



AnsaldoSTS
A Finmeccanica Company

TITOLO:
TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN
PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI
IMPIANTO DI SEGNALAMENTO
Relazione Tecnica Generale

NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE

MN42BX00028/00

DATA

20/07/09

EMITENTE

ESN/IMN

INDICE

I	INTRODUZIONE	8
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO	8
1.2	ACRONIMI	9
1.3	NORME APPLICABILI	12
1.4	DOCUMENTI APPLICABILI E DI RIFERIMENTO	13
1.4.1	Documenti Applicabili	13
1.4.2	Documenti di riferimento	13
1.5	ARCHITETTURA DI PROGETTO	15
1.6	IL DIMENSIONAMENTO DEL BLOCCO	16
1.6.1	Le curve di frenatura	16
1.6.1.1	Definizioni	16
1.6.1.2	Ritardi caratteristici del veicolo	16
1.6.1.3	Metodo di calcolo	16
1.6.1.4	Utilizzo delle curve nella verifica degli spazi di frenatura	16
1.6.1.5	Dati utilizzati nei calcoli	16
1.6.1.6	Esempio di calcolo	16
1.6.2	Le sequenze di frenatura	16
1.6.3	Criteri di posizionamento degli enti in linea	16
1.7	IL DISTANZIAMENTO	16
1.7.1	Le sequenze codici	16
1.7.2	I diagrammi di insegnimento treni	16
1.7.3	Il cadenzamento e la velocità commerciale	16
1.8	REGIMI DI MARCIA	16
1.9	IL REGOLAMENTO SEGNALI	16
1.9.1	Segnali principali	16
1.9.1.1	Segnali ad installazione fissa (alti)	16
1.9.1.2	Segnali ad installazione fissa (bassi)	16
1.9.2	Segnali ausiliari	16

...OMISSIS...

...*OMISSIS*...

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/IMN

1 Introduzione

1.1 Scopo del documento

Il futuro prolungamento della Linea 1 della Metropolitana di Napoli prevede l'estensione della tratta da Dante a Capodichino. Tale prolungamento prevede due successive fasi di attivazione. La prima comprende la tratta Dante (passante) – Garibaldi – CDN(escluso), la seconda CDN – Capodichino.

Il presente documento definisce le caratteristiche architettoniche dell'impianto di segnalamento ACC della Metropolitana di Napoli Linea 1 relative alla tratta Dante (passante) – Garibaldi – CDN(escluso). La tratta in oggetto prevede, come area terminale, l'area di manovra di Brin che, con la successiva attivazione sarà integrata nella stazione di Centro Direzionale.

In accordo con le scelte progettuali di base, il dimensionamento ed il sistema di segnalamento della tratta Dante (passante) – Garibaldi – CDN(escluso), consentono, nel rispetto dei valori di velocità commerciale e cadenzamento, la circolazione di treni equipaggiati ed attualmente circolanti sulla Linea 1 della metropolitana di Napoli tratta Piscinola – Dante (terminale).

1.2 Acronimi

ACRONIMI	
ACC	Apparato Centrale Computerizzato
ACEI	Apparato Centrale Elettrico a pulsante di itinerari
ADEV	Scheda del CdE Gest. Deviatori (casse di manovra ed elettromagneti)
APOT	Scheda del CdE Gest. Segnali (segnali luminosi e dischetti indicatori)
ART2G	Sottosistema Allarmi RegISTRAZIONI e Telecontrollo di 2° generazione
ASTS	Ansaldo Signalling and Transport Systems
ATC	Automatic Train Control
ATFL	Atis Field Line
ATIS	Audiofrequency Transmission and Interlocking System
ATO	Automatic Train Operation
ATP	Automatic Train Protection
GBDAC	Circuito di Binario Digitale in Audiofrequenza Codificato
CdA	Controllore di Area
CdB	Circuito di Binario
CdE	Controllore di Ente
CDVA/CDVB	Schede del MdC Deviatori
CECB	Controllore Ente Circuito di Binario
CLL	Cassetta Lungo Linea
CLMA/CLMB	Schede del MdC Segnali
CNT	Controllo Terra
CPU	Central Processing Unit
CRC	Codice di Ridondanza Ciclica
CU	Chiusura Urgente
DEV	CdE Casse di manovra
DIMAR	Direzione di MARcia
DM	Dirigente Movimento
DSCA	Scheda a microcalcolatore CdE ("2 su 2")
DTRE	Digital Transmitter and Receiver PROFIBUS
ELM	CdE Elettromagneti
EMC	Electromagnetic Compatibility

ACRONIMI	
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory
F.O.	Fibra Ottica
FOAC	Scheda del cdA (Interfaccia E/O)
FOAL	Scheda del cdA (Interfaccia E/O monomodale)
FSK	Frequency Shift Keying
FTCA	Scheda per settaggio guadagno TCA9
HDLC	High-level Data Link Control
HW	Hardware
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IO-ART	Operation Indication Recording Alarm and Telecontrol
IP	Industry Pack
IPxx	Index of Protection xx
IS	Impianti Segnalamento
IT	Interfaccia Topografica
Kbps	1000 bit al secondo
KS	Chiusura segnali
L.O.	Libero Occupato
LAN	Local Area Network
LE	Logica di Esclusione
LRSBA	Lunghezza Residua della Sezione di Blocco Automatico
Mbps	1000000 bit per secondo
MdC	Modulo di Condizionamento
MTTR	Mean Time To Repair.
NS2G	Nucleo in Sicurezza 2° generazione
P.C.	Posto Centrale
PC	Personal Computer
PCI	Peripheral Component Interconnect
PCO	Posto Centrale Operativo
POT	CdE segnali luminosi e dischetti indicatori
PP	Posto Periferico

ACRONIMI	
PSU0	Power Supply Unit (Alimentatore ferrotorionante)
QL	Quadro Luminoso
RAM	Random Access Memory
SBA	Sezione di Blocco Automatica
SBCI	Scheda del CdE VIO
SBFA/SBFB	Schede del CdA (sez. "2 su 2")
SIL	Safety Integrity Level
SIPA	Sistema di Progettazione
TCA9	Track Circuit Amplifier (amplificatore circuito di binario)
TF	Tastiera Funzionale
TLC	Telecomunicazioni
TMR	Triple Modular Redundancy
VIO	CdE Ingressi ed uscite vitali
WDOV	Scheda del CdE VIO

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/TMN

1.3 Norme applicabili

In caso di richiamo di normative applicabili datate, le loro successive modifiche o revisioni si applicano al presente documento solo quando esplicitamente citate in una futura revisione di questo documento. Per richiami a normative applicabili non datate si applica l'ultima edizione della pubblicazione citata.

RIF.	IDENTIFICAZIONE		AUTORI	TITOLO
[R 1]	EN 50129	MAY 2002	CENELEC	Railways Applications - Communications, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling
[R 2]	EN 50128	MARCH 2001	CENELEC	Railway Applications - Communications, signalling and processing systems - Software for Railway Control and Protection Systems
[R 3]	EN 50121-1	SEPTEMBER 2000	CENELEC	Railways Applications: Electromagnetic compatibility - Part 1: General
[R 4]	EN 50121-2	SEPTEMBER 2000	CENELEC	Railways Applications: Electromagnetic compatibility - Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world
[R 5]	EN 50121-4	SEPTEMBER 2000	CENELEC	Railways Applications: Electromagnetic compatibility - Part 4: Emission and immunity of the signalling and telecommunication apparatus
[R 6]	DI TCSS ST IS 00 402 A	LUGLIO 2000	FS	Prove di Tipo e Accettazione per le apparecchiature elettroniche ed elettromeccaniche destinate agli Impianti di Sicurezza e Segnalamento
[R 7]	EN 50159-1	MARCH 2001	CENELEC	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Part 1: Safety related communication in closed transmission systems
[R 8]	EN 50159-2	MARCH 2001	CENELEC	Railway Application - Communication, signalling and processing System, Part 2: Safety-related communication in open transmission systems
[R 9]	IS 402	LUGLIO 2000	FS	Prove di Tipo e Accettazione per le apparecchiature elettroniche ed elettromeccaniche destinate agli Impianti di Sicurezza e Segnalamento
[R 10]	ORE QUESTION A 155.2-RP7	APRIL 1986	ORE	The design of computer based safety systems
[R 11]	ORE QUESTION A 155.3-RP 12	APRIL 1988	ORE	Failure catalogue for electronic components
[R 12]	RAPPORTO RP(S)C, UTRECHT, GENNAIO 1985		ORE, COMITATO A155	

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale		<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
			<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/IMN

1.4 Documenti applicabili e di riferimento

1.4.1 Documenti Applicabili

Il presente documento fa riferimento ai documenti di seguito elencati e a loro successive revisioni. Esso sarà aggiornato soltanto quando l'eventuale modifica di un documento di tale elenco ne dovesse compromettere la validità.

RIF.	IDENTIFICAZIONE	AUTORI	TITOLO	
[R 13]	VME172FXAH2	MOTOROLA	MVME172FX 400/500-Series VME Embedded Controller Installation and use	
[R 14]		GREEN SPRING Computers	IP-COMM302 Intelligent Multiprotocol Industry Pack User Manual	
[R 15]	V2100AH1	MOTOROLA	MVME2101 Single Board Computer Installation and use	
[R 16]	GRDM/001.693	REV. 06.00	ASTS	Gardermobanen Balise Subsystem - General System Specification
[R 17]	LSBN/001.402	REV. 03.00	ASTS	METROLISBONA - Specifica generale di sistema
[R 18]	B90A.000001.426.001		ASTS	Piano di Verifica e Validazione e della Sicurezza
[R 19]	STD P 053	REV. 04.00	ASTS	Regole di Programmazione e Codifica per lo Sviluppo Software
[R 20]	FS4131300310.693	REV.01.00	ASTS	Modulo CECB - Specifica tecnica
[R 21]	B95M.000003.804.001	REV. 00.00	ASTS	Software per sistema CBDAC - Specifica dei requisiti software (SWRS)
[R 22]	LSBN/031.640	REV. 02.00	ASTS	Tool di diagnostica per i circuiti di binario CBDAC - Manuale d'uso
[R 23]	B00N.000002.816.001	REV. 01.00	ASTS	Tool di diagnostica D360
[R 24]	B00N.000001.816.001	REV. 01.00	ASTS	Tool di visualizzazione del segnale del CdB DGMLISBO

1.4.2 Documenti di riferimento

I documenti di riferimento sono citati nel testo per consentire una migliore comprensione del documento e per fornire in taluni casi informazioni aggiuntive da considerare, in genere, non vincolanti per l'applicabilità.

RIF.	IDENTIFICAZIONE	AUTORI	TITOLO		
[R 25]	B20A.C16001.711.001	MN42BX00026	REV.00	ASTS	Piano della Documentazione
[R 26]	B20A.C16001.427.001	MN42BX00027	REV.00	ASTS	Piano di Sviluppo del Progetto
[R 27]	B20A.C16001.711.011	MN42BX00025	REV.00	ASTS	Elenco riferimenti Progettuali
[R 28]	B20A.C16001.693.001	MN42BX00028	REV.00	ASTS	Relazione Tecnica Generale
[R 29]	B20A.C16001.601.001	MN42BX00075	REV.00	ASTS	Schema a blocchi delle interconnessioni tra apparati
[R 30]	B20A.C16001.612.011	MN42BX00033	REV.00	ASTS	Piano del ferro Generale
[R 31]	B20A.C16001.612.001	MN42BX00034	REV.00	ASTS	Piano schematico Generale
[R 32]	B20A.C16001.626.001	MN42BX00046	REV.00	ASTS	Inseguimento Treni binario pari
[R 33]	B20A.C16001.626.011	MN42BX00047	REV.00	ASTS	Inseguimento treni binario dispari



AnsaldoSTS
A Finmeccanica Company

TITOLO
TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN
PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI
IMPIANTO DI SEGNALAMENTO
Relazione Tecnica Generale

NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE

MN42BX00028/00

DATA
20/07/09

EMITENTE
TSN/TMN

[R 34]	B20A.C16001.612.02I	MN42BX00036	REV.00	ASTS	Piano posa bos ATO
[R 35]	B21A.C16001.620.00I	MN42BX00177	REV.00	ASTS	Colli Aminei - layout locale segnalamento
[R 36]	B22A.C16001.620.00I	MN42BX00159	REV.00	ASTS	Museo - layout locale segnalamento
[R 37]	B22A.C16002.620.00I	MN42BX00162	REV.00	ASTS	Toledo - layout locale segnalamento
[R 38]	B22A.C16003.620.00I	MN42BX00165	REV.00	ASTS	Università - layout locale segnalamento
[R 39]	B22A.C16004.620.00I	MN42BX00168	REV.00	ASTS	Garibaldi - layout locale segnalamento
[R 40]	B22A.C16005.620.00I	MN42BX00171	REV.00	ASTS	Brin - layout locale segnalamento
[R 41]	B20A.C16001.693.01I	MN42BX00178	REV.00	ASTS	Specifica del sistema di alimentazione
[R 42]	B20A.C16001.626.02I	MN42BX00124	REV.00	ASTS	Tabella lista carichi
[R 43]	B23A.C16002.611.00I	MN42BX00094	REV.00	ASTS	Piano Cavi Toledo
[R 44]	B23A.C16003.611.00I	MN42BX00188	REV.00	ASTS	Piano Cavi Università
[R 45]	B23A.C16004.611.00I	MN42BX00096	REV.00	ASTS	Piano Cavi Garibaldi
[R 46]	B23A.C16005.611.00I	MN42BX00189	REV.00	ASTS	Piano Cavi Brin
[R 47]	B22A.C16006.620.00I	MN42BX00088	REV.00	ASTS	Layout Armadi ACC PP01 Museo
[R 48]	B22A.C16008.620.00I	MN42BX00091	REV.00	ASTS	Layout Armadi ACC PP02 Toledo
[R 49]	B22A.C16009.620.00I	MN42BX00092	REV.00	ASTS	Layout Armadi CBDAC PP03 Toledo
[R 50]	B22A.C16010.620.00I	MN42BX00095	REV.00	ASTS	Layout Armadi ACC PP04 Università
[R 51]	B22A.C16009.620.00I	MN42BX00097	REV.00	ASTS	Layout Armadi CBDAC PP05 Università
[R 52]	B22A.C16012.620.00I	MN42BX00100	REV.00	ASTS	Layout Armadi ACC PP06 Garibaldi
[R 53]	B22A.C16011.620.00I	MN42BX00102	REV.00	ASTS	Layout Armadi CBDAC PP07 Garibaldi
[R 54]	B22A.C16014.620.00I	MN42BX00105	REV.00	ASTS	Layout Armadi ACC PP08 Brin
[R 55]	B22A.C16013.620.00I	MN42BX00107	REV.00	ASTS	Layout Armadi CBDAC PP09 - PP10 Brin
[R 56]	B22A.C16015.620.00I	MN42BX00089	REV.00	ASTS	Layout Armadio Trasmissione Dati Museo
[R 57]	B22A.C16016.620.00I	MN42BX00093	REV.00	ASTS	Layout Armadio Trasmissione Dati Toledo
[R 58]	B22A.C16018.620.00I	MN42BX00099	REV.00	ASTS	Layout Armadio Trasmissione Dati Università
[R 59]	B22A.C16018.620.00I	MN42BX00103	REV.00	ASTS	Layout Armadio Trasmissione Dati Garibaldi
[R 60]	B22A.C16019.620.00I	MN42BX00109	REV.00	ASTS	Layout Armadio Trasmissione Dati Brin
[R 61]	B21A.C16001.620.01I	MN42BX00176	REV.00	ASTS	Layout Armadi Posto Centrale Colli Aminei

1.5 Architettura di progetto

Per "architettura" si intende la definizione dei principali sottoinsiemi dell'impianto di segnalamento e dei principali legami funzionali.

Il sistema "segnalamento" è distinguibile in più sottoinsiemi funzionali tra loro strettamente interallacciati e cioè:

- * gli apparati di terra che realizzano le funzioni di comando e controllo degli enti di piazzale (segnali, casse di manovra ...) nonché il libero/occupato ed il distanziamento dei treni nel rispetto della sicurezza di marcia.
- * gli apparati di bordo che assumono le informazioni generate (in sicurezza dagli apparati di terra) e realizzano il controllo del moto del veicolo.

La Figura 1 riporta i principali apparati di terra mostrando i legami esistenti tra loro a livello fisico o funzionale.

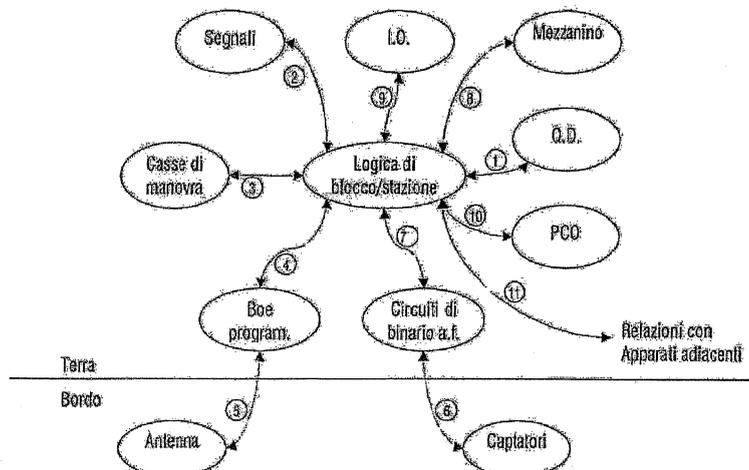


Figura 1 - Schema relazioni funzionali apparati di terra

Apparati di terra

➤ Logica di blocco e stazione

Rappresenta il cuore dell'impianto di segnalamento dove risiedono tutti i collegamenti di incompatibilità tra movimenti, le logiche di comando per itinerari ed istradamenti e le regole di selezione dei codici da trasmettere su ciascun circuito di binario, in funzione delle informazioni di posizione dei treni.

➤ Segnali

Costituiscono l'interfaccia tra l'apparato ed il conduttore del treno, assumono aspetti diversi in funzione dei movimenti formati.

➤ Casse di manovra

Sono gli apparecchi dedicati a costruire i percorsi richiesti.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/LMN

➤ *Boe*

Sono punti trasmettitori di informazioni. Le boe di tipo commutabile sono legate funzionalmente ad un segnale e ne trasmettono l'aspetto (di via libera, via libera condizionata, via impedita); le boe fisse trasmettono informazioni specifiche del punto di loro collocazione (lato banchina, termine della linea, base misurata...).

➤ *Circuiti di binario in audiofrequenza (CdB)*

Sono gli elementi che consentono il rilevamento della posizione dei treni (funzione libero-occupato) e, se codificati, la trasmissione a bordo delle informazioni per la loro marcia.

➤ *Interfaccia operatori*

Comprendono tutti i dispositivi di comando e controllo delle stazioni, della linea e dello stesso apparato di segnalamento.

➤ *PCO*

Comprende il centro di controllo centralizzato del traffico dal quale è possibile formare i movimenti previsti per tutte le stazioni della linea metropolitana. Esso riceve dalla logica di stazione e blocco le informazioni per definire lo stato delle stazioni e della circolazione.

➤ *QD*

Rappresenta il quadro per la distribuzione ed il controllo delle alimentazioni alle diverse apparecchiature ed agli enti di piazzale.

Vediamo ora brevemente i *legami* tra i vari blocchi funzionali:

1) Sono le varie alimentazioni necessarie per il funzionamento dell'impianto. Si rimanda al capitolo dedicato per la descrizione delle caratteristiche delle alimentazioni e degli interventi sugli organi di comando e controllo del Quadro di Distribuzione.

2) E' la manovra e il controllo di illuminazione del segnale comandato dalla logica di blocco e di stazione. Per controllo di illuminazione si intende il controllo di bruciatura lampade.

3) E' la manovra e il controllo delle manovre da scambio. Il controllo è cumulativo per le due casse costituenti la comunicazione ed è di posizione e intallonabilità dove prevista.

4) E' l'informazione (funzione dell'aspetto del segnale) di:

- a) via impedita
- b) via libera condizionata
- c) via libera

Le informazioni b) e c) sono ottenute alimentando (a 48V c.c.) la boa su feeder dedicati. L'informazione di via impedita è *assunta* dalla boa nelle condizioni di assenza di alimentazione.

5) E' l'informazione in radiofrequenza, selezionata dalla logica di blocco/stazione trasmessa dalle boe. E' l'interfaccia tra gli apparati di bordo (ATP discontinuo) e quelli di terra.

6) E' l'interfaccia tra gli apparati di terra e l'apparato di bordo (ATP continuo). E' l'accoppiamento induttivo attraverso il quale avviene il flusso informativo tra terra e bordo.

7) Sono tutte quelle condizioni necessarie per poter attivare la codificazione. La logica di blocco/stazione riceve dal Posto Periferico lo stato di libero/occupato dei circuiti di binario. Dalla logica di blocco/stazione, il Posto Periferico riceve gli stati che consentono o meno la codificazione. Brevemente vengono elencate le più significative che consentono la codificazione in stazione:

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITENTE</small> ESN/INN

- condizione di attivazione della manovra del segnale.
- condizione di illuminazione segnale.
- condizioni di normalità dei tasti di soccorso.
- condizioni di posizione e di bloccamento dei deviatori
- condizione di bloccamento del percorso

Nel caso di codificazione dei tratti di blocco (linea interstazione), le condizioni necessarie si riducono al controllo di libero/occupato dei c.d.b. e dei segnali che ne influenzano la selezione.

L'informazione di libero/occupato viene resa disponibile alla logica di blocco/stazione che la utilizza per definire i codici di pertinenza.

I codici selezionati dalla logica del blocco automatico vengono inviati ai circuiti di binario i quali provvedono a trasmettere, attraverso un accoppiamento induttivo con i captatori delle apparecchiature di bordo (ATP continuo) le informazioni necessarie per la marcia in sicurezza dei veicoli.

8) Sono gli interventi dell'Agente di Stazione (AS). In caso di emergenza è possibile disporre a via impedita i segnali di protezione e partenza dalla stazione. E' possibile anche provocare la frenatura di soccorso del veicolo che si sta approssimando alla banchina dove si è verificata l'emergenza.

9) Sono tutti i comandi e i controlli che possono essere impartiti/ricevuti dall' Interfaccia Operatore del Dirigente Locale. Un maggiore dettaglio delle tipologie dei comandi che possono essere impartiti e dei controlli resi disponibili al Dirigente Locale è fornito nel capitolo dedicato.

10) Sono tutti i comandi e i controlli che possono essere impartiti/ricevuti dal Poto Centrale Operativo. Il DCT non dispone della flessibilità e completezza di intervento sull'impianto di segnalamento che invece è la prerogativa del DL.

Tale limitazione è comunque soltanto relativa a quegli interventi di soccorso che richiedono, prima di impartire il comando, particolari procedure: (Es: sopralluogo preliminare dello stato del piazzale ecc..).

11) Sono le informazioni che vengono scambiate con gli apparati adiacenti.

La Figura 2 riporta i principali apparati di bordo mostrando i legami esistenti tra loro a livello fisico o funzionale.

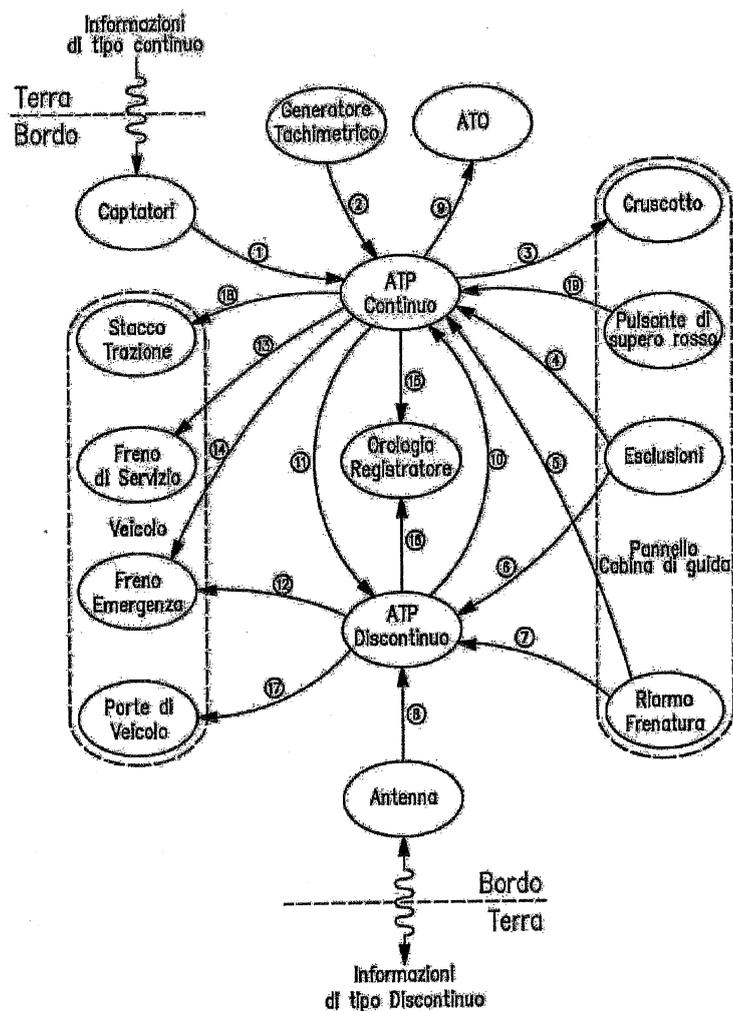


Figura 2 - Schema relazioni funzionali apparati di bordo

Apparati di bordo

➤ ATP Continuo

Per ATP (Automatic Train Protection) si intende un complesso di apparecchiature elettroniche a microcalcolatore dedicate al controllo, in sicurezza, della marcia dei treni e al comando, in sicurezza, della frenatura di emergenza.

Il sottosistema continuo in funzione di informazioni provenienti dalla linea e di riferimenti memorizzati su memorie EPROM (definiti in velocità/spazio) è in grado di effettuare il controllo (in sicurezza) del moto del rotabile.

Il controllo è di tipo *continuo a curve di velocità*.

In caso di superamento dei limiti consentiti di velocità o di mancato riconoscimento delle informazioni ricevute viene comandata, in sicurezza, la frenatura di emergenza.

Le periferiche per l'acquisizione dei dati sono:

 AnsaldoSTS <small>A Ferroviaria Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 26/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/IRN

- *I captatori:*

è il mezzo attraverso il quale vengono acquisiti, direttamente sul binario, i codici selezionati dalla logica dell'I.T. E' costituito essenzialmente da un avvolgimento su di un nucleo ferromagnetico sul quale si induce una f.e.m. che è proporzionale alla corrente codificata che circola nel circuito di binario.

- *Il generatore tachimetrico:*

ha la funzione di trasferire le informazioni relative allo spazio percorso e alla velocità del rotabile. Si prevedono, per ogni unità di trazione, quattro trasduttori calettati su assi motorici diversi ciascuno dotato di due canali indipendenti che forniscono segnali sfasati di 90 gradi elettrici al fine di rilevare il senso di rotazione dell'asse.

- *ATP Discontinuo*

Il sottosistema Discontinuo è in grado di svolgere le funzioni di:

- *train stop (arresto incondizionato)*

è il caso di captazione di una informazione di arresto imperativo fornita da una boa. Viene attivata la frenatura di emergenza.

- *train stop (arresto condizionato)*

è il caso di captazione di una informazione di "via libera condizionata" fornita da una boa di tipo programmabile.

La frenatura di emergenza in questo caso viene attivata solo nel caso di guasto del sottosistema ATP continuo.

- *consenso fornito alla logica di veicolo per l'apertura delle porte*

tale consenso viene fornito all'atto della captazione dell'informazione fornita dalla boa la quale discrimina il lato di apertura (destra o sinistra). Il consenso viene inibito all'atto della captazione di una informazione di "chiusura porte" fornita da una boa posta al termine della banchina passeggeri.

- *controllo "puntuale" della velocità*

attraverso l'uso di una base misurata, formata da due boe che permettono il calcolo della velocità media di transito. Nel caso di mancata interpretazione di un codice viene immediatamente comandata la frenatura di emergenza.

- *Orologio registratore:*

L'apparecchio è in grado di acquisire, memorizzare e restituire le informazioni sullo stato delle variabili caratteristiche del veicolo sotto controllo. E' destinato a registrare dati appartenenti a due categorie:

- la prima, principale e prioritaria, individua i dati minimi legati alla sicurezza. Tali dati vengono registrati con campionamento continuativo e caricamento ciclico.
- la seconda è destinata all'analisi di dettaglio di eventi significativi legati alla sicurezza. Tali dati vengono registrati con campionamento discreto ad ogni cambiamento di stato e a caricamento ad accumulo.

I dati che provengono dai due sottosistemi ATP appartengono alla seconda categoria.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/TMM

➤ **Veicolo:**

Gli interventi dei due sottosistemi ATP sulle logiche di veicolo sono realizzati attraverso una interfaccia a relè dedicata. Le funzioni di veicolo sulle quali intervengono i due sottosistemi ATP sono:

- **lo stacco trazione:**
che viene comandata, preventivamente, dal solo ATP continuo in condizioni di marcia manuale. (previsione di superamento del limite di velocità di codice).
- **il freno di servizio:**
che viene comandato dal solo ATP continuo nel caso di superamento dei limiti di velocità di codice.
- **il freno di emergenza:**
che viene comandato da entrambi i sottosistemi nei casi di superamento, da parte del veicolo, dei vincoli imposti dal segnalamento.

➤ **Pannello/cabina di guida:**

La plancia di comando/controllo a disposizione del macchinista è composta da:

- **cruscotto:**
è costituito da un tachimetro a doppio indice sul quale è indicata la velocità reale del veicolo e la velocità di codice. L'indice relativo alla velocità di codice è in relazione con variabili interne (memorizzate sull'apparecchiatura di bordo: "curve di frenatura") le quali sono funzione della velocità e dello spazio percorso.

Completa la strumentazione di controllo una zona dove sono visualizzate:
la velocità corrispondente al codice di 0 Km/h
le anomalie:
 assenza di codice
 codice di emergenza
 eccesso di velocità
- **riarmo frenatura:**
sono i manipolatori che permettono il "reset" dei sottosistemi ATP e della frenatura meccanica di emergenza in caso di intervento.
- **pulsante di supero rosso:**
è il pulsante che permette l'operazione di "supero rosso". Tale operazione è necessaria quando si vuole muovere il veicolo in condizioni di assenza codice o di informazione di arresto: (captazione di velocità 0 Km/h). L'operazione di supero rosso è subordinata a procedure definite nel regolamento di esercizio della linea.

Vediamo ora brevemente i *legami* tra i vari blocchi funzionali:

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISR/IMN

- 1) sono le informazioni provenienti dai circuiti di binario (codici di velocità);
- 2) sono le informazioni provenienti dal generatore tachimetrico. Sono impulsi proporzionali alla velocità di rotazione degli assi controllati. Tali impulsi permettono la determinazione del senso di marcia del veicolo;
- 3) sono le informazioni provenienti dal sottosistema ATP (continuo) che permettono al macchinista il controllo del movimento e dello stato del segnalamento;
- 4-6) sono gli interventi dei manipolatori di esclusione della apparecchiatura guasta;
- 5-7) sono gli interventi, da parte del macchinista, di riarmo della frenatura di emergenza nel caso di comando della frenatura di emergenza di uno o entrambi i sottosistemi ATP (continuo/discontinuo);
- 8) sono le informazioni derivate dalle boe di linea. Il collegamento funzionale tra ATP (discontinuo) e l'antenna prevede anche un flusso di energia (bordo → terra) in grado di fornire energia alle boe nell'istante dell'accoppiamento.
Si ricorda che le boe sono di tipo passivo; l'alimentazione fornita alla boa è utilizzata dalla boa esclusivamente per l'invio dell'informazione selezionata;
- 9) sono le informazioni inviate dal sottosistema ATP (continuo) all'ATO (Automatic Train Operation). Permettono all'ATO di regolare la marcia del veicolo (intervenedo sui riferimenti di marcia e frenatura) nel rispetto dei limiti decretati dall'ATP;
- 10) è l'informazione generata dal sottosistema ATP (discontinuo) necessaria al sottosistema continuo per definire particolari regimi di marcia nei casi di guasto alla apparecchiatura (ATP discontinuo). L'informazione inviata è relativa alla sola efficienza del sottosistema discontinuo. Le modalità di funzionamento sono dettagliatamente descritte nei capitoli dedicati;
- 11) analogamente a quanto precedentemente descritto il sottosistema ATP (continuo) invia al discontinuo la sola efficienza. Tale informazione è utilizzata dal sottosistema ATP (discontinuo) per discriminare il comando della frenatura di emergenza nel caso di acquisizione di una informazione di "via libera condizionata";
- 12-14) sono i comandi, in sicurezza, generati dai due sottosistemi ATP nel caso di superamento dei vincoli del segnalamento;
- 13) è l'intervento (in condizioni di marcia manuale) del sottosistema ATP continuo nel caso di superamento dei limiti imposti dalla curva di codice;
- 15-16) sono i segnali forniti all'orologio registratore di bordo. Sono previste le seguenti principali informazioni:

ATP continuo:

- .. comando frenatura di emergenza.
- .. avaria
- .. supero rosso
- .. velocità veicolo
- .. velocità captata

ATP discontinuo:

- .. comando frenatura di emergenza
- .. avaria
- .. consenso apertura porte destra
- .. consenso apertura porte sinistra

N.B.: l'esclusione delle apparecchiature è fornita direttamente da un contatto prelevato dai relativi manipolatori posti sulla plancia di comando/controllo del veicolo;

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITENTE</small> ISN/INN

17) è il *consenso* per l'apertura delle porte di veicolo. Il comando delle porte viene realizzato dalla logica di veicolo;

18) è l'intervento dell'ATP continuo, in sola guida manuale, nel caso di *previsione* di superamento dei limiti di velocità di codice. Questa funzione viene dettagliatamente descritta nel capitolo dedicato;

19) è l'informazione, proveniente dal pulsante di supero rosso, che permette le modalità di marcia precedentemente descritte. L'ATP continuo assume tale informazione come positiva solo se il pulsante è stato dapprima premuto e successivamente rilasciato. Transizioni diverse da quella descritta non sono considerate positive.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – GDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/03	<small>EMITTENTE</small> ISN/IMN

1.6 Il dimensionamento del blocco

Generalità

Il dimensionamento del Blocco Automatico è la base sul quale poggia il sistema "Segnalamento". Un buon dimensionamento oltre a garantire la sicurezza di marcia deve cercare di ottimizzare, per quanto possibile, la potenzialità della linea.

I criteri di base secondo i quali viene dimensionato il blocco sono:

criteri di sicurezza: sono tutte le verifiche preliminari legate alle caratteristiche della linea, al veicolo, ai suoi tempi di reazione in frenatura (elettrica e di emergenza) e ad altri fattori tipici del segnalamento, che permettono di definire gli spazi massimi di arresto partendo da tutte le velocità permesse e in tutti i punti della linea.

criteri di ottimizzazione: sono tutte le verifiche preliminari anch'esse legate alle caratteristiche di linea e di veicolo che permettono di definire, nel rispetto della sicurezza, quel particolare dimensionamento che realizza il distanziamento richiesto.

L'analisi del dimensionamento si sviluppa attraverso due fasi distinte: la prima, "preliminare", definisce gli strumenti necessari per la progettazione, la seconda individua la posizione dei circuiti di binario in linea.

Nella fase preliminare viene quindi stabilito il profilo e la quantità delle curve di velocità in funzione dei parametri caratteristici di veicolo dei suoi tempi di reazione in trazione e in frenatura e delle caratteristiche affimetriche della linea.

Nella seconda invece si utilizzano le curve ricavate per costruire graficamente la "sequenza delle frenature" che consente di verificare gli spazi di arresto nelle condizioni più critiche.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	TITOLO TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ESH/TMH

1.6.1 Le curve di frenatura

Generalità

Le curve di frenatura sono i riferimenti di base sui quali si fonda il dimensionamento della linea e della marcia "in sicurezza" dei veicoli.

Lo scopo di questo capitolo è di definire i criteri utilizzati nel calcolo delle curve di frenatura indicando le variabili che sono intervenute (per tipologia e grandezza).

1.6.1.1 DEFINIZIONI

Curve di frenatura

Sono i profili espressi nelle variabili "velocità" e "spazio" che permettono alle apparecchiature di bordo ATO e ATP di regolare nel rispetto della sicurezza la marcia del treno.

curva di CODICE

E' il riferimento, espresso in velocità/spazio, che permette all'apparecchiatura ATO ed al macchinista la guida del veicolo nel rispetto delle condizioni imposte dal segnalamento; lo svolgimento della curva e' visibile, con veicolo in movimento, attraverso l'indicazione dell'indice rosso esterno del tachimetro.

Nel rispetto di tale curva (in guida manuale) l'apparecchiatura ATP in funzione dei livelli di accelerazione e di urto (jerk) del veicolo, ricavati grazie al controllo delle variabili di tempo (clock interno) e velocità (odometri), e' in grado di effettuare una previsione di sfondamento della curva di CODICE.

Nel caso in cui tale previsione fosse positiva l'apparecchiatura ATP interviene sui riferimenti di marcia in modo da portare il veicolo, nel punto di sfondamento della curva di CODICE, nelle condizioni di coasting e già predisposto per la successiva frenatura di servizio.

curva di ATP

L'applicazione della frenatura di servizio nel rispetto dei tempi dovuti all'azionamento (dal coasting alla piena frenatura) determina un andamento di marcia del treno che non deve interferire con la curva di ATP.

Il superamento in un punto qualsiasi di tale curva implica l'azionamento della frenatura di emergenza.

curva di sfondamento

Mentre le due curve precedenti di CODICE e di ATP sono memorizzate a bordo in forma tabellare e sono gli effettivi riferimenti per la marcia in sicurezza del treno, lo sfondamento in piena accelerazione della curva di ATP, nel rispetto dei tempi caratteristici per l'applicazione della piena frenatura di emergenza, determina l'effettiva curva di frenatura del veicolo (curva di sfondamento).

Tale andamento e' utilizzato nel dimensionamento del Blocco Automatico per definire i margini di sicurezza sulla tratta tampone.

1.6.1.2 RITARDI CARATTERISTICI DEL VEICOLO

Sono i tempi di reazione del veicolo e della apparecchiatura ATP considerati per il calcolo delle curve di velocità.

Vengono indicati di seguito due diagrammi temporali che definiscono la successione dei tempi di ritardo rispettivamente dall'istante di superamento della curva di CODICE e di ATP per i veicoli della metropolitana di Napoli.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITENTE</small> ISM/IMN

- *Superamento curva di CODICE*

+ T0 : istante di superamento della curva di CODICE

0.5 s : tempo di ciclo ATP

+ T1 : l'ATP (in guida manuale) comanda la frenatura di servizio

0.2 s : tempo di eccitazione relè di frenatura

+ T2 : istante di inizio della frenatura di servizio

1.85 s

+ T3 : istante in cui viene applicata la massima frenatura di servizio.

Dall'istante T3 viene applicata la massima frenatura di servizio; poiché come verrà indicato nel seguito della relazione, la curva di ATP è calcolata con un gradiente di decelerazione pari alla frenatura di servizio decrementata di un fattore percentuale, il treno in frenatura di servizio è in grado di mantenersi nei limiti imposti dalla curva di ATP.

N.B.: come già accennato, all'istante T0, il treno grazie alla previsione di sfondamento realizzata dall'apparecchiatura ATP è in configurazione di coasting.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISH/IMN

-Superamento curva di ATP

T0	istante di sfondamento della curva di ATP (il treno e' in massima accelerazione)	
0.5 s	tempo di ciclo di ATP	
T1	l'ATP comanda la frenatura di emergenza	
0.1 s	tempo di diseccitazione del relè di interfaccia	
T2	istante di comando elettrovalvola di frenatura	
0.2 s	tempo di diseccitazione elettrovalvola	
T3	istante di diseccitazione elettrovalvola di frenatura	
0.2 s	tempo di apertura condotta freno	
T5	istante di apertura condotta freno	
0.014 s	tempo di intervento pressostato	
T6	istante di inizio stacco trazione (su un veicolo)	
	tempo di minima pressurizzazione del cilindro (su un veicolo)	0.5s
0.5 s	tempo propagazione stacco trazione (per tutta la lunghezza del veicolo)	
	istante di inizio frenatura di emergenza	T7
T8	istante di effettivo STACCO TRAZIONE	
	tempo di completamento pressurizzazione del cilindro freno (su un veicolo)	0.56s
T9	istante di raggiungimento del 90% della frenatura di emergenza (su un veicolo)	
	tempo di propagazione dell'onda di pressione lunghezza del veicolo	0.5s
	istante di raggiungimento del 90% della frenatura di emergenza (su tutto il veicolo)	T10

Facendo riferimento al secondo diagramma temporale:

- nei tempi da T0 a T8 (istante di effettivo stacco trazione) il veicolo, considerando di superare la curva di ATP in massima accelerazione, permane in questo stato;

- nel tempo tra T7 (istante di inizio frenatura di emergenza) e T8 la componente reale che determina il moto del veicolo e' il risultato della somma vettoriale tra la residua componente di trazione e la ridotta componente, di segno opposto, dovuta al graduale incremento della decelerazione di emergenza;

- nei tempi compresi tra T8 e T10 l'apparato frenante raggiunge gradualmente il 90% dello sforzo frenante in frenatura di emergenza.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/IMN

1.6.1.3 METODO DI CALCOLO

Ipotesi di base

a) nel calcolo si è fatta l'ipotesi che dall'istante di comando, da parte dell'ATP, della frenatura di emergenza (T1) all'istante di effettivo stacco trazione (T8) il treno accelerasse con il massimo gradiente disponibile.

La somma dei tempi da T1 a T8 è stata approssimata a 1.2 s in modo da far coincidere lo stacco trazione con l'inizio della frenatura di emergenza.

Tale scelta è a favore della sicurezza di marcia in quanto il valore impostato è > della somma effettiva dei tempi da T1 a T8. (1.014 sec.).

b) al termine del 1.2 s inizia il calcolo che porta al completamento dello stacco trazione; la durata impostata per il passaggio dalla massima trazione al coasting è di 1 s.

Il valore impostato è cautelativo in quanto il veicolo risponde con un tempo che è la somma tra l'istante T3 e T8 (0.714 s).

c) parallelamente al ciclo di stacco trazione si considera il graduale incremento della frenatura di emergenza fino al valore massimo definito in 1.1 m/s*s raggiunto dopo 1.8 s.

Tale periodo esaurisce il tempo di ritardo per l'applicazione della piena frenatura di emergenza (3 s; 1.2 s + 1.8 s) definito dalla RT5.4 del Luglio 88.

Il valore considerato di 1.8 s è anch'esso cautelativo nei confronti della somma dei tempi da T3 a T10 (1.56 s ;90% dello sforzo frenante)

d) la curva di ATP viene calcolata considerando la decelerazione di servizio decrementata del 15% per assicurare, in caso di sfondamento della curva di CODICE e il successivo azionamento del freno di servizio, il rispetto dei limiti imposti dalla curva di ATP.

e) il gradiente di accelerazione utilizzato nei calcoli è stato incrementato del 10% in quanto la trazione è in grado di fornire tale prestazione.

f) il gradiente dovuto alla pendenza viene considerato mediato dal contributo delle masse rotanti del veicolo.

L'influenza della pendenza è considerata in tutte le fasi del calcolo.

La relazione utilizzata è:

$$ae = af + (9.81 \cdot i) / 1000 / (1 + cmr)$$

ae	accelerazione effettiva applicata al treno
af	contributo imposto dal veicolo
i	pendenza caratteristica (in per mille)
cmr	coefficiente delle masse rotanti

flusso di calcolo

fase 1	CALCOLO DELLA CURVA DI ATP CON GRADIENTE EQUIVALI ALLA DECELERAZIONE DI SERVIZIO - 15% .
fase 2	CALCOLO, A PARTIRE DALLA CURVA DI ATP, DEL PROFILO D CURVA DI CODICE.
fase 3	CALCOLO DI SFONDAMENTO DELLA CURVA DI ATP E APPLICAZ DELLA FRENATURA DI EMERGENZA.

vediamo in dettaglio lo svolgimento del calcolo nelle tre fasi indicate.

fase 1

I valori della decelerazione di servizio (tabellati in funzione della velocità) vengono decrementati del 15% ed inseriti nelle equazioni che regolano il moto uniformemente accelerato.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ESN/IMN

Le equazioni sono:

$$S = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$V_f = V_i + a t$$

t passo di calcolo di .01 s
a accelerazione (costante durante il passo di calcolo)
V_i velocità iniziale all'istante T_n
V_f velocità finale all'istante T_n+t
S spazio effettuato nel passo di calcolo

Al termine del ciclo di calcolo e' definita la curva di ATP tabellata nelle variabili di velocità e spazio.

fase 2

Partendo dai punti (velocità/spazio) che definiscono la curva di ATP viene calcolata, a ritroso, la curva di CODICE.

Il calcolo a ritroso decrementa gradualmente, in valore assoluto, la decelerazione di servizio fino a raggiungere la condizione di coasting e prosegue in tale configurazione per la somma dei tempi di intervento relè di frenatura e di ciclo di ATP.

Determinati i punti relativi alla curva di CODICE il programma effettua una linearizzazione tra punti contigui in modo da poter tabellare in funzione dello spazio la curva con gli stessi valori di velocità scelti per la curva di ATP.

Al termine del ciclo di calcolo il programma verifica, partendo dai punti della curva di CODICE ed effettuando un calcolo in senso diretto (vedi Figura 3: punto 1), la velocità massima raggiunta dopo lo sfondamento della curva di CODICE (Figura 3 punto 2) e la velocità nell'istante in cui viene applicata la massima decelerazione di servizio (Figura 3 punto 3).

Ogni velocità calcolata e' in relazione con uno spazio percorso.

Come e' visibile nel grafico, la non perfetta sovrapposizione della curva di ATP con il punto in cui viene applicata la massima decelerazione di servizio, e' dovuta alle approssimazioni imposte dalla linearizzazione e dal fatto che il passo di calcolo, non essendo infinitesimale ma discreto, non permette la reversibilità del calcolo.

L'approssimazione ottenuta e' comunque limitata ad un errore massimo di 3 m accettabile per i nostri scopi e comunque conservativo nei riguardi della sicurezza.

fase 3

Definisce la curva di sfondamento la quale determina il punto più distante di arresto in frenatura di emergenza.

Il calcolo e' distinto in :

a) fase di accelerazione incrementata del 10% per un tempo, dall'istante di sfondamento della curva di ATP, di 1.7 s (0.5 di ciclo ATP + 1.2 definiti in precedenza e dovuti ai ritardi nell'attivazione della frenatura di emergenza) (Figura 3 punto 4).

La fine di questa fase coincide con l'inizio dello stacco trazione e l'inizio della frenatura di emergenza.

b) fase in cui vengono sommate le componenti residue di trazione con le crescenti componenti di decelerazione di emergenza. Questa fase ha la durata di 1 s.

c) e' la fase in cui viene completato l'incremento proporzionale della decelerazione di emergenza fino a raggiungere il 100% dello sforzo dopo 0.8 s.

d) fase in cui viene completata la frenatura di emergenza utilizzando un gradiente di decelerazione di 1.1 m/s²

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO:</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA:</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/IMN

In tutte le fasi di calcolo viene effettuato il controllo di massimo per determinare la velocità massima raggiunta e lo spazio corrispondente (Figura 3 punto 5).
Viene tabellata anche la velocità e lo spazio relativi all'istante in cui viene raggiunto il valore massimo della decelerazione di emergenza (Figura 3 punto 6).

1.6.1.4 UTILIZZO DELLE CURVE NELLA VERIFICA DEGLI SPAZI DI FRENATURA

Criteria di base

- mantenimento dei limiti di velocità definiti dalla relazione tecnica R.T.5.4.
- pendenze caratteristiche. Sono quelle impostate per definire le curve di velocità.

Le pendenze utilizzate sono:

- 0.2%
- 1.5%
- 3.0%
- 5.5%

- mantenimento della Sezione di Blocco tampone a monte della S.B.A. occupata.

- decodifica:

- tempo minimo di decodifica 0.5 s.
- tempo massimo di decodifica 1 s oltre il quale l'ATP comanda la frenatura di emergenza.

A livello del dimensionamento degli spazi di frenatura, successivamente al secondo di decodifica, e' stato mantenuto il limite massimo, definito dalla relazione tecnica R.T.5.4., di sospensione oltre il quale interviene la frenatura di emergenza. Tale limite e' assunto in due secondi.

- mantenimento delle sequenze codici definite dalla R.T.5.4. Si assume che il salto di velocità tra un codice ed il successivo a velocità inferiore avvenga all'interno della Sezione di Blocco (composta da uno o più c.d.b.)

- nel calcolo degli spazi di frenatura il giunto che impone un cambio codice determina i seguenti limiti:

a) margine di sicurezza utilizzato per il dimensionamento: (1 + 2 s)

b) limite massimo di decodifica: (1 s)

E' il limite massimo entro il quale avviene il riconoscimento di una nuova informazione.

c) limite minimo di decodifica: (0.5 s)

E' un tempo non riducibile dovuto alle caratteristiche del messaggio e della apparecchiatura di bordo.

d) zona di massima indeterminazione: (3.5 m) riferiti all'asse del giunto. E' dovuta alle caratteristiche geometriche del giunto; in tale zona e' possibile la sovrapposizione delle informazioni inviate da due c.d.b. contigui. Poiché il calcolo viene effettuato su un diagramma velocità/spazio i limiti definiti da un valore temporale sono tradotti, con legge lineare, nello spazio corrispondente.

- nel caso in cui la S.B.A. dove viene inviata una informazione di velocità più restrittiva fosse più lunga dello spazio (memorizzato a bordo) richiesto dalla curva, quest'ultima viene sganciata in modo da raggiungere la velocità di uscita al termine della S.B.A.

In ogni caso il cambio codice deve essere contenuto all'interno della Sezione di Blocco: ovvero se per esempio si deve realizzare un cambio dalla velocità di 77 Km/h a 65 Km/h, la curva di codice deve svolgersi completamente, tra le due velocità all'interno della S.B.A. definita.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica OJSC</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/IMN

Costruzione grafica

La costruzione grafica tiene conto di due fattori:

- 1) Il primo e' quello che permette la verifica della *regolarità di marcia* nelle ipotesi di captazione dei codici di velocità entro i limiti di decodifica previsti dalla apparecchiatura (0.5 - 1 s).
- 2) Il secondo e' quello che definisce il dimensionamento del Blocco Automatico nel rispetto della *sicurezza di marcia*.

Vediamo di analizzare brevemente i due criteri utilizzati:

- La *regolarità di marcia* e' determinata:

dal rispetto dei limiti di velocità caratteristici della linea. Le velocità di codice sono infatti sempre inferiori alle velocità limiti di tracciato.

dal rispetto delle S.B.A. Nell'ipotesi di decodifica nel tempo massimo di un secondo la costruzione grafica consente il controllo che il salto di velocità avvenga entro lo spazio definito dalla Sezione di Blocco ridotto della "zona di indeterminazione"; ciò e' necessario in quanto se la velocità di uscita fosse raggiunta dalla curva di CODICE all'interno della zona di indeterminazione potrebbe essere possibile la captazione di un codice di velocità della successiva S.B.A. prima ancora di aver raggiunto la velocità di uscita. Tale eventualità verrebbe interpretata dall'apparecchiatura come una riduzione dello spazio disponibile a terra; l'ATP assumerebbe a gradino il nuovo livello di velocità e nel caso in cui la velocità reale del treno fosse superiore a quella captata comanderebbe la frenatura di emergenza.

dal rispetto dei limiti di banchina. Nell'ipotesi di decodificare nel tempo minimo (0.5 s) la costruzione grafica consente di controllare che la curva, in caso di captazione di un codice di arresto in banchina, si svolga in modo da permettere l'ingresso dell'intero veicolo, dal rispetto del limite di velocità di ingresso in banchina (45 Km/h massimo).

- La *verifica degli spazi di frenatura*, essenziale per la sicurezza di marcia, e' ottenuta attraverso costruzioni grafiche che portano a definire il margine di sicurezza minimo. In funzione della lunghezza della Sezione di Blocco e del tempo di (1 [s] di decodifica) + (2 [s] di sospensione come margine di sicurezza per il solo dimensionamento degli spazi di frenatura) viene fatta l'ipotesi di sfondare in uno qualsiasi dei punti della curva di ATP. Il margine di sicurezza minimo e' quello che tra tutti gli sfondamenti porta il veicolo ad approssimarsi maggiormente al termine della S.B.A. tampone.

In accordo con la R.T.5.4 del Luglio 88 tale limite minimo e' stato assunto pari a 25 [m].

N.B. : nel caso di S.B.A. ridotta (di lunghezza appena sufficiente a contenere lo sviluppo completo della curva di CODICE tra due livelli di velocità) la costruzione grafica fa partire lo sviluppo della curva di ATP dal limite massimo (3 [s]) prima di comandare la frenatura di emergenza. Nel caso invece di S.B.A. di lunghezze superiori allo spazio richiesto dalle curve di velocità il limite dei tre secondi diventa ininfluente per il calcolo dello spazio di arresto; la curva di ATP di riferimento diventa in questo caso quella più estrema permessa in quella Sezione di Blocco; gli sfondamenti a partire da questa curva definiscono il margine minimo di sicurezza.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09.	<small>EMITTENTE</small> ISN/IMN

1.6.1.5 DATI UTILIZZATI NEI CALCOLI

Veicolo

coefficiente masse rotanti 0.12

velocità massima 80 [Km/h]

curva vel./ acc.:

vel [Km/h]	acc. [m/s ²]	
0.	1.23	
33.8	1.23	diagr.ATR TC
40.	1.06	4028,41na90765/D
45.	0.95	dell'1/83
50.	0.83	
54.3	0.79	
60.	0.63	
65.	0.53	
70.	0.45	
80.	0.31	

curva vel./dec. di servizio:

vel [Km/h]	acc. [m/s ²]	
0.	-1.10	diagr.ATR TC-
65.	-1.10	4028,41na90765/D
80.	-1.10	dell'1/83 e R.T.5.4 del 13/7/87

decelerazione di emergenza 1.1 [m/s²]

percentuale di decremento della decelerazione di servizio K = 15 %

percentuale di incremento della accelerazione K = 10%

tempo di ritardo applicazione della piena frenatura di emergenza 1.8 [s].

tempo di passaggio dalla massima trazione al coasting 1 [s].

tempo di passaggio dal coasting alla massima frenatura di servizio 1.85 [s].

Logiche di interfaccia

ritardo interfaccia tra ATP e freno di servizio 0.2 [s]

ritardo interfaccia tra ATP e freno di emergenza 1.2 [s]

Apparecchiature di bordo

ciclo di ATP 0.5 [s]

Linea

pendenze caratteristiche -0.2%, -1.5%, -3%, -5.5%

 AnsaldoSTS A Finmeccanica Company	TITOLO TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE MN42BX00028/00	
		DATA 20/07/09	EMITTENTE ISN/INN

1.6.1.6 ESEMPIO DI CALCOLO

Questo esempio ha lo scopo di illustrare le principali routine che definiscono le curve di velocità descritte in alcuni casi con calcolo numerico.

Routine di calcolo della curva di ATP

I dati di partenza sono:

- i valori di decelerazione di servizio. Sono valori funzione della velocità ($d = f(V)$)
- il valore percentuale (K) di riduzione della decelerazione.
- il passo di calcolo ($t = 0.01$ [s]). Rimane invariato per tutte le fasi del calcolo.

Le relazioni utilizzate sono quelle che regolano la cinematica del moto uniformemente accelerato e che esprimono lo spazio e la velocità in funzione del tempo:

$$V_f = V_i + d \cdot t$$

$$S = V_i \cdot t + \frac{1}{2} \cdot d \cdot t^2$$

$$d = f(V)$$

Per ogni ciclo di calcolo, attraverso una interpolazione lineare, viene estratto il valore della decelerazione in funzione della velocità; con l'applicazione delle equazioni del moto vengono calcolate le variabili cinematiche (S, V) a passi di 0.01 [s].

La curva viene così costruita attraverso iterazioni successive e tabellata con passi di velocità stabiliti usualmente di 5 Km/h.

Routine di calcolo della curva di CODICE

I dati di riferimento sono:

- i valori di decelerazione di servizio. Sono funzione della velocità ($d = f(V)$)
- il passo di calcolo ($t = 0.01$ [s]).
- T_s : tempo per il passaggio dalla fase di coasting alla massima frenatura di servizio.
- i punti (V, S) della curva di ATP.
- ciclo di ATP e di logica a relè

Il calcolo in questo caso si sviluppa secondo la successione:

a) partendo dai punti precedentemente tabellati della curva di ATP si procede, attraverso un calcolo a ritroso, a decrementare gradualmente la decelerazione di servizio fino ad annullarla nel tempo T_s .

b) il calcolo prosegue nelle condizioni di coasting per il tempo di ciclo ATP + logica a relè (tempo di diseccitazione del relè di frenatura); il punto (V, S) individuato al termine di questo ciclo appartiene alla curva di CODICE.

c) partendo dai punti appena calcolati della curva di CODICE viene effettuato un calcolo in senso diretto per determinare gli errori massimi di interpolazione e di discretizzazione intrinseci del metodo di calcolo. L'errore massimo è di circa 3 [m].

In questa fase vengono determinate le velocità massime e lo spazio corrispondente raggiunti dopo lo sfondamento della curva di CODICE.

Vediamo una breve sequenza di calcolo:

variabili iniziali:

- Velocità di partenza 40 Km/h --> 11.11 [m/s]
- accelerazione dovuta alla trazione $a = 0$ m/s²
- pendenza $i = -3\%$

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALEMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITENTE</small> ISV/IMN

- tempo di ciclo ATP + logica interfaccia $t1=0.5+0.2=0.7$ [s]
- tempo di applicazione della massima frenatura di servizio $t2=1.85$ [s].
- contributo dovuto alla pendenza:
- $ae=-9.81 \cdot (-30)/1000/1.12=0.26$ [m/s²]

calcolo:

1) nel tempo di ciclo ATP + logica a relè permane lo stato di coasting; l'unico contributo e' dovuto alla pendenza.

$$V_f = V_i + ae \cdot t_1$$

$$V_f = 11.11 + 0.26 \cdot 0.7 = 11.292 \text{ [m/s]} \rightarrow 40.65 \text{ [Km/h]}$$

2) incremento graduale della decelerazione di servizio. Per semplicità di calcolo si fa l'ipotesi di considerare per i primi $t_2/2$ sec. la decelerazione nulla e per i restanti $t_2/2$ la massima (N.B.: il programma di calcolo invece incrementa la decelerazione gradualmente utilizzando un passo di calcolo di 0.01 [s])

$$V_f = 11.292 + 0.26 \cdot 1.85/2 = 11.532 \text{ [m/s]} \rightarrow 41.5 \text{ [Km/h]}$$

$$V_f = 11.532 + (-1.1 + 0.26) \cdot 1.85/2 = 10.755 \text{ [m/s]} \rightarrow 38.71 \text{ [Km/h]}$$

(vedi Figura 3 punto 3)

Routine di calcolo dello sfondamento

Dati di riferimento:

- curva di ATP
- grado di decelerazione in emergenza ($d = f(V)$)
- grado di accelerazione ($a = f(V)$)
- T1: tempo di passaggio dalla massima trazione al coasting
- T2: tempo di ciclo ATP
- T3: tempo di intervento relè di frenatura
- T4: tempo di applicazione della massima frenatura di emergenza

fasi di calcolo:

a) per il tempo T2+T3 viene applicata la massima accelerazione disponibile incrementata di un fattore %.

b) dall'istante di comando della frenatura di emergenza il calcolo si sviluppa attraverso due strade parallele: una e' quella che gradualmente decrementa la accelerazione fino ad annullarla nel tempo T1; l'altra e' quella che gradualmente incrementa il gradiente di decelerazione di emergenza fino a raggiungere il valore massimo nel tempo T4.

La componente che determina il moto e' la somma vettoriale dei valori di accelerazione, dovuti alla trazione, e di decelerazione, dovuti alla frenatura di emergenza.

c) dopo il raggiungimento del valore massimo di decelerazione di emergenza il calcolo prosegue sviluppando la frenatura fino all'arresto con il gradiente di decelerazione massimo impostato. Per ogni sfondamento della curva di ATP viene anche calcolata la velocità massima raggiunta in relazione con lo spazio percorso e la velocità nell'istante di raggiungimento del massimo valore di decelerazione.

Si ricorda che in tutte le fasi del calcolo interviene l'influenza della pendenza attraverso una componente addizionale dei gradienti di accelerazione/decelerazione dovuti al veicolo.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/DMN

Vediamo una breve sequenza di calcolo.

variabili iniziali:

- Velocità di partenza 40 Km/h → 11.11 [m/s]
- accelerazione dovuta alla trazione; per semplicità di calcolo si utilizza un valore medio tra le velocità di 40 e 50 Km/h pari a 0.945 m/s²
- incremento K = 10% → ai = 0.945*1.1 = 1.039 m/s²
- pendenza i = -3%
- tempo di ciclo ATP + logica interfaccia t1 = 0.5 + 1.2 = 1.7 [s]
- tempo di passaggio dalla massima trazione al coasting t2 = 1 [s].
- tempo di ritardo applicazione della piena frenatura di emergenza t3 = 1.8 [s].
- contributo dovuto alla pendenza:
- ae = 9.81*(-30)/1000/1.12 = 0.26 [m/s²]

calcolo:

Nel tempo t1 viene applicata la massima accelerazione:

$$V_f = V_i + (a_i + a_e) * t_1 \rightarrow 11.11 + (1.039 + 0.26) * 1.7 = 13.31 \text{ m/s} \rightarrow 47.94 \text{ Km/h}$$

Nel calcolo successivo per semplicità si fanno le seguenti ipotesi:

- 1)- per t2/2 si applica ancora la massima accelerazione
- 2)- per i successivi t2/2 non è applicato alcun contributo di trazione né frenatura
- 3)- per i restanti 0.8 s viene applicata la massima frenatura di emergenza 1.1 m/s².

N.B.: quest'ultime sono approssimazioni estremamente semplificative che non vengono attuate dal programma di calcolo.

- 1) $V_f = V_i + (a_e + a_i) * t_2/2 \rightarrow 13.31 + (1.039 + 0.26) * 0.5 = 13.95 \text{ m/s} \rightarrow 50.25 \text{ Km/h}$
- 2) $V_f = 13.95 + 0.26 * 0.5 = 14.08 \text{ m/s} \rightarrow 50.68 \text{ Km/h}$
- 3) $V_f = 14.08 + (-1.1 + 0.26) * 0.8 = 13.40 \text{ m/s} \rightarrow 48.26 \text{ Km/h}$
 (vedi **Figura 3**: punto 6).

Curve di frenatura
Pendenza = 30‰.

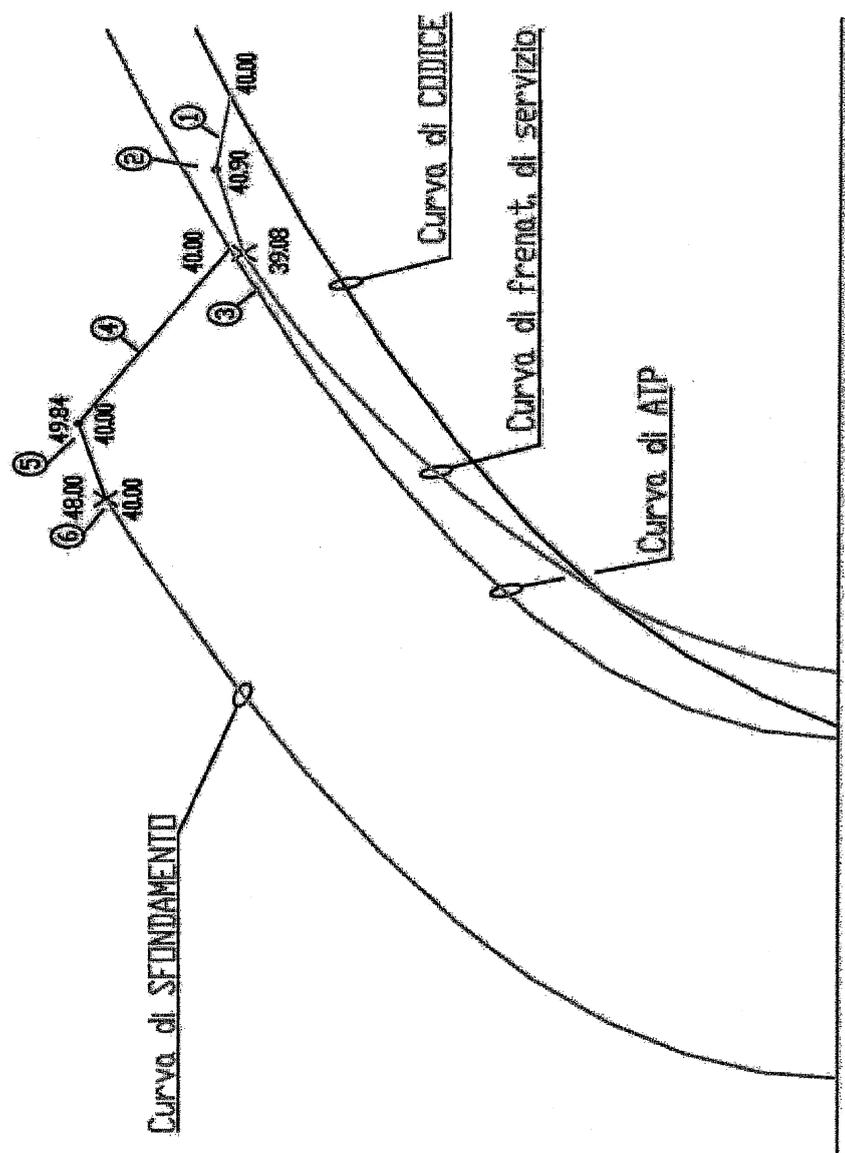


Figura 3 - Curve di frenatura (pendenza -30 per mille)

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISM/IMN

1.6.2 Le sequenze di frenatura

L'elaborato che analizza le sequenze di frenatura ha lo scopo di definire le lunghezze delle Sezioni di Blocco verificando per ogni punto della linea il punto di arresto più critico e cioè quello che porta il secondo treno (inseguitore) ad avvicinarsi maggiormente al primo.

La costruzione grafica, già accennata in precedenza, è molto semplice e si avvale in sintesi dei seguenti principi di base:

- **decodifica**; sono tutti i tempi di ritardo caratteristici delle apparecchiature tradotti in un diagramma velocità spazio. E' evidente che in tale diagramma il tempo si traduce in un'area chiamata "triangolo di decodifica" che sancisce il limite di captazione del codice sul binario.

Si definiscono tre diversi tempi di decodifica:

il "margine di sicurezza utilizzato per il dimensionamento" equivalente a 3 sec.

il "limite massimo di decodifica". E' il tempo massimo entro il quale, se è presente sul circuito di binario un codice, questo viene decodificato a bordo; al termine di questo tempo se l'ATP non ha ancora decodificato il nuovo codice comanda la frenatura di emergenza.

il "limite minimo di decodifica". E' il tempo tecnico minimo per decodificare un codice.

la "zona di indeterminazione". E' uno spazio, equivalente alla lunghezza di metà giunto elettrico, nel quale vi può essere una sovrapposizione di codice di due circuiti di binario contigui. Si è tenuto conto di questo eventuale errore considerando, per lo sviluppo delle curve di frenatura, che il circuito di binario fosse ridotto dello spazio di indeterminazione.

- **sviluppo curve di frenatura**; si fa l'ipotesi che il passaggio tra la velocità di consegna e quella di avviso avvenga all'interno della Sezione di Blocco che impone il salto di velocità.

Si presentano due casi:

il primo è quello di SBA lunga quanto lo sviluppo delle curve tra le due velocità di consegna e di avviso. In questo caso l'aggancio delle curve di frenatura avverrà al limite massimo di decodifica e si andrà a verificare l'effettivo raggiungimento della velocità di avviso prima del termine della SBA decurtata della zona di indeterminazione;

il secondo è quello di SBA più lunga dello sviluppo delle curve tra le due velocità. In questo caso, poiché l'ATP riceve dal binario l'informazione di lunghezza della SBA, riesce a calcolare il punto di sgancio delle curve di velocità in modo da raggiungere la velocità di avviso sempre al termine della SBA che impone il salto di velocità.

N.B.: se la SBA è composta da più c.d.b le informazioni di lunghezza inviate da ogni c.d.b. sono evidenziate dalla figura.

 AnsaldoSTS <small>A Simetec Group Company</small>	TITOLO TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE MN42BX00028/00	
		DATA 20/07/09	EMITTENTE ISM/IMN

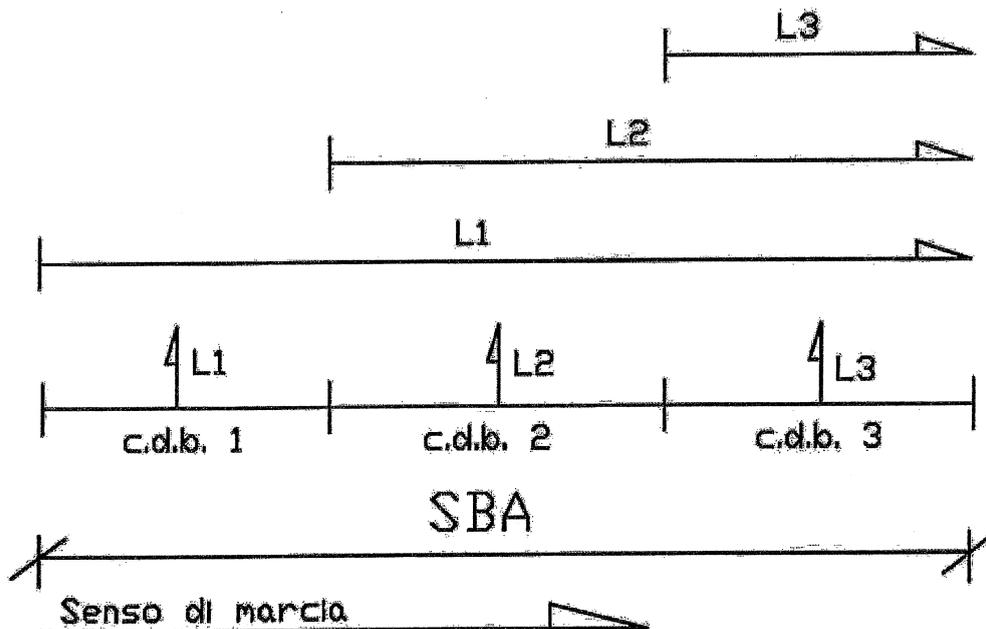


Figura 4 - Inform. di lunghezza (caso di SBA comp. da più c.d.b.)

- la frenatura di emergenza; premesso che viene mantenuta la SBA tampone, ovvero dietro ad un treno fermo in linea la sequenza di arresto fa in modo di fermare il treno inseguitore sulla seconda SBA a monte di quella occupata, la verifica dello spazio di arresto considera, per ogni cambio codice in senso restrittivo, di decodificare sempre al limite definito "marginé di sicurezza utilizzato per il dimensionamento" (3 sec.) e di sfondare la curva di ATP nel punto piú critico.

La costruzione grafica ricerca lo sfondamento piú critico ed aggancia in quel punto la curva di frenatura di emergenza; viene indicata la distanza minima ottenuta tra il punto di arresto (teorico) e il limite della SBA tampone.

La figura seguente rappresenta le discontinuitá provocate dal giunto elettrico ovvero i limiti di decodifica di cui si è tenuto conto e la zona di indeterminazione.

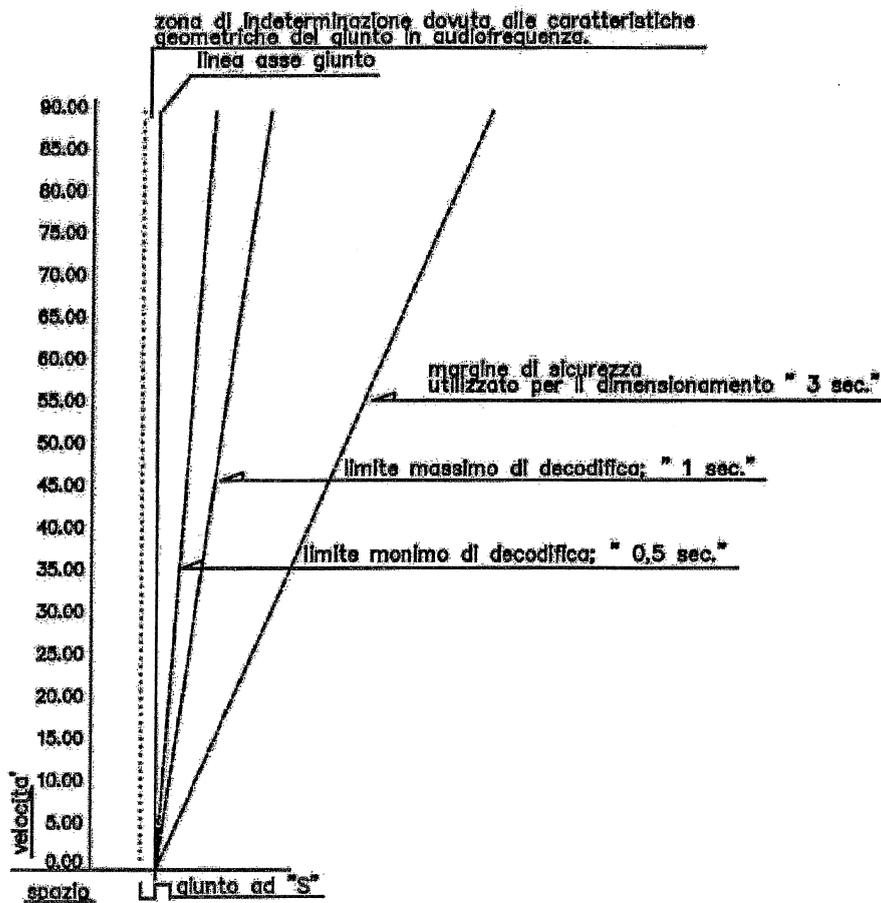


Figura 5 - limiti di decodifica e di indeterminazione

Le due figure seguenti (Figura 6 e Figura 7) sono esempi di curve di frenatura/sfondamento, in particolare sono state scelte le curve relative alla pendenza -2%. Sono visibili tutti gli sfondamenti della curva di ATP calcolati con un passo di 5 Km/h.

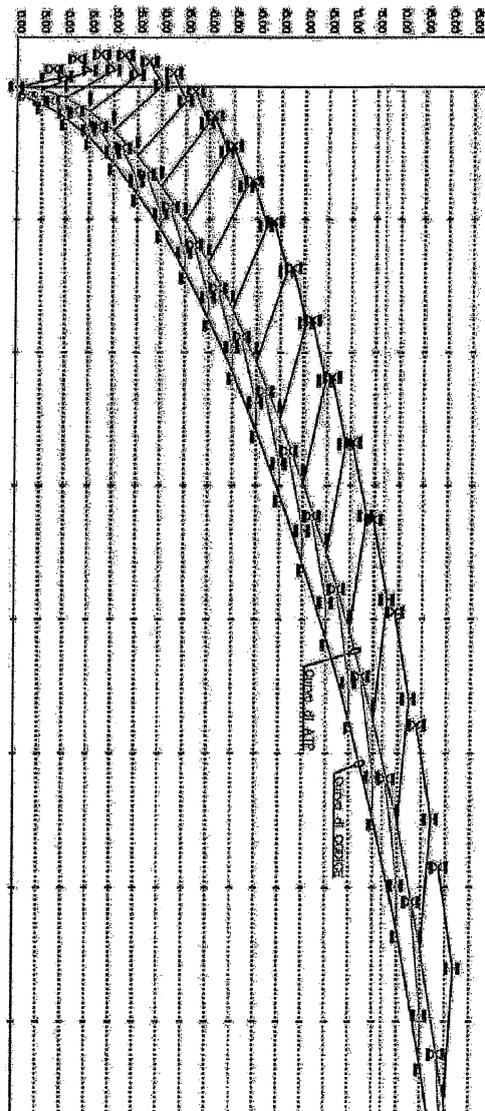


Figura 6 - Curve di Frenatura a -2 per mille

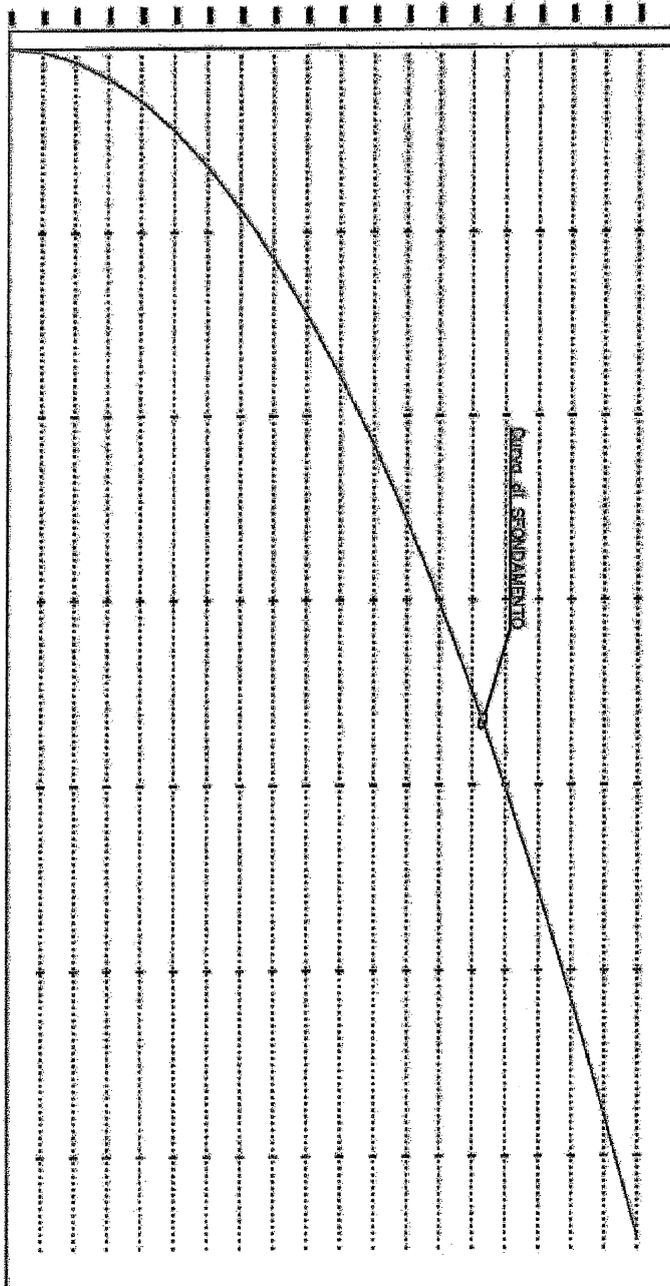


Figura 7 - Curva di sfondamento a -2 per mille



AnsaldoSTS
A Finisider Company

TITOLO
TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN
PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI
IMPIANTO DI SEGNALAMENTO
Relazione Tecnica Generale

NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE

MN42BX00028/00

DATA
20/07/09

EMITTENTE
ISN/IMN

La Figura 8 rappresenta una tipica sequenza di arresto dalla velocità massima a zero con tre Sezioni di Blocco.
Il treno inseguitore si arresta prima del circuito di binario di stazionamento che in questa sequenza svolge la funzione di tampone.

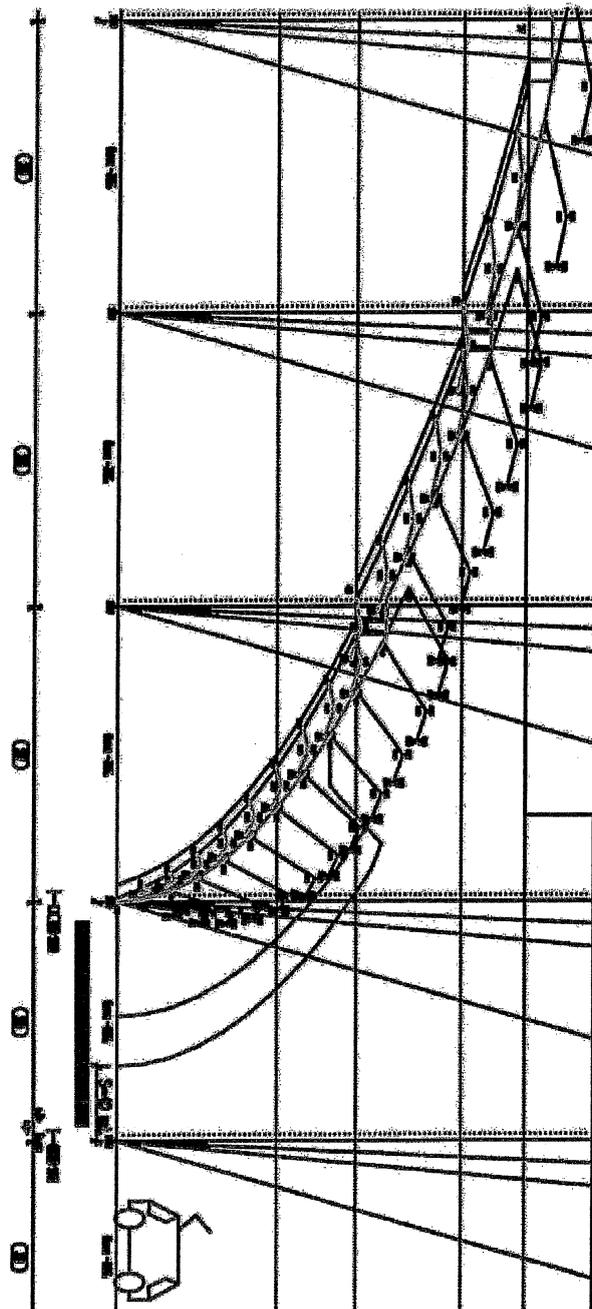


Figura 8 - sequenza di arresto

1.6.3 Criteri di posizionamento degli enti in linea

I vincoli considerati per il posizionamento degli enti sono indicati graficamente nelle figure seguenti.

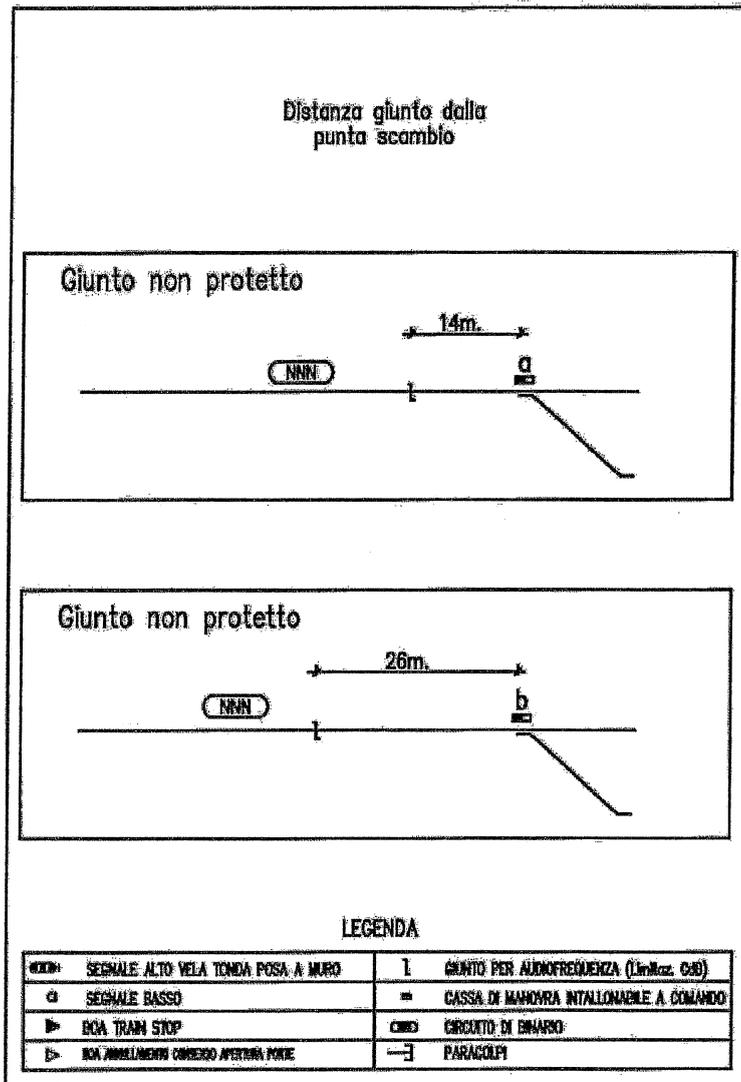


Figura 9 - Criteri di posizionamento degli enti in linea (1)

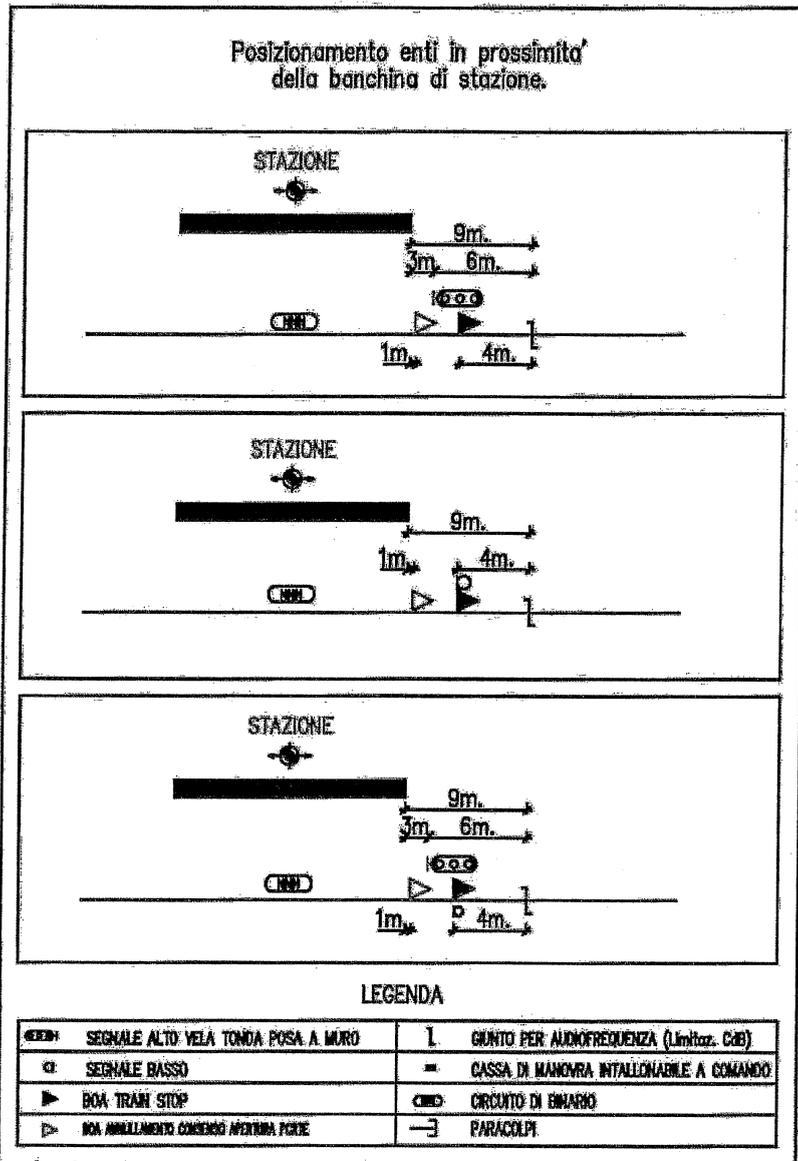


Figura 10 - Criteri di posizionamento degli enti in linea (2)

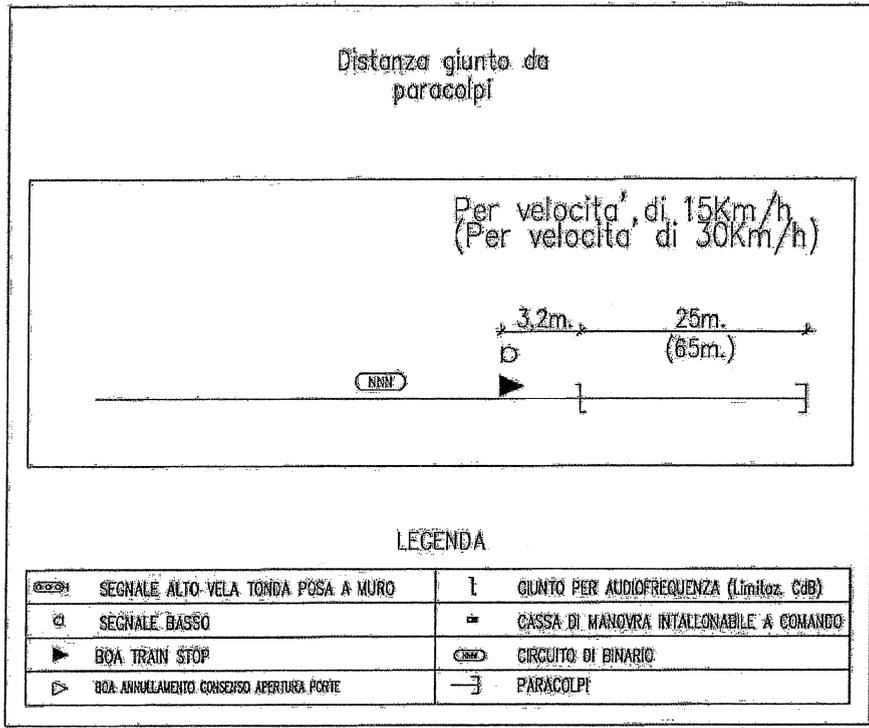
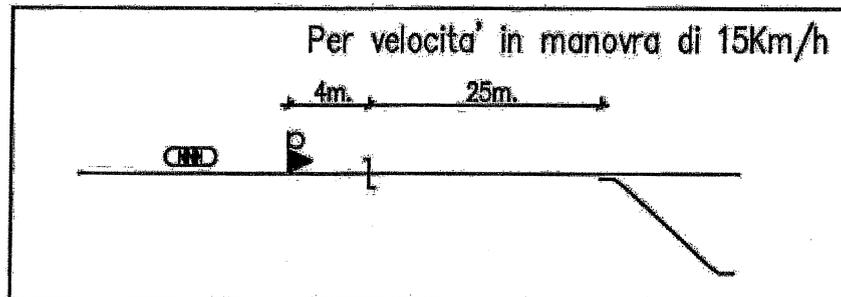


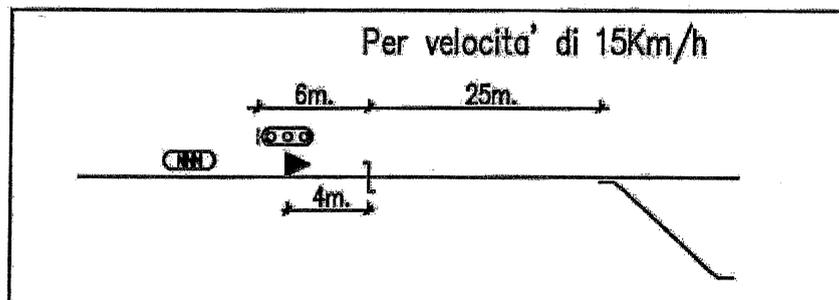
Figura 11 - Criteri di posizionamento degli enti in linea (3)

Distanza giunto dalla
punta scambio

Giunto protetto da boa



Giunto protetto da boa



LEGENDA

	SEGNALE ALTO VELA TONDA POSA A MURO		GIUNTO PER AUMOFREQUENZA (Limitaz. Cd)
	SEGNALE BASSO		CASSA DI MANOVRA INTALLONABILE A COMANDO
	BOA TRAIN STOP		CIRCUITO DI BINARIO
	BOA ANNULLAMENTO CONSERVO AERTURA FONTE		PARACOLPI

Figura 12 - Criteri di posizionamento degli enti in linea (4)

N.B.: In alcuni casi, a causa delle caratteristiche del tracciato, non è stato possibile rispettare le distanze canoniche.

Viene elencato nel seguito un esempio di caso non standard.

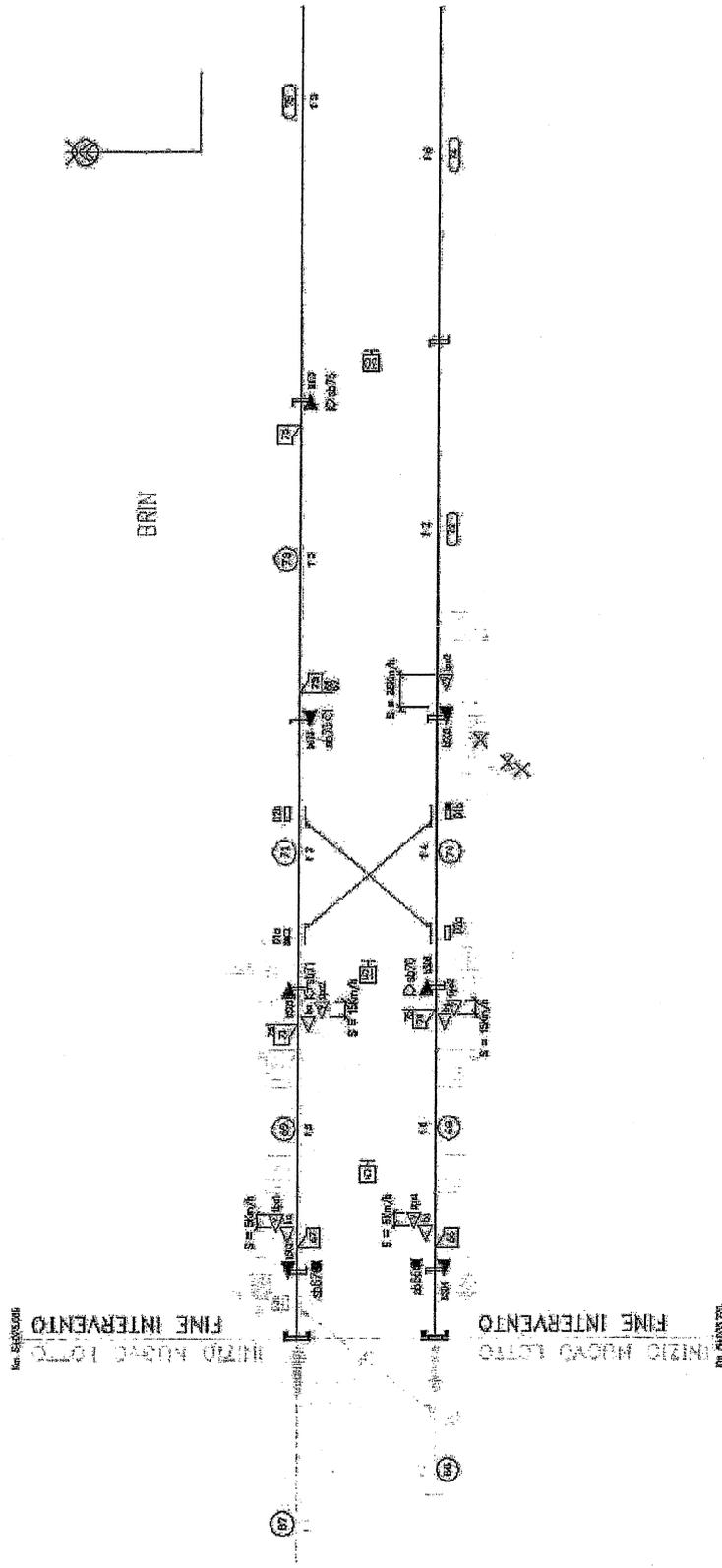


Figura 13 - Zona di manovra Brin(terminale)

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 28/07/09	<small>EMITENTE</small> ISN/IMN

Le caratteristiche del tracciato in prossimità della zona terminale di manovra a Brin ha richiesto un opportuno dimensionamento e posizionamento degli enti per consentire il movimento nonché l'inversione dei treni in tripla composizione al capolinea di Brin.

Il dimensionamento del blocco (posa CdB e curve di frenatura) è stato vincolato dalla progressiva della camera di ventilazione lungo linea sul binario dispari. Il dimensionamento di questa zona è stato in parte condizionato anche dalla necessità di predisporre i circuiti di binario per la futura stazione di CDN.

L'esigenza di ricoverare un treno in tripla composizione sui tronchini di Brin ha imposto una gestione della regione regolata da istradamenti che consentano di muovere il treno sulle aste pur disponendo di un ridotto spazio utile.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISN/IMN

1.7 Il distanziamento

Generalità

L'analisi del distanziamento permette di determinare la potenzialità della linea (cadenzamento e velocità commerciale) e di definire la quantità e il tipo delle informazioni necessarie da inviare ai veicoli.

La metropolitana di Napoli, disponendo di un Blocco Automatico in Audiofrequenza e di un messaggio (terra/bordo) di tipo FSK (Frequency Shift Keying) ha la possibilità di utilizzare un notevole vantaggio di informazioni che permettono di sfruttare al meglio i limiti di velocità imposti dal tracciato.

Gli elaborati che permettono di determinare le caratteristiche del distanziamento sono:

- le sequenze codici
- i diagrammi di inseguimento treni

1.7.1 Le sequenze codici

Sono il documento fondamentale per poter definire, in funzione delle occupazioni dei vari circuiti di binario della linea e dell'aspetto dei segnali, i codici da inviare a bordo.

I documenti sono distinti in:

- sequenze codici di linea; dove sono indicati tutti i codici per movimenti in corretto tracciato considerando le stazioni in condizione di tracciato permanente;
- sequenze codici di stazione; dove sono indicati tutti i codici per i movimenti in deviata (di treno e di manovra).

Le informazioni sono:

- di arresto non riconosciuta a bordo; è presente sui circuiti di binario successivi ad un segnale di treno disposto a via impedita o sui circuiti di binario relativi ad un movimento di manovra nel caso di percorso occupato. È indicato con la sigla: .. (0 *)

- di velocità

0, 15, 30, 45, 65, 77

I codici di velocità 15 Km/h e 30 Km/h sono utilizzati per movimenti di treno non di corretto tracciato, di manovra e per particolari situazioni di linea.

I cambi codice ammessi sono:

- 77 Km/h --> 65 Km/h
- 65 " --> 45 "
- 45 " --> 30 "
- 45 " --> 15 "
- 45 " --> 0 "
- 30 " --> 15 "
- 30 " --> 0 "
- 15 " --> 0 "

Nei casi in cui al passaggio da una SBA ad un'altra non vi sia variazione i codici sono:

- 77 Km/h --> 77 Km/h
- 65 " --> 65 "
- 45 " --> 45 "
- 30 " --> 30 "
- 15 " --> 15 "
- 0 " --> 0 "

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/99	<small>EMITTENTE</small> ISN/TMN

L'elaborato fornisce anche le informazioni di marcia interstazionale ovvero lega funzionalmente gli aspetti di via libera dei segnali di partenza delle stazioni/fermate con l'aspetto di via libera dei segnali della stazione/fermata successiva.

I codici del blocco in questo caso sono quelli massimi permessi dalla linea (tratto interstazionale).

1.7.2 I diagrammi di inseguimento treni

I diagrammi di inseguimento treni definiscono il movimento del veicolo in linea (nell'ipotesi di tracciato permanente in atto) attraverso due tipologie di visualizzazione;

- la prima definisce il diagramma di movimento in coordinate spazio/velocità. Permette di evidenziare la linea, il dimensionamento del Blocco Automatico e i limiti di velocità imposti dal tracciato. Si ricorda in proposito che i limiti della curva di CODICE sono sempre inferiori a quelli imposti dal tracciato. Il movimento è chiaramente visualizzato attraverso i tracciati delle curve di CODICE e di ATP e del treno il quale adegua la sua velocità in funzione delle informazioni di velocità ricevute dai circuiti di binario e dei profili (curve tabellate in spazio/velocità) memorizzati a bordo.

- la seconda definisce il diagramma di movimento in coordinate spazio/tempo. Il movimento è espresso attraverso l'analisi del movimento di due treni; in particolare è rappresentato il primo treno definito dalla sua punta e coda e dalla punta del secondo. La zona di blocco intermedia tra i due treni descrive le sequenze dei codici (massimi e degradati) che realizzano il distanziamento. Il secondo treno (inseguitore) è posto, in tempo, a distanza di cadenzamento in modo da verificare che non vi siano interferenze non permesse (ingresso in S.B.A. con codici di velocità degradati).

Questi diagrammi permettono di determinare due parametri di base del progetto del "Segnalamento" ovvero:

- la velocità commerciale
- il cadenzamento

Le due figure seguenti rappresentano un esempio dei diagrammi descritti.

Il primo evidenzia il diagramma di marcia da stazione a stazione con il treno che adegua la velocità in funzione delle informazioni ricevute.

Il secondo evidenzia i movimenti di due treni che si inseguono a tempo di cadenzamento.

La caratteristica di questo elaborato è quella di determinare eventuali invasioni del treno inseguitore nella zona dei codici degradati.

La zona dei codici degradati definisce lo spazio necessario per arrestare il treno inseguitore nel rispetto della sicurezza di marcia.

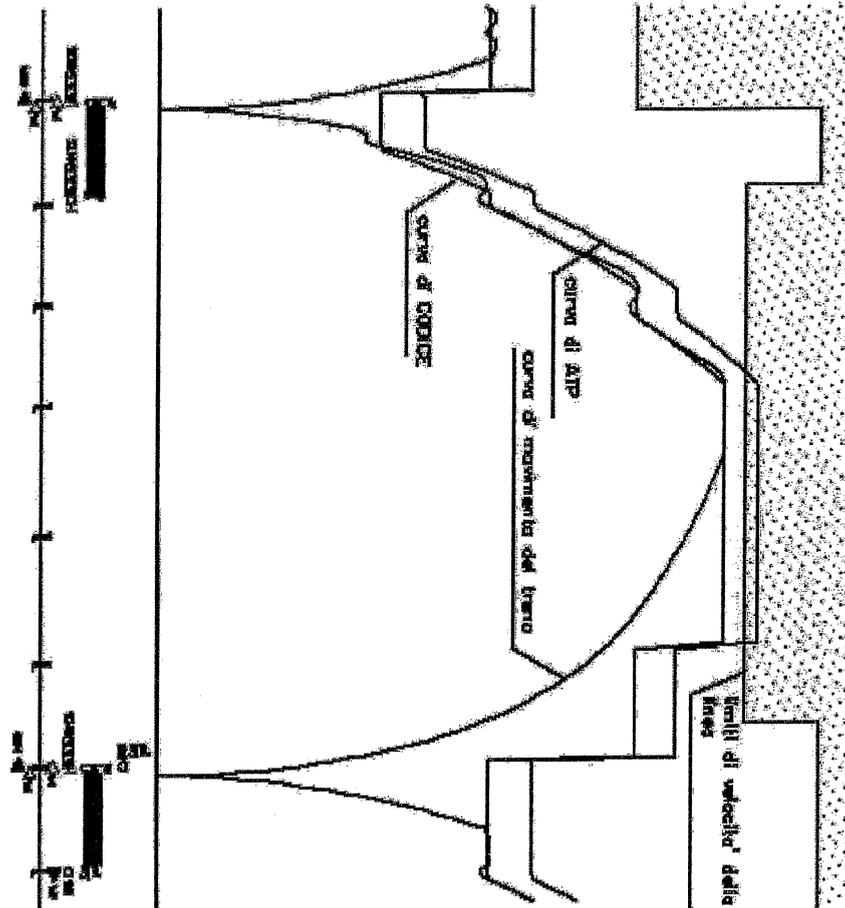


Figura 14 - Diagramma di movimento

Nel caso, ad esempio, di treno posto sul circuito di binario di stazione i codici inviati sui circuiti di binario a monte sono:

0	→	0	Km/h	codici degradati
45	→	0	"	
65	→	45	"	
77	→	65	"	
77	→	77	"	codice massimo

Nel caso preso in esame il treno inseguitore, posto a distanza di cadenzamento, si trova nella banchina successiva in partenza con il codice massimo di 45 → 45 Km/h.

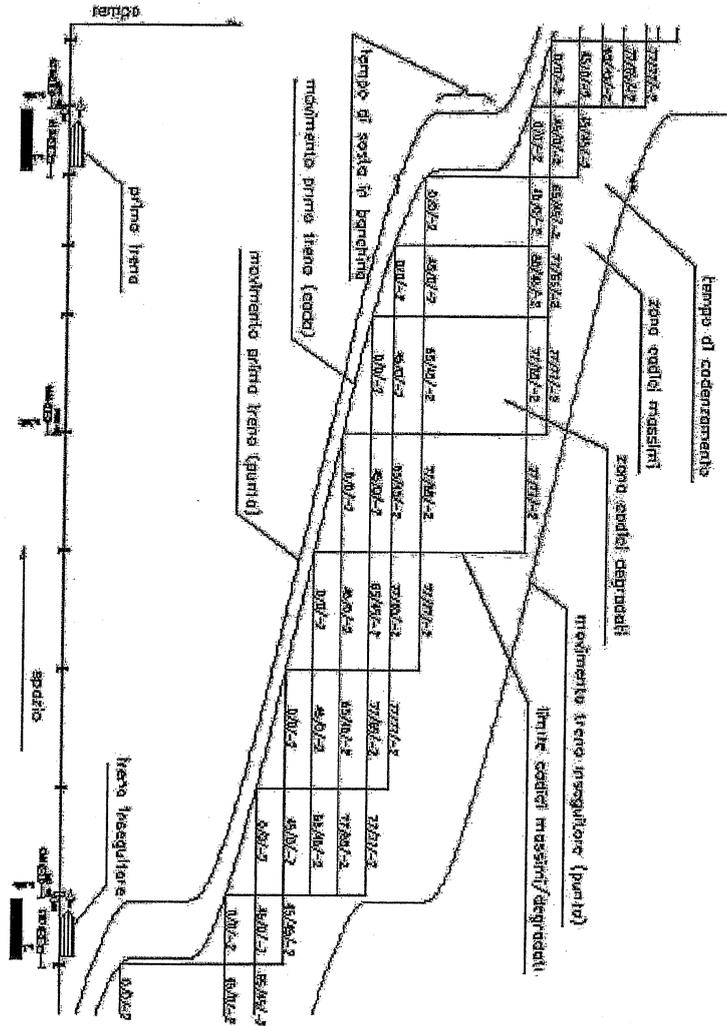


Figura 15 - Inseguimento treni

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE – GARIBALDI – CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISA/INN

1.7.3 Il cadenzamento e la velocità commerciale

La velocità commerciale del prolungamento della Linea 1 tratta Dante(passante) – Garibaldi – CDN(escluso) è distinta per binario pari e dispari ed è definita da tabelle riassuntive che evidenziano:

- 1) le progressive di sosta
- 2) i tempi di sosta
- 3) la percorrenza distinta in
 - .. spazio percorso
 - .. tempo utilizzato
- 4) velocità
 - .. commerciale
 - .. media
 - .. massima

Il cadenzamento ottenuto ad esempio nella tratta Dante(passante) – Garibaldi – CDN(escluso), per ambedue i sensi di marcia, è di 90 secondi.

N.B.:

Il cadenzamento è riferito alla sola linea; non fa quindi riferimento ai tempi di inversione alla zona di manovra terminale afferente a Brin.

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> LSN/IMN

1.8 Regimi di marcia

Il sistema previsto garantisce, nel rispetto della sicurezza, due livelli di esercizio e più precisamente:

- la guida automatica
- la guida manuale

Guida automatica

L'esigenza di sfruttare al massimo la potenzialità della linea (cadenzamento spinto, massima composizione dei veicoli, velocità commerciale di normale esercizio prossima a quella teorica permessa dal segnalamento), porta a realizzare una marcia completamente automatica del treno più precisa e ripetitiva di quella manuale.

Per guida automatica si intende quel complesso di funzioni e operazioni che consente di far viaggiare un treno, secondo le modalità volute, da una banchina a quella successiva senza alcun intervento del macchinista se non quello di un comando in partenza dalla stazione.

Nell'ambito di una guida automatica si possono identificare alcune sottofunzioni quali ad esempio:

- regolazione della marcia
- frenatura a bersaglio
- taratura del diametro ruote

La guida automatica è attuata dal microcalcolatore di bordo in base a:

- informazioni ricevute dall'apparecchiatura ATP (sottosistema continuo)
- disposizioni inerenti la modalità di marcia fornite durante la sosta in stazione
- determinazione di velocità effettuata tramite opportuni rilevatori
- consensi ricevuti dal macchinista

Il microcalcolatore di bordo si sostituisce al conduttore, che può definirsi un "**supervisore di macchina**", ed effettua le proprie regolazioni intervenendo direttamente sugli organi di trazione e di frenatura. Il conduttore ha, comunque, la possibilità di comandare un'azione di frenatura di emergenza in modo prioritario, disabilitando così la funzione di guida automatica.

Guida manuale

Il passaggio dalla guida automatica (in A.T.O.) alla guida manuale è sempre possibile, anche con treno in moto. Il macchinista potrà assumere il comando del veicolo e guidare seguendo le indicazioni fornite dal segnalamento.

L'apparecchiatura A.T.P. controlla con continuità che la marcia del veicolo rispetti i limiti imposti. In caso di guasto delle apparecchiature di ATO e/o ATP si prevede, dopo l'esclusione dell'apparecchiatura guasta, la sola marcia in guida manuale secondo le seguenti modalità:

ATPd	ATPc	ATO	Regime
Inserito	Inserito	Inserito	Marcia automatica assistita
Inserito	Inserito	Escluso	Marcia manuale ad inseguimento treni
Escluso	Escluso	Escluso	Marcia manuale ad inseguimento treno ¹
Inserito	Escluso	Escluso	Marcia interstazionale a 45 km/h

Si ricorda che in Marcia Manuale è sempre inserito il dispositivo di "uomo morto" (vigilante).

¹ con il discontinuo escluso, la funzione di controllo del lato di apertura delle porte è affidata al macchinista.

1.9 Il regolamento segnali

Generalità

Questo capitolo ha lo scopo di descrivere gli aspetti dei segnali ed il loro significato con particolare attenzione a quelli che definiscono il sistema "segnalamento".

1.9.1 Segnali principali

1.9.1.1 SEGNALI AD INSTALLAZIONE FISSA (ALTI)

La linea è di norma esercita in regime di marcia automatica. Tale regime non utilizza l'ausilio dei segnali lungo linea.

Il distanziamento dei treni è in questo caso realizzato attraverso la ripetizione a bordo delle condizioni della via ed il controllo della marcia del treno da parte delle apparecchiature ATP di bordo.

I segnali alti di norma regolano il movimento di "treni".

Segnali situati nelle fermate

I segnali posti a protezione delle fermate hanno di norma carattere permissivo. La manovra è determinata esclusivamente dal passaggio dei treni sia per disporsi a via libera che per disporsi a via impedita.

Costituzione dei segnali

I segnali luminosi sono di tipo a tre aspetti di colore statico a specchi diecrici su uno schermo di colore nero opaco, con bordo perimetrale bianco; sono montati sul lato sinistro del binario di corsa legale.

I segnali montati sul lato sinistro del binario di corsa sono costituiti da schermi a vela rettangolare con estremità arrotondate.

I segnali montati sul lato destro del binario di corsa sono costituiti da schermi a vela rettangolare con estremità a spigoli vivi.

Significato dei segnali

I segnali possono dare le seguenti indicazioni:

- via libera incondizionata
(marcia secondo codici captati)
- via libera condizionata
(marcia secondo codici captati)
- via impedita permissiva
(velocità ≤ 15 Km/h)
- via impedita imperativa
(velocità 0 Km/h)

Essi sono ubicati in precedenza immediata del punto o della tratta di linea protetta e, quando sono disposti a via impedita, non devono essere oltrepassati dalla testa dei treni.

Aspetti dei segnali e norme di comportamento del personale di condotta

Il personale di condotta dei treni è tenuto al rigoroso rispetto degli aspetti della segnalazione di via come specificato nei paragrafi seguenti.

Quando i convogli sono provvisti di impianti per la ripetizione a bordo delle condizioni della via e controllo automatico della marcia dei treni, efficienti e regolarmente funzionanti, il personale di guida deve osservare le indicazioni, rese disponibili sul cruscotto, relative alle condizioni del segnalamento. In caso di discordanza tra gli aspetti della segnalazione di via e le informazioni fornite dalla ripetizione a bordo, il guidatore deve rispettare gli aspetti della segnalazione di via.

Aspetti che possono presentare i segnali:

Via libera incondizionata con velocità funzione del codice captato

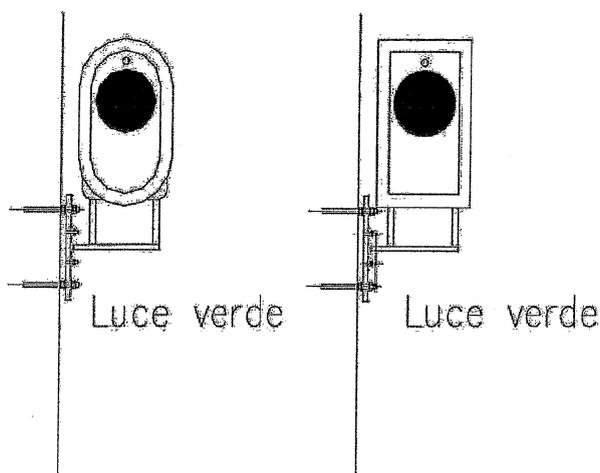


Figura 16 - Aspetto di verde

In caso di apparecchiature di blocco e/o di bordo guaste tale aspetto realizza la "marcia interstazionale" ed impone la velocità massima di 45 Km/h.

- *Segnale di partenza verde*; il successivo segnale, se di protezione, è a via libera incondizionata e la tratta interstazione è libera; se invece il successivo segnale è di linea (automatico) questo può avere tutti gli aspetti di via libera o via impedita (non condiziona quindi l'aspetto del segnale di partenza precedente).

- *Segnale di protezione verde*; il successivo segnale (di partenza) può avere tutti gli aspetti di via libera o via impedita.

Tale aspetto garantisce la libertà del percorso compreso il tampone in uscita dalla stazione/fermata.

Via libera condizionata; velocità funzione del codice captato

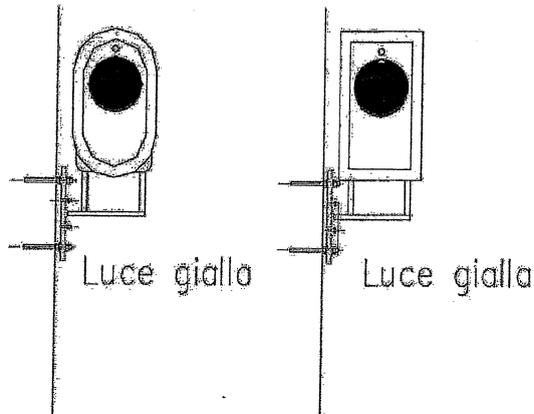


Figura 17 - Aspetto di giallo

Tale aspetto assicura almeno due Sezioni di Blocco libere a valle del segnale. Il successivo segnale (partenza/protezione/automatico) può avere tutti gli aspetti di via libera o via impedita.

In caso di apparecchiature di blocco e/o di bordo guaste tale aspetto impone l'arresto.

Via impedita permissiva

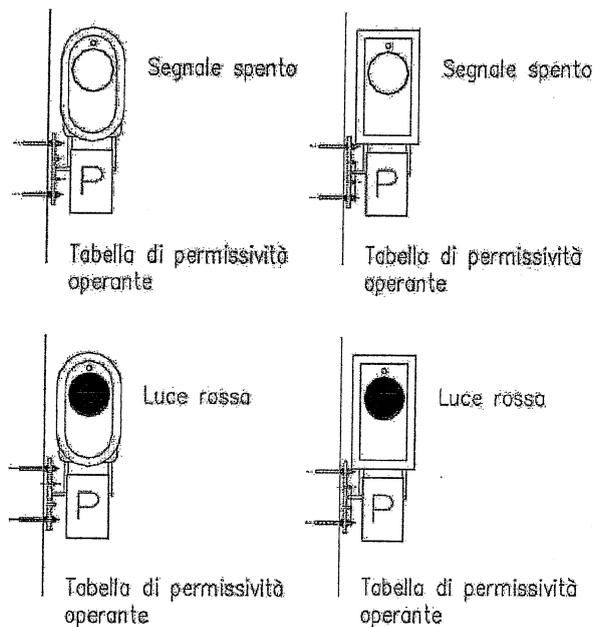


Figura 18 - Aspetto di rosso permissivo (fisso)

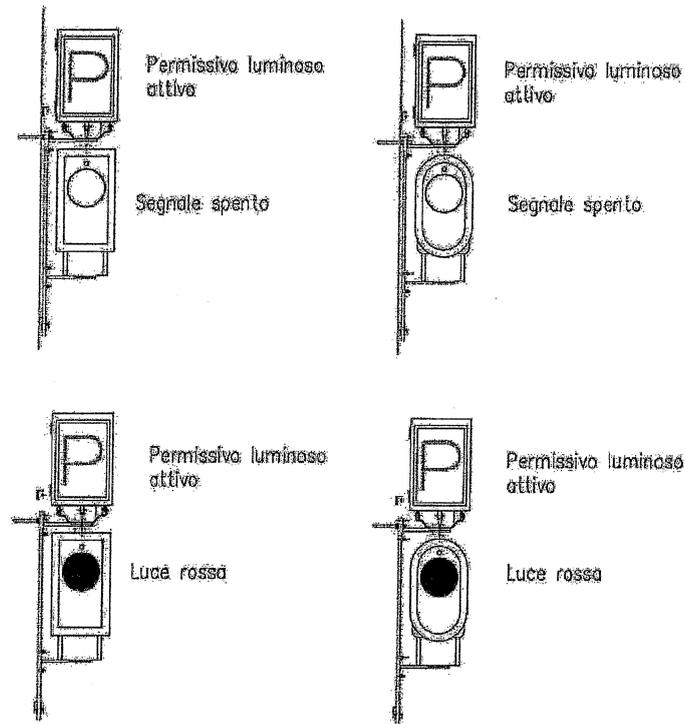


Figura 19 - Aspetto di rosso permissivo (luminoso)

Il conducente deve fermare il treno senza superare il segnale; effettuata la fermata può riprendere la corsa con marcia a vista a velocità non superiore a 15 Km/h, tenendo presente che a valle del segnale risulta libera solo una SBA e che il percorso può essere occupato da un altro convoglio.

Il conducente deve in ogni caso procedere con marcia a vista fino a quando non abbia superato un successivo segnale disposto a via libera dal quale prenderà norma.

Per marcia a vista si intende che il conducente deve procedere in modo da poter fermare prontamente il treno nella visuale libera appena se ne manifesti il bisogno. La marcia del treno e le conseguenti responsabilità sono quindi del solo conducente.

via impedita imperativa

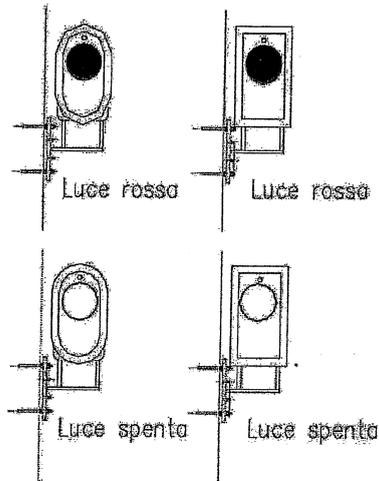


Figura 20 - Aspetto di rosso imperativo

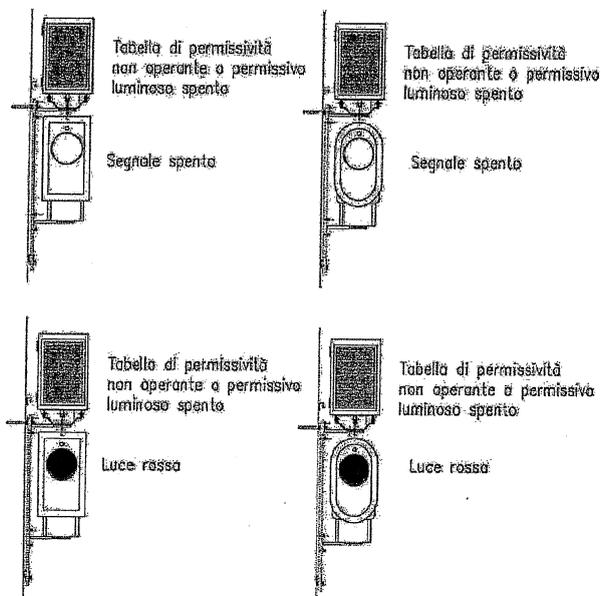


Figura 21 - Aspetto di rosso imperativo (con permissivo non operante)

Il conducente deve fermare il treno senza superare il segnale e telefonare, al D.C.T. (Dirigente Centrale del Traffico) o al D.L. (Dirigente Locale), salvo il caso di cui al successivo punto.

 AnsaldoSTS A Finmeccanica Company	TITOLO TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE MN42BX00028/00	
		DATA 20/07/09	EMITTENTE ISN/IMN

via impedita imperativa con autorizzazione di marcia a vista.

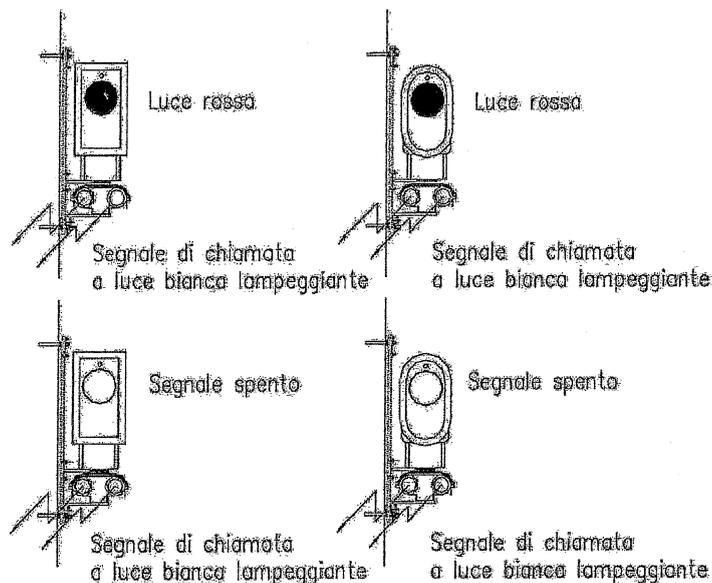


Figura 22 - Aspetto di rosso con segnale di chiamata attivo

Il conducente deve arrestare il treno prima di superare il segnale e, effettuata la fermata, ripartirà con marcia a vista e a velocità non superiore a 15 Km/h. Giunto in stazione il conducente deve fermare il convoglio e quindi chiedere istruzioni al D.C.T. o D.L. se la stazione è abilitata per ottenere ordini in merito al proseguimento della marcia del treno.

Nei casi in cui tra il segnale di chiamata e quello di partenza delle stazioni vengano incontrati altri segnali alti ad installazione fissa disposti a via libera, il conducente dovrà, sempre con marcia a vista e velocità non superiore ai 15 Km/h, proseguire senza tener conto di essi.

Osserverà e rispetterà invece gli eventuali segnali alti disposti a via impedita imperativa, nonché altre segnalazioni poste nel tratto in oggetto.

Casi in cui un treno può avanzare oltre un segnale disposto a via impedita imperativa:

Un treno che si è fermato ad un segnale disposto a via impedita imperativa può riprendere la corsa senza attendere che il segnale stesso assuma l'indicazione di via libera quando ne sia autorizzato, con apposito ordine, secondo le modalità stabilite dal R.C.T. (Regolamento Circolazione Treni), dal D.C.T. o dal D.L., o sia attivato il segnale di chiamata.

Qualora un treno debba riprendere la marcia con il segnale di partenza disposto, per guasto o altro motivo, a via impedita imperativa, al treno stesso dovrà essere ordinato di procedere con marcia a vista e velocità non superiore ai 15 Km/h sino al successivo segnale, dal cui aspetto il conducente prenderà norma.

1.9.1.2 SEGNALI AD INSTALLAZIONE FISSA (BASSI)

I segnali bassi sono costituiti da gruppi di due lenti bianche in linea orizzontale o verticale, applicate su idonei schermi a fondo nero. Normalmente sono montati sul lato sinistro rispetto al senso di marcia. I segnali bassi comandano di norma le "manovre" e possono mostrare:

- due luci bianche in linea orizzontale definiscono la via impedita imperativa. Il conducente deve fermare il treno senza superare il segnale se non dietro ordine del D.C.T. o del D.L. o del manovratore.

- due luci bianche in linea verticale definiscono la via libera con le cautele che le circostanze impongono.

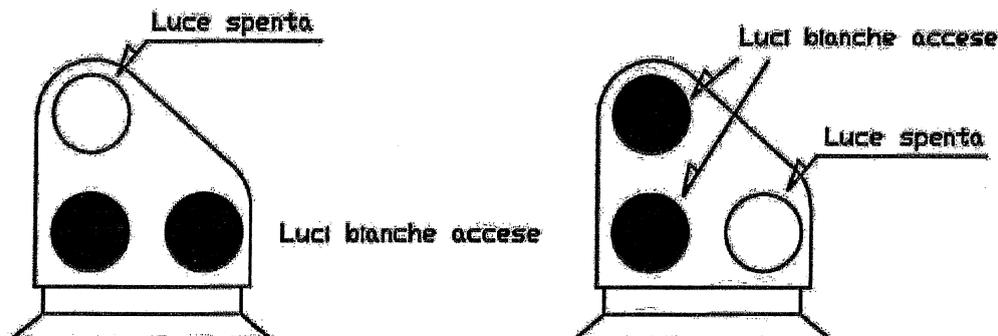


Figura 23 - Segnale basso (aspetti di via libera e via impedita)

Il conducente deve considerare che il movimento di manovra può essere ostruito su binario ingombro da altro treno o da materiale in sosta; pertanto egli, che è a tutti gli effetti il diretto responsabile della regolare effettuazione dei movimenti di manovra, deve eseguirli con le necessarie precauzioni.

Quando due o più veicoli o gruppi di essi vengono a trovarsi su uno stesso binario ed in precedenza allo stesso segnale basso, l'indicazione a via libera di questo vale solo per il primo veicolo o gruppo; il veicolo o gruppo seguente non può avanzare se non dopo la disposizione a via impedita e la successiva predisposizione a via libera del segnale, salvo ordini al contrario.

Qualora, per un guasto od altra causa, non sia possibile disporre a via libera un segnale basso, il segnale potrà essere oltrepassato solo in seguito ad ordine impartito, nei modi prescritti, dal D.C.T. o dal D.L.

1.9.2 Segnali ausiliari

Segnali permissivi

La indicazione di permissività è realizzata da:

- una tabella a fondo bianco e bordo nero con lettera "P" di colore nero;
- un segnale per indicazioni ausiliarie a fibre ottiche che presenta, se attivato, una "P" luminosa di colore bianco su fondo nero.

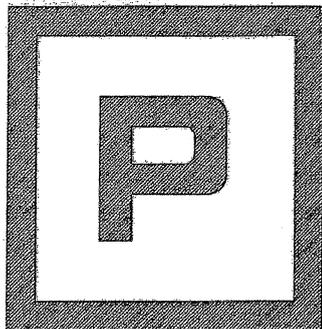
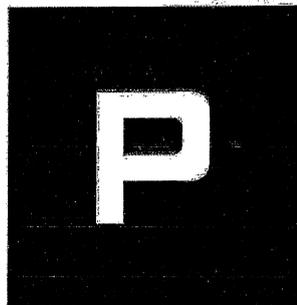


Tabella di permissività

Figura 24 - Permissivo fisso

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISA/IMN



Permissivo luminoso
attivato.

Figura 25 - Permissivo luminoso

I segnali permissivi, provvisti di tabella, possono essere resi inefficienti coprendo con apposita veletta la lettera "P".

Segnali indicatori di direzione

Sono posti sullo stantè dei segnali principali ed indicano la direzione della prima deviata incontrata sul percorso.

Sono di due tipi:

- tabella indicatrice di direzione; il segno che discrimina la direzione di marcia ed è di colore nero su fondo bianco;
- un segnale per indicazioni ausiliare a fibre ottiche che presenta se attivato la direzione di marcia prescelta dal movimento di treno. Si illumina a luce bianca su fondo nero. Lo stesso segnale individua le tre direzioni possibili: sinistra, centro, destra.

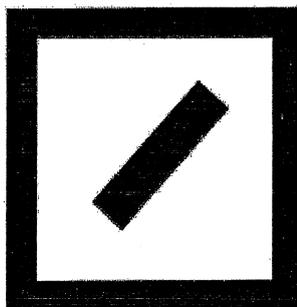
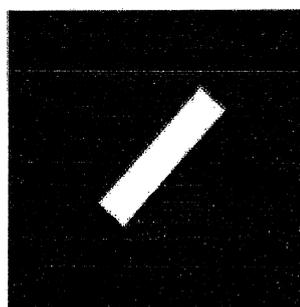


Tabella indicatrice
di direzione
(destra)

Figura 26 - Tabella indicatrice di direzione (destra)



Indicatore di direzione
luminoso
(direzione destra)

Figura 27 - Tabella indicatrice di direzione (direzione destra)

 AnsaldoSTS <small>A Finmeccanica Company</small>	<small>TITOLO</small> TRATTA DANTE - GARIBALDI - CDN PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI IMPIANTO DI SEGNALAMENTO Relazione Tecnica Generale	<small>NUMERO DOCUMENTO/REVISIONE</small> MN42BX00028/00	
		<small>DATA</small> 20/07/09	<small>EMITTENTE</small> ISR/TMN

Segnali indicatori di riduzione della velocità massima

Sono costituiti da tabelle rettangolari che portano indicato in nero su fondo bianco un numero corrispondente alla velocità massima ammessa sul tratto a valle dell'indicatore.

Sono collocati in precedenza al punto di variazione e ad una distanza tale da esso da garantire il rispetto della velocità indicata.



Tabella indicatrice di velocità

Figura 28 - Tabella indicatrice di velocità

...OMISSIS...