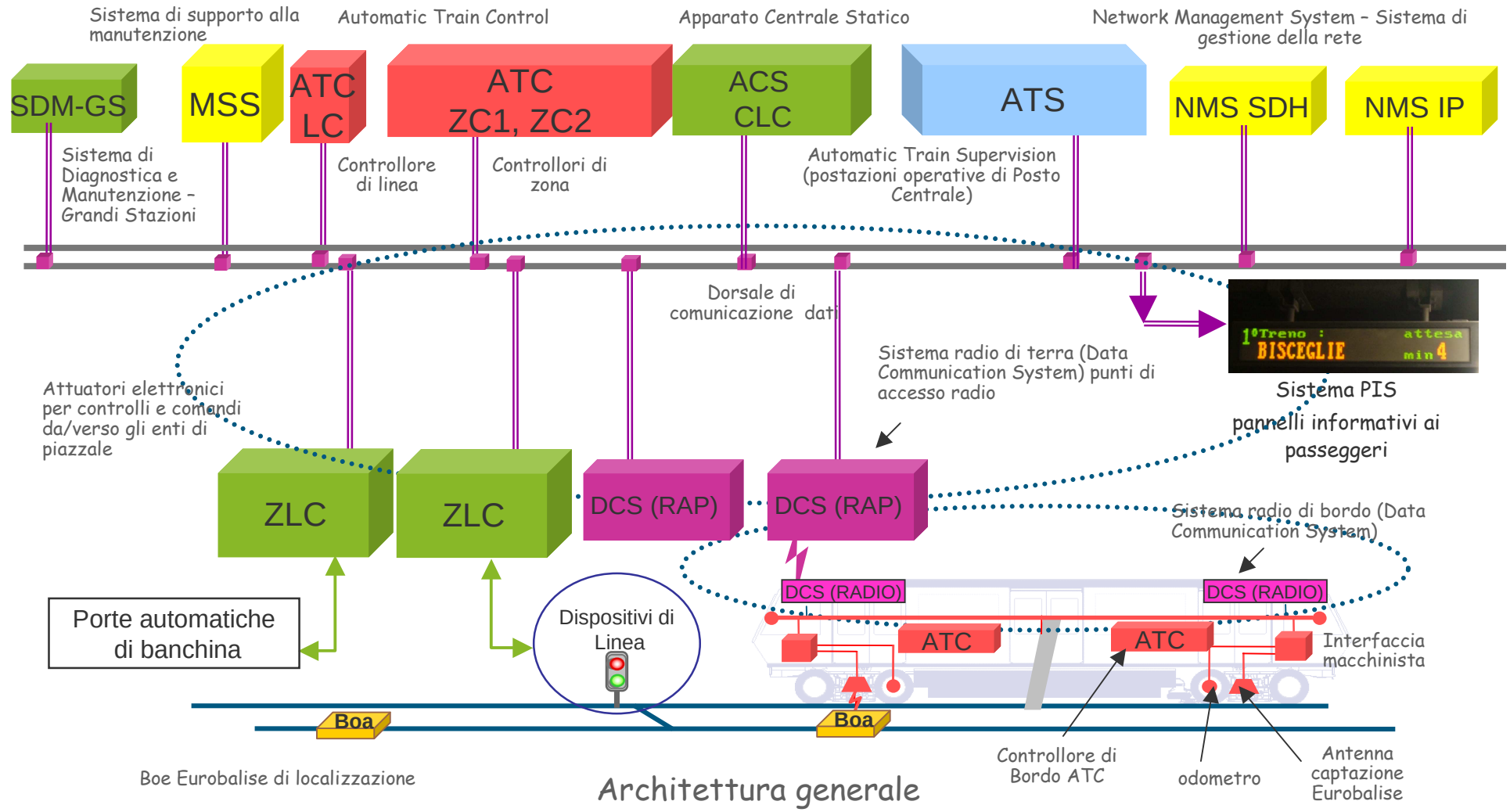
- Ottimizzazione dei profili di velocità di linea grazie alla trasmissione continua via radio dei “punti meta” e all’aggiornamento a bordo delle curve di frenatura
- Tempo di fuori servizio e mancanza di disponibilità del sistema: 4 ore in 10 anni
- Introduzione di Circuiti di Binario digitali e segnali a Led (garanzia di minori costo di manutenzione)
- Gestione centralizzata e ottimizzata del traffico tramite sistema automatico di supervisione ATS (ICONIS ™)
- Introduzione di un sistema di supporto alla manutenzione centralizzato (MSS e SDM-GS) che consente di avvisare in modo automatico il team di manutenzione sul guasto accaduto
- Presenza di una “Sala di Controllo di riserva” (da utilizzare in caso di gravi accadimenti) per un ripristino dell’operatività (garantita la completa disponibilità di tutte le funzionalità della Sala di Controllo principale)

MML1 – Vantaggi del nuovo CBTC URBALIS™ (3/3)



TRANSPORT ALSTOM

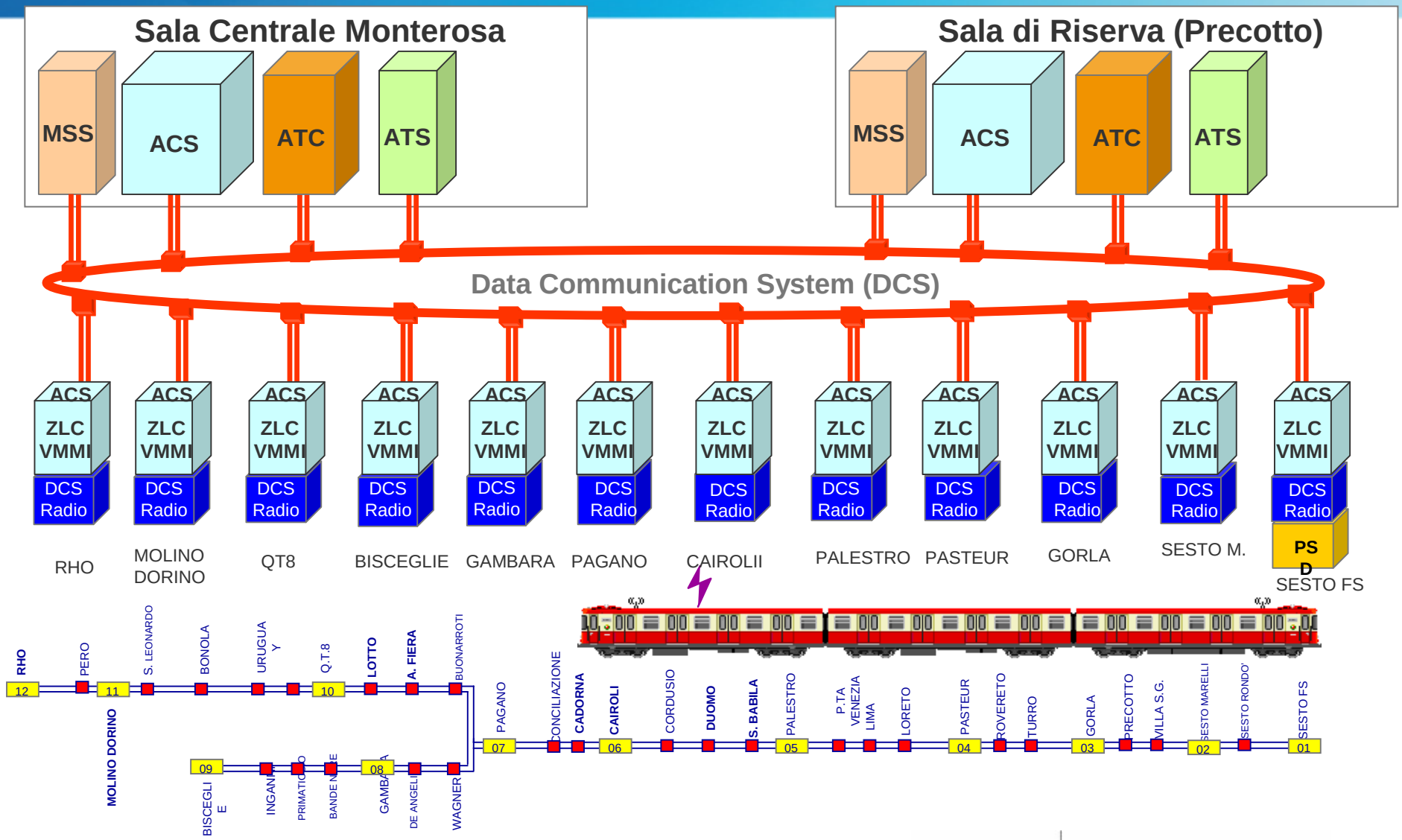
MML1 – Architettura Generale (1/2)



Architettura generale

TRANSPORT ALSTOM

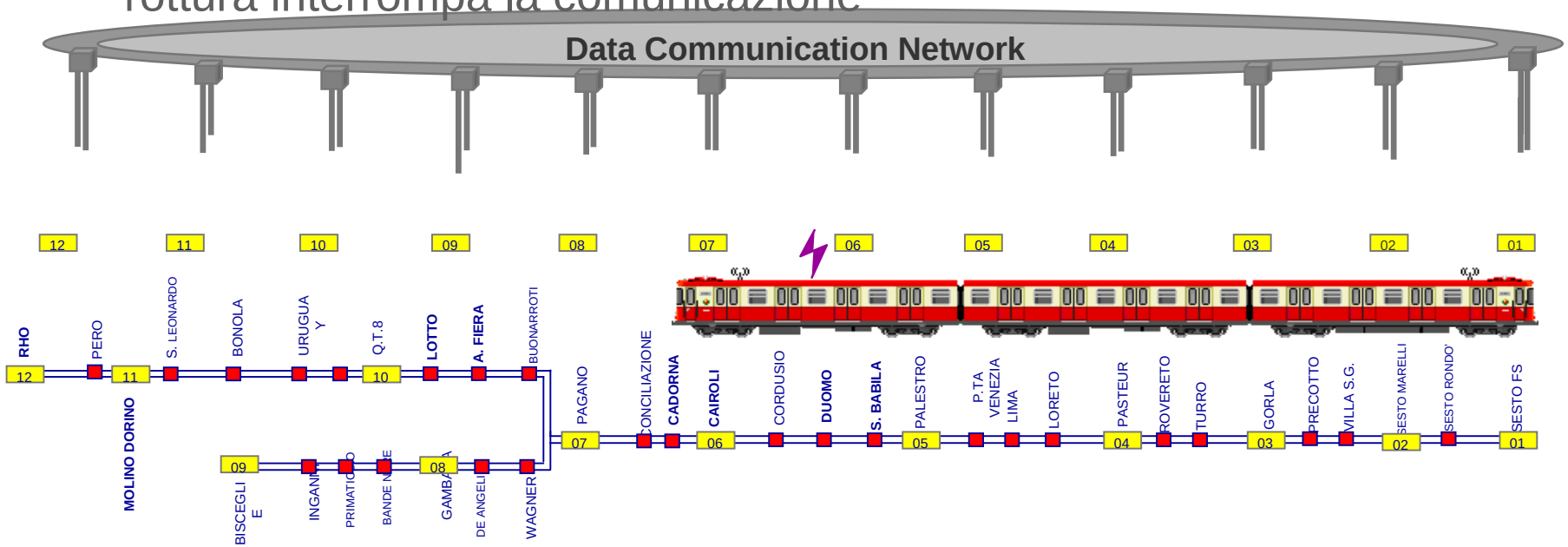
MML1 – Architettura Generale (2/2)



TRANSPORT ALSTOM

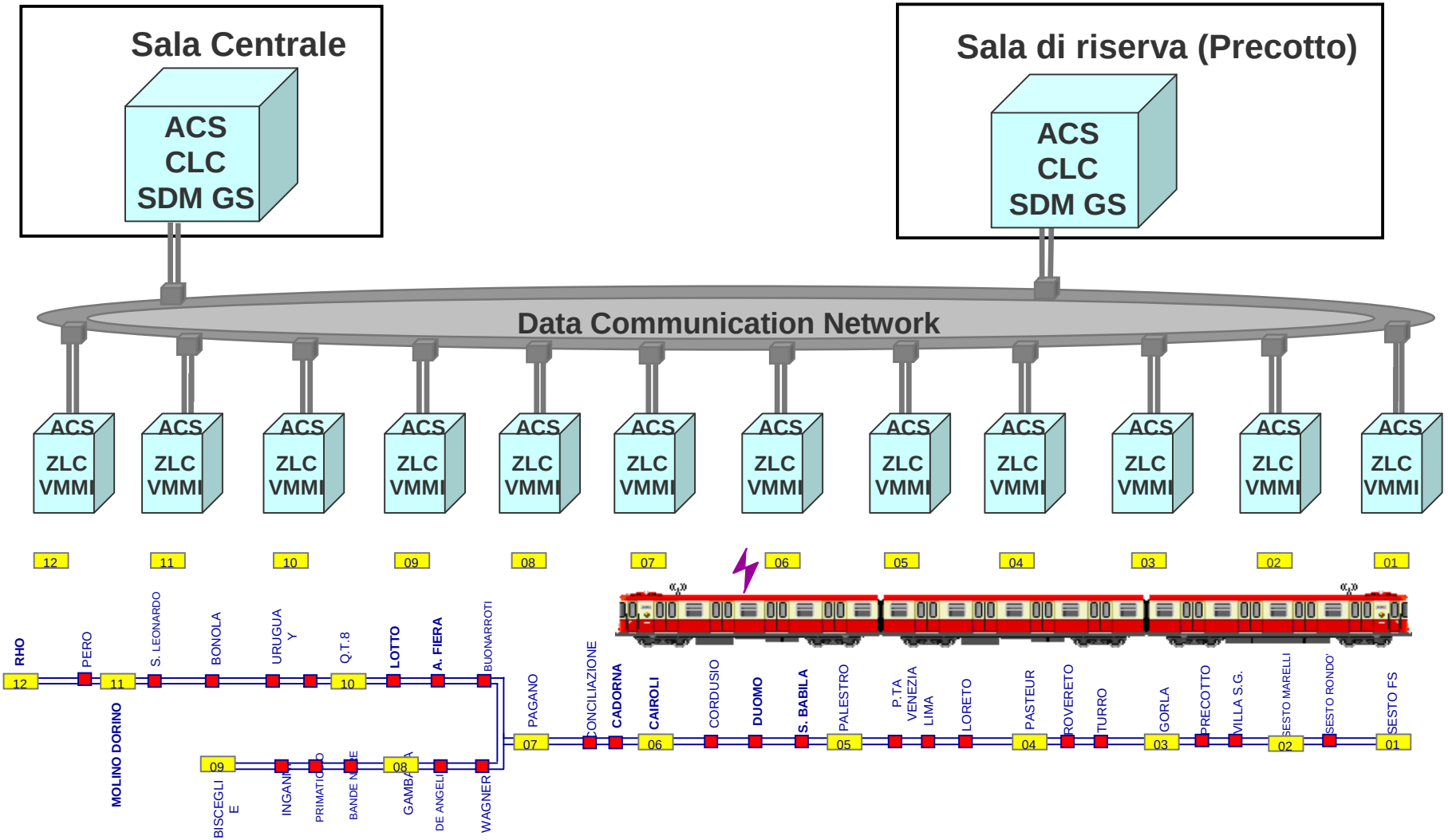
MML1 – Architettura: dorsale di comunicazione

- Rete SDH formata da 14 nodi STM4 (622 Mbps)
- La rete è ridondata ed è costituita da una doppia dorsale in fibra ottica su cui transitano informazioni vitali e non vitali tra il centro e la periferia del sistema
- La rete è progettata in modo da essere resiliente, evitando che una rottura interrompa la comunicazione



TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Architettura: apparati ACS



TRANSPORT ALSTOM

MML1 – caratteristiche Apparati Centrali Statici

- La principale funzione di ACS è quella di consentire l'istradamento in sicurezza nelle reti ferroviarie e/o metropolitane (gestione in sicurezza di comandi e controlli)

- L'architettura è di tipo centralizzato. Tutte le elaborazioni vengono effettuate nel Controllore Logico Centrale le attuazioni dagli apparati di stazione ZLC Controllore Logico di Zona.

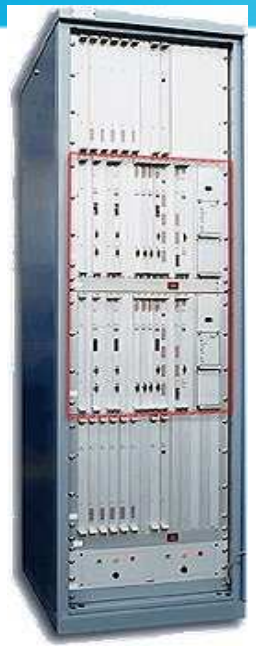
- L'architettura è analoga a quella multistazione realizzata in contesto ferroviario

- Tutti gli apparati sono duplicati per garantire elevata disponibilità

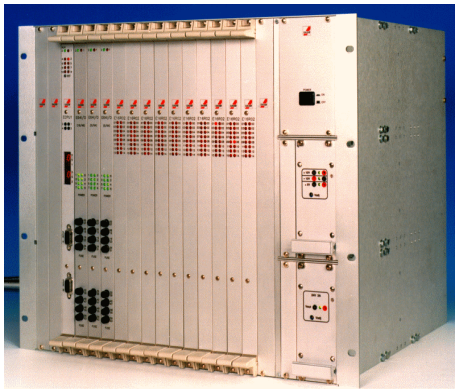
TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Apparati Centrali Statici: Apparati

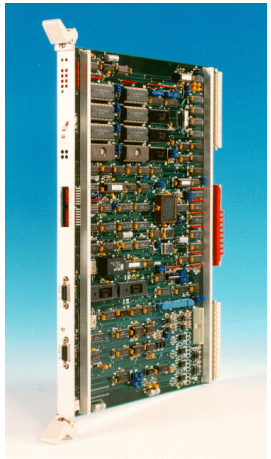
- Armadio
  - Dimensioni (2000x800x600)
  - Ogni armadio contiene uno o più moduli



- Rack
  - Dimensioni 19” standard
  - Ogni rack contiene più schede

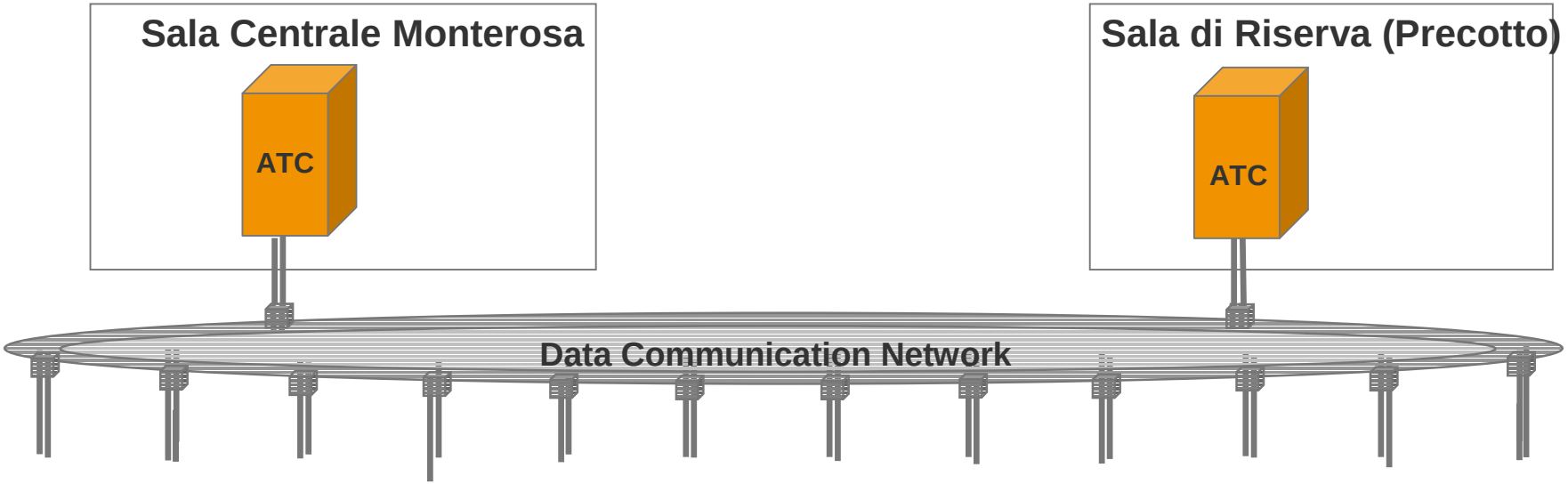


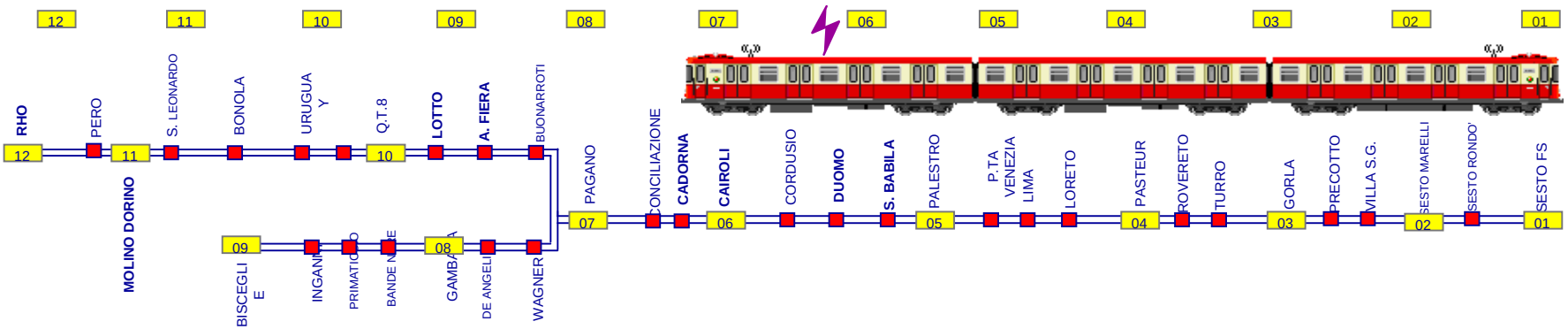
- Schede
  - Dedicate a specifiche funzioni HW e/o SW



TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Architettura: sistema Automatic Train Control





TRANSPORT ALSTOM

MML1 –Funzionalità ATC

I sistemi tradizionali in metropolitana ➔ Solo funzione ATP

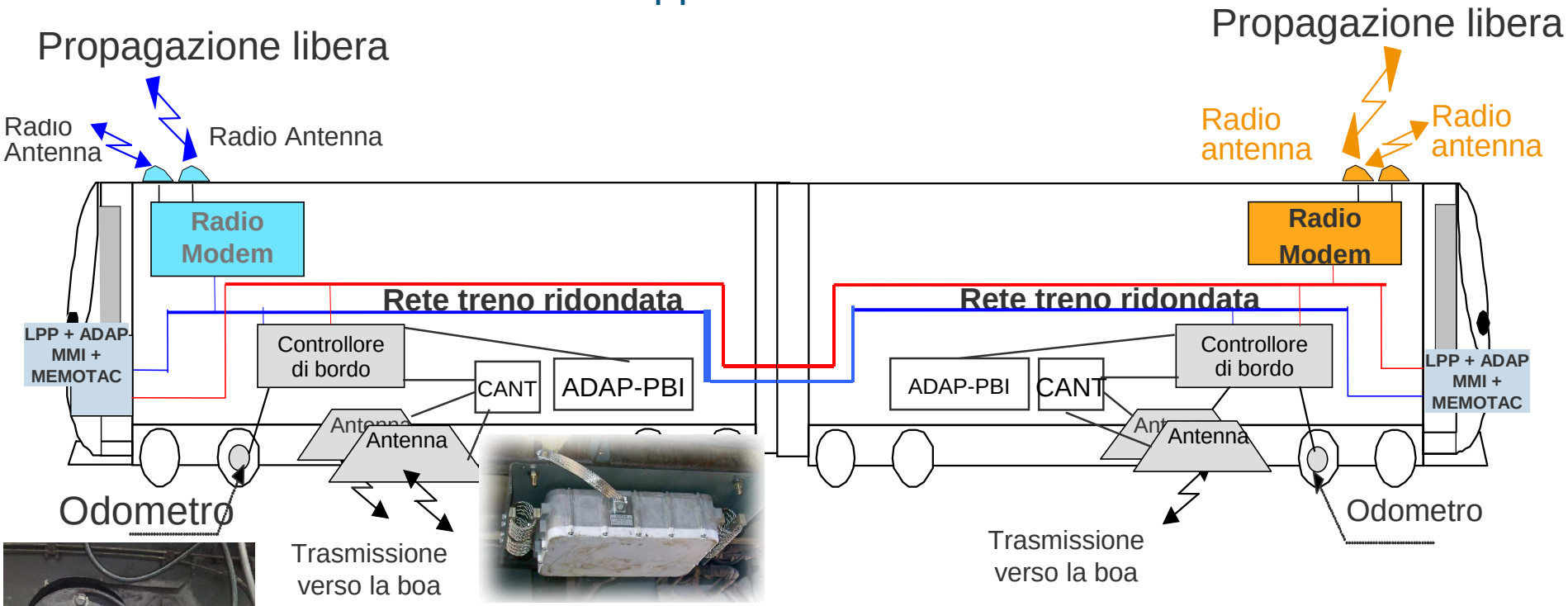
Il CBTC è dotato di un sistema ATC ➔ funzioni ATP + ATO

- Gestione dell'Area di Protezione del treno E del limite all'autorizzazione al movimento (EOA, End Of Authority)
- Supervisione delle Porte di Banchina (Blocco Mobile)
- Gestione delle restrizioni temporanee di velocità (Blocco Mobile)
- Controllo del movimento del treno in modalità di Marcia Automatica e gestione corretto arresto in banchina
- Viaggio interstazionale ottimale rispettando i limiti di autorizzazione al movimento impostati da ATP e determinazione automatica profilo di velocità (rigido, normale, flessibile) da applicare in base all'orario di partenza e di arrivo
- Gestione corretto arresto in stazione (treni nuovi e revamping)
- Gestione della Retromarcia Automatica in stazione capolinea (dotate o meno di Porte di Banchina)

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – ATC Bordo

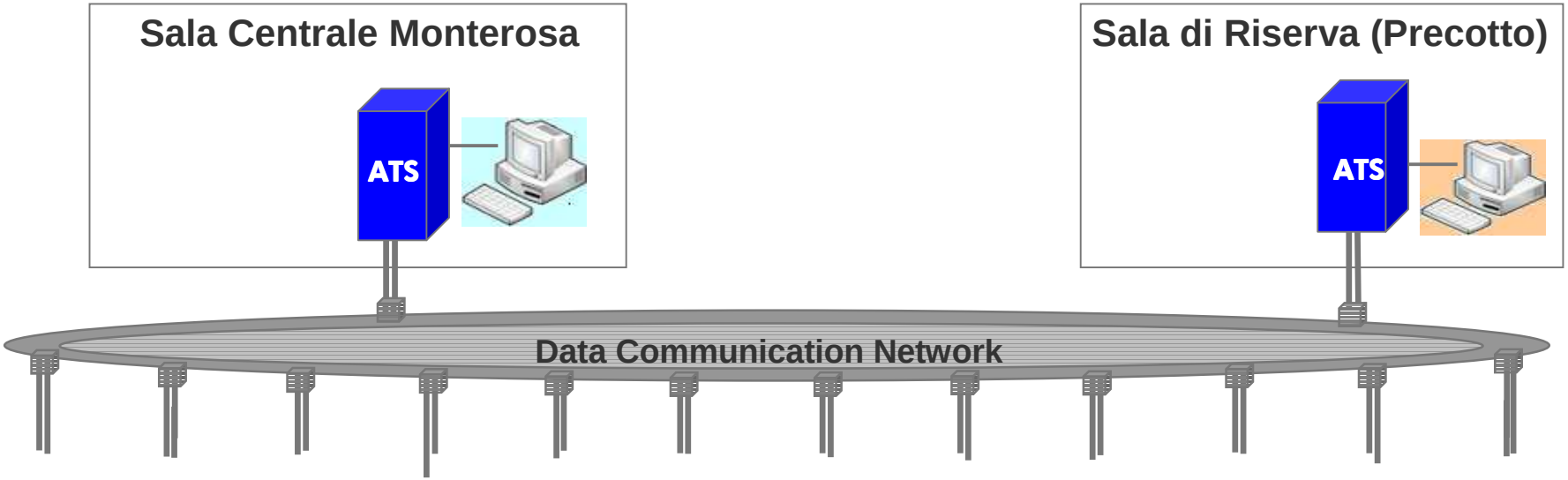
Struttura della apparecchiatura ATC di bordo

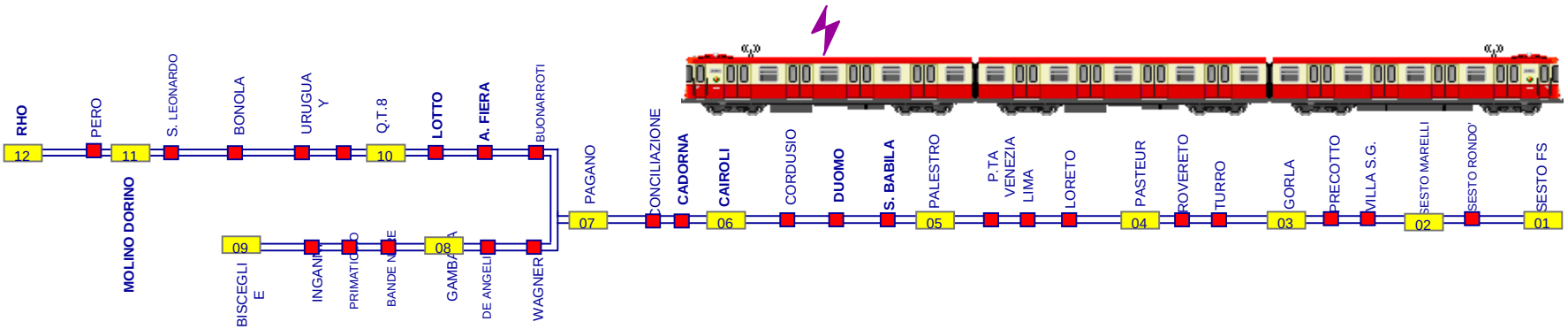


Il bordo calcola in base all'autorizzazione al movimento ricevuta da terra la sua curva di frenatura

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Architettura Generale: ATS





TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Funzionalità ATS (1/2)

Supervisione Automatica Treni (ATS): generalità (Blocco Mobile)

- Supervisione e invio comandi agli enti di segnalamento e ai treni.
- Inseguimento marcia treno basato sui dispositivi di rilevazione primaria (ATC) e secondaria (occupazione CdB).
- Identificazione treni e loro destinazione in accordo con la tabella oraria.
- Automatismo di Automatic Route Setting (ARS) per tutti i treni in linea, sulla biforcazione e ai capolinea.
- Automatismo di Automatic Traffic Regulation (ATR) in accordo alla tabella oraria per fornire ai Controllori di Bordo dei treni i dati per la regolazione (sosta in banchina e tempo di corsa interstazionale).
- Invio informazioni al Sistema di Informazione al Passeggero

Supporto nella gestione del traffico ➔ Diminuzione del carico dell'operatore

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Funzionalità ATS – (2/2)

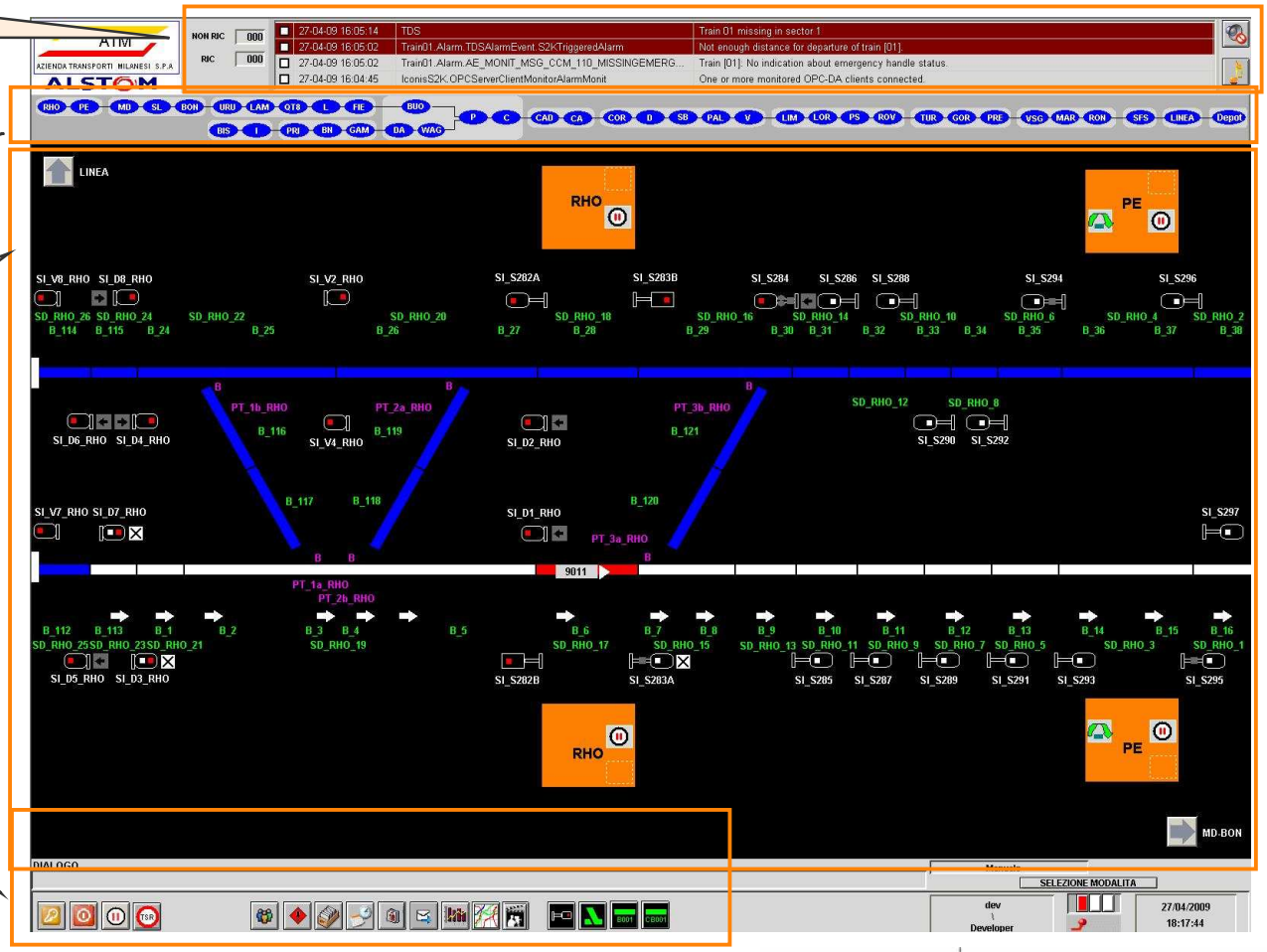
Interfaccia operatore

Barra Allarmi

Barra Stazioni

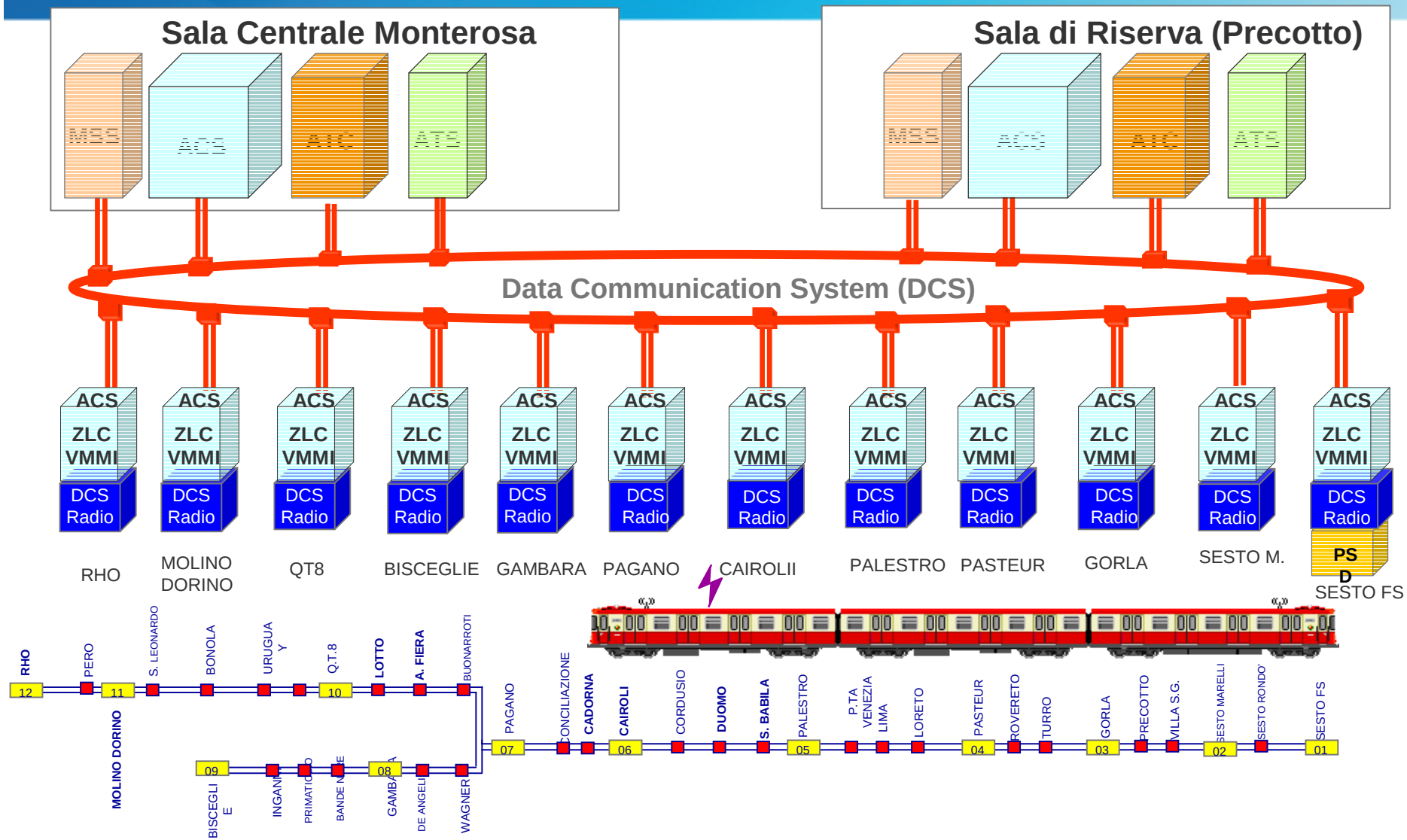
Area interfaccia grafica

Barra di navigazione



TRANSPORT ALSTOM

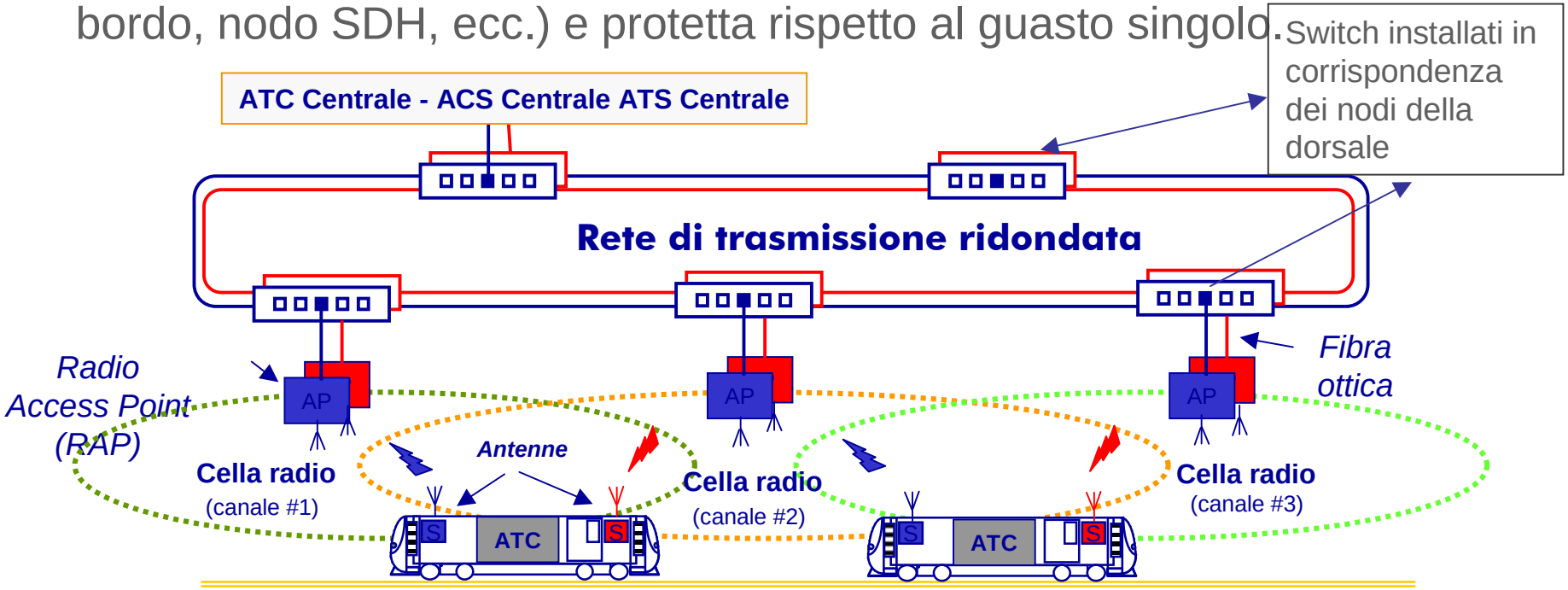
MML1 – Architettura: Rete Radio (1/2)



TRANSPORT ALSTOM

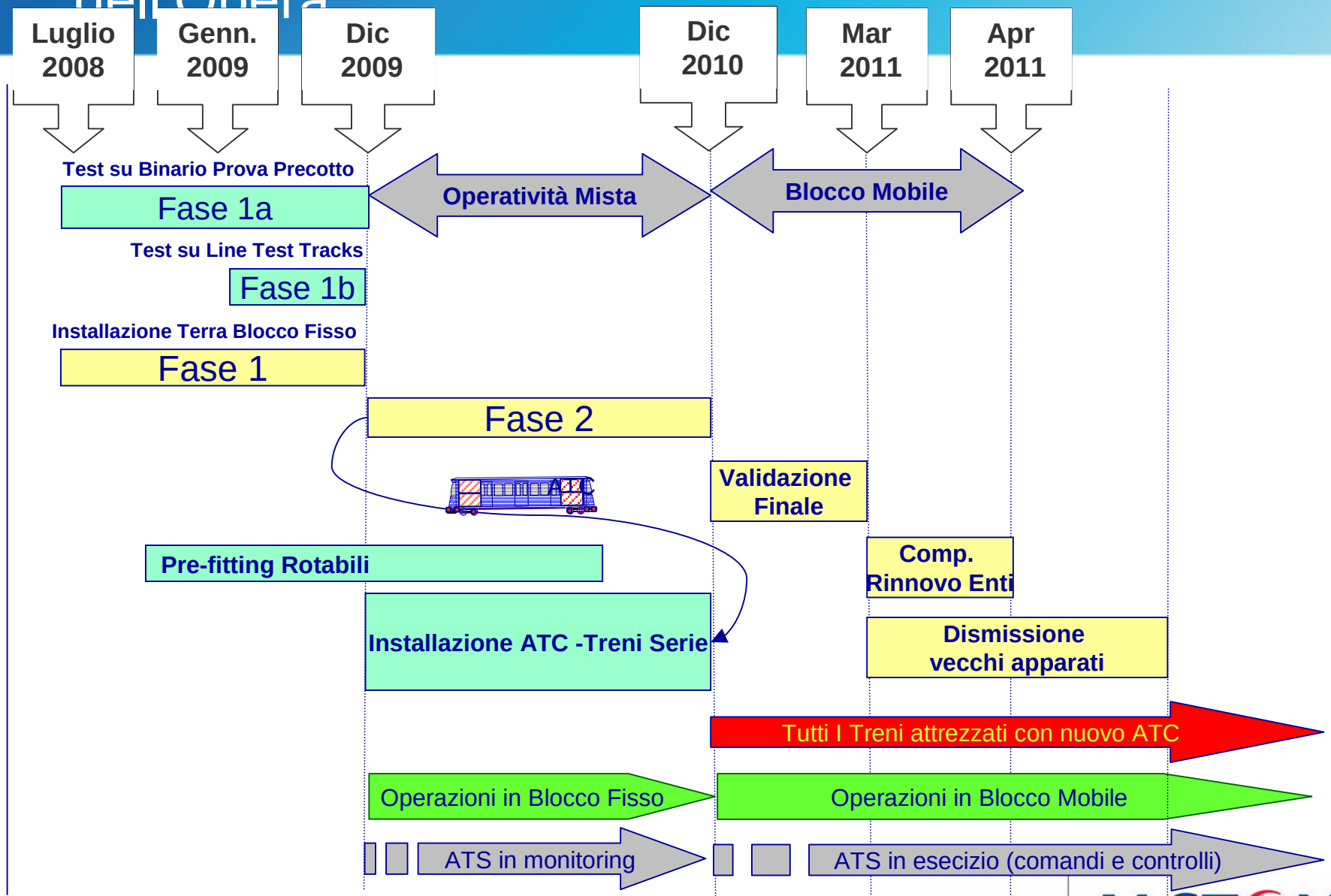
MML1 – Architettura: Rete Radio (2/2)

- Il segnale radio viene distribuito ai treni attraverso 138 Radio Access Point (RAP) installati lungo linea mediamente ogni 250 - 300 m
- Il sistema di accesso radio è una personalizzazione dello standard WiFi IEEE 802.11ag (bi-banda) 5,7 GHz
- La rete è ridondata in ogni elemento (punto d'accesso radio, radio di bordo, nodo SDH, ecc.) e protetta rispetto al guasto singolo.



TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Fasi del Progetto – Piano Generale dell'Opera



TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Treni della flotta di linea 1

Treno di tipo tradizionale

Treno di tipo rinnovato

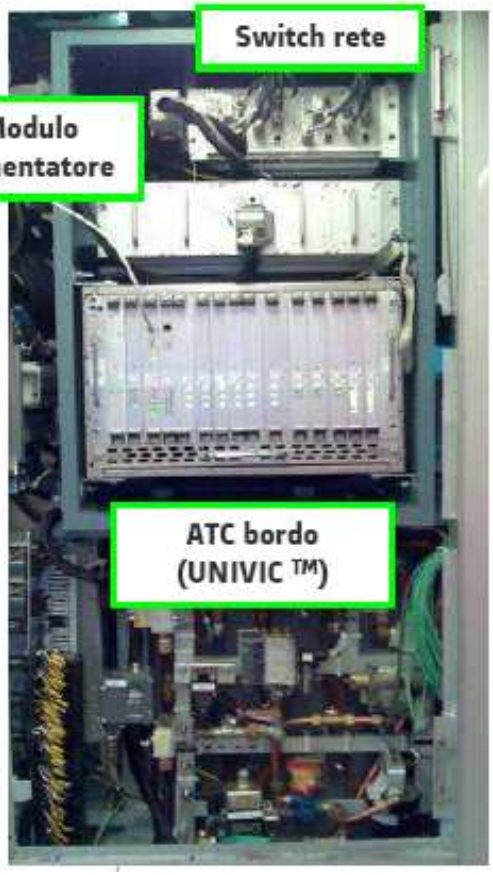
Nuovo treno Meneghino

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Installazioni di bordo

Cabina di guida

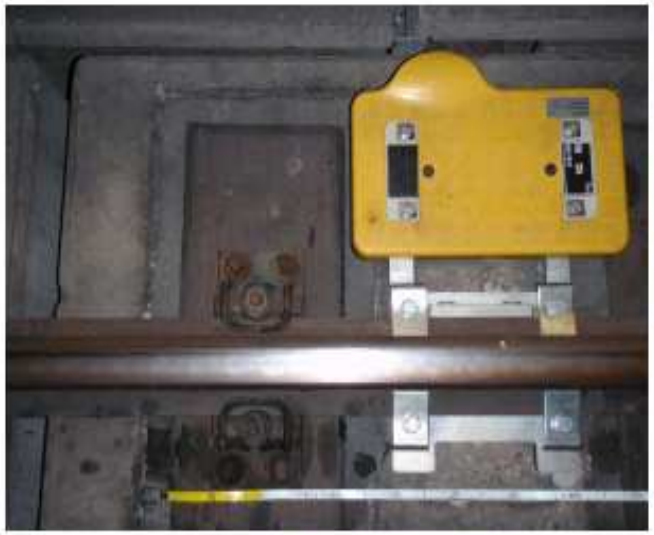
Zona apparati ATC



TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Installazioni di piazzale

Boe ATC



Apparati radio in tunnel

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Locale apparati Sala Centrale

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Laboratorio di Integrazione e Validazione

- Verifica in laboratorio delle prestazioni del sistema URBALIS®, con condivisione dei risultati verso il cliente
- Gestione delle attività d'integrazione e validazione nelle diverse fasi del progetto
- Notevole incremento della capacità di intercettazione delle problematiche in anticipo rispetto alla prove su campo (e quindi maggiore reattività nella risoluzione)
- Diminuzione dell'insieme di test che è necessario svolgere in linea per validare il sistema
- Miglioramento della capacità di gestione degli aggiornamenti software e hardware provenienti dalla piattaforma UEVOL durante le varie fasi del progetto

TRANSPORT ALSTOM

MML1 – Dove siamo oggi e prossimi passi

- Completata installazione e messa in servizio completa linea (anticipate installazioni di blocco mobile)
- Completata installazione e messa in servizio dei tre treni prototipo (tradizionale, rinnovato e nuovo Meneghino)
- **Conseguita approvazione della Commissione di Sicurezza (ATM, MM e USTIF) del Ministero dei Trasporti del progetto per esercizio misto in blocco fisso**

  - Esercizio commerciale in blocco fisso
  - Completamento installazioni per esercizio in blocco mobile
  - Commissioning e messa in servizio blocco mobile

TRANSPORT ALSTOM

www.alstom.com

ALSTOM