



Comune di Bologna



Sostenibilità  
è Bologna



**PUMS**  
BOLOGNA  
METROPOLITANA

RTI Progettisti:



## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)



Intervento finanziato con risorse  
FSC 2014-2020 – Piano operativo della Città  
metropolitana di Bologna  
Delibera CIPE n.75/2017



## Elaborati generali Modello di esercizio e parco rotabili

COMUNE DI BOLOGNA  
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE

ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA

ING. BARBARA BARALDI

GEOM. AGNESE FERRO

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

Gruppo di Progettazione:

Ing. Alessandro Piazza (Coordinatore Tecnico)  
Ing. Santi Caminiti (Progetto sistemi tranviari)  
Ing. Andrea Spinosa (Studi Trasportistici)  
Arch. Sebastiano Fulci De Sarno (Prog. Architettonico e Inser. Urbanistico)  
Ing. Sergio Di Nicola (Sovrastruttura Tranviaria)  
Ing. Jeremie Weiss (Impianti Tecnologici)  
Ing. Maurizio Falzea (Esperto Armamento)  
Ing. Giorgio Coletti (Progettazione Funzionale Depositi)  
Ing. Pietro Caminiti (Viabilità Interferente)  
Ing. Stefano Tortella (Opere Strutturali)  
Ing. Andrea Carlucci (Esperto Impianti Eletto-ferroviari)  
Ing. Domenico D'Apollonio (Impianti di Trazione Elettrica)  
Ing. Francesco Azzarone (Impianti Meccanici)  
Arch. Sergio Moscheo (Prime Disposizioni per la Sicurezza)  
Ing. Boris Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)  
Prof. Matteo Mattioli (Valutazione impatto ambientale e impatto acustico)

COMMESSA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381	SF	ESE	RD001	B	—	B381-SF-ESE-RD001B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	31-12-2018	EMISSIONE	SPINOSA	SPINOSA	S. CAMINITI
1	Giugno 2019	AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI ISTRUTTORIA	SPINOSA	SPINOSA	S. CAMINITI
2					

## Indice del documento

<b>1. INTRODUZIONE</b>	2
<b>2. MODELLO</b>	3
A. INFRASTRUTTURA	3
B. COLLEGAMENTI PER INVERSIONE DI MARCIA	4
C. TEMPO DI ARRESTO IN FERMATA	5
D. TEMPO DI ATTESA AI SEMAFORI – INTERFACCIA TRAM / TRAFFICO SU GOMMA	6
E. MATERIALE ROTABILE	7
F. CADENZAMENTO	8
G. MARGINE OPERATIVO	9
<b>3. RISULTATI</b>	10
A. TEMPO COMPLESSIVO E VELOCITÀ COMMERCIALE	10
B. MATERIALE ROTABILE	11
C. ORARIO GRAFICO	11
D. VELOCITÀ OPERATIVA	12
<b>4. ALLEGATI</b>	13
A. FERMATE	13
B. GEOMETRIA	14
C. VELOCITÀ	16
D. INCROCI CON SEGNALI SEMAFORICI	20
E. ORARIO MODELIZZATO TRATTA OVEST - EST	22
F. ORARIO MODELIZZATO TRATTA EST - OVEST	23
G. VELOCITÀ DETTAGLIATA MODELLATA	24

## 1. INTRODUZIONE

---

Nell'ambito dello Studio di Fattibilità Tecnica Economica della linea Rossa, l'RTI di progettazione ha sviluppato una prima modellazione della linea con l'utilizzo del software RailSys per valutare come potrà essere gestita in futuro la linea.

Gli obiettivi principali sono la valutazione del numero di materiale rotabile, il tempo di percorrenza sui diversi rami della linea e la capacità della linea.

Questa nuova linea presenta tre diversi rami: un ramo centrale unico da Borgo Panigale alla Fiera lungo via A. Moro; due rami laterali uno verso nord fino al Parcheggio Michelino e un ramo in direzione Est fino al capolinea CAAB.

## 2. MODELLO

Per valutare una ipotesi iniziale di come verrà gestita la linea 1 del tram di Bologna, è stato utilizzato il software di modellazione "RailSys 11.4.60", adottando una metodologia le cui ipotesi base sono di seguito riassunte.

### A. INFRASTRUTTURA

L'esercizio è stato studiato considerando due diversi itinerari: l'itinerario che va verso Est è stato individuato come "tracciato 1"; quello che va verso ovest come "tracciato 2".

Su una piccola parte della rete (mostrata in blu sulla seguente mappa), il tracciato 1 utilizza Via S.Felice mentre il tracciato 2 utilizza Via Delle Lame e Via Riva di Reno, rendendo il tracciato 1 leggermente più corto del tracciato 2.

Il ramo centrale che si estende da km -0,345, dove si trova il Capolinea Ovest, fino al punto in cui il tracciato si divide, in corrispondenza dell'ingresso dell'Ente Fiera, al km 9+912 per il tracciato 1 e km 10+225 per il tracciato 2.

Il ramo nord si estende fino al Capolinea Nord (situato al km 11+240 sul tracciato 1 e km 11+520 sul tracciato 2), mentre il ramo Est si estende fino al Capolinea Est (situato al km 4+697 sul tracciato 1 e al km 14+977 sul tracciato 2).

Lungo il tracciato sono state posizionate 30 fermate, rappresentate nello schema sotto riportato:

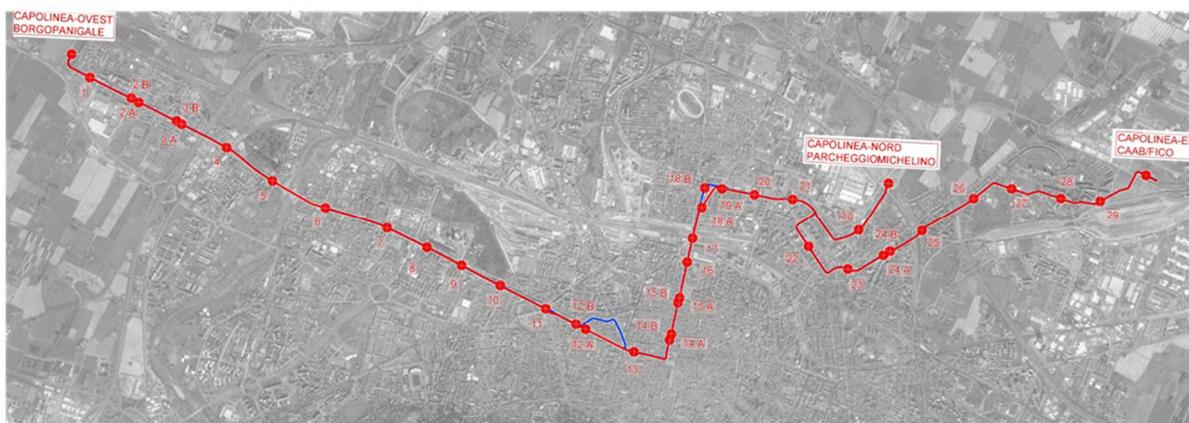


Figure 1 Linea 1 Bologna – Ripartizione delle fermate

## B. COLLEGAMENTI PER INVERSIONE DI MARCIA

Le comunicazioni tra i binari ai capolinea sono state inserite per consentire ai tram di invertire la direzione di marcia e tornare sulla rete nella direzione opposta.

L'ipotesi di un materiale rotabile a due cabine di guida è stata assunta come dato di base.

Per consentire ai conducenti di percorrere la lunghezza del tram, cambiare cabina e prepararsi a guidare il tram nell'altra direzione, è stato concesso un tempo minimo di 90 secondi affinché il tram potesse girarsi (tenendo conto dello standard 1m/s per lo spostamento del conducente).

Si noti che questo vale solo per il tempo in cui il tram è fermo: il tempo per accedere al raccordo posteriore è inserito normalmente da RailSys, nel tempo di ritorno.

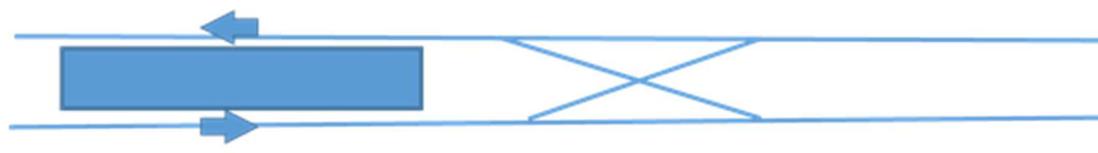
Per i capolinea Ovest ed Est, i tram devono continuare oltre la fermata e girarsi utilizzando una comunicazione dedicata. Per il capolinea del ramo nord, il tram avendo uno scambio prima della banchina, beneficia di una riduzione del tempo di ciclo.

Le comunicazioni tra i binari per i diversi terminali sono state previste come di seguito rappresentato (dove il rettangolo blu rappresenta la banchina della capolinea):

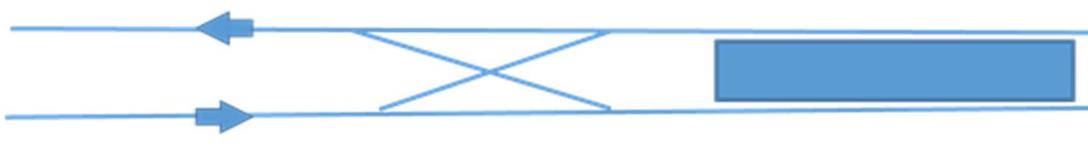
### Ovest capolinea:



### Est capolinea:



### Nord capolinea:



Sulle comunicazioni tra i tracciati e sugli scambi in "deviata" è stata considerata una velocità rispettivamente pari a 25 km/h e 10 km/h.

### C. TEMPO DI ARRESTO IN FERMATA

Tenendo conto dei dati di traffico, il tempo di arresto nelle fermate è stato calcolato utilizzando la previsione dei saliti e discesi previsti nell'ora di punta.

Per ogni direzione, alle fermate con meno di 100 saliti e discesi, è stato assegnato un tempo di stazionamento "piccolo" pari a 20 secondi; alle fermate con un valore compreso tra 100 a 1000 saliti e discesi, è stato assegnato un tempo di stazionamento "medio" di 30 secondi; infine alle fermate con più di 1000 saliti e discesi è stato assegnato un tempo di sosta "grande" pari a 40 secondi.

I dettagli del tempo di sosta assegnato a ciascuna fermate sono riportati nella seguente tabella:



Station	Eastward	Westward	Station	Eastward	Westward
Capolinea Ovest - Borgo Panigale	Small	Small	Fermata 17	Medium	Medium
Fermata 1	Medium	Small	Fermata 18	Medium	Medium
Fermata 2	Medium	Small	Fermata 18 bis	Medium	Medium
Fermata 3	Medium	Small	Fermata 19	Small	Large
Fermata 4	Small	Small	Fermata 20	Medium	Medium
Fermata 5	Medium	Small	Fermata 21	Medium	Medium
Fermata 6	Medium	Small	Fermata 30	Medium	Medium
Fermata 7	Medium	Small	Capolinea Nord - Parcheggio Michelino	Small	Medium
Fermata 8	Medium	Medium	Fermata 22	Small	Medium
Fermata 9	Medium	Small	Fermata 23	Medium	Medium
Fermata 10	Medium	Small	Fermata 24	Small	Medium
Fermata 11	Medium	Medium	Fermata 25	Small	Medium
Fermata 12	Medium	Small	Fermata 26	Small	Small
Fermata 12 B	Medium	Small	Fermata 27	Small	Medium
Fermata 13	Large	Small	Fermata 28	Small	Small
Fermata 14	Medium	Medium	Fermata 29	Small	Medium
Fermata 15	Medium	Small	Capolinea Est - CAAB/FICO	Small	Small
Fermata 16	Medium	Medium			

Figure 2 Tempo di arresto

#### D. TEMPO DI ATTESA AI SEMAFORI – INTERFACIA TRAM / TRAFFICO SU GOMMA

Lungo il suo percorso da una capolinea all'altro, una vettura attraversa numerosi incroci che vengono utilizzati anche dagli utenti della strada.

I tram godranno di un sistema di preferenziazione semaforica con priorità rispetto ai classici utenti della strada.

Nonostante ciò, considerando la lunghezza minima delle fasi dell'impianto, la complessità di alcune intersezioni e il tempo necessario per liberare l'incrocio, è stato cautelativamente stimato che nel 15% dei casi il tram dovrà fermarsi alle intersezioni per un tempo di attesa pari a ca. 10 secondi.

Quando al modello di esercizio viene aggiunto lo stop forzato, il programma calcola anche la penalizzazione temporale legata alla decelerazione e alla successiva accelerazione rispetto allo scenario "non-stop": ciò fornisce sull'intera lunghezza della linea, una stima accurata del comportamento del tram nella sua corsa da un capolinea a quello opposto.

Si fa presente come ipotizzare un valore di probabilità così alto equivale ad avere una “full priority”: ciò risulta essere in linea con quanto avviene nelle linee in esercizio in altre città (a titolo di esempio la linea 3 di Parigi possiede una priorità tra il 75 e il 77% a seconda dei giorni dell’anno considerati).

## E. MATERIALE ROTABILE

Il materiale rotabile utilizzato per il calcolo ha le seguenti caratteristiche:

- lunghezza 33 m;
- velocità massima consentita 70 km/h;
- 6 casse;
- alimentazione elettrica/batterie

in maniera cautelativa e prevedendo un riempimento di 4 persone per metro quadrato, è stata stimata una capacità complessiva pari a 220 passeggeri per tram.

Si fa presente come tutte le infrastrutture previste in progetto sono state dimensionate per poter permettere l’utilizzo di vetture di lunghezza fino a 45 m.

La curva per la trazione è stata definita come mostrato nel seguente grafico:

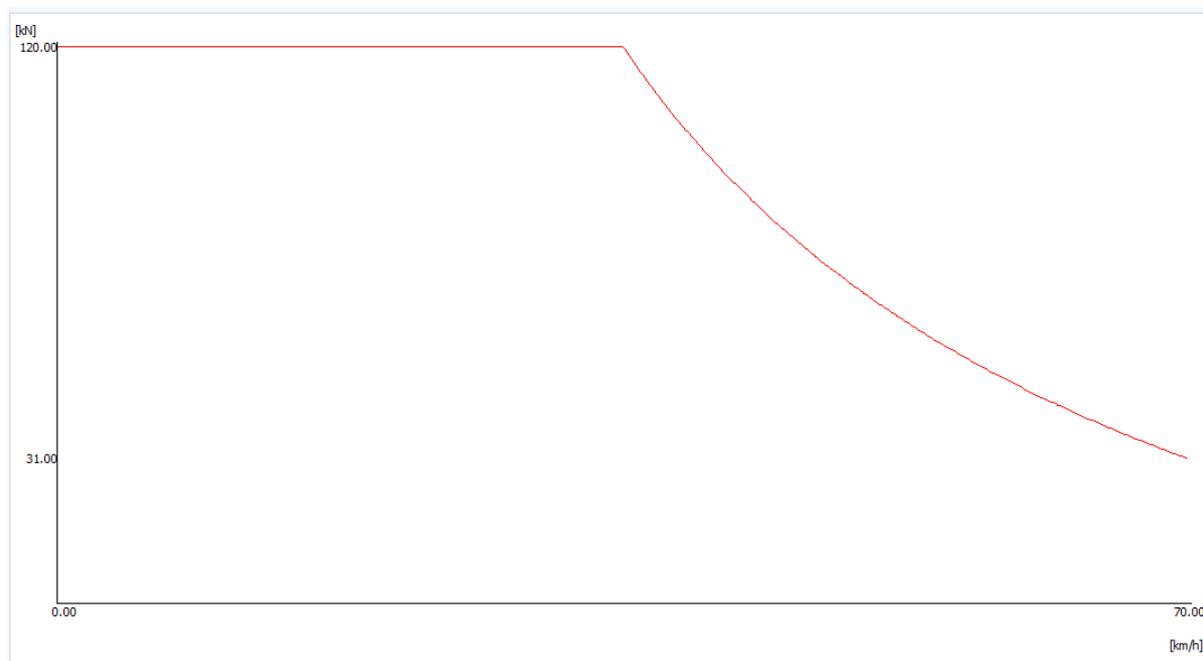


Figure 3 Curva di trazione del materiale rotabile

## F. CADENZAMENTO

A seguito delle decisioni prese durante lo sviluppo della progettazione, in base ad esperienze pregresse e alle caratteristiche della linea, è stato fissato un cadenzamento per direzione in ora di punta nella tratta centrale pari a 5 minuti, che diventano 10 minuti sul ramo Nord e su quello Est.

In corrispondenza del bivio in via Aldo Moro di fronte l'ingresso del distretto Fiera, i tram infatti si dividono per il 50% sul ramo Nord, e per il l'altro 50% su quello Est.

Una volta raggiunto il rispettivo capolinea, i tram tornano indietro come già spiegato precedentemente.

Per ottimizzare il numero di treni utilizzati, è stato deciso di sviluppare un orario grafico con la seguente metodologia:

- I treni partono dalla capolinea Ovest (il 50% va al terminal Est, il 50% al terminal Nord).
- I treni che raggiungono il capolinea Est tornano indietro il più rapidamente possibile.

- I treni che raggiungono il capolinea Nord aspettano il transito dei veicoli provenienti da Est e si inseriscono sulla linea in modo da garantire la frequenza nel tratto comune pari a 5 minuti.

## G. MARGINE OPERATIVO

Secondo un uso consolidato, il tempo di viaggio della vettura viene calcolato in condizioni ottimali: il risultato verrà utilizzato per la redazione degli orari di esercizio

Tuttavia, per tenere conto della variabilità delle prestazioni del guidatore e del veicolo, è stato applicato un aumento del 5% sul tempo di viaggio tra le fermate: questa è una pratica standard nella creazione degli orari grafici, in quanto consente anche tempi di recupero in caso di interruzioni minori.

In base all'orario grafico è stato calcolato il numero di vetture necessario per gestire l'operatività della linea: al valore così ottenuto sono state aggiunte le riserve necessarie per la manutenzione, per eventuali guasti e per assorbire eventuali incrementi iniziali del carico di passeggeri: le riserve sono pari al 15% della flotta necessaria.

### 3. RISULTATI

---

#### A. TEMPO COMPLESSIVO E VELOCITÀ COMMERCIALE

Come sopra ampiamente specificato, sono stati definiti due servizi: da Ovest ad est e da Ovest a Nord.

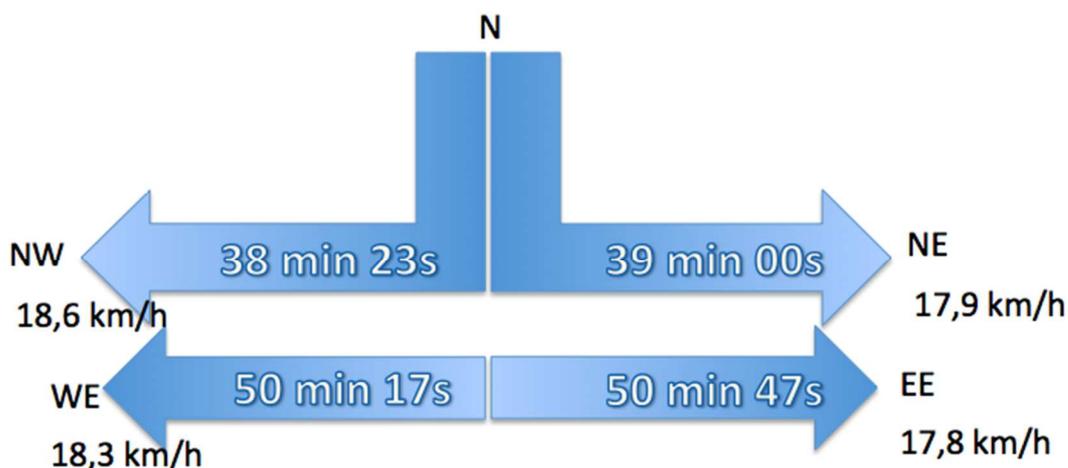
Questo definisce 4 diversi percorsi: tram che vanno verso Est usando il ramo Est (EE), tram che vanno verso est usando il ramo Nord (EN), tram che vanno verso Ovest usando il ramo Est (WE) e tram che vanno verso Ovest usando il ramo Nord (WN).

Una panoramica del tempo di viaggio e della velocità sui diversi percorsi fornisce un buon riepilogo dei risultati della simulazione.

Questi risultati per percorso sono mostrati di seguito: il tempo di viaggio è il tempo necessario perché il tram passi da un terminal all'altro, mentre la velocità riportata rappresenta il valore "commerciale" lungo la tratta considerata.

Nello specifico:

- Tram che vanno verso Est utilizzando il ramo Est (EE), tempo di percorrenza: 50 minuti e 47 secondi con una velocità di 17,8 km / h.
- Tram che vanno verso Est utilizzando il ramo Nord (EN), tempo di percorrenza: 39 minuti 0 secondi con una velocità di 17,9 km / h.
- Tram che vanno verso Ovest utilizzando il ramo Est (WE), tempo di percorrenza: 50 minuti e 17 secondi con una velocità di 18,3 km / h.
- Tram che vanno verso Ovest utilizzando il ramo Nord (WN), tempo di percorrenza: 38 minuti e 23 secondi con una velocità di 18,6 km / h.



## B. MATERIALE ROTABILE

Per permettere l'esercizio sopra descritto, con le caratteristiche riassunte precedentemente, è necessario disporre di un parco rotabili pari ad almeno 22 unità, di cui 10 operanti sulla tratta Emilio Lepido – Michelino e 12 sulla tratta Emilio Lepido – Facoltà di Agraria.

A queste vetture necessarie per l'esercizio nelle ore di punta vanno aggiunte 4 vetture, pari al 15% necessario per garantire guasti, scorte ed eventuali incrementi iniziali.

**Il parco rotabile complessivo sarà pari a 26 vetture.**

## C. ORARIO GRAFICO

Un primo tentativo di orario grafico della linea in ora di punta è stato allegato al rapporto in appendice: esso mostra una stima del tempo di viaggio tra i due capolinea collocati alle estremità dei tracciati.

Va ricordato che, considerando le ipotesi, il tempo tra le fermate è una stima e potrebbe variare in modo significativo a seconda delle fasi dei semafori. Tuttavia, ciò dovrebbe avere un impatto limitato sul tempo di percorrenza medio stimato in quanto assorbibile nella ipotesi di fermio alle intersezioni per il 15% delle stesse.

## D. VELOCITÀ OPERATIVA

Una panoramica della velocità sull'intera linea per ciascuna direzione è stata di seguito allegata.

Per una migliore lettura delle tabelle, si evidenzia quanto segue:

- La finestra della parte superiore mostra la rete con i diversi segni visualizzati su di essa:
  - I segni rotondi rappresentano le fermate
  - I segni H rappresentano i semafori
  - I segni triangolari rappresentano il massimo cambiamento di velocità
- La finestra della parte centrale mostra la velocità con:
  - La linea verde è la velocità modellata
  - La linea rossa sarebbe la velocità modellata se non fosse applicato il margine del 5% spiegato nella parte 2.f.
  - La linea arancione è la velocità massima consentita
- La finestra della parte inferiore mostra l'abbreviazione delle diverse fermate e semafori. Va notato che le abbreviazioni delle fermate non sono coerenti con il loro nome. La seguente tabella va usata per ottenere quale abbreviazione corrisponde a quale fermate.

F00	CAPOLINEA OVEST – EMILIO LEPIDO	F17	MATTEOTTI ALTA VELOCITA'
F01	VILLAGGIO INA	F18	MATTEOTTI
F02	DUCATI	F18-B	PIAZZA DELL'UNITA'
F03	MANUZIO	F19	ZUCCA
F04	BORGO PANIGALE STAZIONE	F20	LIBERAZIONE
F05	FIORINI	F21	FIERA - ALDO MORO
F06	PONTELUNGO	F22	REPUBBLICA
F07	SANTA VIOLA - OPIFICIO GOLINELLI	F23	CENTRO ZANARDI
F08	PRATI DI CAPRARÀ	F24	SAN DONATO
F09	OSPEDALE MAGGIORE	F25	SAN DONNINO
F10	SAFFI	F26	CADRIANO BIVIO
F11	PORTA SAN FELICE	F27	PIRANDELLO
F12	RIVA RENO	F28	PILASTRO
F12-B	RIVA RENO	F29	SIGHINOLFI
F13	UGO BASSI	F30	CAPOLINEA EST (FACOLTA' DI AGRARIA)
F14	INDIPENDENZA	F31	VIALE FIERA
F15	VIII AGOSTO	F33	CAPOLINEA NORD - FIERA MICHELINO
F16	PORTA GALLIERA		

Figure 4 – Nomi delle fermate

## 4. ALLEGATI

### A. FERMATE

Km	N. Fermata	Itinerario 1=tracc. 1 2=tracc. 2 3=tracc. 1&2	Ramo
-0.345	Capolinea Ovest	3	Centrale
0.000	Fermata 1	3	Centrale
0.492	Fermata 2	2	Centrale
0.580	Fermata 2	1	Centrale
1.033	Fermata 3	2	Centrale
1.096	Fermata 3	1	Centrale
1.639	Fermata 4	3	Centrale
2.244	Fermata 5	3	Centrale
2.884	Fermata 6	3	Centrale
3.576	Fermata 7	3	Centrale
4.051	Fermata 8	3	Centrale
4.467	Fermata 9	3	Centrale
4.931	Fermata 10	3	Centrale
5.477	Fermata 11	3	Centrale
5.958	Fermata 12	1	Centrale
5.843	Fermata 12	2	Centrale
6.531	Fermata 13	1	Centrale
7.151	Fermata 14	1	Centrale
7.548	Fermata 15	1	Centrale
7.936	Fermata 16	1	Centrale
8.201	Fermata 17	1	Centrale
8.551	Fermata 18	1	Centrale
8.880	Fermata 19	1	Centrale
9.234	Fermata 20	1	Centrale
9.646	Fermata 21	1	Centrale
10.442	Fermata 22	1	Est
11.031	Fermata 23	1	Est
11.459	Fermata 24	1	Est

Km	N. Fermata	Itinerario 1=tracc. 1 2=tracc. 2 3=tracc. 1&2	Ramo
11.954	Fermata 25	1	Est
12.604	Fermata 26	1	Est
13.078	Fermata 27	1	Est
13.628	Fermata 28	1	Est
14.066	Fermata 29	1	Est
14.697	Capolinea Est	1	Est
6.721	Fermata 13	2	Centrale
7.275	Fermata 14	2	Centrale
7.684	Fermata 15	2	Centrale
8.126	Fermata 16	2	Centrale
8.391	Fermata 17	2	Centrale
8.946	Fermata 18	2	Centrale
9.514	Fermata 20	2	Centrale
9.926	Fermata 21	2	Centrale
10.722	Fermata 22	2	Est
11.311	Fermata 23	2	Est
11.812	Fermata 24	2	Est
12.234	Fermata 25	2	Est
12.884	Fermata 26	2	Est
13.358	Fermata 27	2	Est
13.908	Fermata 28	2	Est
14.346	Fermata 29	2	Est
14.977	Capolinea Est	2	Est
10.662	Fermata 32	1	Nord
10.942	Fermata 32	2	Nord
11.270	Capolinea Nord	1	Nord
11.550	Capolinea Nord	2	Nord

## B. GEOMETRIA

Km	Gradient [o/oo]	Track 1=Track 1 2=Track 2 3=Track 1&2	Branch	Km	Gradient [o/oo]	Track 1=Track 1 2=Track 2 3=Track 1&2	Branch
0.000	1.772	3	Centrale	13.570	2.124	1	Est
0.277	-1.298	3	Centrale	13.852	-2.732	1	Est
0.970	2.028	3	Centrale	14.131	-1.255	1	Est
1.425	23.906	3	Centrale	14.468	-10.606	1	Est
1.692	-24.552	3	Centrale	14.658	0.549	1	Est
1.985	-1.845	3	Centrale	14.834	0.000	1	Est
2.256	20.629	3	Centrale	5.780	0.000	2	Centrale
2.435	2.990	3	Centrale	6.668	5.568	2	Centrale
2.569	-16.823	3	Centrale	7.037	-15.743	2	Centrale
2.765	-1.785	3	Centrale	7.732	-6.982	2	Centrale
2.931	-1.723	3	Centrale	8.154	17.994	2	Centrale
3.964	2.956	3	Centrale	8.325	-39.377	2	Centrale
4.466	6.387	3	Centrale	8.449	0.000	2	Centrale
4.931	13.249	3	Centrale	9.104	-1.646	2	Centrale
5.121	2.795	3	Centrale	9.603	0.838	2	Centrale
5.514	-3.340	3	Centrale	10.277	8.836	2	Est
5.780	11.110	1	Centrale	10.567	2.695	2	Est
6.476	5.568	1	Centrale	10.870	9.197	2	Est
6.845	-15.743	1	Centrale	11.139	-0.442	2	Est
7.540	-6.982	1	Centrale	11.361	2.379	2	Est
7.962	17.994	1	Centrale	11.571	-3.178	2	Est
8.133	-39.377	1	Centrale	11.935	-9.670	2	Est
8.257	-5.171	1	Centrale	12.165	2.690	2	Est
8.824	-1.646	1	Centrale	12.293	2.576	2	Est
9.323	0.838	1	Centrale	12.580	30.032	2	Est
9.997	8.836	1	Est	12.694	-18.364	2	Est
10.287	2.695	1	Est	12.853	-3.978	2	Est
10.590	9.197	1	Est	13.238	-1.000	2	Est
10.859	-0.442	1	Est	13.638	-6.133	2	Est

11.081	2.379	1	Est	13.850	2.124	2	Est
11.291	-3.178	1	Est	14.132	-2.732	2	Est
11.655	-9.670	1	Est	14.411	-1.255	2	Est
11.885	2.690	1	Est	14.748	-10.606	2	Est
12.013	2.576	1	Est	14.938	0.549	2	Est
12.300	30.032	1	Est	15.114	0.000	2	Est
12.414	-18.364	1	Est	10.200	0.000	2	Nord
12.573	-3.978	1	Est	11.493	0.000	2	Nord
12.958	-1.000	1	Est	9.920	0.000	1	Nord
13.358	-6.133	1	Est	11.213	0.000	1	Nord

### C. VELOCITÀ

Km	Speed [kph] in line direction	Track 1=Track 1 2=Track 2	Branch
-0.353	50.000	1	Centrale
-0.323	23.000	1	Centrale
-0.228	50.000	1	Centrale
0.000	50.000	1	Centrale
1.454	30.000	1	Centrale
2.351	23.000	1	Centrale
2.356	30.000	1	Centrale
2.762	25.000	1	Centrale
2.771	30.000	1	Centrale
2.774	25.000	1	Centrale
2.783	30.000	1	Centrale
2.820	50.000	1	Centrale
3.496	35.000	1	Centrale
3.520	50.000	1	Centrale
3.537	42.000	1	Centrale
3.553	50.000	1	Centrale
5.498	19.000	1	Centrale
5.510	50.000	1	Centrale
5.540	16.000	1	Centrale
5.555	50.000	1	Centrale
5.599	19.000	1	Centrale
5.606	50.000	1	Centrale
5.857	35.000	1	Centrale
5.873	30.000	1	Centrale
6.415	20.000	1	Centrale
6.858	15.000	1	Centrale
6.895	20.000	1	Centrale
7.985	50.000	1	Centrale
8.480	27.000	1	Centrale
8.507	50.000	1	Centrale
8.790	16.000	1	Centrale

Km	Speed [kph] in line direction	Track 1=Track 1 2=Track 2	Branch
9.913	16.000	1	Est
9.962	50.000	1	Est
10.069	42.000	1	Est
10.087	50.000	1	Est
10.120	39.000	1	Est
10.136	50.000	1	Est
10.159	19.000	1	Est
10.223	50.000	1	Est
10.766	16.000	1	Est
10.814	50.000	1	Est
10.871	33.000	1	Est
10.995	50.000	1	Est
11.057	35.000	1	Est
11.110	50.000	1	Est
11.128	21.000	1	Est
11.156	50.000	1	Est
11.481	38.000	1	Est
11.498	50.000	1	Est
11.519	42.000	1	Est
11.530	50.000	1	Est
11.681	47.000	1	Est
11.699	50.000	1	Est
11.861	25.000	1	Est
11.878	50.000	1	Est
11.982	33.000	1	Est
11.997	50.000	1	Est
12.019	35.000	1	Est
12.041	50.000	1	Est
12.633	50.000	1	Est
12.648	50.000	1	Est
12.864	15.000	1	Est

8.826	50.000	1	Centrale	12.891	50.000	1	Est
8.912	42.000	1	Centrale	13.248	21.000	1	Est
8.929	50.000	1	Centrale	13.284	50.000	1	Est
8.973	35.000	1	Centrale	13.319	33.000	1	Est
8.985	50.000	1	Centrale	13.342	50.000	1	Est
9.434	27.000	1	Centrale	13.371	20.000	1	Est
9.452	50.000	1	Centrale	13.396	50.000	1	Est
9.593	35.000	1	Centrale	13.756	27.000	1	Est
9.609	50.000	1	Centrale	13.797	50.000	1	Est
9.677	50.000	1	Centrale	13.841	20.000	1	Est
9.896	50.000	1	Centrale	13.857	50.000	1	Est

Km	Speed [kph] in line direction	Track 1=Track 1 2=Track 2	Branch
13.988	21.000	1	Est
14.021	50.000	1	Est
14.299	30.000	1	Est
14.332	50.000	1	Est
14.372	21.000	1	Est
14.420	50.000	1	Est
14.577	15.000	1	Est
14.623	50.000	1	Est
14.654	50.000	1	Est
14.669	50.000	1	Est
14.833	50.000	1	Est
9.926	21.000	1	Nord
9.943	50.000	1	Nord
9.982	21.000	1	Nord
9.997	50.000	1	Nord
10.261	27.000	1	Nord
10.268	50.000	1	Nord
10.286	16.000	1	Nord
10.321	50.000	1	Nord
10.500	21.000	1	Nord
10.507	50.000	1	Nord
10.545	21.000	1	Nord

Km	Speed [kph] in line direction	Track 1=Track 1 2=Track 2	Branch
2.352	25.000	2	Centrale
2.361	30.000	2	Centrale
2.365	25.000	2	Centrale
2.376	30.000	2	Centrale
2.764	21.000	2	Centrale
2.770	30.000	2	Centrale
2.774	25.000	2	Centrale
2.820	50.000	2	Centrale
2.953	45.000	2	Centrale
2.967	50.000	2	Centrale
3.500	42.000	2	Centrale
3.521	50.000	2	Centrale
4.893	47.000	2	Centrale
4.910	50.000	2	Centrale
4.955	47.000	2	Centrale
4.971	50.000	2	Centrale
5.005	47.000	2	Centrale
5.021	50.000	2	Centrale
5.398	47.000	2	Centrale
5.418	50.000	2	Centrale
5.439	42.000	2	Centrale
5.457	50.000	2	Centrale

10.553	50.000	1	Nord
10.617	21.000	1	Nord
10.625	50.000	1	Nord
10.663	21.000	1	Nord
10.671	50.000	1	Nord
11.076	21.000	1	Nord
11.094	50.000	1	Nord
11.146	21.000	1	Nord
11.166	50.000	1	Nord
11.206	50.000	1	Nord
-0.345	50.000	2	Centrale
-0.318	23.000	2	Centrale
-0.224	50.000	2	Centrale
0.000	50.000	2	Centrale
1.454	30.000	2	Centrale
2.193	25.000	2	Centrale
2.203	30.000	2	Centrale
2.218	25.000	2	Centrale
2.227	30.000	2	Centrale
2.269	25.000	2	Centrale
2.278	30.000	2	Centrale
2.280	21.000	2	Centrale
2.289	30.000	2	Centrale

5.505	21.000	2	Centrale
5.515	50.000	2	Centrale
5.543	16.000	2	Centrale
5.556	50.000	2	Centrale
5.596	21.000	2	Centrale
5.608	50.000	2	Centrale
5.852	42.000	2	Centrale
5.867	50.000	2	Centrale
5.873	16.000	2	Centrale
5.903	30.000	2	Centrale
6.040	16.000	2	Centrale
6.064	30.000	2	Centrale
6.193	21.000	2	Centrale
6.225	30.000	2	Centrale
6.262	15.000	2	Centrale
6.300	30.000	2	Centrale
6.569	15.000	2	Centrale
6.582	30.000	2	Centrale
6.607	15.000	2	Centrale
6.643	20.000	2	Centrale
7.046	15.000	2	Centrale
7.083	20.000	2	Centrale
8.200	50.000	2	Centrale

Km	Speed [kph] in line direction	Track 1=Track 1 2=Track 2	Branch
8.865	33.000	2	Centrale
8.884	50.000	2	Centrale
8.901	33.000	2	Centrale
8.922	50.000	2	Centrale
8.967	15.000	2	Centrale
9.006	50.000	2	Centrale
9.205	30.000	2	Centrale
9.226	50.000	2	Centrale
9.249	30.000	2	Centrale
9.271	50.000	2	Centrale

Km	Speed [kph] in line direction	Track 1=Track 1 2=Track 2	Branch
12.952	48.000	2	Est
12.968	50.000	2	Est
13.144	16.000	2	Est
13.174	50.000	2	Est
13.530	21.000	2	Est
13.564	50.000	2	Est
13.600	35.000	2	Est
13.622	50.000	2	Est
13.652	21.000	2	Est
13.679	50.000	2	Est

9.716	25.000	2	Centrale
9.732	50.000	2	Centrale
9.874	38.000	2	Centrale
9.891	50.000	2	Centrale
9.959	50.000	2	Centrale
10.179	50.000	2	Centrale
10.200	16.000	2	Est
10.249	50.000	2	Est
10.359	42.000	2	Est
10.377	50.000	2	Est
10.410	39.000	2	Est
10.426	50.000	2	Est
10.449	19.000	2	Est
10.508	50.000	2	Est
10.810	42.000	2	Est
10.821	50.000	2	Est
11.049	16.000	2	Est
11.096	50.000	2	Est
11.150	35.000	2	Est
11.277	50.000	2	Est
11.339	35.000	2	Est
11.391	50.000	2	Est
11.408	21.000	2	Est
11.436	50.000	2	Est
11.760	39.000	2	Est
11.778	50.000	2	Est
12.142	21.000	2	Est
12.158	50.000	2	Est
12.189	35.000	2	Est
12.204	50.000	2	Est
12.262	25.000	2	Est
12.276	50.000	2	Est
12.302	42.000	2	Est
12.317	50.000	2	Est
12.783	47.000	2	Est
12.818	50.000	2	Est

14.039	27.000	2	Est
14.078	50.000	2	Est
14.122	21.000	2	Est
14.139	50.000	2	Est
14.269	21.000	2	Est
14.302	50.000	2	Est
14.580	30.000	2	Est
14.613	50.000	2	Est
14.653	21.000	2	Est
14.698	50.000	2	Est
14.858	16.000	2	Est
14.902	50.000	2	Est
14.954	50.000	2	Est
15.118	50.000	2	Est
10.241	21.000	2	Nord
10.260	50.000	2	Nord
10.312	21.000	2	Nord
10.332	50.000	2	Nord
10.734	21.000	2	Nord
10.746	50.000	2	Nord
10.782	21.000	2	Nord
10.785	50.000	2	Nord
10.853	21.000	2	Nord
10.857	50.000	2	Nord
10.893	21.000	2	Nord
10.904	50.000	2	Nord
11.082	16.000	2	Nord
11.114	50.000	2	Nord
11.131	27.000	2	Nord
11.138	50.000	2	Nord
11.402	21.000	2	Nord
11.417	50.000	2	Nord
11.455	21.000	2	Nord
11.473	50.000	2	Nord
11.513	50.000	2	Nord

#### D. INCROCI CON SEGNALI SEMAFORICI

Km	Overlap [m]	Track 1=Track 1 2=Track 2 3=Track 1&2	Branch
0.141	10	3	Centrale
0.539	10	3	Centrale
0.690	10	3	Centrale
0.750	10	3	Centrale
0.840	10	3	Centrale
0.985	10	3	Centrale
1.460	45	3	Centrale
2.005	10	3	Centrale
2.350	15	3	Centrale
2.825	15	3	Centrale
2.985	15	3	Centrale
3.520	15	3	Centrale
3.955	30	3	Centrale
4.500	18	3	Centrale
5.055	20	3	Centrale
5.530	25	3	Centrale
5.890	37	3	Centrale
6.420	31	1	Centrale
6.870	20	1	Centrale
7.350	15	1	Centrale
7.590	20	1	Centrale
8.000	60	1	Centrale
8.240	10	1	Centrale
8.370	10	1	Centrale
8.500	50	1	Centrale
8.710	25	1	Centrale

Km	Overlap [m]	Track 1=Track 1 2=Track 2 3=Track 1&2	Branch
8.920	20	1	Centrale
9.380	15	1	Centrale
9.450	50	1	Centrale
9.800	20	1	Centrale
9.950	40	1	Est
10.100	10	1	Est
10.200	15	1	Est
10.510	15	1	Est
10.650	20	1	Est
10.780	25	1	Est
10.880	15	1	Est
11.060	10	1	Est
11.130	30	1	Est
11.300	10	1	Est
11.500	15	1	Est
11.885	20	1	Est
12.025	20	1	Est
12.250	60	1	Est
12.470	60	1	Est
12.890	30	1	Est
13.255	25	1	Est
13.800	20	1	Est
14.000	10	1	Est
14.250	30	1	Est
14.400	15	1	Est
14.600	45	1	Est

Km	Overlap [m]	Track 1=Track 1 2=Track 2 3=Track 1&2	Branch
6.035	30	2	Centrale
6.220	20	2	Centrale
6.280	15	2	Centrale
6.380	10	2	Centrale
6.550	15	2	Centrale
6.610	50	2	Centrale
7.060	20	2	Centrale
7.540	15	2	Centrale
7.780	20	2	Centrale
8.190	60	2	Centrale
8.430	10	2	Centrale
8.560	10	2	Centrale
8.885	25	2	Centrale
8.985	30	2	Centrale
9.080	25	2	Centrale
9.200	20	2	Centrale
9.660	15	2	Centrale
9.730	50	2	Centrale
10.080	20	2	Centrale
10.230	40	2	Centrale
10.380	10	2	Est
10.480	15	2	Est
10.790	15	2	Est
10.930	20	2	Est

Km	Overlap [m]	Track 1=Track 1 2=Track 2 3=Track 1&2	Branch
11.060	25	2	Est
11.160	15	2	Est
11.340	10	2	Est
11.410	30	2	Est
11.580	10	2	Est
11.780	15	2	Est
12.165	20	2	Est
12.305	20	2	Est
12.530	60	2	Est
12.750	60	2	Est
13.170	30	2	Est
13.535	25	2	Est
14.080	20	2	Est
14.280	10	2	Est
14.530	30	2	Est
14.680	15	2	Est
14.880	45	2	Est
9.948	40	1	Nord
10.323	40	1	Nord
11.093	20	1	Nord
10.228	40	2	Nord
10.603	40	2	Nord
11.373	20	2	Nord



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità è Bologna

E. ORARIO MODELIZZATO TRATTA OVEST - EST

Table with columns T1 to T15 and rows for various tram stops (Fermata 1 to 29) and Capolinee (Capolinea Ovest, Capolinea Est, Capolinea Nord). Each row contains arrival (arr.) and departure (dep.) times for each stop.



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità è Bologna

F. ORARIO MODELIZZATO TRATTA EST - OVEST

Table with columns for station names (e.g., Capolinea Est - CAAB/FICO, Fermata 29, etc.) and arrival/departure times for 15 different routes (U1 to U15).



Comune di Bologna

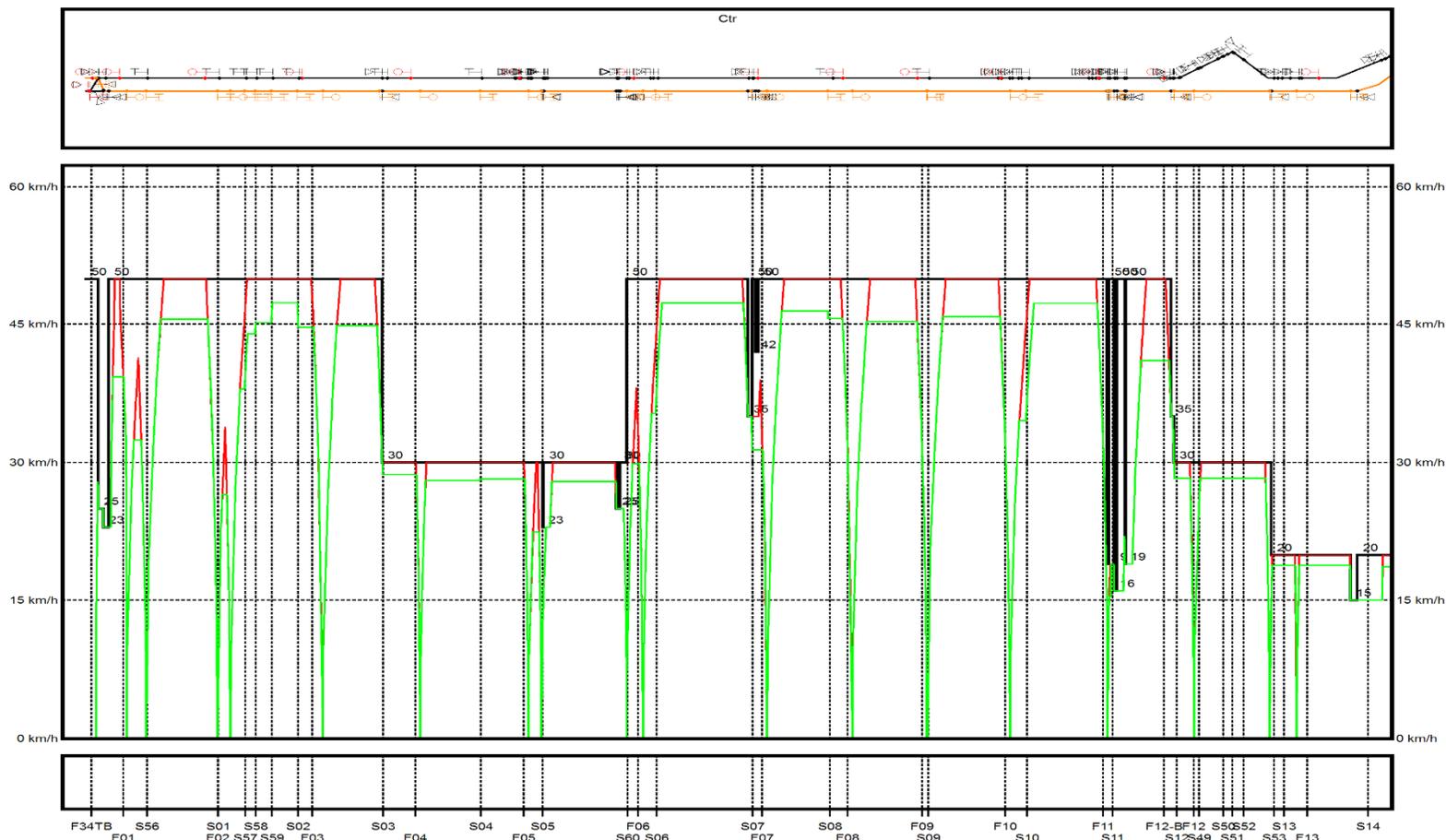
# SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità è Bologna

## G. VELOCITÀ DETTAGLIATA MODELLATA





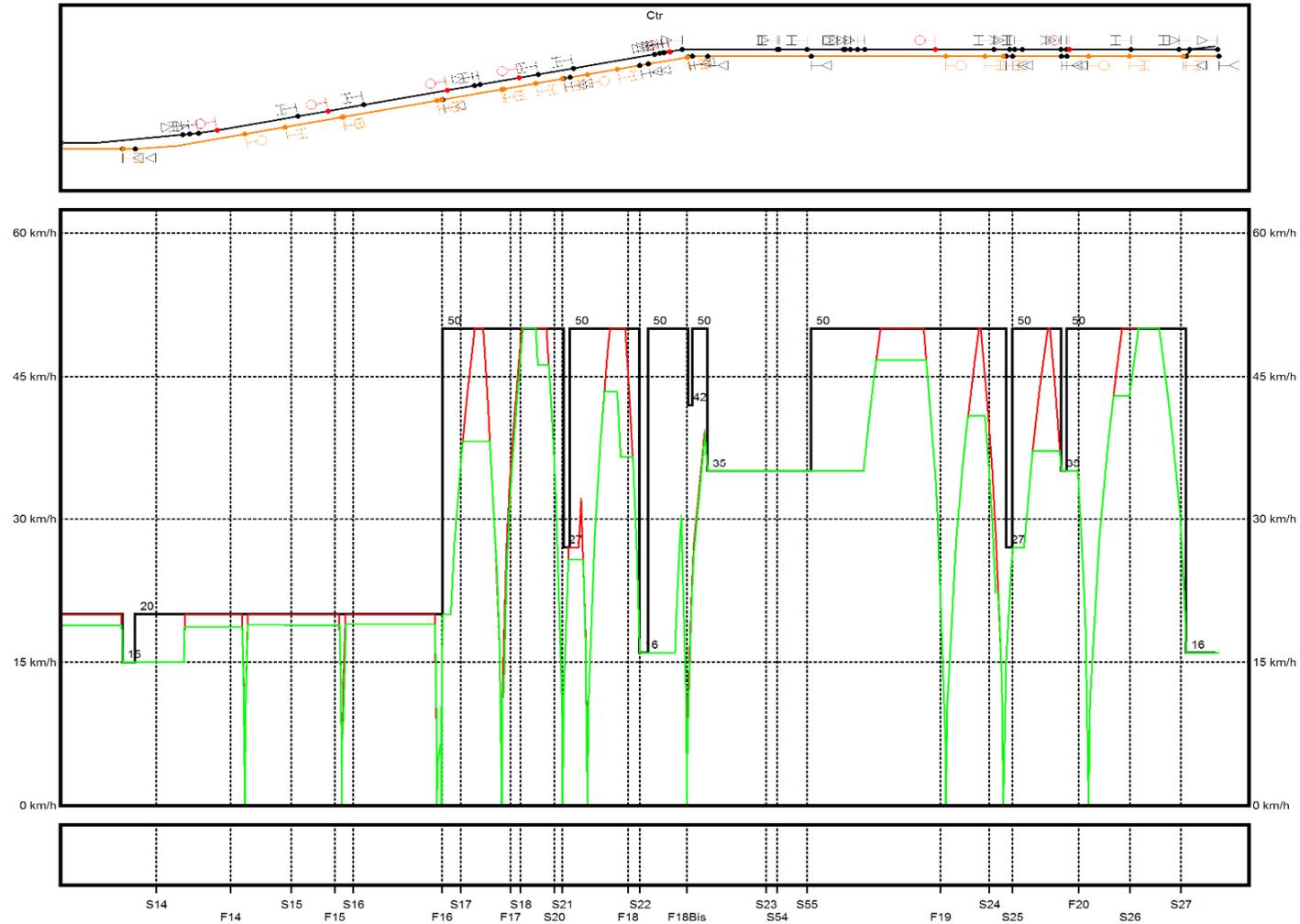
Comune di Bologna

# SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità  
è Bologna





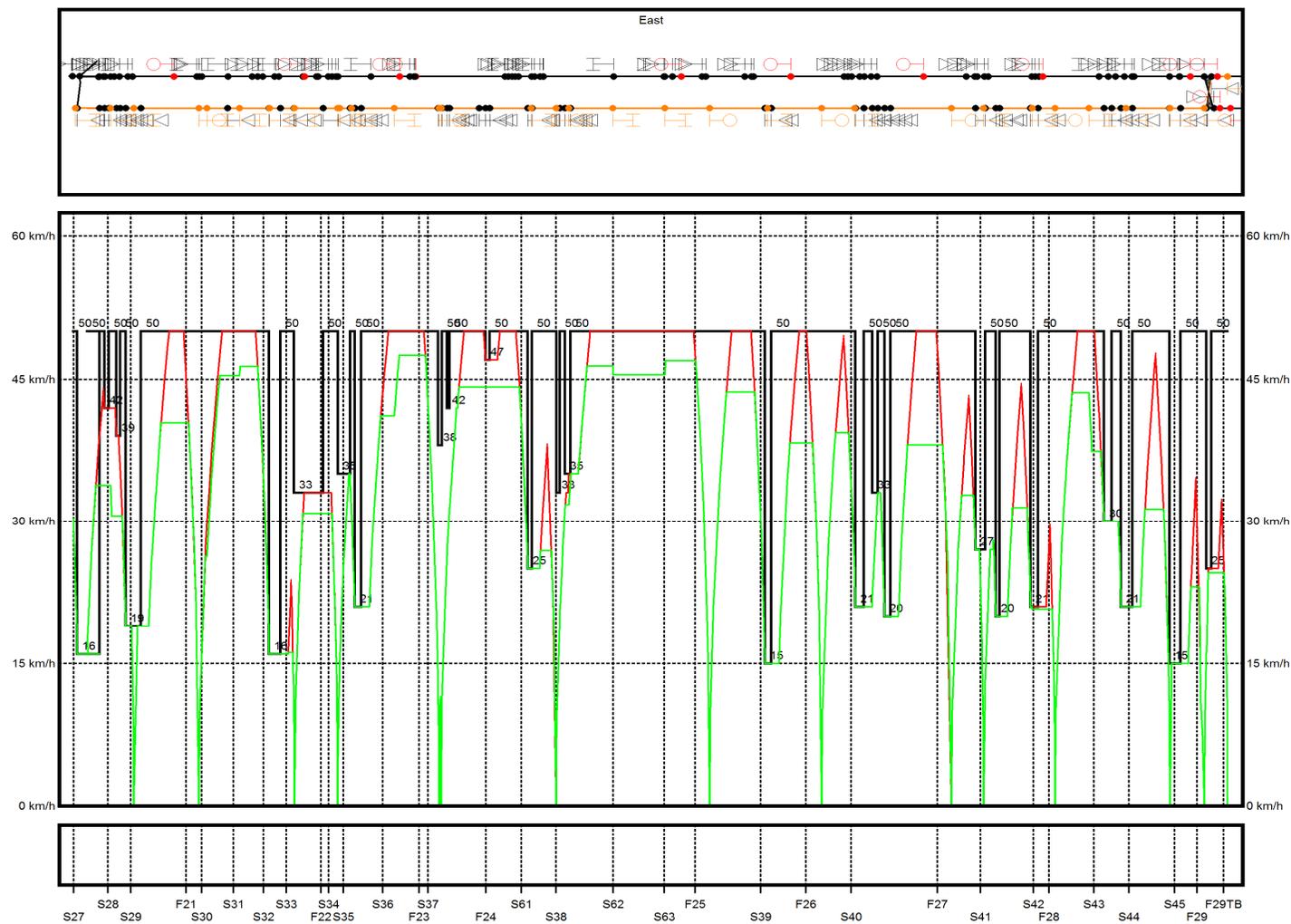
Comune di Bologna

# SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità  
è Bologna





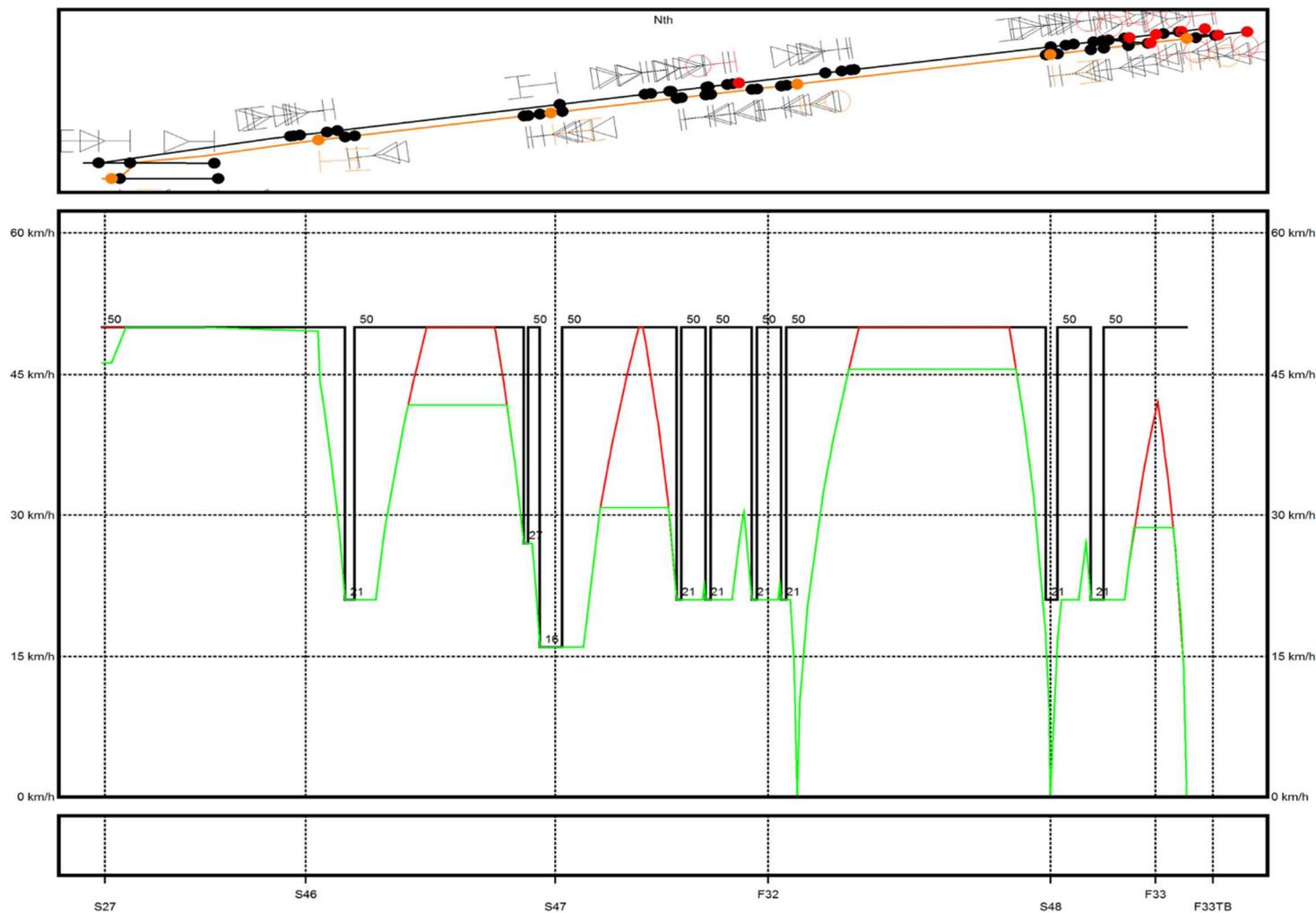
Comune di Bologna

# SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità  
è Bologna





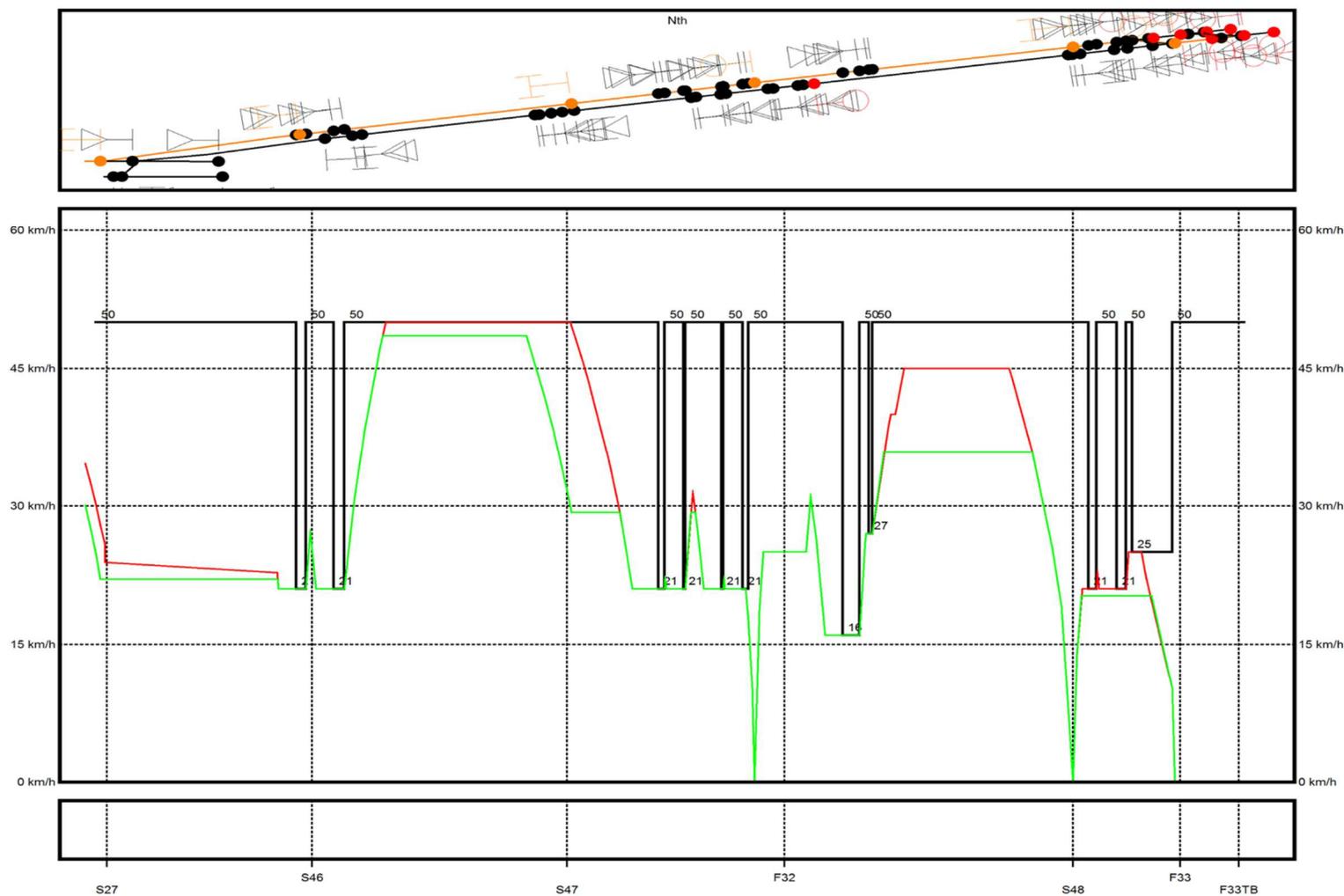
Comune di Bologna

# SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità  
è Bologna





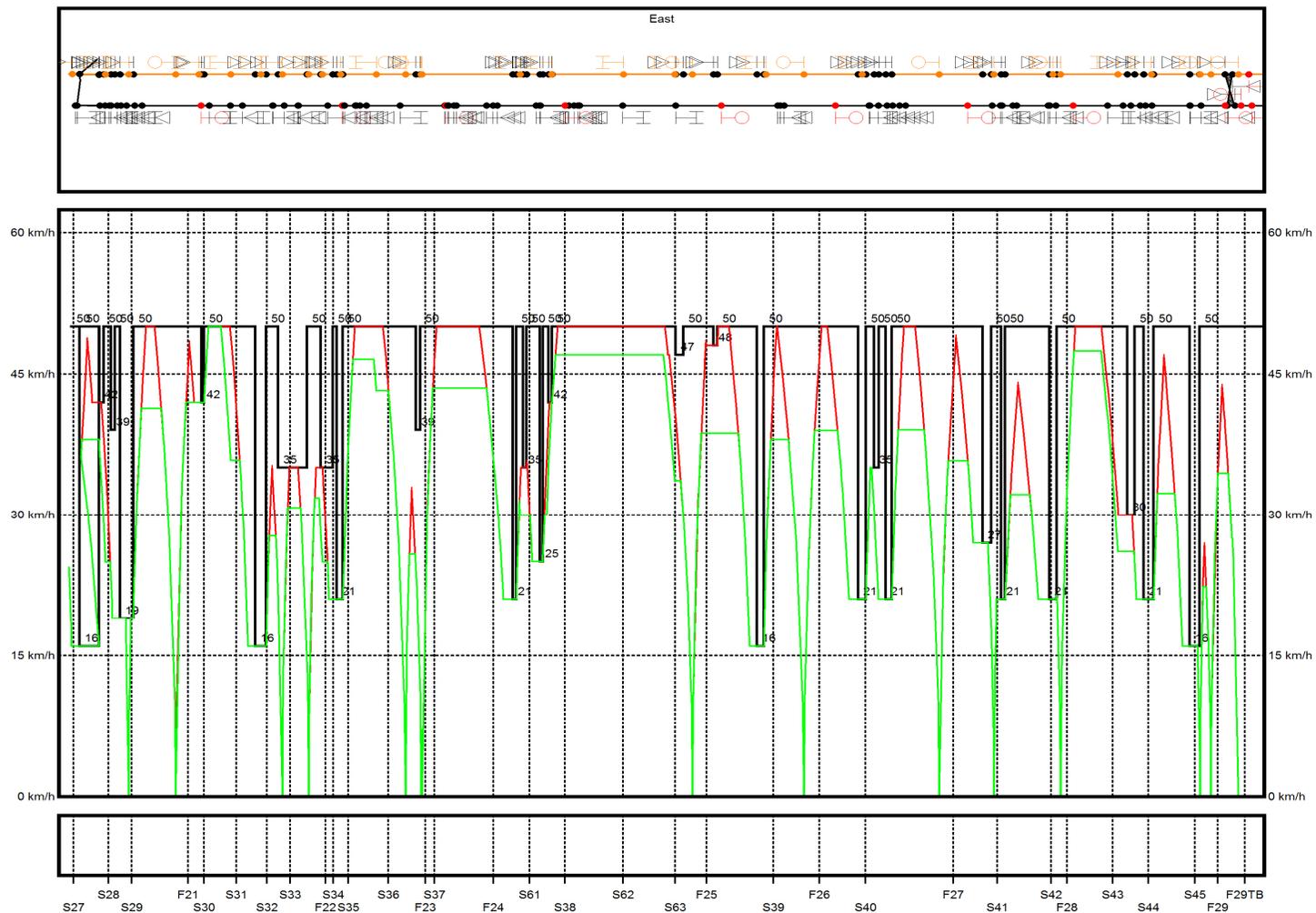
Comune di Bologna

# SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità è Bologna





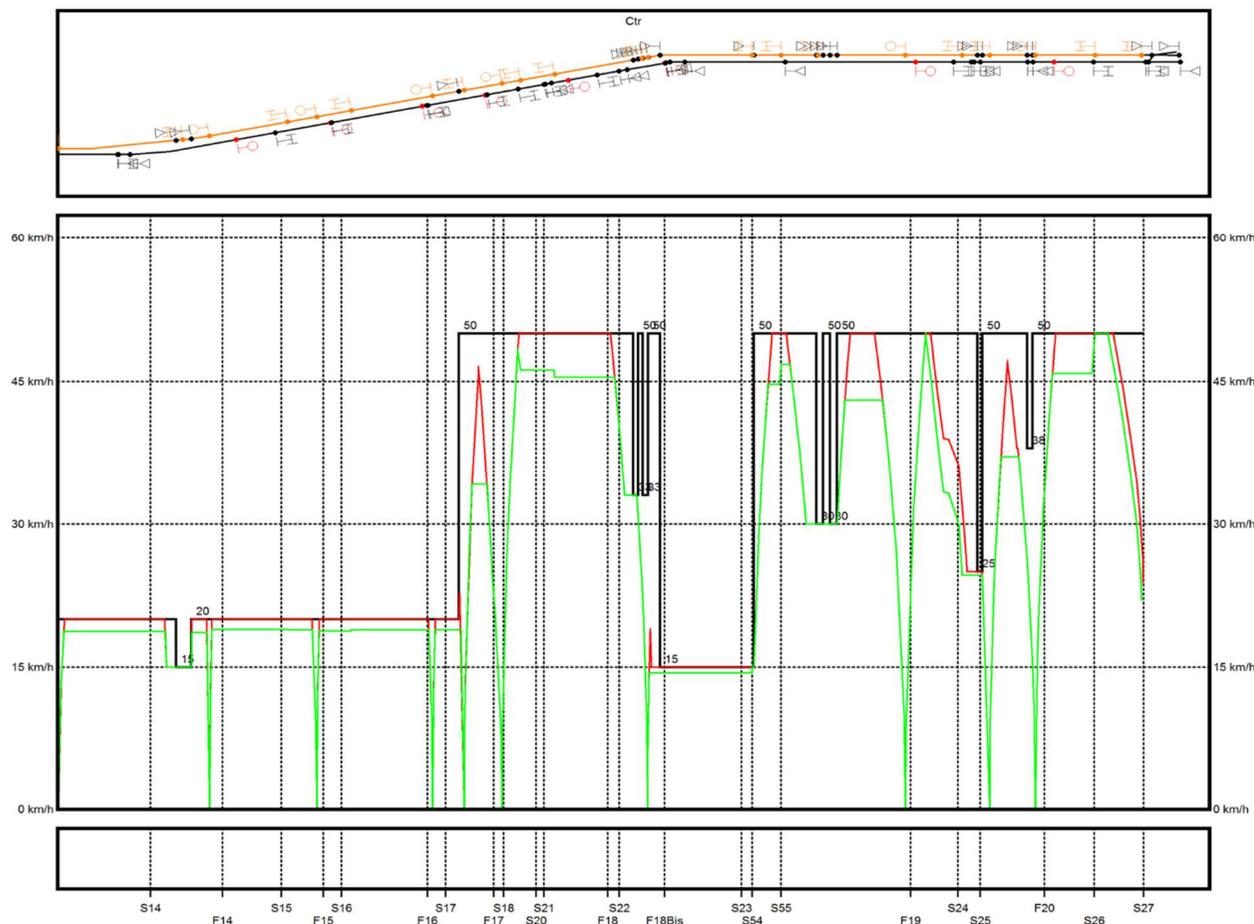
Comune di Bologna

# SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità  
è Bologna





Comune di Bologna

# SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità è Bologna

