

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J31H03000180008

**DIREZIONE TECNICA  
S.O. PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA DI 2^ FASE**

**NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA – CHIUSURA ANELLO NORD  
TRATTA: VIGNA CLARA – TOR DI QUINTO**

RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NR4E 12 R 16 RG ES0001 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	A. Ferracci	Febbraio 2022	A. Vitali	Febbraio 2022	T. Paoletti	Febbraio 2022	Pierangelo Rivoli Luglio 2023
B	Emissione esecutiva	N. Pettinato <i>Pierangelo Rivoli</i>	Luglio 2023	A. Ferracci <i>Andrea Ferracci</i>	Luglio 2023	T. Paoletti <i>T. Paoletti</i>	Luglio 2023	

File: NR4E.12.R.16.RG.ES0001.001.B

n.Elab

	<b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA</b> <b>GRONDA MERCI DI ROMA – CHIUSURA ANELLO NORD</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI 2^ FASE</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO</b>	<b>COMMESSA</b> NR4E	<b>LOTTO</b> 12	<b>CODIFICA</b> R 16 RG	<b>DOCUMENTO</b> ES0001 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 2 di 12

## INDICE

1. PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO .....	3
2. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'INTERVENTO.....	5
3. MODELLO DI ESERCIZIO.....	6
4. SIMULAZIONI DI MARCIA: VALLE AURELIA – TOR DI QUINTO (TRACCIATO DEI LOTTI 1A E 1B) ...	6
5. ANALISI DI CAPACITA'.....	8
5.1 METODOLOGIA.....	8
5.2 ANALISI DI CAPACITÀ DELLA STAZIONE DI TOR DI QUINTO.....	10

## 1. PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

Il progetto della chiusura dell'anello nord di Roma è stato oggetto di Progettazione Preliminare (Legge Obiettivo) nell'ambito del più ampio progetto di Gronda Merci di Roma, costituito dalla Cintura Nord e dalla Gronda Sud. Il progetto preliminare è stato oggetto di VIA nel 2004, che si è conclusa con parere positivo, ma con prescrizioni molto impattanti per il tracciato della gronda Sud.

Gli interventi si compongono nello specifico di un itinerario di gronda alla capitale per il traffico merci e un potenziamento per i servizi di tipo metropolitano, al fin di rendere la rete meno vulnerabile a crisi localizzate.

L'area interessata dall'intervento riguarda il territorio di Roma e provincia, ma l'area vasta di ripercussione dei suoi effetti ha carattere regionale e interregionale, essendo Roma un nodo cruciale di attraversamento tra nord e sud del Paese. In Figura 1 è rappresentato lo schematico del nodo di Roma secondo quanto previsto dalla legge obiettivo.

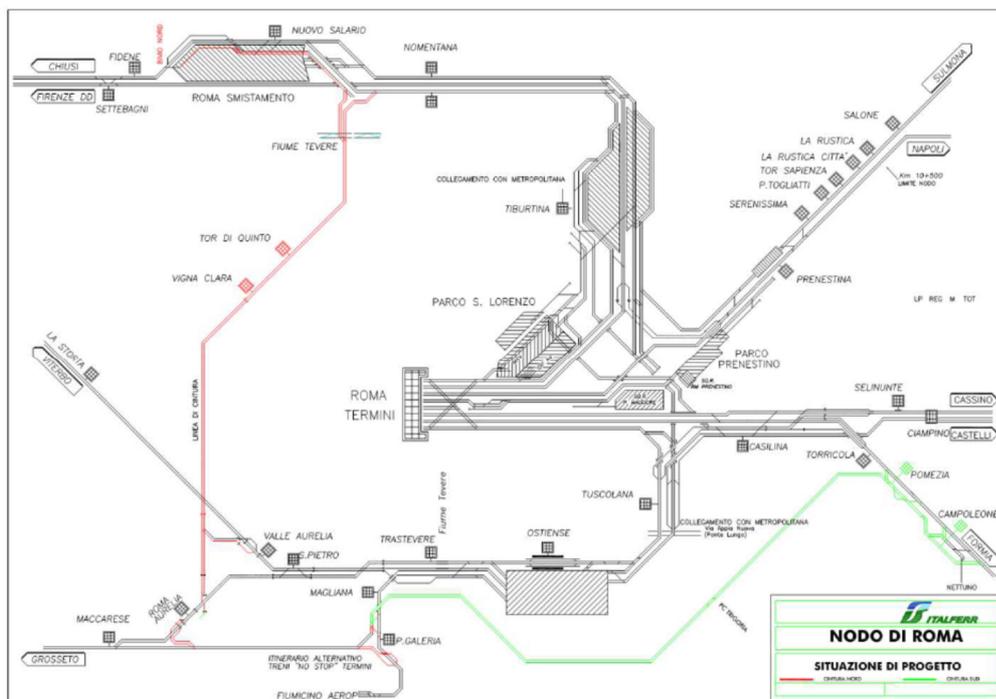


Figura 1 Schematico del nodo di Roma secondo quanto previsto dalla legge obiettivo

Per il suo valore trasportistico, è stato deciso di riprendere la progettazione della Cintura Nord, che consentirebbe di potenziare l'offerta commerciale nel nodo e creare un servizio a ring con vocazione prevalentemente di trasporto passeggeri.

Il presente progetto prevede, come stato di fatto, il progetto di riattivazione della tratta Valle Aurelia – Vigna Clara a doppio binario.

Del progetto oggetto della presente documentazione attualmente risultano realizzati:

- galleria Monte Mario;
- sede ferroviaria da Valle Aurelia fino a Vigna Clara;
- stazione di Vigna Clara;
- raddoppio tratta Valle Aurelia - Vigna Clara

Di seguito il piano schematico di progetto.

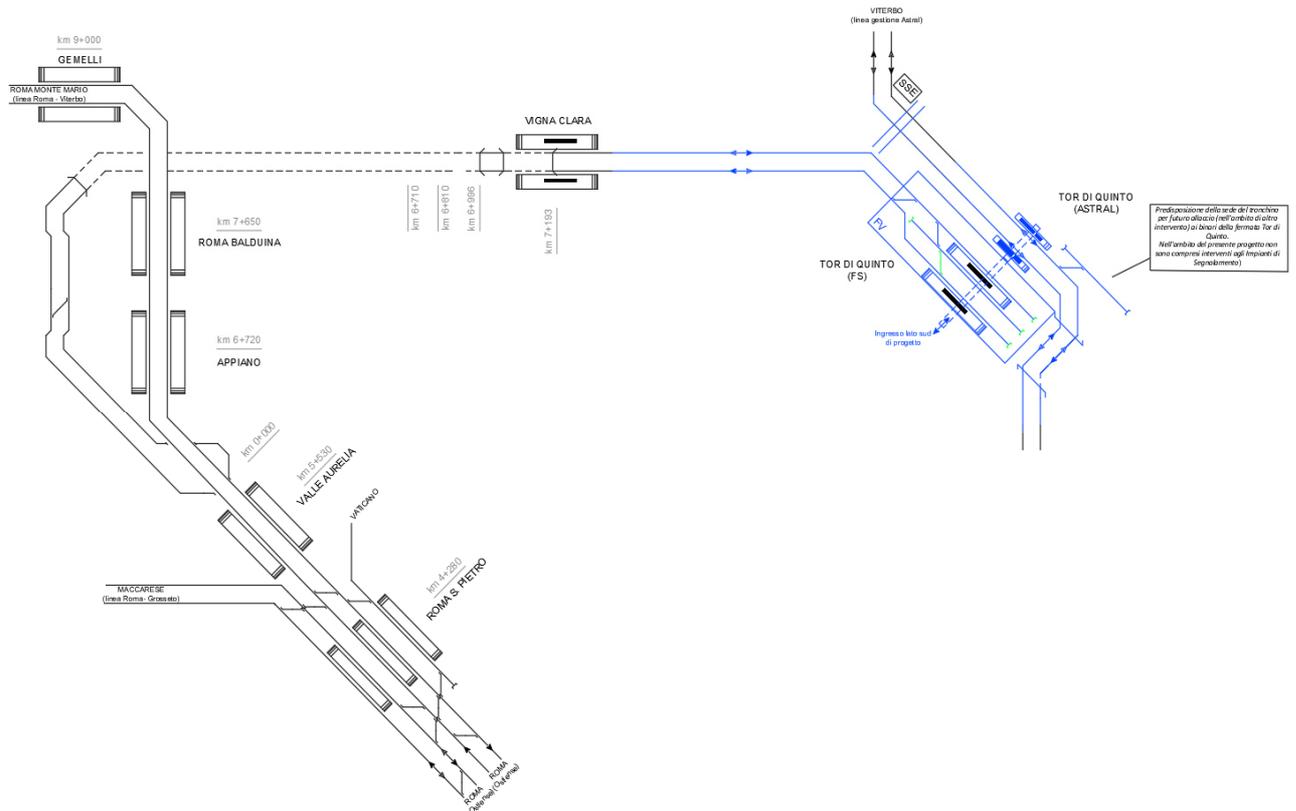


Figura 2 Scenario Schematico di Progetto del Lotto

Il presente documento ha lo scopo di illustrare le caratteristiche e le analisi degli interventi relativi al lotto 1B in termini di esercizio ferroviario.

	<p><b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA</b>  <b>GRONDA MERCI DI ROMA – CHIUSURA ANELLO NORD</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI 2^ FASE</b></p>					
<p>RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO</p>	<p>COMMESSA NR4E</p>	<p>LOTTO 12</p>	<p>CODIFICA R 16 RG</p>	<p>DOCUMENTO ES0001 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 5 di 12</p>

## 2. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'INTERVENTO

La fase di attivazione relativa al Lotto 1B prevede la costruzione del nuovo tracciato dalla fermata di Vigna Clara fino alla futura stazione di Tor di Quinto. In questa nuova stazione sarà possibile effettuare l'interscambio con la linea Roma – Viterbo gestita attualmente da Cotral.

Gli interventi sul ferro iniziano alla fine dei marciapiedi e per circa 500m il tracciato si mantiene in rilevato al di sopra del fascio dei binari esistenti, di cui è prevista la demolizione.

La stazione di Tor di Quinto si sviluppa, invece, interamente su una struttura scatolare, a partire dai deviatori di ingresso fino ai futuri deviatori di uscita previsti nel lotto 2. La livelletta ferroviaria è tale da consentire lo scavalco della linea Roma – Civita Castellana – Viterbo (gestione ATAC), che mantiene la sua quota a piano campagna e che trova la sua nuova posizione planimetrica all'interno dello scatolare di sottoattraversamento ferroviario.

In ambito stazione è prevista, oltre ai due binari di corsa, una precedenza promiscua tra binario pari e binario dispari e due marciapiedi di lunghezza pari a 250m, di cui uno laterale e uno a isola, quest'ultimo a servizio del binario di corsa e del binario di precedenza.

A livello planimetrico, le strutture della nuova stazione di Tor di Quinto risultano interferenti con la linea esistente Roma – Civita Castellana – Viterbo (Linea Cotral).

La risoluzione di tale interferenza comporta lo spostamento planimetrico dei binari esistenti della linea ferroviaria Roma – Civita Castellana – Viterbo. A seguito di tale spostamento:

- a. L'attuale fermata Cotral viene tralata di circa 350m per realizzare l'interscambio con la nuova stazione ferroviaria e si prevede la demolizione dei marciapiedi esistenti e la costruzione dei nuovi marciapiedi e del relativo sottopasso.
- b. In ragione degli spazi limitati ove si colloca l'insieme dei binari della ferrovia Roma Nord e della ferrovia della Cintura Nord, non è possibile mantenere la precedenza promiscua attualmente esistente nella fermata Tor di Quinto. Pertanto, si prevede lungo tutta la tratta oggetto di deviazione il solo mantenimento del doppio binario.
- c. In uscita dalla stazione è prevista una galleria artificiale a "farfalla" per consentire alla linea Roma Nord Cotral di sotto attraversare la linea della Cintura Nord FSI.

	<b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA</b> <b>GRONDA MERCI DI ROMA – CHIUSURA ANELLO NORD</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI 2^ FASE</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO</b>	COMMESSA NR4E	LOTTO 12	CODIFICA R 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. B	FOGLIO 6 di 12

La tratta sarà caratterizzata da una velocità massima di 75 km/h (in rango C) tra Vigna Clara e Tor di Quinto e da un regime di circolazione con Blocco Automatico Banalizzato. Tutta la linea sarà esercita con il sistema DCO – SCCM con sede presso il Posto centrale di Roma Termini.

Durante le fasi di costruzione sarà garantito, a meno di periodi limitati di interruzione dovuti ad esempio all'allaccio della linea esistente con la tratta deviata, il mantenimento dell'esercizio sulla linea Roma – Civita Castellana – Viterbo. Contestualmente, si prevede il mantenimento in esercizio della fermata Tor di Quinto sulla linea Roma Nord, sia essa nella posizione esistente o nella futura posizione di progetto, eventualmente attraverso viabilità di accesso provvisorio e comunque evitando la commistione di flussi tra traffico di cantiere e traffico passeggeri anche per la stazione di Tor di Quinto potranno essere previsti limitati periodi di interruzione.

Per il dettaglio sul layout e sulle fasi si rimanda all' "Allegato 1 – NR4E.12.R.16.RG.ES0002.001.B.

### 3. MODELLO DI ESERCIZIO

Il modello di esercizio del servizio metropolitano relativo al Lotto 1B prevede una frequenza del servizio passeggeri a 12 minuti.

### 4. SIMULAZIONI DI MARCIA: Valle Aurelia – Tor di Quinto (tracciato dei Lotti 1A e 1B)

Al fine di valutare le prestazioni della progettazione della chiusura dell'Anello ferroviario di Roma, sono state effettuate simulazioni di marcia che riguardano le nuove tratte. In particolare, attraverso il software specialistico IF-SIM sono stati calcolati tempi di percorrenza e consumi energetici.

Tale strumento rende possibile lo studio della marcia del treno su una linea, in relazione alle prestazioni di uno specifico materiale rotabile, alla configurazione del tracciato (livellette, curve planimetriche, stazioni, PM, sistema di distanziamento, segnalamento ecc.) e alle caratteristiche commerciali del servizio (tempi di fermata, allungamenti), fornendo tempi di percorrenza, velocità e consumi energetici.

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate per il servizio che impegna la nuova infrastruttura:

- regionale (anello) nella tratta Valle Aurelia – Tor di Quinto

- materiale rotabile utilizzato: treno Jazz a 5 carrozze (rango C)
- tempo di sosta a Vigna Clara: 1 minuto

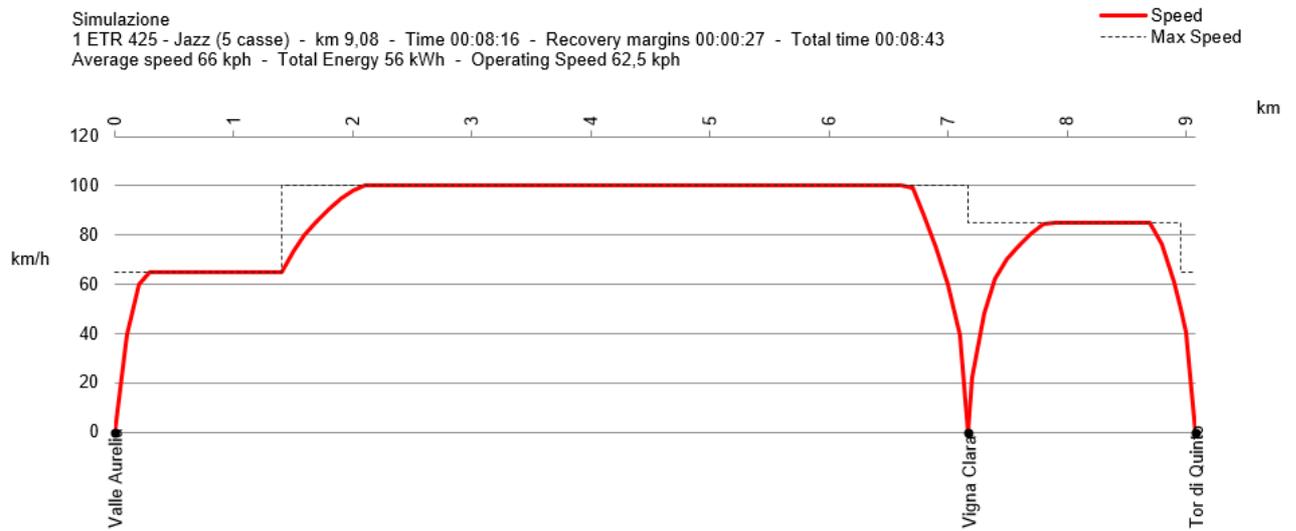


Figura 3 – Servizio regionale Valle Aurelia – Tor di Quinto

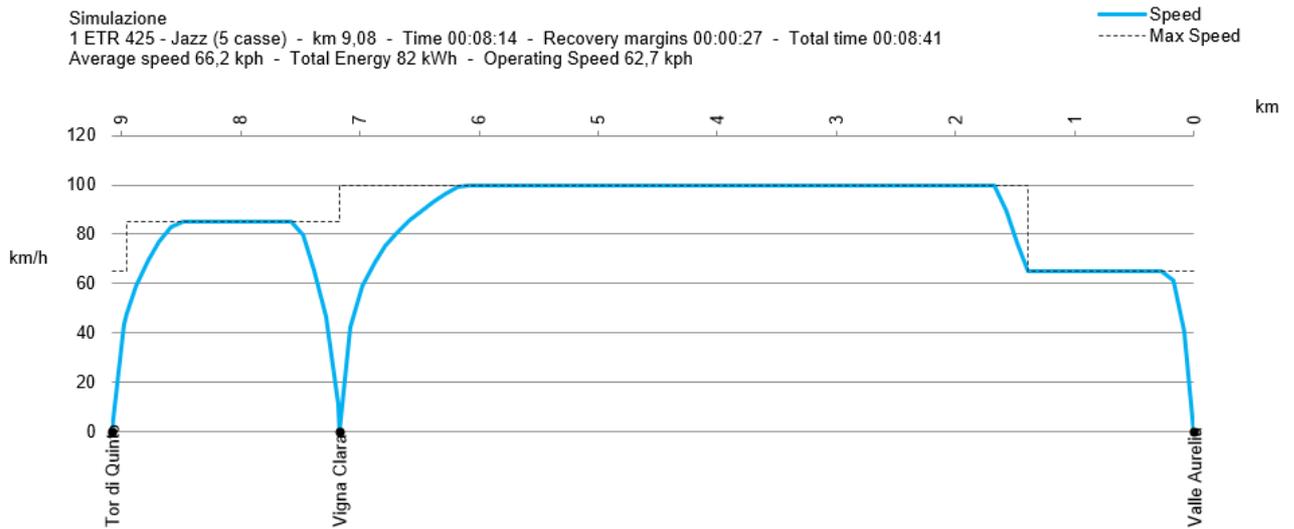


Figura 4 – Servizio regionale Tor di Quinto – Valle Aurelia

	<b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA</b> <b>GRONDA MERCI DI ROMA – CHIUSURA ANELLO NORD</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI 2^ FASE</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO</b>	<b>COMMESSA</b> NR4E	<b>LOTTO</b> 12	<b>CODIFICA</b> R 16 RG	<b>DOCUMENTO</b> ES0001 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 8 di 12

## 5. ANALISI DI CAPACITA'

Alla luce della nuova configurazione funzionale derivante dalla realizzazione della nuova stazione di Tor di Quinto è stata eseguita un'analisi di capacità del terminale di Tor di Quinto per analizzare eventuali impatti nell'attuazione del modello di esercizio a regime.

L'analisi di capacità è stata effettuata tramite l'ausilio del software IF-CAP (software di proprietà Italferr). Il software rende possibile lo studio probabilistico della capacità di un nodo, valutando il numero medio di circolazioni possibili, il tempo medio d'occupazione e la quantità di ritardo generata dal processo di circolazione, fornendo come output un coefficiente di utilizzazione.

### 5.1 Metodologia

La valutazione della capacità (attraverso il software IF-CAP) è stata effettuata ricorrendo ad una analisi statica della circolazione dei treni con la teoria di Potthoff. Che utilizza opportuni indicatori complessi ed analizza la risposta dell'impianto/nodo alle sollecitazioni di traffico presenti nel periodo di osservazione prescelto.

La metodologia si articola in quattro fasi successive:

1. Acquisizione della topologia dell'impianto;
2. Rappresentazione matematica mediante strutture matriciali (matrice degli itinerari);
3. Definizione e calcolo degli indicatori sintetici che descrivono il funzionamento dell'impianto:
  - numero medio delle circolazioni;
  - tempo medio di occupazione del nodo;
  - ritardo totale;
4. Condizione di verifica dell'impianto.

	<b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA</b> <b>GRONDA MERCI DI ROMA – CHIUSURA ANELLO NORD</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI 2^ FASE</b>					
	RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO	COMMESSA NR4E	LOTTO 12	CODIFICA R 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. B

Gli indicatori sintetici utilizzati sono di seguito riportati.

$$n_{medio} = \frac{N^2}{\sum_{inc} n_i n_j} \quad \text{numero medio delle circolazioni compatibili}$$

$$t_{medio} = \frac{\sum_{inc} n_i n_j t_{ij}}{\sum_{inc} n_i n_j} \quad \text{tempo medio di occupazione}$$

$$R = \frac{\sum_{incr} n_i n_j t_{ij}^2}{2T} \quad \text{ritardo totale R}$$

$$C_{reg} = \frac{1}{T} \left( \frac{N \cdot t_{medio}}{n_{medio}} \right) \quad \text{coefficienti di utilizzazione regolare}$$

$$C_{tot} = \frac{1}{T} \left( \frac{N \cdot t_{medio} + R}{n_{medio}} \right) \quad \text{coefficienti di utilizzazione totale}$$

Di seguito sono elencate le tipologie di incompatibilità considerate, con un esempio applicativo.

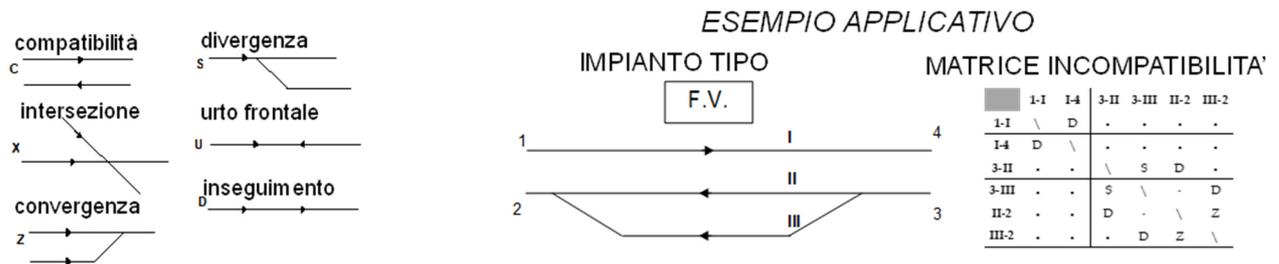


Figura 5 - Tipologia di incompatibilità considerate

La condizione di verifica dell'impianto risulta essere:

$$C_{reg} = \frac{1}{T} \left( \frac{N \cdot t_{medio}}{n_{medio}} \right)$$

in cui:

- $C_{reg}$  = coefficiente di utilizzazione regolare;
- $T$  = intervallo temporale di osservazione;
- $N$  = numero totale di treni nel tempo  $T$ ;
- $t_{medio}$  = tempo medio di occupazione da parte di gruppi di  $n_{medio}$  treni ciascuno;
- $n_{medio}$  = numero medio di itinerari compatibili.

	<b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA</b> <b>GRONDA MERCI DI ROMA – CHIUSURA ANELLO NORD</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI 2^ FASE</b>					
	RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO	COMMESSA NR4E	LOTTO 12	CODIFICA R 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. B

Il coefficiente di utilizzazione totale aggiunge, al coefficiente di utilizzazione regolare, un tempo aggiuntivo R che considera il ritardo che si può globalmente generare in caso di arrivi casuali non cadenzati.

La letteratura tecnica fornisce un limite, ricavato sperimentalmente nell'ora di punta, sull'utilizzazione dell'impianto, Creg pari al 65% di T, oltrepassato il quale la regolarità della circolazione verrebbe meno, con conseguenti fenomeni perturbativi (accumulo di ritardi).

Per l'intero arco della giornata il valore di riferimento è compreso tra il 40% e il 55% in funzione della tipologia di impianto. In fase di progettazione un valore di riferimento tipicamente dimensionante è il 42%.

## 5.2 Analisi di capacità della stazione di Tor di Quinto

L'analisi di capacità è stata sviluppata considerando la configurazione funzionale della nuova stazione di Tor di Quinto nello scenario di progetto del Lotto 1B.



*Figura 6 - Configurazione funzionale nuova Stazione di Tor di Quinto*

L'obiettivo dell'analisi è stato quello di determinare la risposta dell'impianto (in termini di coefficiente di utilizzazione regolare) in differenti scenari di Esercizio, sia nell'ora di punta che nel corso dell'intera giornata.

I tempi medi di occupazione ipotizzati per gli itinerari comprendono:

- Il tempo di formazione dell'itinerario;
- Il tempo di percorrenza e di liberazione dovuta allo scodamento del convoglio.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per l'ora di punta e per l'intera giornata:

### C Reg Ora Punta

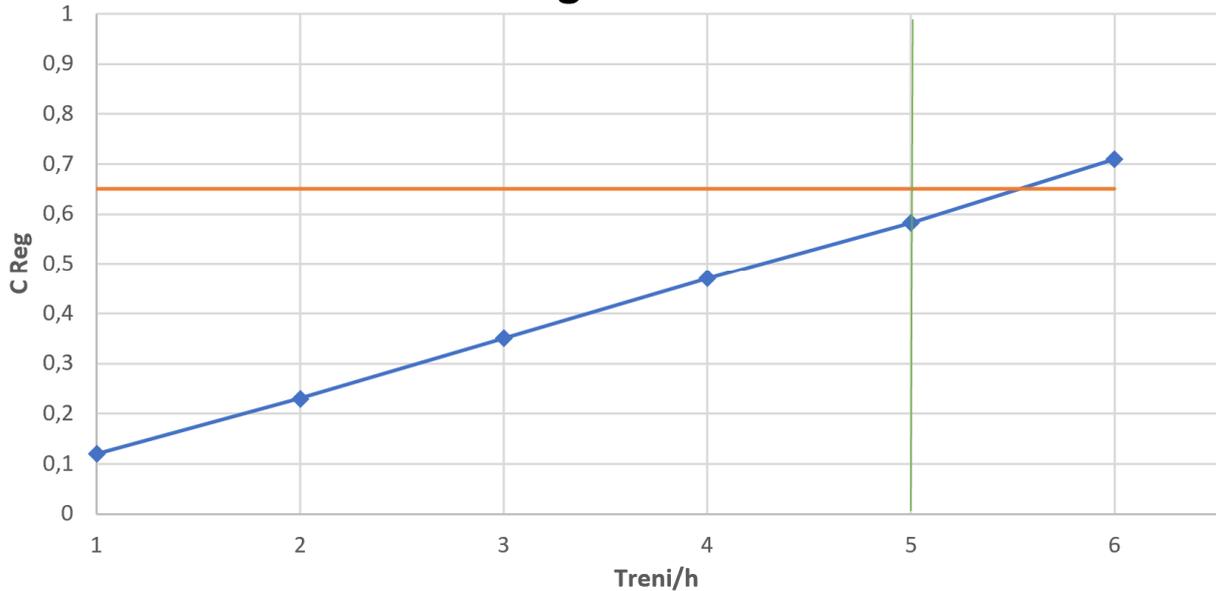


Figura 7 - Variazione C Reg ora di punta in funzione del numero di treni/ora eserciti

### C Reg Intera giornata

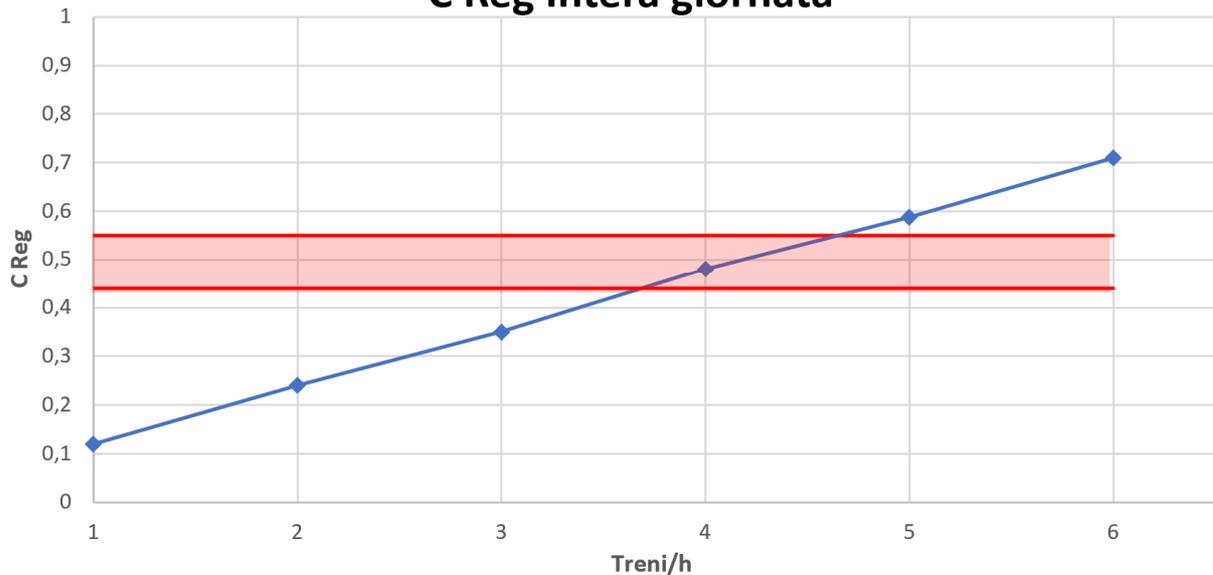


Figura 8 - Variazione C reg intera giornata in funzione del numero di treni/ora eserciti

	<b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA</b> <b>GRONDA MERCI DI ROMA – CHIUSURA ANELLO NORD</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI 2^ FASE</b>					
RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO	COMMESSA NR4E	LOTTO 12	CODIFICA R 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. B	FOGLIO 12 di 12

I risultati di Figura 7 mostrano che l'impianto, nelle ore di punta, è in grado di gestire agevolmente una frequenza fino a 12 min (5 treni/ora) garantendo dei buoni margini di recupero nei confronti di ritardi e/o perturbazioni nel sistema.

Dai risultati riportati in Figura 8 invece, si evince che per l'intera giornata, caratterizzata da 18 ore di esercizio, si hanno buoni margini di recupero nei confronti di ritardi e/o perturbazioni con una frequenza fino 15 min (4 treni/ora).