



COMUNE DI FIRENZE

Sistema Tramviario Fiorentino

RTI Progettisti:

SYSTRA

SOTECNI
SYSTRA GROUP



ambiente s.p.a.
ingegneria consulenza laboratori
per l'ambiente



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO - FASE C

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

STUDIO ED INDAGINI PRELIMINARI

Studio preliminare ambientale

Ricadute socioeconomiche del progetto sul territorio interessato

COMUNE DI FIRENZE
SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. FILIPPO MARTINELLI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

ING. CHIARA BERSIANI

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE E DEL COORDINAMENTO FRA
LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. PAOLO MARCHETTI



Gruppo di Progettazione:

Ing. A. Piazza (Coordinatore Tecnico)
Dott. Geol. F. Valdemarin (Progettazione Geologica)
Ing. A. Benvenuti (Progetto Opere Idrauliche)
Dott.ssa B. Sassi (Indagini Preliminari Archeologiche)
Ing. F. Tamburini (Studi di carattere Ambientale)
Ing. M. Angeloni (Valutazione Previsionale di Impatto Acustico)
Ing. S. Caminiti (Prog. Ferrotranviario Studi Trasportistici)
Ing. J. Wajs (Progetto Impianti Tecnologici)
Ing. G. D'Angelo (Progetto Strutture)
Ing. D. Salvo (Progetto Arch./Paesaggistico Inser. Urbanistico)
Ing. F. Conti (Sicurezza - Prime Disposizioni)
Ing. B. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)
Ing. G. Coletti (Progettazione Funzionale Depositi Tramviari)
Ing. L. Costalli (Esperto in Esercizio)
Ing. F. Azzarone (Impianti Meccanici)
Ing. D. D'Apollonio (Impianti Elettrici)
Ing. V. Astorino (Cantierizzazione)
Ing. P. Caminiti (Viabilità Interferenti)
Arch. A. Moscheo (PP.SS. Interferenti)
Ing. A. Lucioni (CAM)
Ing. D. Russo (Stime, Capitolati)

COMMESSA	LINEA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B382	42	SF	AMB	RT007	B	—	B382-SF-AMB-RT007-B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Dicembre 2019	EMISSIONE	TAMBURINI	LUCIONI	MARCHETTI
1	Giugno 2020	AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIE	TAMBURINI	LUCIONI	MARCHETTI
2					



Sommario

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
3. OBIETTIVI DEL PROGETTO	8
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E ZONIZZAZIONE	9
4.1 AREA DI ANALISI	9
4.2 ZONIZZAZIONE	11
5. GESTIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO	14
6. ANALISI DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA DI TRASPORTO	19
6.1 DOMANDA DI TRASPORTO	19
6.2 CARATTERISTICHE E SEGMENTAZIONE DELLA DOMANDA	20
6.3 PROIEZIONE DELLA DOMANDA NEGLI SCENARI FUTURI	21
6.4 GLI SCENARI DI SIMULAZIONE	24
6.4.1 Scenario O/D (2014)	24
6.4.2 Scenario 2018	24
6.4.3 Scenario 2019	25
6.4.4 Scenario 2035	25
6.4.5 Scenario 2025 di riferimento	25
6.4.6 Scenario di progetto	26
6.5 GLI SCENARI DI SIMULAZIONE	30
6.5.1 <i>Diversione modale ed effetto sulla congestione stradale</i>	38



Comune
di Firenze

7. COSTI E RICAVI DELLO SCENARIO DI PROGETTO	40
7.1 COSTI DELLA FASE DI REALIZZAZIONE	40
7.2 VITA UTILE	40
7.3 COSTI DELLA FASE DI GESTIONE/ESERCIZIO	42
8. ANALISI SOCIO-ECONOMICA	44
8.1 COSTI ECONOMICI	44
8.2 BENEFICI	45
8.2.1 <i>Risparmi di tempo</i>	45
8.2.2 <i>Emissioni sonore</i>	46
8.2.3 <i>Inquinamento atmosferico</i>	47
8.2.4 <i>Cambiamento climatico</i>	48
8.2.5 <i>Risultati</i>	48
9. INCREMENTO OCCUPAZIONALE	51
9.1 IMPATTO OCCUPAZIONALE IN FASE DI REALIZZAZIONE DELL'INVESTIMENTO	
51	
9.2 IMPATTO OCCUPAZIONALE IN FASE DI GESTIONE/ESERCIZIO	51
10. FONTI FINANZIARIE	53
11. VALUTAZIONE DEL RISCHIO	54
11.1 ANALISI DI SENSIVITÀ	54
11.2 ANALISI DEI RISCHI	55



1. PREMESSA

In relazione alla procedura di verifica di assoggettabilità a V.I.A., con riferimento ai procedimenti avviati a seguito dell'entrata in vigore della L.R. 17/2016 di modifica della L.R. 10/2010, lo studio preliminare ambientale presentato agli Enti interessati dalla procedura, viene integrato (secondo quanto previsto dai D.Lgs.152/2006, articolo 20 e L.R.10/2010, art.48), con particolare riferimento alla necessità di garantire un'equa distribuzione dei vantaggi connessi all'attività economica, tramite il presente documento che illustra e quantifica le ricadute socio-economiche del progetto sul territorio interessato, in termini di:

- Impatti occupazionali diretti e indotti del progetto;
- benefici economici per il territorio, diretti ed indiretti, suddivisi tra la fase di costruzione e la fase di esercizio degli interventi previsti.

L'analisi costi-benefici, oggetto del presente documento è finalizzato dunque a stimare i vantaggi o gli svantaggi generati dall'opera oggetto di analisi, valutandone i costi e i benefici come misura dell'impatto sul benessere sociale.

Il presente elaborato è stato redatto con riferimento alle *"Linee guida per il proponente delle procedure di VIA di competenza regionale e delle procedure nelle quali la Regione Toscana è chiamata ad esprimere un proprio parere"* ed alle richieste contenute nell'Avviso di presentazione istanze per accesso alle risorse per il trasporto rapido di massa, in particolare alla *"Parte B. Analisi della mobilità urbana /ACE/ACB"*, che riporta precisazioni metodologiche relative alle *"Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti"*, di cui al dal D.M. n° 300 del 01 giugno 2017 (così come previsto dal D.Lgs.228/2011), e le specifiche istruzioni per la redazione della documentazione al fine di standardizzare le analisi della mobilità urbana e l'analisi Costi-Benefici/Costi-Efficacia.



Nel documento verranno analizzati elementi di natura qualitativa utili per definire le finalità del progetto unitamente ad elementi di natura quantitativa riguardanti in particolare l'analisi degli impatti occupazionali sul territorio.

Il calcolo dei costi standard di riferimento per le linee tranviarie è stato fatto in coerenza all'Allegato 3 A del D.M. 157/2018 sulla determinazione dei costi standard.

Gli ambiti considerati per la quantificazione delle variabili finanziarie e la loro disaggregazione per voci di costo e di ricavo, funzionali all'analisi di prefattibilità finanziaria e per l'analisi di prefattibilità economica ai fini della quantificazione e conseguente monetizzazione delle esternalità positive e negative prodotte nella fase di esercizio del presente progetto, sono:

- Inquinanti ed emissioni in atmosfera;
- Inquinamento acustico;
- Mobilità urbana (tempo di viaggio, incidentalità).

L'analisi dei costi e dei benefici adotta un orizzonte temporale di lungo termine, variabile a seconda del settore in cui viene realizzato l'investimento. Di conseguenza subentra la necessità di:

- stabilire un orizzonte temporale adeguato;
- prevedere i costi e i benefici futuri;
- adottare tassi di sconto appropriati per calcolare il valore attuale di costi e benefici futuri.



2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La linea 4 della rete tranviaria fiorentina si sviluppa all'interno di tessuti urbani variegati, dal quartiere fiorentino delle Piagge e Brozzo fino gli abitati di San Donnino e San Piero a Ponti nel comune di Campi Bisenzio.

Il tracciato della linea 4.2 Piagge – Campi Bisenzio è l'estensione della linea 4.1 Leopolda – Piagge. Nel suo sviluppo la linea 4.2 insiste sui territori comunali di Firenze e Campi Bisenzio.

La lunghezza della linea 4.2, misurata a partire dal termine linea della 4.1 in prossimità del Capolinea Piagge, e della fermata FS Le Piagge, fino al Capolinea Rucellai in piazza Aldo Moro a Campi è di 5km e 543metri.

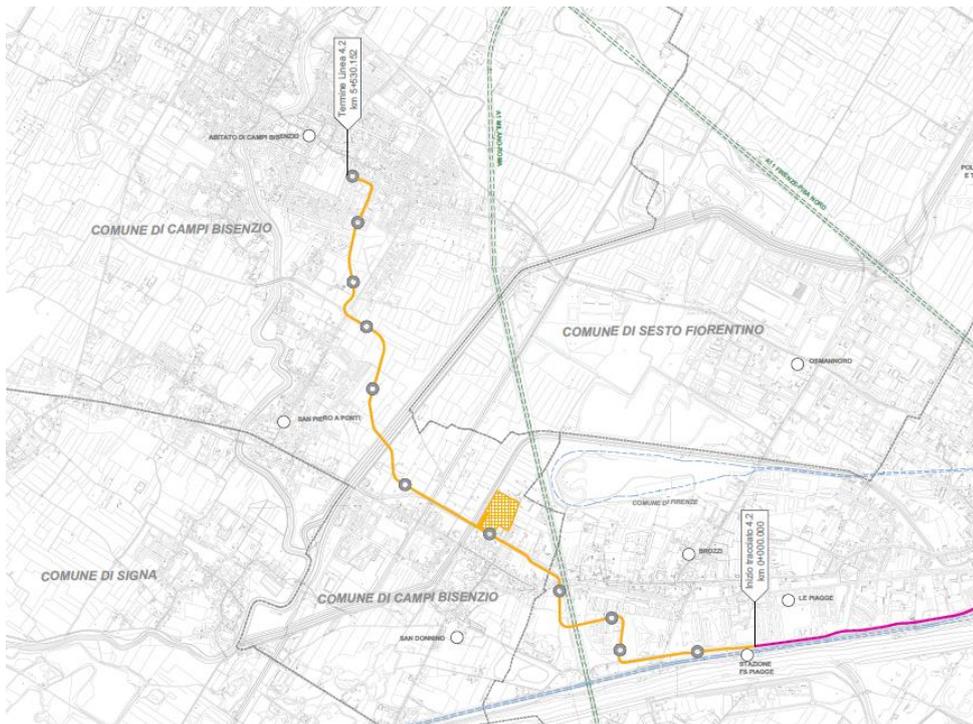


Figura 1: Tracciato della Linea 4.2

Il territorio attraversato si presenta solo parzialmente urbanizzato, e solo alcune aree del centro abitato di Campi e delle Piagge sono caratterizzati da un tessuto edilizio definibile



denso, altre come il territorio compreso tra San Donnino e San Piero a Ponti, ha caratteristiche extraurbane.

La morfologia del territorio si presenta regolare nell'andamento planimetrico con una quota di campagna costante intorno ai 36m slm lungo l'intero tracciato di progetto. I dislivelli presenti sono di origine antropica, determinati da rilevati stradali, argini e sistemi di casse di espansione.

La linea si sviluppa all'interno di tessuti urbani all'interno dell'abitato di Campi Bisenzio, alle Piagge e a Brozzi, ed extraurbani tra San Donnino e San Piero a Ponti.

Le undici fermate ipotizzate lungo la linea sono quattro nel comune di Firenze (Nave di Brozzi, Campania, Abruzzi, San Donnino) e sette nel comune di Campi Bisenzio (Pistoiese, Castagno, Repubblica, Racchio, Palagetta, Giordano Bruno, Rucellai)

Il tracciato è interferente con la viabilità esistente per solo una parte ridotta della sua estensione, gran parte del suo sviluppo si affianca a direttrici principali di traffico senza modifiche alla sede stradale attuale. Sono presenti dieci intersezioni con la viabilità esistente.

Queste intersezioni prevedono un impianto semaforico, per regolare i tempi di attraversamento della tramvia, dei pedoni e dei veicoli che impegnano l'incrocio.

Ad esclusione delle intersezioni, le variazioni alle sezioni stradali esistenti sono circoscrivibili ad alcune strade nell'area di Brozzi-Piagge, e dell'abitato di Campi, le aree più densamente edificate. Le vie soggette ad una variazione della sezione stradale sono:

- una porzione di Via Lazio in corrispondenza della Stazione FS Le Piagge;
- via Campania e via Abruzzi nella zona Brozzi – Piagge;
- via Sandro Botticelli e via del Ghirlandaio nell'abitato di Campi.

Lungo il tracciato sono state individuate delle aree da destinarsi a parcheggi, per favorire lo scambio intermodale traffico privato trasporto pubblico, di cui il principale con più di 300 posti auto è il Parcheggio Castagno posto in prossimità dell'omonima fermata.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11112000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Il deposito per il rimessaggio e la manutenzione mezzi in esercizio sulla linea 4.2 è stato individuato in un'area posta a nord della S.R.66 a metà dello sviluppo lineare dell'abitato San Donnino.



Comune
di Firenze

3. OBIETTIVI DEL PROGETTO

L'adeguamento ed il potenziamento del sistema infrastrutturale, legato alla mobilità pubblica, ha rappresentato uno degli obiettivi fondamentali della pianificazione urbanistica degli ultimi tempi.

L'area metropolitana fiorentina rappresenta una delle aree più dinamiche nello sviluppo economico sia regionale sia nazionale, che ha saputo integrare livelli di crescita e di adeguamento alle nuove esigenze del mercato, e al mantenimento di una forte integrazione sociale.

Si tratta di un'area policentrica che induce una mobilità non solo connessa all'organizzazione della produzione e del lavoro, ma anche alla localizzazione dei centri urbani e dei centri del sistema metropolitano. Da qui l'esigenza di scelte che sappiano distinguere e selezionare i diversi modi di trasporto in funzione delle diverse necessità.

Per quanto sopra detto, di seguito si riporta in forma sintetica i principali obiettivi e motivazioni della variante progettuale oggetto di studio:

- riduzione della congestione del traffico con ottenimento di una generale migliore efficienza del servizio trasportistico;
- dirottamento di traffico dalla strada alla tramvia, con vantaggi tanto per i viaggiatori quanto per la collettività in generale grazie ad una riduzione delle esternalità ambientali;
- miglioramento della sicurezza di trasporto;
- ottimizzazione della fase di costruzione dell'opera in termini di tempo e di spazi occupati.

In definitiva la realizzazione del progetto porterà al conseguimento di obiettivi primari, quali la riqualificazione della porzione di città attraversata, la razionalizzazione e il potenziamento del servizio pubblico e il miglioramento generale della mobilità, ai quali sono connessi benefici secondari ed indiretti che scaturiscono e sono raggiungibili proprio a partire da alcuni macroobiettivi che sono sintetizzabili in un sostanziale bilancio positivo dei prevedibili effetti ambientali associati al progetto.

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E ZONIZZAZIONE

La schematizzazione della domanda di trasporto si basa sull'organizzazione dell'area di studio in "zone", ovvero di unità discrete alle quali vengono riferite tutte le grandezze d'interesse. Sono aggregazione di unità territoriali amministrative, delle quali sono disponibili dati socioeconomici univoci e coerenti.

Per la zonizzazione sono state utilizzate le sezioni di Censimento ISTAT, per cui sono pubblicati i dati di residenti e addetti ad ogni censimento della popolazione italiana. Si ipotizza che tutti gli spostamenti originati/destinati nella zona abbiano inizio/fine in un unico punto fittizio che coincide con il baricentro geometrico della zona, detto centroide. Alla base della scelta delle dimensioni e della forma delle zone si pongono i seguenti criteri:

- elementi di separazione fisica sia naturali che infrastrutturali (fiumi, linee ferroviarie, etc.) vengono utilizzati come confini delle zone, dal momento che il loro attraversamento influisce sulle dinamiche di mobilità;
- le aree appartenenti ad una stessa zona devono avere caratteristiche omogenee dal punto di vista socioeconomico, di utilizzo del suolo e dal punto di vista trasportistico (in termini di tempi di viaggio);
- i limiti amministrativi rappresentano limiti anche per la definizione delle zone.

Ad ogni zona è associato un centroide, generalmente baricentrico o coincidente con il punto più densamente abitato della zona stessa. Il grafo stradale del modello si riferisce ad una zonizzazione ed è quindi caratterizzato dalla presenza dei centroidi, quali nodi nei quali si ipotizza che terminino gli spostamenti relativi a ciascuna zona.

4.1 AREA DI ANALISI

La definizione dell'area di studio del modello è una scelta progettuale e dipende dal fenomeno rappresentato. In primo luogo, è necessario distinguere fra area di studio e ambiente esterno: la prima coincide con l'area su cui insiste l'offerta di trasporto studiata



e su cui si pensa si possano esaurire gli effetti di un eventuale intervento su di essa; la seconda sta al di là dell'ideale confine dell'area studiata e di questa interessano solo le interconnessioni e le interazioni con l'estensione che costituisce lo specifico oggetto di studio.

L'area che partecipa attivamente alla domanda di trasporto e subisce le scelte effettuate sull'offerta dell'ambito fiorentino è definita come area metropolitana fiorentina; essa comprende al suo interno il Comune di Firenze e i Comuni contermini ad esso, che si caratterizzano per il gran volume di scambi quotidiani sistematici e non, fatta eccezione per i Comuni di Signa, Lastra a Signa e Montelupo Fiorentino, che rientrano comunque nell'area d'interesse. La scelta dei confini è stata fatta in funzione dell'estensione dei servizi di trasporto pubblico su gomma erogati da ATAF&LINEA; sono stati considerati appartenenti all'area metropolitana tutti i Comuni interessati da almeno una linea suddetta. Si elencano di seguito i Comuni dell'area metropolitana:

- Firenze;
- Bagno a Ripoli;
- Impruneta;
- Scandicci;
- Campi Bisenzio;
- Sesto Fiorentino;
- Calenzano
- Vaglia;
- Fiesole.

Fa parte dell'area vasta di analisi anche la provincia di Prato, che forma con Firenze un unico sistema metropolitano: di questa parte di territorio non verranno simulati gli effetti della domanda sull'offerta ma sarà comunque oggetto di sviluppo dei modelli di domanda.



L'ambiente esterno corrisponde invece alla restante parte della Regione Toscana non compresa nell'area di studio e al territorio del centro-nord esterno alla Regione, aggregato in 4 aree in relazione alle principali direttrici di accesso/ingresso.

4.2 ZONIZZAZIONE

La rappresentazione territoriale del modello si basa su 536 zone di traffico così suddivise:

- 4 zone esterne alla Toscana;
- 531 zone interne alla Toscana, di cui 417 nell'area metropolitana fiorentina.

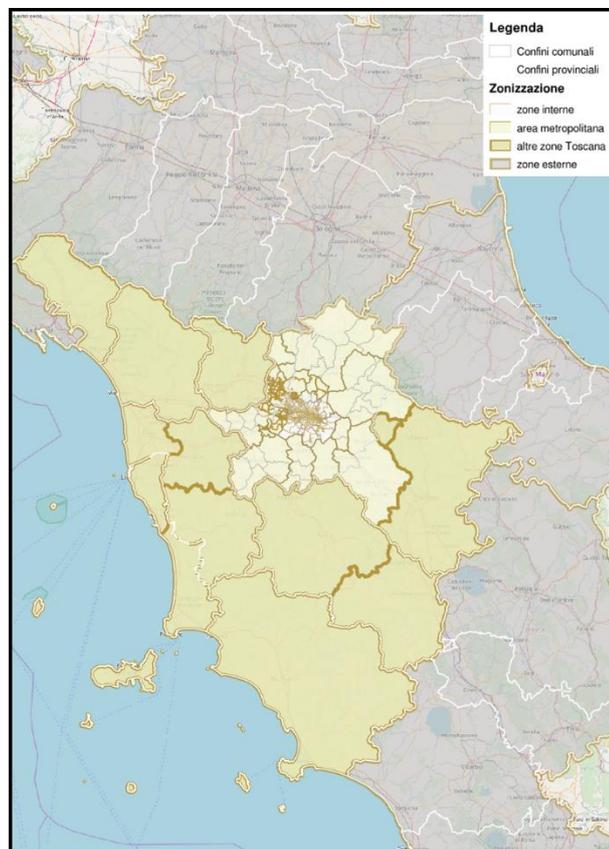


Figura 2- Zonizzazione generale del modello



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H1112000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



Figura 3- Dettaglio della zonizzazione dell'area metropolitana

Ad ogni zona sono associati attributi socioeconomici che ne descrivono le peculiarità generative-attrattive, come i dati di tipo demografico (fonte ISTAT). L'area si presenta come un sistema socioeconomico multicentrico. I residenti sono sparsi in vari quartieri della città, come Statuto, Novoli, Gavinana e Isolotto, oltre che a Sesto Fiorentino e nel centro storico, dove però il confronto degli ultimi censimenti indica una tendenza allo spopolamento, quanto meno di popolazione residente. Si nota poi come fuori dal centro abitato del capoluogo, vi siano dei nuclei rilevanti: a sud ne è un esempio Grassina. In destinazione, oltre al centro storico, dove si concentra la maggior parte degli addetti, si riconoscono in modo distinto il polo di Novoli, di Careggi e dell'Osmannoro per la concentrazione di addetti. Per il Comune di Firenze è possibile risalire alla zona a sosta controllata di appartenenza (ZCS), alla sua tipologia tramite tipo ZCS (disciplinata D, non disciplinata ND), al costo del parcheggio (costo orario ZCS), desunto da quello medio



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11112000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

degli stalli. Il costo del parcheggio è stato attribuito considerando il costo dell'abbonamento mensile del parcheggio in ciascuna ZCS (fonte: www.serviziallastrada.it) ed è stato riportato ad un valore giornaliero considerando 20 giorni lavorativi. Un attributo specifico è definito da ZTL, dal quale è possibile invece capire se la zona appartiene alla zona a traffico limitato (valore 1) oppure no (0). Infine, è stato associato ad ogni zona un numero di stalli di sosta, schematizzati successivamente nell'arco di parcheggio ad essa associata in uscita dalla rete stradale.



5. GESTIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO

Lo scopo comune perseguito dall'ente pubblico e dal partner privato, nella gestione della rete tramviaria in concessione è quello di fornire il servizio contrattualizzato mantenendo l'obiettivo previsto dal Piano Economico Finanziario.

Nella gestione del sistema tramviario, l'Ente pubblico verifica il rispetto dei principi contrattuali e garantisce il proprio impegno al mantenimento dell'equilibrio del Piano Economico Finanziario; l'ente privato invece garantisce il rispetto dei parametri previsti dal contratto ed il mantenimento di un adeguato grado di efficienze delle infrastrutture.

Il contratto di gestione persegue l'obiettivo del rispetto delle seguenti attività:

- Regolarità e puntualità dell'esercizio;
- Realizzazione dei chilometri contrattualmente previsti;
- Verifica del numero di passeggeri trasportati;
- Condizioni di pulizia della sede e dei veicoli;
- Qualità dell'informazione all'utenza;
- Qualità delle relazioni con l'utenza.

Il rispetto del contratto è assicurato dall'Amministrazione attraverso numerose verifiche che l'apposita struttura effettua quotidianamente. In particolare, vengono svolte:

- Verifiche in linea per valutare il grado di pulizia e la qualità delle informazioni all'utenza;
- Verifiche in linea per valutare il funzionamento di tutti gli apparati rivolti all'utenza (emettitrici, obliterate);
- Verifiche da remoto per valutare la produzione e la regolarità del servizio;
- Verifiche a bordo per verificare il numero effettivo dei saliti;
- Verifiche da remoto ed in linea per valutare il funzionamento degli impianti semaforici e le interazioni con la viabilità veicolare.



Le verifiche da remoto si basano sui dati registrati istantaneamente dal Client e periodicamente scaricati ed elaborati attraverso un apposito database predisposto dai tecnici dell'Amministrazione.

Il funzionamento del database si basa, in sintesi sull'importazione dal Client dei dati, i quali vengono quindi formattati e ripuliti. Viene dunque eseguita l'elaborazione ottenendo i seguenti risultati:

- Report controllo percorrenze:
 - media mensile e giornaliera dei tempi di percorrenza e sosta-inversione ai capolinea;
 - media mensile della frequenza suddivisa per fasce orarie festivo-sabato-feriale;
 - ore di servizio per ciascun tram;
 - tram in servizio per fascia oraria;
 - conteggio Km di servizio (in realizzazione).
- Report controllo tempi attraversamento impianti semaforici:
 - percentuale giornaliera e mensile dei passaggi agli impianti semaforici con verde-giallo-rosso.

In questo il Gestore affronta con piena responsabilità la gestione, la manutenzione (ordinaria e straordinaria), ed il raggiungimento dei risultati in termini di quantità e qualità del servizio. La prospettiva di medio-lungo termine, che contempla anche una gestione "net cost" e, quindi, una responsabilità nei ricavi da traffico, permette inoltre una migliore pianificazione degli investimenti, con un conseguente beneficio in termini di costi di gestione.

Dal punto di vista del gestore, i diversi aspetti gestionali adottati dal sistema azienda per il raggiungimento degli obiettivi stabiliti:

- management degli uomini. Il processo di crescita professionale e affiancamento permanente, rivolto soprattutto a determinate categorie professionali, si avvale

inoltre della creazione ed implementazione di procedure che supportino e guidino il personale nello svolgimento in sicurezza delle attività lavorative quotidiane;

- manutenzione dei beni, che non riguarda solo strettamente la gestione degli impianti per il loro corretto funzionamento, ma si allarga alla capacità innovativa nella risoluzione delle problematiche di servizio, in modo da far crescere l'efficienza in termini di resa produttiva e capacità tecnico-manutentiva.

L'obiettivo della manutenzione è quello di garantire, al mino costo, la disponibilità delle installazioni e degli impianti in modo che l' esercente possa assicurare il servizio passeggeri nel rispetto dei criteri di qualità e di regolarità contrattualmente previsti. I servizi di manutenzione saranno suddivisi in tre settori di attività:

- Materiale rotabile;
- Impianti fissi;
- Supporto tecnico-logistico (manutenzione componenti, acquisti, metodi, formazione...).

Ciascun settore è caratterizzato da due livelli di intervento:

- I° livello: mantenimento della continuità e della qualità del servizio;
- II° livello: altri interventi al di fuori della manutenzione patrimoniale.

Il mantenimento dei livelli di sicurezza viene garantito attraverso la definizione delle relative e specifiche procedure di sicurezza che comprendono l'insieme delle necessarie attività di controllo o di manutenzione. Tali procedure sono definite a partire dalle analisi dei rischi condotte prima della messa in servizio del sistema, sulla base delle istruzioni e raccomandazioni dei costruttori.

Ciascuna operazione di controllo o manutenzione verrà registrata e darà origine ad una scheda tecnica di intervento.

Al di là di tali procedure, un meccanismo di controllo/monitoraggio della manutenzione e una sistematica organizzazione dell'analisi degli incidenti e del conseguente ritorno di esperienza (tempestiva rilevazione di possibili derive del sistema) unitamente alla



Comune
di Firenze

evidenziazione di tipologie di guasti, non prese adeguatamente in conto nell'analisi iniziale, consentiranno il mantenimento della garanzia della sicurezza ferroviaria.

I principali sottosistemi oggetto di attività di manutenzione sono:

- Il materiale rotabile;
- Le opere d'arte e le infrastrutture;
- L'alimentazione e distribuzione di energia elettrica;
- Gli impianti elettromeccanici;
- Gli apparati di telecomunicazioni;
- Gli impianti di bigliettazione;
- Il segnalamento;
- I software di gestione della manutenzione;
- Le attrezzature d'officina e i veicoli di manutenzione.

Per i diversi sistemi ed apparati saranno forniti i programmi di manutenzione dai vari fornitori che saranno previsti.

Il Concedente, nella struttura contrattuale di concessione, oltre ad avere una responsabilità non delegabile nei confronti dei cittadini-utenti, mantiene la responsabilità del controllo del contratto di gestione della tranvia.

L'amministrazione Comunale di Firenze ha messo in atto diverse strategie per analizzare e monitorare i diversi aspetti del contratto; da strumenti informatici software e hardware per i controlli in remoto ai sopralluoghi tradizionali.

Il Concedente è altresì impegnato a concertare e verificare il rapporto tra infrastruttura tranviaria, traffico privato e trasporto pubblico al fine di garantire a tutti gli utenti dell'ambiente città il giusto e corretto spazio bilanciando le diverse esigenze. In particolare, la domanda sul mezzo tranviario è strettamente connessa con la politica di gestione della mobilità che rimane in capo all'Amministrazione Comunale e che ha forti ripercussioni nei rapporti contrattuali con il Gestore.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Per questo e per un'indubbia aleatorietà degli eventi che possono accadere nel corso del lungo periodo della concessione (legislazione, politiche locali, eventi economici o finanziari rilevanti, ...) non potendo prevedere nel dettaglio come trattare tali eventi ignoti al momento della stipula del contratto, in questo saranno previste le modalità di adeguamento del contratto e la ripartizione dei rischi a fronte di tali evenienze.

6. ANALISI DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA DI TRASPORTO

6.1 DOMANDA DI TRASPORTO

L'analisi della domanda di trasporto è stata elaborata utilizzando un modello a quattro stadi, attraverso il quale vengono definiti i sotto-modelli di generazione, di distribuzione, di ripartizione e infine di scelta del percorso:

- *i sotto-modelli di generazione* (dipendente dalla popolazione residente suddivisa per fasce di età, corrispondenti in linea di massima alla popolazione scolastica e lavorativa);
- *i modelli di distribuzione* (basato sugli addetti e la distribuzione dei poli scolastici / universitari, corretto per minimizzare gli scarti con la distribuzione ISTAT ed evitare un fenomeno di eccessivo sprawling);
- *i modelli di ripartizione* (tra i cinque modi piede-bici-moto-auto-pubblico, calibrato sulle interviste all'utenza dell'area metropolitana fiorentina);
- *modelli di scelta del percorso all'equilibrio per la componente privata e a frequenza per la componente pubblica, in grado di ripartire l'utenza tra ferro-gomma e tram.*

I risultati di tali modelli sono poi stati espansi dall'ora di punta del mattino del giorno feriale medio al giorno ed alla settimana tipo, attraverso i coefficienti di espansione calcolati a partire dai dati di frequentazione dei diversi modi.

Per ogni scenario è stata utilizzata la domanda stimata per l'anno dello scenario stesso, considerando la crescita prevista della popolazione ed integrando le matrici in base all'evoluzione dell'assetto del territorio per l'attrattività di nuovi poli o di strutture ampliate modificate.

L'assegnazione della domanda di trasporto all'offerta avviene in modo separato per componenti; in particolare:

1. *assegnazione all'equilibrio della componente privata;*

2. *assegnazione mista della componente park&ride, estratta dall'assegnazione a frequenza in base al costo generalizzato del percorso tutto auto rispetto a quella auto+TPL;*
3. *assegnazione a frequenza della componente pubblica.*

Tali scelte sono ampiamente giustificate in letteratura per le finalità del presente modello, soprattutto con riferimento all'assegnazione pubblica per un'area urbana.

6.2 CARATTERISTICHE E SEGMENTAZIONE DELLA DOMANDA

La domanda dell'ora di punta simulata rappresenta il complesso della domanda e può essere suddivisa tra domanda sistematica e non sistematica in modo intrinseco. Il modello simula entrambe le tipologie di utenza, sistematica e non sistematica. In particolare la prima è oggetto di simulazione tramite i primi tre stadi del modello, calibrato anche in base ad una campagna di interviste di tipo stated preferences, mentre la seconda classe di utenti, più varia nella sua composizione e per definizione composta da spostamenti non regolari e quindi difficilmente classificabili, è stata estrapolata a valle di un processo di calibrazione che si è avvalso di un elevato numero di postazioni di rilievo veicolare e di una campagna di conteggio saliti-discesi alle fermate. Questa scelta si basa sull'assunzione che, una volta calibrata la componente sistematica (casa - scuola/lavoro), che rappresenta la maggior parte degli spostamenti della punta mattutina, il differenziale registrato sulla rete sia costituito dal resto dell'utenza. La classe non sistematica è residuale sui mezzi di trasporto pubblico nell'ora di punta, dato anche il loro affollamento, e ne costituisce invece la base nelle ore di morbida. Questo assunto vale ancora di più in una città come Firenze, dove la componente non sistematica non include solo i movimenti per svago e/o affari, ma anche una considerevole domanda turistica non trascurabile. Tale evidenza è facilmente desumibile dall'andamento orario dei dati di frequentazione dei vari modi, che vedono punte sempre meno evidenti ed un alto tasso di frequentazione (o congestione stradale) anche nelle cosiddette ore di



morbida. Data la natura delle interviste e dei dati ISTAT utilizzati per la calibrazione dei diversi stadi del modello, si può affermare che questo serve principalmente per riprodurre le dinamiche di mobilità metropolitane di tipo *sistematico* o comunque ricorrente. La domanda non sistematica non è però trascurabile, anche nell'ora di punta mattutina, soprattutto con riferimento al modo privato, maggiormente utilizzato per gli spostamenti occasionali. L'estrazione della domanda non sistematica è stata effettuata a valle della validazione dei modelli di domanda, utilizzando una porzione dei dati delle indagini di domanda (flussi veicolari e saliti/discesi), basandosi sull'assunto che la differenza tra matrice sistematica complessiva e matrice calibrata fosse da imputare all'utenza occasionale, ma limitando tale processo ad un rapporto di proporzionalità con il valore di residenti/addetti o con la presenza di particolari poli attrattori.

6.3 PROIEZIONE DELLA DOMANDA NEGLI SCENARI FUTURI

In mancanza di dati specifici, la crescita della popolazione dal 2014 al 2050 è stata ricavata dalle stime Eurostat per la Regione Toscana nello scenario mediano aggiornate nella seconda metà del 2018 e riportate nel Grafico 1.

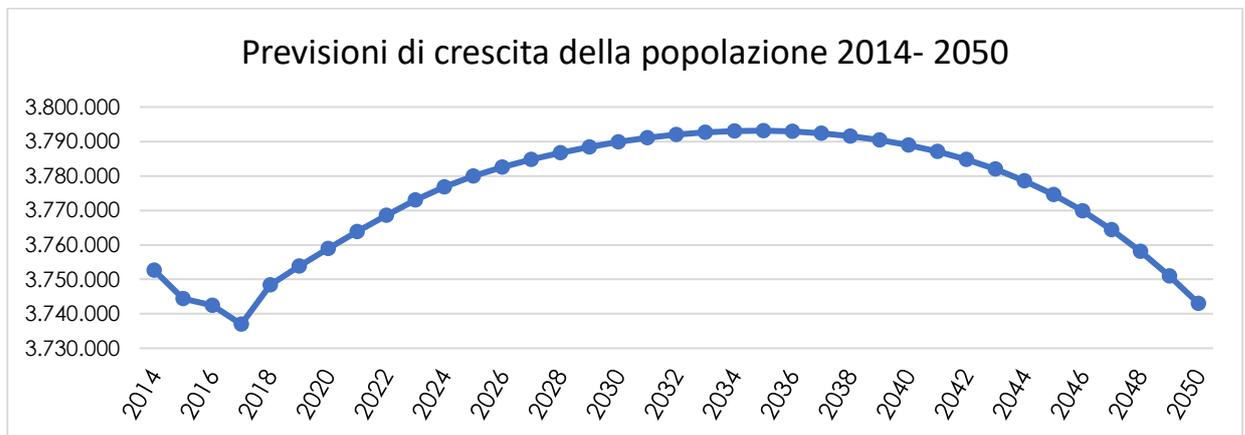


Grafico 1- Previsioni di crescita della popolazione secondo le stime Eurostat

Oltre alla crescita della popolazione, negli scenari futuri si considerano anche interventi puntuali nell'area di studio. In particolare:

- Evoluzione dell'assetto urbano del comune di Campi Bisenzio;



- Realizzazione del PUE di Castello;
- Realizzazione della Manifattura Tabacchi;
- Spostamento dell'Università di agraria dalla zona delle Cascine al Polo Scientifico di Sesto Fiorentino;
- Trasformazione di un'area adiacente all'Istituto Volta- Gobetti, Area Olmi, nel comune di Bagno a Ripoli;
- Linea ferroviaria dedicata AV.

Per quanto riguarda invece il comune di Campi Bisenzio, questo sta predisponendo il nuovo Piano Strutturale; nel dicembre 2017 ha avviato il procedimento per la formazione del nuovo Piano e nel settembre 2019 si è tenuta la Conferenza di Copianificazione relativa alle previsioni di aree di trasformazioni esterne al perimetro del territorio urbanizzato.

Per la stima della domanda di trasporto sono stati considerati due scenari temporali distinti:

- 2025 in cui sono state inserite le previsioni relative agli interventi convenzionati in corso, in quanto questi sono già stati approvati e già in via di realizzazione o comunque risulta plausibile che saranno realizzati entro questo limite temporale;
- 2035 anno in cui si ipotizzano realizzate le previsioni relative all'aggiornamento del Piano Strutturale.

I dati forniti dal Comune di Campi Bisenzio per gli interventi Convenzionati in corso sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 1 - Piani convenzionati in corso

Sigla intervento	UTOE		Tipo 1	previsti	unità	Tipo 2	previsti	unità	al 31/12/18	dopo il 31/12/2018
Bc Il Rosi (residuo)	1 Nord	residenziale		166	abitanti		9000	mc	61	105
PMU 3.2	2 Centro	industriale-artigianale		6511.46	m ²	commerciale-direzionale-turistico	13800	mc	0	0
PMU 4.7	2 Centro	residenziale		350	abitanti	commerciale-direzionale-turistico	20000	mc	35	315
PMU 4.12	2 Centro	industriale-artigianale		20440	m ²				0	0
PMU 5.8	2 Centro	commerciale-direzionale-turistico		10000	m ²				0	0
Pdr Falcini	2 Centro	residenziale		70	abitanti				0	70
Bc via Barberinese (residuo)	2 Centro	commerciale-direzionale-turistico		6300	mc				0	0
PMU 7.2 (residuo)	3 Sud	residenziale		39	abitanti	commerciale-direzionale-turistico	330	mc	0	39
Peep via della Repubblica	3 Sud	residenziale		90	abitanti				0	90



Per il 2035 in prima battuta sono stati forniti i valori massimi realizzabili nelle UTOE del territorio delle varie categorie funzionali (residenziale, Industriale, commercio, turistico, direzionale) e il numero di abitanti previsti al 2035 per le 3 UTOE.

Tabella 2 - Variazione della popolazione al 2035

	Abitanti al 31/12/2018	Abitanti previsti 2035	incremento
UTOE 1	1 535	1 983	448
UTOE 2	30 535	34 691	4 156
UTOE 3	15 313	17 213	1 900
TOTALE	47 383	53 887	6 504

In seguito ad interazione con l'Ufficio di Urbanistica, sono state fornite delle ipotesi di Superfici Utili Lorde realizzabili effettivamente all'interno delle UTOE; poiché non è ancora presente un Piano Operativo Aggiornato rispetto alle nuove Previsioni del Piano Strutturale, le quantità ipotizzate si basano sulla conoscenza del territorio e sui dimensionamenti effettuati nei precedenti strumenti di pianificazione del Territorio.

Si riporta nella tabella seguente i valori espressi in mq delle superfici realizzate al 2035 aggregati per UTOE.

Tabella 3 - Sintesi delle SUL al 2035 per UTOE

UTOE	produttivo	residenziale	commerciale	turistico	direzionale	totale
1	68000	5112	10659	2100	3392	89262
2	287361	134154	98560	27854	87847	635775
3	5000	67620	32998	10388	17721	133726
totale	360361	206886	142216	40341	108959	858763

Sulla base delle informazioni fornite si è proceduto ad aggiornare la domanda per lo scenario 2025 e a creare un ulteriore scenario di progetto al 2035. Nel 2025 sono state inserite le previsioni relative agli interventi convenzionati in corso, in quanto questi sono già stati approvati e già in via di realizzazione o comunque risulta plausibile che saranno realizzati entro il 2025. Tutte le previsioni che riguardano l'aggiornamento del Piano Strutturale sono invece inserite nello scenario 2035.

Altri elementi di modifica della matrice negli scenari futuri, sono in seguito riportati:



- Al 2025 si ipotizza il completamento del Polo Scientifico di Sesto Fiorentino con il conseguente spostamento della facoltà di Agraria dalla zona delle Cascine al Polo e del Liceo Agnoletti dall'attuale sede sempre nel comune di Sesto Fiorentino; queste variazioni comportano lo spostamento della domanda attratta da questi poli dalla zona del modello nello scenario attuale a quella di futura destinazione. Per quanto riguarda il Liceo Scientifico Agnoletti, da fonte ufficiale, nel complesso scolastico di Sesto Fiorentino, il numero di studenti dell'Anno Scolastico 2019/2020 era pari a 838 per un totale di studenti, addetti fra docenti e personale ATA di 929 unità.

Tabella 4 - Numero di studenti ed addetti per il Liceo Scientifico Agnoletti nei plessi di Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio

Sede	studenti	addetti (docenti e ata)	totali
SESTO F.NO	838	91	929
CAMPI BISENZIO	215	38	253
Totale complessivo	1053	129	1182

- la realizzazione della trasformazione dell'area Olmi nel Comune di Bagno a Ripoli;
- la modifica alla domanda legata alla realizzazione della linea ferroviaria Alta velocità interrata.

6.4 GLI SCENARI DI SIMULAZIONE

Gli anni di analisi principale, modellizzati e simulati, sono riportati nel seguito.

6.4.1 Scenario O/D (2014)

Rappresenta l'anno base di riferimento per la ricostruzione della domanda. Lo scenario O/D corrisponde allo scenario presente al momento in cui è stata realizzata l'indagine O/D, anno 2014. In quell'anno era già in esercizio la linea 1 della tranvia.

6.4.2 Scenario 2018

Il 2018 rappresenta l'anno base di calibrazione. Lo scenario 2018 corrisponde allo scenario di ultima validazione del modello. Sono relativi a questo anno sia i rilievi veicolari che i

rilievi di saliti/discesi del trasporto pubblico attraverso i quali si è eseguita la validazione del modello.

6.4.3 Scenario 2019

Lo scenario 2019 corrisponde allo stato attuale.

6.4.4 Scenario 2035

Corrisponde all'anno 2035 in cui si ipotizzano vengano realizzate le previsioni del Nuovo Piano Strutturale di Campi Bisenzio

6.4.5 Scenario 2025 di riferimento

Lo scenario di riferimento rappresenta lo scenario di "Business as usual" all'anno in cui verrà valutato anche lo scenario di progetto, il 2025. In tale anno si introducono nell'offerta di trasporto tutti quegli interventi che presumibilmente saranno in esercizio sulla base delle informazioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e del confronto con l'Amministrazione comunale; la realizzazione di tali infrastrutture risulta indipendente da quella dell'opera oggetto di analisi.

Per quanto riguarda l'offerta privata, si riportano in Tabella 5 le azioni previste in esercizio al 2025 e sulla base delle quali è stato modificato il grafo della rete privata.

Tabella 5- interventi relativi alla rete veicolare presenti nello stato di riferimento

Intervento	Fonte	Anno previsto di entrata in esercizio
Variante di Grassina alla Chiantigiana	Nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Bagni a Ripoli (2015)	2020
Nuovo Ponte stradale Villamagna-Aldo Moro	Progetto linea Bagno a Ripoli	2023
PUE Castello	Variante PU Firenze	2025

In questo scenario vengono attivati i parcheggi scambiatori riportati nella tabella seguente.

Tabella 6 - Parcheggi scambiatori attivi nello scenario di riferimento

Parcheggio	Fonte
Etruria	Regolamento Urbanistico Comune di Firenze



Comune
di Firenze

Foggini	Regolamento Urbanistico Comune di Firenze
Nenni Torregalli	Regolamento Urbanistico Comune di Firenze
Batoni	Regolamento Urbanistico Comune di Firenze
Alderotti (Meccanotessile)	Regolamento Urbanistico Comune di Firenze
Peretola	Regolamento Urbanistico Comune di Firenze
Bagno a Ripoli	Progetto linea Bagno a Ripoli
Potenziamento il Pino	Progetto linea Bagno a Ripoli
Indiano Cascine	Progetto linea Piagge

6.4.6 Scenario di progetto

Nello scenario di progetto si riproducono tutte le modifiche introdotte nello scenario di riferimento. A queste si aggiunge la creazione di una circolazione promiscua tram- veicoli privati lungo via dei Mille, riprodotta nel modello attraverso la riduzione di capacità e velocità di flusso libero dell'arco che schematizza via dei Mille.

Vengono inoltre inseriti nel grafo i parcheggi scambiatori, legati alla progettazione della linea:

- Parcheggio scambiatore Castagno
- Pistoiese;
- Campania.

A questi sono stati aggiunti una serie di parcheggi da previsioni urbanistiche del Comune di Campi Bisenzio; questi sono individuati in Figura 4 con un cerchio bianco.

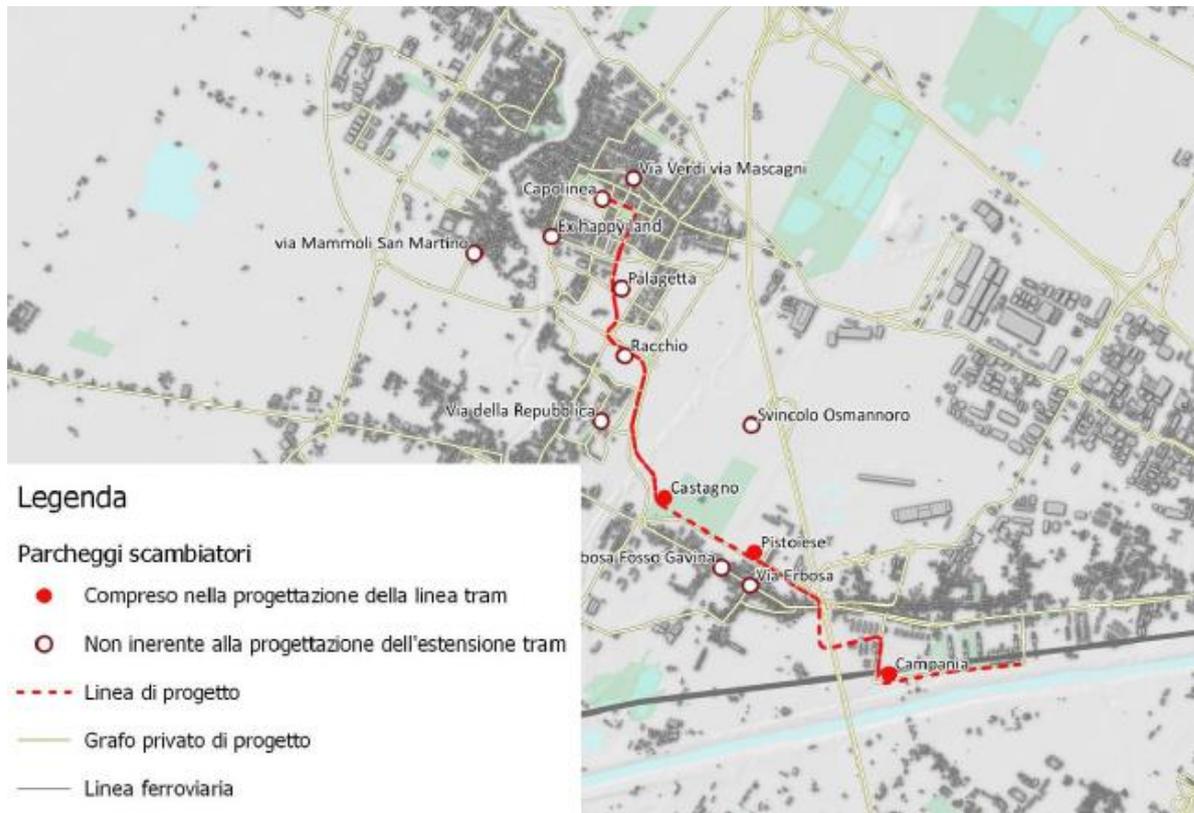


Figura 4 - Parcheggi aggiunti nello scenario di progetto

Nel modello di trasporto, il parcheggio autostradale di Osmannoro è collegato alla fermata tranviaria "Pistoiese" attraverso una navetta bus dalla capacità di 20 persone ed un tempo di percorrenza parcheggio-fermata tram di 5 minuti.



**Tabella 7 - Riepilogo dei parcheggi presenti nei vari scenari, le celle celesti indicano la presenza del parcheggio
nel corrispondente scenario**

Parcheggio	SC2014 Scenario Interviste OD	SC2018 calibrazione	SR2019 Stato di fatto	SR2025 Scenario di riferimento	CBa2025 Scenario di progetto
Villa Costanza					
Ponte a Greve					
Careggi CTO					
Etruria					
Foggini					
Nenni-Torregalli					
Batoni					
Alderotti (Meccanotessile)					
Bagno a Ripoli					
Peretola					
Guidoni					
Potenziamento Il Pino					
Rovezzano					
Indiano Cascine					
Piagge					
Campania					
Pistoiese					
Castagno					
Racchio					
Palagetta					
Capolinea					
Parcheggio autostradale Osmannoro					
Via Erbosa					
Via Erbosa Fosso Gravina					
Via della Repubblica					
Via Mammoli San Martino					
Ex Happy Land					
Via verdi Via Mascagni					

 Parcheggio presente nello scenario



Il grafo pubblico è costituito da archi di corsa, di salita e di discesa, che rappresentano i servizi pubblici offerti nell'area di studio e i loro punti di accesso ed uscita (le fermate/paline), collegati alla rete pedonale ed agli archi di parcheggio.

Per quanto riguarda il trasporto urbano su gomma sono state inserite le linee diurne di maggiore interesse di ATAF&Linea; come per la rete privata il livello di dettaglio è maggiore per il comune di Firenze, più discretizzato all'esterno.

Le linee tram sono state inserite in maniera completa e corrispondente all'effettiva configurazione. In particolare, vale quanto segue per i diversi scenari:

Tabella 8 - Prospetto delle linee tranviarie presenti in ogni scenario e delle frequenze

SCENARIO		T1 Careggi - Villa Costanza	T2 Aeroporto - Libertà	T3 (lotto II) Bagno a Ripoli – Don Cattolico	T4.1 Leopolda - Piagge	T4.2a Piagge - Ruccellai
Calibrazione	SC2018					
Attuale 2019	SR2019					
Riferimento 2025	SR2025					
Progetto 2025	SFa2025					
frequenza		4 min 20 s	4 min 20 s	5 min	6min	6 min

Per quanto riguarda le caratteristiche della linea oggetto di studio si riportano nella tabella seguente.

Tabella 9 - Caratteristiche della linea oggetto di studio

Linea	Lunghezza linea [m]	Velocità commerciale [km/h]	Intertempo [min]	Tempo medio di percorrenza [min]	Tempo di giro [min] ¹	Mezzi
4.2+4.1	11661	19.35	6'25"	36'09"	82	16

Insieme al completamento della rete tranviaria è necessario implementare le modifiche all'assetto della rete di trasporto pubblico di completamento di ciascuno scenario, tramite gli elementi progettuali di rilievo:



- integrazione tariffaria: nessuna barriera al cambio di mezzo su vettori eventualmente differenti;
- rete TPL urbana sviluppata in modo complementare ed armonico con le linee tram, orientata all'utente e gerarchizzata nei livelli funzionali;
- attestazione dei servizi extraurbani in punti d'intercambio disposti radialmente rispetto al centro città, al fine di ridurre il transito nel centro della città dei mezzi extraurbani in sovrapposizione al servizio urbano;
- inserimento dei parcheggi scambiatori auto-mezzo pubblico di progetto.

Per quanto riguarda l'offerta pubblica, nello scenario di riferimento 2025 risultano in esercizio la linea 4.1 (Leopolda – Piagge) e la linea 3.2 (Bagno a Ripoli - Don Minzoni). Questo comporta diverse modifiche al TPL su gomma; per il dettaglio dell'evoluzione della rete TPL su gomma, si rimanda alla Relazione dello Studio Trasportistico B382-4.2-SF-TRA-RT001-B.

6.5 GLI SCENARI DI SIMULAZIONE

L'utilizzo del modello multimodale a 4 stadi permette di valutare i livelli di utilizzo delle linee oggetto di progettazione all'interno del sistema di trasporto dell'area metropolitana fiorentina.

- SR2019 stato di fatto;
- SR2025 scenario di riferimento al 2025;
- CBa2025 scenario di progetto al 2025;
- CBa2035 scenario di progetto al 2035.



Tabella 10 - Prospetto dei saliti nell'ora di punta e nel giorno feriale medio per scenario e linea tranviaria

	SR2019		SR2025		CBa_2025		CBa_2035	
	hp	feriale	hp	feriale	hp	feriale	hp	feriale
T1 Careggi-Villa Costanza	2996	34 199	3482	39 754	3561	40 653	3894	44 451
T1 Villa Costanza-Careggi	5619	64 146	6530	74 538	6866	78 382	7763	88 618
Totale con park&ride	9 815	100 744	11 312	116 893	11 697	121 575	12 345	134 445
T2 Aeroporto-Cavour	1444	16 487	3019	34 461	2837	32 387	3269	37 317
T2 LaPira-Aeroporto	2053	23 431	4146	47 330	4175	47 659	4512	51 506
Totale con park&ride	4 077	41 079	9 392	86 246	9 162	84 345	8 969	91 199
T3.2 Bagno a Ripoli-Libertà	0	0	3298	31 377	3305	31 446	3790	36 063
T3.2 Libertà-Bagno a Ripoli	0	0	1344	12 786	1342	12 766	1428	13 586
Totale con park&ride	0	0	5 645	46 170	5 637	46 193	5 608	50 428
T4.1 Leopolda - Piagge	0	0	1271	12 093	1376	13 095	1554	14 783
T4.1 Piagge - Leopolda	0	0	1327	12 629	745	7 089	779	7 411
Totale con park&ride	0	0	2 790	25 105	2 255	20 451	2 442	22 412
T4.2 Piagge - Ruccellai.	0	0			147	1 398	184	1 748
T4.2 Ruccellai - Piagge	0	0			1421	13 524	2009	19 112
Totale con park&ride	0	0	0	0	1 884	15 554	2 304	21 083
rete completa	13 892	141 823	26 350	274 414	30 635	288 118	31 667	319 567
linee esistenti	13 892	141 823	20 705	203 138	20 859	205 920	21 313	225 643

La linea di progetto risulta essere un'estensione in continuità di esercizio con la linea 4.1 Leopolda-Piagge. Considerando i saliti alle fermate della sola estensione oggetto dell'istanza di finanziamento si ha un totale nell'ora di punta pari a circa 1890 persone nello scenario di progetto 2025. La linea deve essere però valutata nel suo tracciato complessivo Leopolda – Ruccellai; rispetto allo scenario di riferimento dove la linea T4 conta circa 2790 saliti nell'ora di punta, nello scenario di progetto vede invece circa 4140 saliti con un incremento intorno al 48%. Questo aspetto risulta evidente dall'analisi dei presenti medi per corsa nell'ora di punta, riportati nei Grafici a seguire; il progetto all'anno 2025, in grigio, maggiore sempre lo scenario di riferimento, in celeste chiaro.



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H1112000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

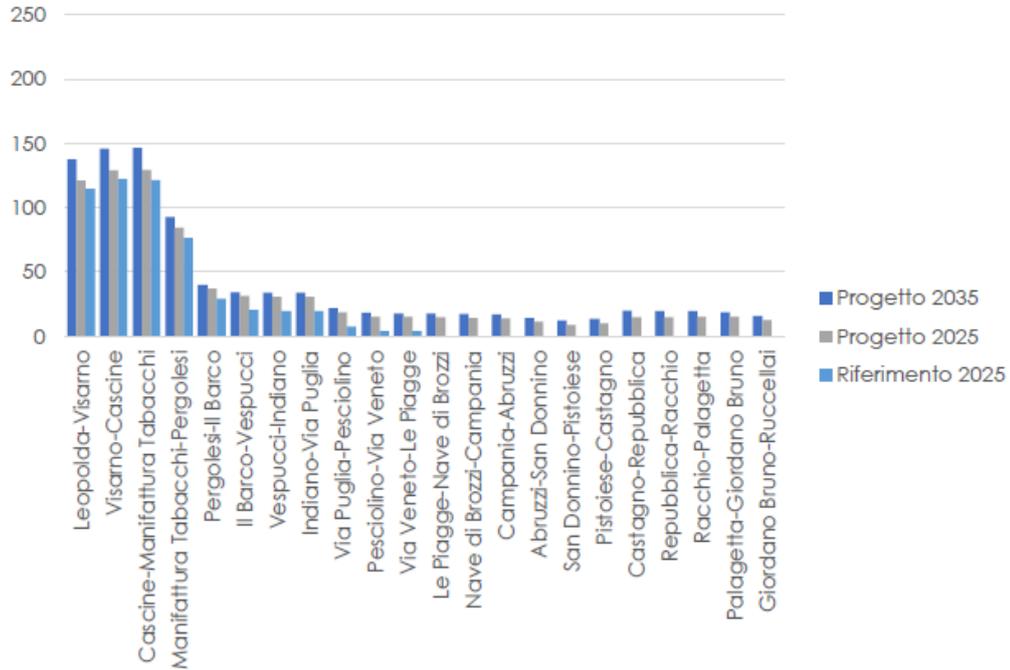


Figura 5 - Presenti medi per corsa nell'ora di punta, Leopolda – Rucellai

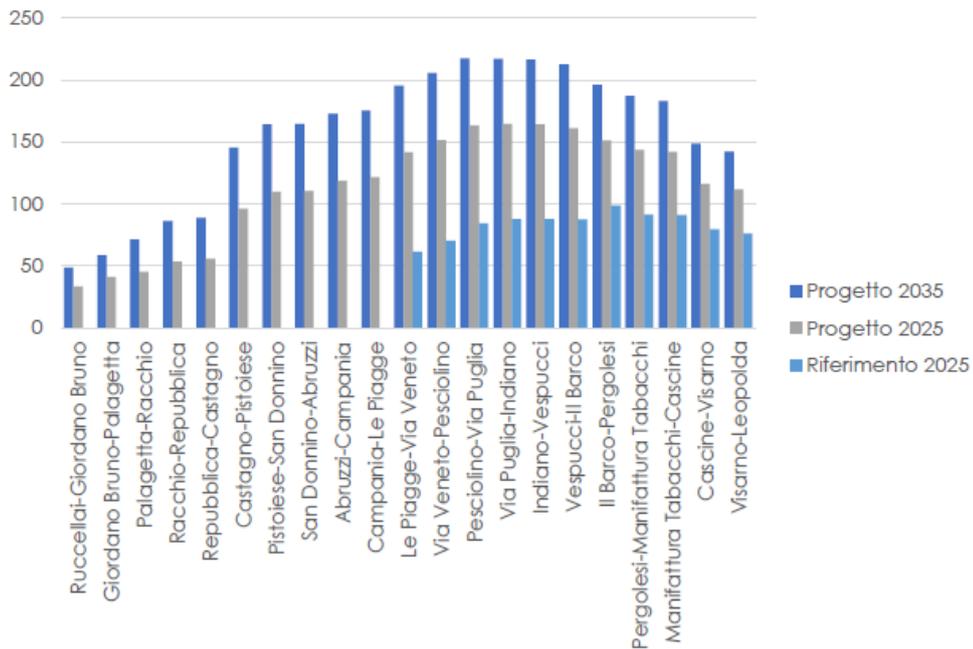


Figura 6 - Presenti medi per corsa nell'ora di punta, Rucellai – Leopolda



Nell'ora di punta del mattino la linea presenta un andamento sbilanciato fra le due direzioni; l'estensione tranviaria oggetto di studio intercetta solo marginalmente le zone in cui sono presenti più addetti e che quindi ragionevolmente hanno maggiore attrazione rispetto agli spostamenti. Per quanto riguarda gli spostamenti interni a Campi Bisenzio che costituiscono la maggioranza sul totale degli spostamenti destinati nella stessa Campi, le zone con numero maggiore di residenti, ad eccezione di San Donnino, non ha necessità di utilizzare la tranvia per raggiungere le zone con maggior numero di addetti, come mette in evidenza la Figura 25 in cui si vede come le zone con maggior numero di residenti siano oltre il capolinea di Ruccellai. La seconda origine in termini di spostamenti destinati a Campi, in linea con i dati ufficiali dell'indagine sul pendolarismo ISTAT 2011, è Prato e questi non sono quindi intercettabili con la nuova estensione. Rimangono gli spostamenti da Firenze che costituiscono circa un 11% del totale. Sempre da pendolarismo ISTAT 2011, dal comune di Firenze nella fascia oraria 7.15 e 8.14, corrispondente a quella simulata da modello, sono destinati a Campi Bisenzio con auto e mezzo pubblico, in circa 900.

Considerando il centinaio di passeggeri che si ha sul tram prima delle Piagge e che proseguono per Campi, si intercetta con l'estensione tranviaria una buona quota dei provenienti da Firenze, tenuto conto anche che non tutti gli originati da Firenze e destinati a Campi si muovono lungo l'asse Piagge-centro di Campi proprio in ragione della loro stessa origine.

I nuovi interventi previsti dal Piano Strutturale incrementano il numero di emessi e attratti delle zone toccate dalla tranvia ma rinforzano principalmente le zone che già oggi presentano la maggiore densità di addetti e residenti. L'andamento fra le due direzioni si bilancia però sul totale della giornata con i viaggi di ritorno dei pendolari e di questo si tiene conto attraverso l'espansione da ora di punta a giorno dei saliti.

Per quanto riguarda il totale per annuo per linea si definisce un intervallo di confidenza dei valori sulla base delle due differenti espansioni.



La riduzione di saliti annui di linea 4.1 che si nota nella Tabella seguente è soltanto apparente e legata al fatto che l'estensione intercetta l'utenza prima delle fermate di 4.1; si tratta in definitiva di un'unica linea tram.

Tabella 11 - Intervallo di confidenza dei saliti discesi annui

	ANNO	SR2019	SR2025	CBa_2025	CBa_2035
Soglia inferiore	T1	27 588 081	32 010 327	33 292 513	36 446 017
	T2	11 249 145	23 617 808	23 097 359	24 974 157
	T3.2	0	12 643 290	12 649 596	13 809 430
	T4.1	0	6 874 948	5 600 430	6 137 473
	T4.2	0	0	4 259 262	5 773 464
	rete completa	38 837 227	75 146 373	78 899 161	87 140 541
	linee esistenti	38 837 227	55 628 134	56 389 872	61 420 174
Soglia superiore	T1	30 812 369	35 751 454	37 183 493	41 119 727
	T2	12 563 861	26 378 080	25 796 805	27 892 949
	T3.2	0	14 120 943	14 127 986	15 423 373
	T4.1	0	7 678 441	6 254 966	6 854 775
	T4.2	0	0	4 757 053	6 448 223
	rete completa	43 376 230	83 928 918	88 120 303	97 739 048
	linee esistenti	43 376 230	62 129 534	62 980 298	69 012 676

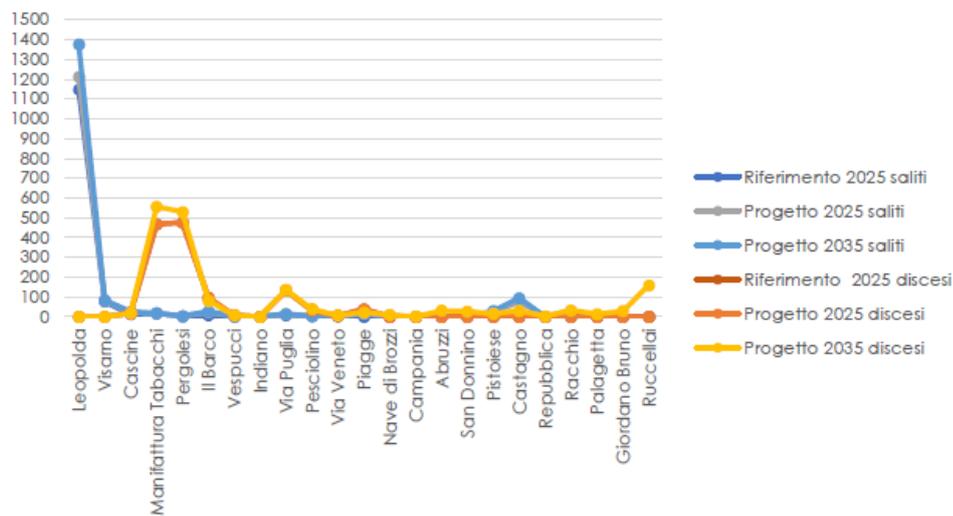


Figura 7 - Saliti/discesi linea T4.1+T4.2, Leopolda -Ruccellai



Comune di Firenze

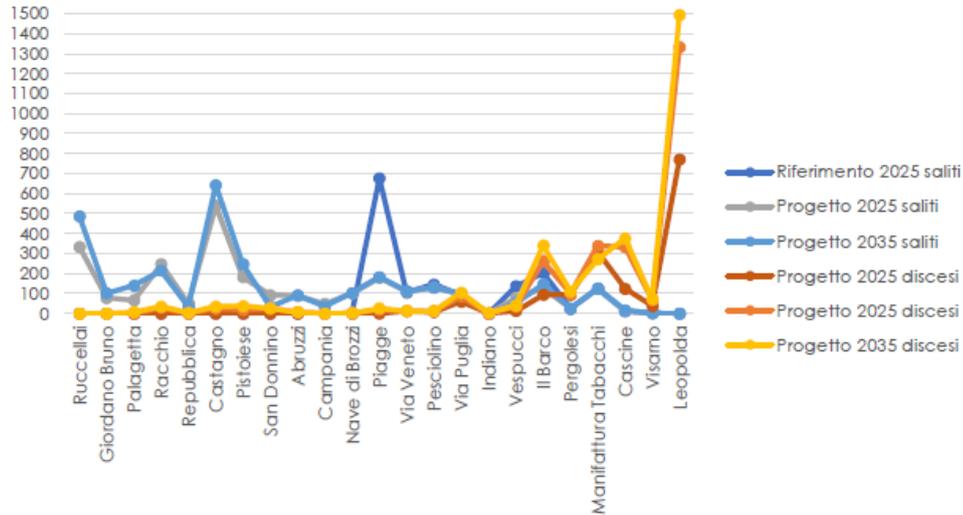


Figura 8 - Saliti/discesi linea T4.1+T4.2, Ruccellai - Leopolda

Si nota invece un decremento di circa 200 unità nell'ora di punta dei saliti sulla linea T2 in direzione San Marco; questo fenomeno si lega alla riduzione degli utenti della linea 30 proveniente da Campi che nel modello interscambia con T2 sia alla fermata Guidoni che Montegrappa. Contemporaneamente si ha la limitazione della linea 35 alla fermata Castagno della linea T4.2; anche questa linea aveva funzione di adduzione alla linea T2. Una parte degli utenti della T2 viene quindi assorbito dalla linea T4.2. Sono invece impercettibili le differenze nella direzione San Marco-Aeroporto fra scenario di Riferimento e scenario di progetto.



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H1112000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

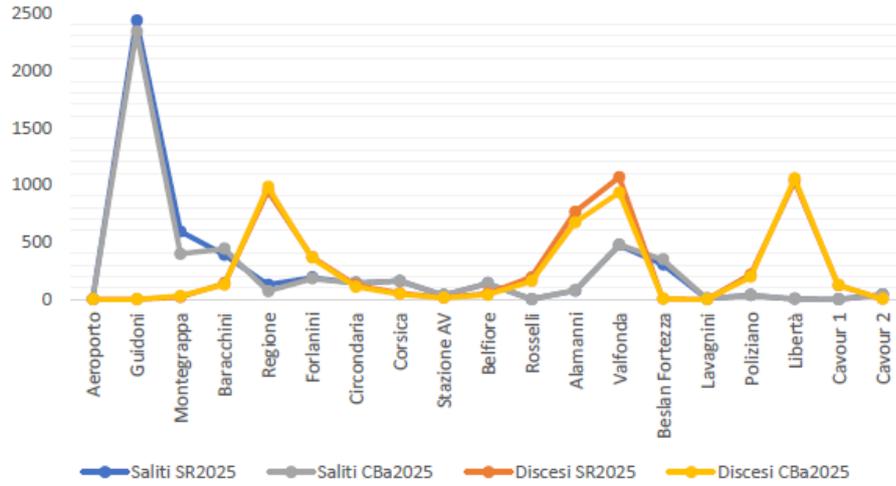


Figura 9 - Distribuzione dei saliti/discesi lungo la linea T2, direzione San Marco

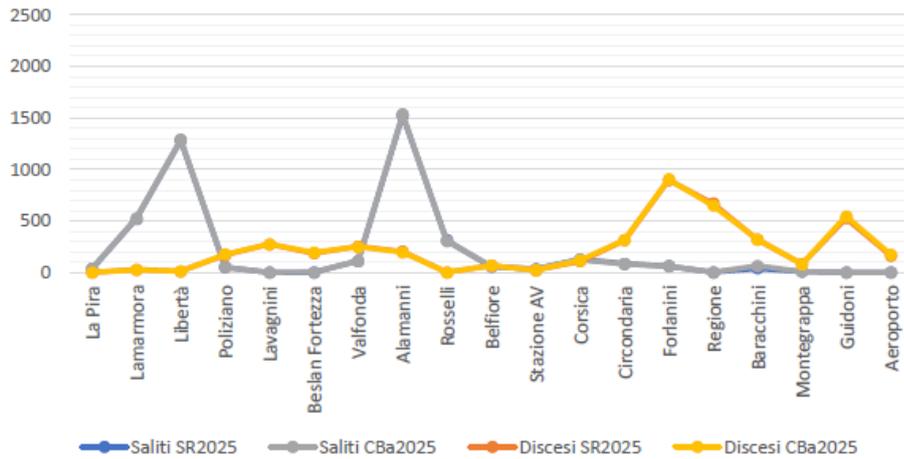


Figura 10 - Distribuzione dei saliti/discesi lungo la linea T2, direzione Aeroporto



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO FIORENTINO

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11112000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

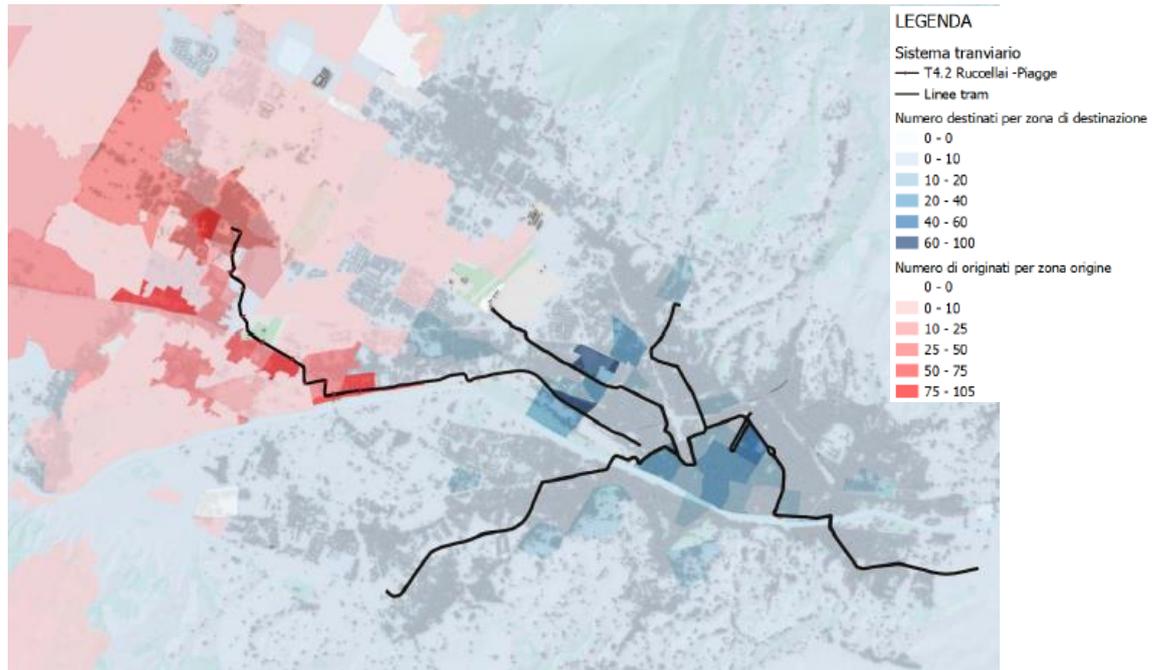


Figura 11 – Zone tematizzate per volume di passeggeri linea T4.2 direzione Leopolda (emessi rosso e destinati in blu)

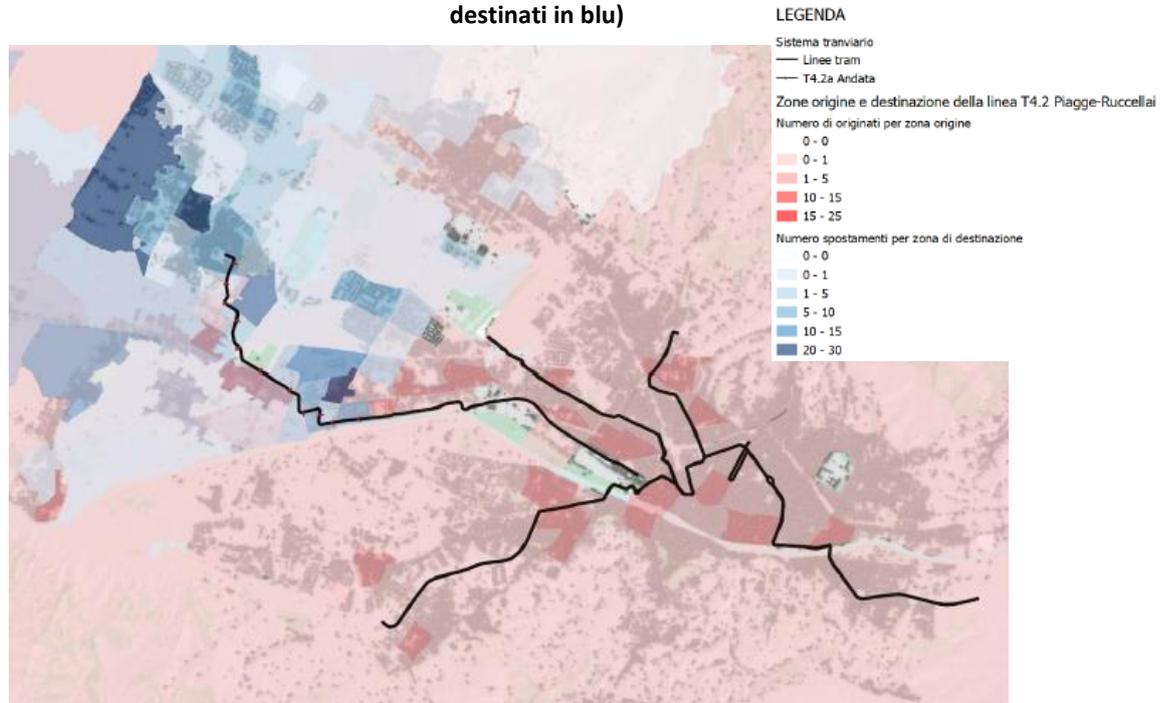


Figura 12 – Zone tematizzate per volume di passeggeri linea T4.2° direzione Ruccellai (emessi rosso e destinati in blu)



6.5.1 *Diversione modale ed effetto sulla congestione stradale*

Da un punto di vista generale, l'effetto della nuova linea sul sistema di trasporto metropolitano può essere analizzato tramite l'osservazione delle matrici auto e pubblico nei diversi scenari di analisi.

La tabella riporta il valore complessivo delle matrici con riferimento sia all'intero modello, sia all'area di analisi (area metropolitana). Si osserva come lo share modale pubblico cresca tra i vari scenari, in accordo con gli investimenti in offerta di trasporto pubblica. La variazione del totale delle matrici da scenario attuale 2019 a 2025 è legata in parte all'espansione su base demografica delle matrici secondo i dati EUROSTAT ma in prevalenza alle ipotesi di sviluppo del territorio, quali per esempio la realizzazione del PUE di Castello, della Manifattura Tabacchi, della trasformazione dell'area Olmi nel comune di Bagno a Ripoli. Un contributo determinante per la crescita della componente pubblica è legato agli effetti dello Scudo Verde.

componente		S2019	SR2025	CBa2025	CBa2035
tutto lo scenario di simulazione	auto	60 028	56 497	55 854	55 475
	pubblico	40 976	49 548	50 118	54 152
	share privato	59.4%	53.3%	52.7%	50.6%
	share pubblico	40.6%	46.7%	47.3%	49.4%
Zone interessate dalla T4.2	auto	2 958	2 845	2 621	2 449
	pubblico	1 228	1 770	2 008	2 249
	share privato	70.7%	61.6%	56.6%	52.1%
	share pubblico	29.3%	38.4%	43.4%	47.9%

Tabella 12: Prospetto della variazione di utenza auto e pubblico nei vari scenari

La realizzazione dell'estensione tranviaria comporta il passaggio di una quota dell'utenza privata al mezzo pubblico a cui si aggiungono coloro che utilizzano i parcheggi scambiatori previsti per la nuova infrastruttura. Dall'analisi della variazione dei flussi di traffico fra scenario di riferimento e di progetto per l'anno 2025, si evidenzia un beneficio generalizzato per la rete stradale e solo alcuni archi registrano un lieve



incremento come per esempio via Pistoiese e via dei Platani a monte del parcheggio scambiatore di Castagno che risentono appunto dell'effetto attrattore dello stesso scambiatore. Questa riduzione si riscontra anche nella riduzione delle percorrenze della rete stradale fra scenario di riferimento e scenario di progetto come riportato in nella seguente tabella.

Tabella 13 - Percorrenze sulla rete stradale espresse in veicoli*km/ora di punta

	SR2025	CBa2025	Variazione
Tutto il modello di simulazione [veic*km/ora di punta]	606 998	599 374	-7 642
Per le sole coppie OD che utilizzano l'estensione oggetto di studio [veic*km/ora di punta]	33 064	29 963	-3 101

Di seguito si riportano i risultati dell'assegnazione del modello di rete.

			2019	SR2025	CB2025	SR2035	CB2035	
Espansione dati modello	Trasporto privato	Veicoli ora di punta	60.028	56.497	55.854	56.232	55.475	
	Trasporto privato	Veicoli giorno medio feriale	575.669	541.803	535.639	539.269	532.008	
	Domanda sulla rete stradale (coefficiente di occupazione)	Passeggeri / Veicolo	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	
	Trasporto pubblico	Passeggeri giorno medio feriale	360.850	446.766	460.134	497.655	513.264	
	Trasporto pubblico	Passeggeri anno	106.811 .649	132.242 .878	136.199 .752	147.305 .987	151.926 .046	
Domand	Domanda totale sulle linee tranviarie		Passeggeri/giorno	141.823	274.414	288.118	301.523	319.567
	Domanda osservata e prevista sulle linee bus		Passeggeri/giorno	217.066	171.724	170.983	195.753	193.298
Tempo	Variazione tempo medio domanda totale sulle linee tranviarie		Minuti/passeggero			-0,43		-0,43
	Variazione tempo medio domanda totale sulla rete stradale		Minuti/passeggero			-0,42		-0,20
Offerta	Percorrenze rete tranviaria		veic*km/ora di punta	510	863	974	863	974
	Percorrenze rete tranviaria		veic*km/giorno	7.995	13.522	15.273	13.522	15.273
	Percorrenze rete bus		veic*km/ora di punta	3.573	3.047	2.985	3.047	2.985
	Percorrenze auto		veic*km/ora di punta	649.655	606.998	599.374	556.391	549.616

Tabella 1: Risultati dell'assegnazione del modello di rete

7. COSTI E RICAVI DELLO SCENARIO DI PROGETTO

7.1 COSTI DELLA FASE DI REALIZZAZIONE

I costi totali dello Scenario di Progetto sono pari a € 199,0 milioni al netto dell'IVA.

La tabella seguente riepiloga la struttura degli investimenti previsti suddivisi per macro-categorie.

Tipologia di investimento	Linea 4.2
Lavori e forniture	134.918.098,64 €
Materiale rotabile*	24.000.000,00 €
Costi sicurezza	6.745.904,93 €
Costi generali e Somme a disposizione	25.037.647,91 €
Imprevisti	8.283.200,18 €
IVA e altri trasferimenti (ad es. tasse, contributi, ecc.)	23.500.986,94 €
Totale	222.485.838,60 €

*I costi relativi al materiale rotabile sono complessivi di tutta la linea (4.1 + 4.2)

Tabella 14: Ammontare dell'investimento per tipologia

I tempi di progettazione e realizzazione dell'opera sono stati quantificati in 5 anni dal 2020 al 2024. I costi relativi a lavori e forniture rappresentano quasi il 61% dell'intero investimento seguiti dai costi per l'acquisto del materiale rotabile che ammontano a circa l'11% del totale.

7.2 VITA UTILE

La vita utile del progetto è legata al deterioramento fisico delle sue componenti nel tempo e fornisce una misura del periodo previsto di possibile utilizzo di un'infrastruttura, prima che vi sia la necessità d'importanti lavori di risanamento.

È stata calcolata la vita utile del progetto come media ponderata dei costi di costruzione delle varie componenti del progetto secondo quanto recentemente indicato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, usando i valori di riferimento della vita fisica per ciascuna componente secondo quanto riportato nella Tabella di seguito riportata.



Gruppo	Componente progetto	Vita fisica (anni)	Peso
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	Risoluzione interferenze pubblici servizi	50	8,6%
	Ponti	75	11,3%
	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	50	1,0%
	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	35	19,9%
	Sovrastruttura ferroviaria/tranviaria	25	10,8%
	Stazioni/fermate tram o filobus	20	1,4%
	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	50	14,5%
	Sistemazioni urbanistiche	10	3,2%
	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	15	1,1%
	Altri impianti civili	15	0,6%
	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	15	0,2%
Costi impianti elettro-ferroviari	Sistema di alimentazione e sezionamento	15	2,1%
	Linea di contatto	15	2,1%
	Sistema di automazione (SCADA)	15	0,5%
	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	15	3,8%
	Deposito	15	3,2%
Veicoli	Materiale rotabile (tram/metro)	30	15,7%
	Vita utile del progetto		28,9

Tabella 15: Vita utile del Progetto

Il Valore Residuo del progetto nell'ultimo anno di analisi risulta pari a €50,9M ed è stato calcolato utilizzando un deprezzamento lineare applicato ai costi di ciascuna delle componenti del progetto, ad eccezione del primo anno di esercizio per il quale è stata considerata una aliquota dimezzata.

Per quelle componenti del costo di progetto la cui vita fisica è inferiore ai 25 anni (es. sistema di bigliettazione, ecc.), si ipotizza che il costo di tali componenti venga interamente ripristinato al termine delle loro rispettive vite fisiche per il rinnovo degli asset. Come per i costi d'investimento iniziali, il costo per il rinnovo degli asset contribuirà al valore

residuo finale del progetto sulla base di un deprezzamento lineare pari all'inverso della sua vita fisica.

7.3 COSTI DELLA FASE DI GESTIONE/ESERCIZIO

Gli impatti delle diverse voci del progetto sui costi di esercizio e manutenzione (O&M) sono stati valutati separatamente, tenendo conto dei seguenti elementi:

- Variazione delle percorrenze derivanti dalla riorganizzazione dei servizi di trasporto sull'intera rete urbana (bus, tram);
- Costi chilometrici relativi a ciascun mezzo di trasporto preso in considerazione.

Per quanto riguarda i costi chilometrici, laddove disponibile, si è fatto riferimento ai costi storici relativi all'attuale sistema di trasporto pubblico ed opportunamente indicizzati al 2018. Per quanto riguarda i costi gestionali relativi al sistema tranviario si è fatto riferimento alla metodologia indicata nell'Allegato 3a "Metodologia di calcolo dei costi standard con il metodo analitico di calcolo per processi e attività industriali per i servizi su tranvia" del Decreto Ministeriale n.157 del 28/03/2018, relativo alla definizione dei costi standard dei servizi di trasporto pubblico locale e regionale e dei loro criteri di aggiornamento e applicazione.

I costi operativi per ciascun mezzo di trasporto sono stati calcolati al netto delle componenti relative agli ammortamenti e alla remunerazione del capitale investito. Il costo della manutenzione straordinaria per l'utilizzazione degli impianti dell'infrastruttura è stato incluso nel servizio.

Coerentemente con le linee guida ministeriali, il costo operativo per km di servizio effettuato sulla rete tranviaria utilizzato come riferimento dei calcoli nell'ACB risulta 5,75 €/km (al lordo di tasse e trasferimenti) e corrisponde al costo standard effettivo per il 2018 al netto delle componenti di costo per i rotabili (ammortamenti e canoni d'affitto/leasing), costo per l'utilizzo dell'infrastruttura (comprensivo del costo della relativa manutenzione straordinaria), costi generali e amministrativi e costo del capitale investito netto.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11112000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Gli incrementi di costo sono stati considerati nulli in quanto si è ipotizzato che le percorrenze relative a ciascuna modalità di trasporto rimangano inalterate per l'intera durata del periodo di riferimento.

Di seguito si riporta la tabella dei costi di gestione/esercizio dei cinque anni successivi all'entrata in esercizio della linea.

Totale	2025	2026	2027	2028	2029
€ 174,199,719	€ 34,839,944	€ 34,839,944	€ 34,839,944	€ 34,839,944	€ 34,839,944

8. ANALISI SOCIO-ECONOMICA

8.1 COSTI ECONOMICI

Gli impatti delle diverse voci del progetto sui costi di esercizio e manutenzione (O&M) sono stati valutati separatamente, tenendo conto dei seguenti elementi:

- Variazione delle percorrenze derivanti dalla riorganizzazione dei servizi di trasporto sull'intera rete urbana (bus, tram);
- Costi chilometrici relativi a ciascun mezzo di trasporto preso in considerazione.

Per quanto riguarda i costi chilometrici, laddove disponibile, si è fatto riferimento ai costi storici relativi all'attuale sistema di trasporto pubblico ed opportunamente indicizzati al 2018. Per quanto riguarda i costi gestionali relativi al sistema tranviario si è fatto riferimento alla metodologia indicata nell'Allegato 3a "Metodologia di calcolo dei costi standard con il metodo analitico di calcolo per processi e attività industriali per i servizi su tranvia" del Decreto Ministeriale n.157 del 28/03/2018, relativo alla definizione dei costi standard dei servizi di trasporto pubblico locale e regionale e dei loro criteri di aggiornamento e applicazione.

I costi operativi per ciascun mezzo di trasporto sono stati calcolati al netto delle componenti relative agli ammortamenti e alla remunerazione del capitale investito. Il costo della manutenzione straordinaria per l'utilizzazione degli impianti dell'infrastruttura è stato incluso nel servizio.

Coerentemente con le linee guida ministeriali, il costo operativo per km di servizio effettuato sulla rete tranviaria utilizzato come riferimento dei calcoli nell'ACB risulta 5,75 €/km (al lordo di tasse e trasferimenti) e corrisponde al costo standard effettivo per il 2018 al netto delle componenti di costo per i rotabili (ammortamenti e canoni d'affitto/leasing), costo per l'utilizzo dell'infrastruttura (comprensivo del costo della relativa manutenzione straordinaria), costi generali e amministrativi e costo del capitale investito netto.

Il costo operativo su rete bus considerato corrisponde a 2,77 € veicolo/km al netto di IVA, come da contratto ponte. Per l'auto privata è stato considerato un costo unitario pari a



0,292 €/km, pari al valore suggerito dalla Tabella "Dati di Supporto" dell'Addendum nella versione 2019 delle Linee Guida ministeriali.

Gli incrementi di costo sono stati considerati nulli in quanto si è ipotizzato che le percorrenze relative a ciascuna modalità di trasporto rimangano inalterate per l'intera durata del periodo di riferimento.

8.2 BENEFICI

8.2.1 Risparmi di tempo

I risparmi di tempo sono uno dei principali risultati che concorrono alla stima dei benefici. I risparmi medi nei tempi di viaggio per l'utenza della linea tramviaria e per i mezzi privati sono calcolati utilizzando l'assegnazione della domanda effettuata dal modello di traffico multimodale.

Le analisi mostrano l'impatto positivo della realizzazione della Linea 4.2 del Tram in termini di tempo di viaggio risparmiato per gli utenti della linea di progetto, per i quali, nel primo anno di esercizio, si stima un risparmio medio di 7,77 minuti rispetto allo scenario di riferimento.

Per quanto riguarda il traffico privato, si sottolineano alcuni effetti tra loro correlati:

- Da un lato l'ingombro dell'infrastruttura tramviaria sulla piattaforma stradale causa una relativa diminuzione di capacità del corridoio per il trasporto privato.
- La diminuzione di capacità provoca un aumento della congestione riscontrabile principalmente soprattutto lungo il corridoio tramviario, che porta l'utenza ad una diversa scelta di itinerario, con conseguente aumento dei tempi di percorrenza e allungamento dei percorsi.
- D'altro canto, il miglioramento dell'offerta di trasporto pubblico in termini di tempi di viaggio, favorisce la diversione modale verso il mezzo pubblico, riducendo quindi la domanda di trasporto privato, l'impatto sulla congestione stradale e di conseguenza il tempo di viaggio.



Le analisi derivanti dalle simulazioni modellistiche mostrano che i benefici dovuti alla diversione modale, in termini di minor numero di veicoli sulla rete e quindi minori tempi di viaggio, sostanzialmente bilanciano gli impatti dovuti al riassetto degli itinerari sulla rete.

Infatti, agli effetti complessivamente positivi della riduzione dei tempi di viaggio per il trasporto pubblico, l'impatto sul tempo di percorrenza dei veicoli privati è quantificato in meno di 1 minuto.

In conclusione, dunque, considerando la domanda complessiva di utenti ed il valore del tempo, emerge che i benefici economici dovuti ai risparmi di tempo per i passeggeri della linea tranviaria di progetto ammontano a circa 124,1 milioni di Euro per tutto il periodo 2025-2049.

8.2.2 Emissioni sonore

La riduzione delle emissioni acustiche da traffico – pur essendo dipendenti da molti fattori legati, ad esempio, alla posizione dei ricettori o al periodo di emissione – è stata calcolata in funzione della variazione delle percorrenze chilometriche di ciascun modo di trasporto.

Sono stati quindi calcolati i benefici monetari legati alla riduzione delle emissioni acustiche da traffico stradale (auto e autobus) utilizzando i valori riportati dal Ministero per le due tipologie veicolari considerate (autobus e auto) e sono costanti per tutto il periodo di riferimento.

Variabile/Beneficio	Unità	2018
Costo marginale delle emissioni acustiche (tram)	Euro/veicolo*km	0
Costo marginale delle emissioni acustiche (autobus)	Euro/veicolo*km	0.048
Costo marginale delle emissioni acustiche (auto)	Euro/veicolo*km	0.010

Tabella 2: Valori unitari riduzione emissioni acustiche (anno 2018)

La monetizzazione della variazione delle emissioni acustiche è stata ricavata moltiplicando la variazione delle percorrenze per ciascuna classe veicolare per il costo marginale appropriato.



Complessivamente, sull'intero periodo di concessione i benefici dovuti alla riduzione delle emissioni acustiche corrispondono a 2,9 milioni di Euro.

8.2.3 Inquinamento atmosferico

Si prevede che il dirottamento di parte del traffico su gomma (auto e autobus) verso i tram genererà una riduzione dell'impatto ambientale del sistema di mobilità cittadina. I tram consentono infatti una riduzione del consumo di carburante e, di conseguenza, una riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici. Durante il loro utilizzo, infatti, i tram non producono inquinamento atmosferico.

La stima della riduzione delle emissioni inquinanti da traffico è stata calcolata in funzione della variazione delle percorrenze chilometriche di ciascun modo di trasporto.

La monetizzazione del beneficio di riduzione delle emissioni è stata eseguita utilizzando i valori riportati dal Ministero per le due tipologie veicolari considerate (autobus e auto) e sono costanti per tutto il periodo di riferimento.

Variabile/Beneficio	Unità	2018
Costo marginale delle emissioni inquinanti (tram)	Euro/veicolo/Km	0
Costo marginale delle emissioni inquinanti (altro TPL)	Euro/veicolo/Km	0
Costo marginale delle emissioni inquinanti (autobus)	Euro/veicolo/Km	0.046
Costo marginale delle emissioni inquinanti (auto)	Euro/veicolo/Km	0.007

Tabella 3: Valori unitari riduzione emissioni inquinanti da traffico (anno 2018)

Le variazioni delle percorrenze di ciascuna categoria veicolare, così come riportate nelle tabelle precedenti, hanno effetto anche sulla monetizzazione delle emissioni, in quanto stimate attraverso il costo unitario delle percorrenze. Complessivamente, sull'intero periodo di concessione i benefici dovuti alla riduzione delle emissioni inquinanti da traffico stradale corrispondono a 2,0 milioni di Euro.

8.2.4 *Cambiamento climatico*

La riduzione delle emissioni di gas che concorrono al riscaldamento globale (principalmente CO₂) è stata calcolata separatamente per le modalità che utilizzano trazione elettrica (tram, filobus) e per le modalità con motore a combustione interna.

Nel primo caso, attraverso i consumi medi di energia elettrica caratteristici di ciascuna modalità, la variazione delle percorrenze e la quantità media di CO₂ emessa per chilowattora consumata, si sono calcolate le quantità di gas risparmiate dalle modalità tram e filobus.

Per i mezzi a combustione interna (autobus e auto) il risparmio di gas CO₂ emesso è stato calcolato utilizzando la variazione delle percorrenze e la quantità unitaria di CO₂ emessa.

La valutazione monetaria del risparmio di emissioni di gas serra è stata calcolata considerando un valore monetario di 97,7 €/tonnellata, prezzo 2018, indicato dal Ministero. Tale valore è stato mantenuto costante.

Complessivamente, sull'intero periodo di concessione i benefici dovuti alla riduzione delle emissioni di gas serra corrispondono a 6,5 milioni di Euro.

8.2.5 *Risultati*

L'Analisi Costi - Benefici ha evidenziato la convenienza economico sociale dell'intervento.

Nella tabella seguente sono riportati i valori degli indicatori economici ed i benefici netti attualizzati (in € 2018) durante l'orizzonte temporale considerato che corrisponde al periodo di gestione dell'estensione 4.2 della Linea oggetto di studio.

I valori del VAN (pari a 131,9 milioni di Euro), gli elevati valori di VAN e TIR (9,3%) ed il rapporto Benefici/Costi di 1,85 confermano la fattibilità del progetto.

Già dal primo anno di entrata in esercizio della nuova linea tranviaria (2025) il bilancio tra benefici e costi è positivo (24,8 milioni di Euro).

L'analisi Costi-Ricavi ha permesso di individuare la percentuale di copertura dei costi operativi con ricavi tariffari relativi all'estensione della Linea 4 fino a Campi Bisenzio.



Comune
di Firenze

Secondo il D.Lgs. n. 422 del 1997 il rapporto tra ricavi da traffico e costi operativi deve essere superiore al 35 per cento.

I ricavi totali da traffico sono stati calcolati partendo da una tariffa media base pari a 0,39 €2018/passeggero (al netto di IVA) calcolata sulla base del contratto TPL regionale.

Indicatori Analisi Ricavi Costi			Linea 4.2
COP	COSTI OPERATIVI	Milioni di €	74,5
RIC	RICAVI TOTALI	Milioni di €	56,1
R/C	RAPPORTO RICAVI/COSTI OPERATIVI	%	75%

Tabella 4: Analisi Costi/Ricavi

Complessivamente, a fronte di un ammontare di costi operativi pari a 74,5 milioni di Euro, i ricavi da traffico risultano 56,1 milioni di Euro. I ricavi presentati riguardano il solo numero di passeggeri corrispondenti all'estensione della Linea 4 in analisi.

La quota di domanda di progetto - calcolata come differenziale tra lo scenario programmatico che prevede la Linea 4 fino a Le Piagge e il prolungamento della linea tranviaria fino a Campi Bisenzio - riesce a generare ricavi tariffari che coprono il 75% dei costi operativi della Linea 4.2, valore superiore al vincolo minimo del 35% indicato dal Ministero.

Tabella 16 - Indicatori Costi-Benefici

Indicatori Analisi Costi Benefici		Unità	Linea 4.2
B1	Risparmi totali di tempo per gli utenti della linea in progetto	Milioni di €	124,1
B2	Riduzione della congestione sulla rete stradale	Milioni di €	121,5
B3	Riduzione dell'incidentalità stradale	Milioni di €	2,0
B4	Riduzione delle emissioni inquinanti da traffico stradale	Milioni di €	2,0
B5	Riduzione delle emissioni acustiche	Milioni di €	2,9
B6	Riduzione delle emissioni di gas che concorrono al riscaldamento globale	Milioni di €	6,5
BTT	TOTALE BENEFICI ECONOMICI	Milioni di €	258,9
C1	Variazioni dei costi d'esercizio della rete tranviaria	Milioni di €	43,4
C2	Variazioni dei costi d'esercizio della rete autobus	Milioni di €	-5,4
C3	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale	Milioni di €	-84,9



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

C4	Costi d'investimento del progetto	Milioni di €	154,1
	Costi di rinnovo e revisione generale del progetto (incluso valore residuo finale)	Milioni di €	21,0
CTOT	TOTALE COSTI ECONOMICI	Milioni di €	127,1
VAN	TOTALE FLUSSI NETTI	Milioni di €	131,9
B/C	RAPPORTO BENEFICI/COSTI		1,85
TIR	TASSO INTERNO DI RENDIMENTO	%	9,3%

9. INCREMENTO OCCUPAZIONALE

9.1 IMPATTO OCCUPAZIONALE IN FASE DI REALIZZAZIONE DELL'INVESTIMENTO

L'attivazione del cantiere genera un impatto positivo sul sistema socioeconomico esprimibile in termini di indotti occupazionali (necessità di impiegare forza lavoro per la realizzazione delle opere), anche se in via preliminare non è possibile quantificare con maggiore dettaglio l'entità di questo effetto. L'impatto considerato può essere classificato come segue:

- positivo: gli indotti occupazionali generati dalla cantierizzazione delle opere possono incidere positivamente sulle condizioni socioeconomiche locali;
- certo: la necessità di impiegare forza lavoro per la realizzazione delle opere comporterà sicuramente l'insorgenza di effetti positivi sul mercato occupazionale;
- a breve termine: le ricadute attese sul sistema occupazionale saranno riscontrabili immediatamente;
- reversibile: gli effetti del cantiere sul sistema occupazionale sono limitati nel tempo;
- non strategico: in relazioni alle caratteristiche dell'intervento non è plausibile ipotizzare effetti significativi e prolungati a scala provinciale o regionale.

9.2 IMPATTO OCCUPAZIONALE IN FASE DI GESTIONE/ESERCIZIO

Per stimare il numero del *personale di guida* necessario all'esercizio della linea tramviaria 4.2 sono state considerate le prescrizioni e le indicazioni contenute all'interno del Decreto ministeriale n.157 del 28/03/2018 "Definizione dei costi standard dei servizi di trasporto pubblico locale e regionale e dei criteri di aggiornamento e applicazione".

Il numero rappresentativo del *fabbisogno di personale* di guida della linea è stato calcolato sulla base dei chilometri complessivi prodotti per anno desunti dal progetto e dalla

velocità commerciale della linea, anch'essa desunta dai documenti progettuali, secondo la seguente equazione:

$$NPG = \frac{Treno - kmp}{HGA \times V \times IPS}$$

Dove:

- NPG è il numero di personale di guida;
- $Treno-kmp$ è il numero di treno-km prodotti nell'anno, cioè la somma della percorrenza annua compresi gli invii;
- V è la velocità commerciale. È intesa come rapporto tra i treno-km per le corse in servizio al pubblico (effettivamente realizzate) e le ore (in decimali) di percorrenza dalla partenza all'arrivo per l'utenza (previste dal programma di esercizio) delle corse in servizio al pubblico (effettivamente realizzate);
- $IPS = 0,90$ è il coefficiente di conversione della velocità commerciale in velocità di servizio espresso come incidenza % della produzione del servizio (compresi quindi gli invii, le pause di inizio e fine corse, nonché quelle necessarie agli invii) sulla velocità commerciale (dato standard);
- $HGA = 1.196,00$ è il numero di ore guida annue per unità di personale di guida (dato standard).

Per quanto riguarda il relativo *personale di movimento* si è utilizzato il rapporto medio tra personale di guida e personale di movimento proposto dal MIT nel decreto ministeriale sopracitato; il numero di personale di movimento è stato quindi così valutato:

$$NPM = NPG \times PMG$$

Con:

- NPG è il numero di personale di guida, di cui sopra;
- $PMG = 0,0881$ è il numero di altro personale di movimento per unità di personale di guida (dato standard).

In totale, si prevede l'incremento occupazionale per l'esercizio della linea di progetto di seguito riportato.

PERSONALE ESERCIZIO LINEA 4.2

Personale di guida	20
Personale di movimento	2
Totale	22 posti lavoro

10. FONTI FINANZIARIE

Per la realizzazione della linea tranviaria L.4.2. di prolungamento tra il Comune di Firenze e quello di Campi Bisenzio, si prevede una copertura finanziaria la cui suddivisione tra i vari soggetti, in relazione alla ripartizione annua, è la seguente:

Tabella 17: fonti finanziarie

	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	
Totale	2020	2021	2022	2023	2024	
€ 21,535,720	€ 289,276	€ 289,276	€ 1,445,024	€ 10,391,782	€ 9,120,361	Comune di Firenze
€ 208,397,449	€ 2,821,869	€ 2,821,869	€ 14,096,096	€ 100,997,298	€ 87,660,316	Ministero
€ 229,933,169	€ 3,111,146	€ 3,111,146	€ 15,541,120	€ 111,389,081	€ 96,780,677	Totale

11. VALUTAZIONE DEL RISCHIO

11.1 ANALISI DI SENSIVITÀ

In ottemperanza alle indicazioni riportate nelle “Linee guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche” (allegato A al D.M. 300/2017)”, a corredo dell’Analisi Costi-Benefici è stata elaborata un’analisi di sensitività per valutare la robustezza del progetto alla variazione di variabili critiche.

Le Linee guida suggeriscono di prendere in considerazioni le un set di variabili che impattano direttamente sull’analisi economica. In particolare, sono state considerate:

- Tempo totale risparmiato nella rete;
- Tasso di crescita della domanda;
- Valore del Tempo (VOT).

Ogni variabile sopracitata è stata fatta variare rispettivamente di:

- +/- 10%;
- +/- 25%.

Il Tasso Interno di Rendimento (TIR) è stato utilizzato come variabile di riferimento. La tabella seguente sintetizza i risultati dell’analisi di sensitività al variare delle variabili di sensitività.

Tabella 18: Analisi di sensitività per la Linea 4.2

Variazione della variabile	TIR in funzione di Risparmio di tempo	TIR in funzione della crescita della Domanda	TIR in funzione del VOT
-25%	6,5%	8,0%	6,5%
-10%	8,2%	8,8%	8,2%
0%	9,3%	9,3%	9,3%
10%	10,4%	9,8%	10,4%
25%	11,9%	10,6%	11,9%

I test mostrano gli stessi risultati del TIR per entrambe le sensitività rispetto al risparmio di tempo nella rete ed al Valore del Tempo: applicare una variazione costante a queste due

variabili critiche conferma lo stesso risultato nell'applicazione della metodologia di calcolo con le ipotesi adottate.

Con riferimento alla sensitività sulla crescita della domanda, il modesto cambiamento dei risultati al mutamento della variabile critica conferma che questa non rappresenta una criticità.

11.2 ANALISI DEI RISCHI

Per individuare i principali rischi connessi alle fasi di attuazione e di esercizio del progetto, è stata effettuata la seguente analisi qualitativa, che riporta anche una descrizione delle strategie di prevenzione e di mitigazione dei singoli rischi. In particolare, l'analisi dei rischi esplicita le condizioni di realizzabilità, individua i soggetti coinvolti, le possibili conseguenze ed i fattori di mitigazione o prevenzione del rischio.

In generale, una buona parte dei rischi sono stati individuati in seguito all'esperienza della realizzazione delle linee tranviarie esistenti (o in fase di ultimazione): quest'esperienza permette anche di mitigare o ridurre l'impatto di molti dei rischi individuati, grazie all'applicazione di soluzioni già sperimentate e ripetibili, dato che si riferiscono al medesimo contesto urbano.

FASE	RISCHIO	CAUSE PRINCIPALI	SOGGETTI COINVOLTI	SOLUZIONI/MITIGAZIONE
FASE DI REDAZIONE DEI PROGETTI E FASE DI GARA	RITARDO	Ritardi nella consegna dei Progetti e nella relativa approvazione	Appaltatore	Efficace sistema di monitoraggio avanzamento attività
		Errata stima di Tempi/Costi	Appaltatore	Processo di validazione e revisione Revisione quadro economico Analisi evoluzione progetti linea T1 e T2
		Modifiche progettuali e varianti	Comune / Appaltatore	Processo di gestione in Qualità della fase di progettazione, analisi congiunta dei risultati e delle alternative di tracciato
		Ritardo nell'acquisizione Permessi/Pareri	Enti competenti (Comune, Comuni contermini, MIT)	Processo di progettazione partecipata da pubblico e da Enti coinvolti;



FASE	RISCHIO	CAUSE PRINCIPALI	SOGGETTI COINVOLTI	SOLUZIONI/MITIGAZIONE	
FASE DI COSTRUZIONE				Acquisizione di pareri preliminari e concertazione delle soluzioni con i vari stakeholders	
		Ricorsi da parte di soggetti esclusi	Enti competenti	Corretta esecuzione procedure di gara	
	RITARDO		Ritardo fornitura dei veicoli	Appaltatore	Esperienza passata; monitoraggio DL
			Ritardo omologazione sistema e autorizzazione ministeriale	Appaltatore	Piano di calendarizzazione anticipato della fase di pre-esercizio
			Reperimenti Archeologici	Comune / Comuni	Studio archeologico
			Proteste legate alla realizzazione dell'opera	Comune / Comuni	Processo di progettazione partecipata (già in atto)
			Proteste legate ai disagi causati dalle cantierizzazioni	Comune / Comuni	Capitalizzazione esperienza passata nella gestione di cantieri di estensione ridotta; anticipo della fase di realizzazione del nuovo Ponte sull'Arno
			Cambiamenti societari compagine appaltatrice	Appaltatore	Attenta selezione compagine appaltatrice sulla base della solidità economica e delle competenze tecniche
		Danneggiamenti durante l'esecuzione dell'Opera	Appaltatore	Sottoscrizione di adeguate coperture assicurative con estensione ai danni indiretti	
	AUMENTO DEI COSTI	Extra costi di Progetto dovuto da Varianti, aumento costi materiali	Comune/Appaltatore/Contratto	Da valutare in funzione di tipologia di contratto; capitalizzazione esperienza passata	
FASE DI ESERCIZIO E GESTIONE	AUMENTO COSTI OPERATIVI	Elevati costi di manutenzione del materiale rotabile	Gestore	Contratto di servizio; scelta di tecnologie diffuse e non prototipali.	
	DEGRADO DEL SERVIZIO	Capacità del Gestore di operare il sistema	Gestore	Esperienza linee esistenti; inserimento allungamenti regolarità	
		Mancato rispetto delle prestazioni contrattuali	Gestore	Penali contrattuali del contratto di gestione del servizio	
	DOMANDA	Aumento della dispersione di regolarità	Comune o società di gestione del sistema semaforico	Sistema di prioritizzazione semaforica; limitazione delle manovre interferenti già sperimentato.	
		Sovradimensionamento della linea	Comune / Comuni	Modifica linee TPL gomma per evitare sovrapposizioni di servizio o migliorare adduzione; tariffazione integrata	
	Sovraffollamento	Comune/Gestore	Possibilità di aumento delle frequenze		



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

FASE	RISCHIO	CAUSE PRINCIPALI	SOGGETTI COINVOLTI	SOLUZIONI/MITIGAZIONE
FASE DI ESERCIZIO E GESTIONE	AUMENTO COSTI OPERATIVI	Elevati costi di manutenzione del materiale rotabile	Gestore	Contratto di servizio; scelta di tecnologie diffuse e non prototipali.
	DEGRADO DEL SERVIZIO	Capacità del Gestore di operare il sistema	Gestore	Esperienza linee esistenti; inserimento allungamenti regolarità
		Mancato rispetto delle prestazioni contrattuali	Gestore	Penali contrattuali del contratto di gestione del servizio
	DOMANDA	Aumento della dispersione di regolarità	Comune o società di gestione del sistema semaforico	Sistema di prioritizzazione semaforica; limitazione delle manovre interferenti già sperimentato.
		Sovradimensionamento della linea	Comune / Comuni	Modifica linee TPL gomma per evitare sovrapposizioni di servizio o migliorare adduzione; tariffazione integrata
		Sovraffollamento	Comune/Gestore	Possibilità di aumento delle frequenze
	RISCHI SOCIALI ED AMBIENTALI	Superamenti rispetto alle previsioni degli impatti sull'inquinamento atmosferico e sulle emissioni sonore	Comune/ Gestore	Procedura ambientale completata secondo elevati standard di qualità. Nella VIA sono state individuate misure di mitigazione, specialmente per la fase di costruzione; tali misure saranno attuate dal beneficiario.
Opposizione pubblica		Comune/ Gestore	La cittadinanza è stata coinvolta durante lo svolgimento della procedura di VIA; tutte le decisioni di rilievo sono state rese pubbliche.	