



COMUNE DI FIRENZE

Sistema Tramviario Fiorentino

RTI Progettisti:



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

PARTE GENERALE Elaborati generali Analisi Costi Benefici

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	CST	RL003	C	—	B382-4.2-SF-CST-RL003-C

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

Sommario

1. INQUADRAMENTO GENERALE	3
1.1 PREMESSA	3
1.2 CONTENUTI DELLA RELAZIONE.....	3
2. METODOLOGIA DELL'ANALISI COSTI-BENEFICI	5
2.1 PREMESSA	5
2.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.3 LINEA 4.2 CON ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO.....	6
2.4 CONCETTI BASE DELL'ANALISI COSTI-BENEFICI	9
2.5 PRINCIPALI IPOTESI ADOTTATE	12
2.6 ANALISI DELLA MOBILITÀ URBANA E PREVISIONE DELLA DOMANDA TRAM	13
3. COSTI DI REALIZZAZIONE	16
3.1 COSTI GENERALI DI INVESTIMENTO.....	16
3.2 VITA UTILE.....	16
3.3 VALORE RESIDUO E DEI COSTI DI RINNOVO-REVISIONE VITA UTILE	17
4. COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE	19
4.1 VALUTAZIONE DEI COSTI GESTIONALI.....	19
5. CALCOLO DEI BENEFICI	21
5.1 RISPARMI DI TEMPO PER GLI UTENTI DEL TRASPORTO PUBBLICO	21
5.2 RIDUZIONE DELLA CONGESTIONE SULLA RETE STRADALE	22
5.3 RIDUZIONE DELL'INCIDENTALITÀ STRADALE.....	23

5.4 RIDUZIONE DELLE EMISSIONI INQUINANTI DA TRAFFICO STRADALE	24
5.5 RIDUZIONE DELLE EMISSIONI ACUSTICHE DA TRAFFICO STRADALE	24
5.6 RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA	25
6. PRINCIPALI CONCLUSIONI E SENSITIVITA'	27
6.1 PRINCIPALI CONCLUSIONI ANALISI COSTI-BENEFICI	27
6.2 ANALISI DI SENSITIVITÀ	29
7. RISULTATI ANALISI COSTI-RICAVI	30
8. APPENDICE	31

1. INQUADRAMENTO GENERALE

1.1 PREMESSA

La progettazione delle estensioni delle linee tranviarie nei comuni di Firenze, Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino si inserisce nel più ampio quadro previsionale del sistema tranviario della Città Metropolitana di Firenze, ideato con l'obiettivo di creare un sistema di mobilità organico, innervato su tutta la Città di Firenze e principali centri urbani limitrofi.

Nell'ambito del documento di fattibilità tecnico economica e conformemente alle "Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche" (allegato A al D.M. 300/2017), in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e alle prestazioni da fornire, viene richiesta una verifica del rapporto tra costi e benefici del progetto per la collettività, l'analisi della fattibilità finanziaria (analisi costi-ricavi), l'Analisi Costi-Benefici (ACB) e l'analisi del rischio e di sensitività del progetto.

La valutazione delle diverse alternative di tracciato per la Linea 4.2 è stata presentata a Maggio 2019 nel Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali. A seguito di tale analisi e sulla base delle interlocuzioni e prescrizioni ricevute dagli enti competenti, è stato sviluppato il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica dell'estensione della Linea 4.2 a Campi Bisenzio.

Il presente documento riporta l'Analisi Costi-Benefici, l'analisi costi-ricavi, e l'analisi del rischio e sensitività dell'alternativa progettuale prescelta della Linea 4.2 con estensione per Campi Bisenzio.

1.2 CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Il presente documento si sviluppa su 7 Capitoli all'interno dei quali vengono illustrati i diversi indicatori e le analisi svolte coerentemente con il Capitolato Tecnico e la normativa di riferimento. In particolare:

- Il Capitolo 2 illustra la metodologia alla base della Analisi Costi-Benefici, la normativa di riferimento e le principali ipotesi adottate;

-
- Il Capitolo 3 riporta i principali costi di realizzazione dell'opera;
 - Il Capitolo 4 riassume i principali costi di gestione e manutenzione dell'infrastruttura;
 - Il Capitolo 5 illustra i risultati dell'analisi Costi Benefici;
 - Il Capitolo 6 riporta le principali conclusioni dell'analisi Costi Benefici e l'analisi di Sensitività;
 - Il Capitolo 7 riporta i risultati dell'analisi Costi Ricavi.

2. METODOLOGIA DELL'ANALISI COSTI-BENEFICI

2.1 PREMESSA

In coerenza con le previsioni del DPCM 3 Agosto 2012, l'Analisi Costi-Benefici è il principale strumento che deve essere utilizzato per la valutazione di investimenti pubblici. In questo ambito, l'analisi economica viene condotta a partire dall'analisi finanziaria dell'investimento utilizzando specifiche ipotesi/parametri relativamente a:

- conversione dei valori finanziari in valori economici;
- analisi degli effetti (benefici/costi) per gli utenti e la collettività con indicazione dei parametri da utilizzare per la monetizzazione;
- attualizzazione dei valori economici per il calcolo degli indicatori di convenienza economica.

Il confronto fra lo Scenario Progettuale e lo Scenario Programmatico di riferimento è stato sviluppato considerando gli indicatori trasportistici alla base della metodologia di Analisi Costi-Benefici, per poter valutare in maniera omogenea e tangibile i benefici e i costi di ciascuno di essi. Gli impatti positivi e negativi per la collettività – non necessariamente di natura economica – sono stati sviluppati considerando gli aspetti socioeconomici indicati dalle Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche (D. Lgs. 228/2011), quali l'effetto dei miglioramenti dei tempi di circolazione, l'impatto ambientale, la qualità del servizio di trasporto offerto nelle aree interessate, la diminuzione della congestione, ecc.

2.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Ai sensi dell'Allegato I del DPCM 3 agosto 2012, l'intervento di estensione del sistema tramviario fiorentino nei Comuni di Firenze, Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino, in quanto trattasi di intervento riconducibile alle "Opere di qualsiasi dimensione, [...] per le quali è prevista una tariffazione di servizio", richiede, ai sensi del nuovo Codice degli Appalti (D.Lgs 50/2016), che il progetto di fattibilità includa tra i documenti valutativi una Analisi Costi-Benefici.

In assenza di indicazioni aggiornate in merito da parte del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti (MIT), la metodologia seguita ricalca in maniera semplificata le indicazioni suggerite dall'Addendum all'avviso di presentazione istanze per l'accesso alle risorse per il trasporto rapido di massa del 9 Ottobre 2018 ed il suo aggiornamento 2019. La metodologia comprende una stima dei costi e dei benefici economici dell'intervento progettuale, che viene confrontato con uno scenario di riferimento programmatico.

Inoltre, la presente analisi è stata sviluppata prendendo a riferimento le "Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 1 Giugno 2017.

Ulteriori studi, Regolamenti e Linee Guida nazionali ed europee, consultate e prese a riferimento, sono:

- "Infrastrutture utili, Guida Operativa alla valutazione ex ante degli investimenti pubblici", MIT, Nuova Struttura Tecnica di Missione, Novembre 2016
- "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects", Dicembre 2014, DG Regio, European Commission;
- "Lo Studio di fattibilità nei progetti locali realizzati in forma partenariale: una guida e uno strumento", luglio 2014, UVAL-IRPET;
- "Update of the handbook on external costs of transport", 2014, DG MOVE, Commissione Europea;
- "Linee guida per la misura dei Costi Esterni nell'ambito del PON Trasporti 2000-2006", Quaderni del PON Trasporti, 2008.

2.3 LINEA 4.2 CON ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

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 5,543 km.



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 linea si sviluppa all'interno di tessuti variegati: in contesti urbani all'interno dell'abitato di Campi Bisenzio, alle Piagge e a Brozzi; extraurbani tra San Donnino e San Piero a Ponti.

Le undici fermate ipotizzate sono così suddivise nel territorio:

- quattro nel comune di Firenze (Nave di Brozzi, Campania, Abruzzi, San Donnino);
- sette nel comune di Campi Bisenzio (Pistoiese, Castagno, Repubblica, Racchio, Palagetta, Giordano Bruno, Rucellai).

Il tracciato interferisce con la viabilità esistente per solo una parte ridotta della sua estensione, dal momento che gran parte del suo sviluppo si affianca a direttrici principali di traffico senza comportare modifiche alla sede stradale attuale. Le intersezioni previste con la viabilità esistente sono dieci e necessitano di un impianto semaforizzato per garantire la regolazione dei 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, ovvero 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 Sesto.

Nella fase di redazione del tracciato, è stata verificata la compatibilità con i progetti di espansione nell'area nei pressi di via Palagetta e della nuova rotonda "San Donnino" lungo la S.R.T 66 variante Pistoiese.

Lungo il tracciato sono state individuate delle aree da destinarsi a parcheggi, per favorire lo scambio intermodale traffico privato trasporto pubblico.

Scenari Progettuali per l'analisi Costi-Benefici

L'analisi di confronto fra la soluzione progettuale prescelta è stata sviluppata sulla base della definizione degli Scenari di Riferimento indicati da Capitolato Tecnico, ovvero uno Scenario Programmatico (o Scenario di Riferimento) e uno Scenario Progettuale che rappresenta la soluzione progettuale prescelta.

Lo **Scenario di Riferimento** è stato costruito sul principio di “*Business as Usual*”, come definito dalle “Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche”. Lo scenario di riferimento presenta le performance trasportistiche dello scenario corrispondente all’esercizio delle **Linee tranviarie 1, 2, 3.1** (già in esercizio) e **4.1** (già finanziata al 100% con contributi pubblici e prevista in esercizio nel 2024).

Nello scenario di riferimento, inoltre, sono stati inclusi tutti i progetti di trasporto pubblico, stradali ed urbanistici programmati per essere in esercizio, in coerenza con la strategia di mobilità urbana sancita in nei diversi strumenti pianificatori approvati. La previsione dello scenario di riferimento è stata costruita sulla base di due scenari modellistici: 2025 (anno di entrata in esercizio della linea 4.2, ovviamente non inclusa nelle analisi) e 2035 (orizzonte di lungo termine per la completa attivazione degli interventi urbanistici del Nuovo Piano Strutturale del Comune di Campi Bisenzio).

Lo **Scenario di Progetto** presenta l’esercizio della linea tranviaria a partire dal 2025, così come descritto nel Progetto di Fattibilità Tecnica e nello Studio Trasportistico. Oltre all’anno 2025 è stato elaborato uno scenario di progetto per il 2035, in cui l’aggiornamento della matrice di domanda a seguito delle espansioni urbanistiche previste è coerente con lo scenario di riferimento precedentemente citato.

Per entrambi gli scenari, gli indicatori per anni compresi fra il 2025 ed il 2035 sono stati stimati tramite interpolazione lineare; dopo il 2035, sono stati incrementati proporzionalmente alle crescite della popolazione della Regione Toscana previste da Eurostat.

2.4 CONCETTI BASE DELL’ANALISI COSTI-BENEFICI

Il concetto su cui si basa l’ACB è la misura delle variazioni di surplus sociale che la realizzazione di un progetto genera per la collettività. Nella misura del surplus sociale entrano sia i costi privati dei cittadini (tempo, costi monetari, etc.), che i principali effetti di carattere ambientale, i quali,

oltre a contribuire alla qualità della vita della comunità coinvolta, contribuiscono a determinare la sostenibilità globale delle azioni.

Quando il surplus aumenta dallo scenario programmatico a quello progettuale, la collettività ottiene un aumento del proprio benessere, per cui, se vi sono le risorse per realizzarlo, il progetto è socialmente vantaggioso e andrebbe realizzato.

La misura di questo surplus è condotta attraverso la monetizzazione di tutte le voci di costo coinvolte dal progetto, sia per quanto riguarda i costi a cui corrisponde un effettivo esborso monetario, sia per quelli non tangibili (come l'inquinamento, il risparmio di tempo, ecc.).

Altro elemento chiave è l'attualizzazione di costi e benefici futuri, attraverso l'utilizzo di un tasso di sconto intertemporale. Questo concetto traduce il fatto che un beneficio goduto oggi è, sotto tutti i punti di vista, preferibile ad un beneficio uguale goduto in futuro, mentre l'opposto avviene per i costi.

I **benefici economici** riguardano l'insieme di risorse reali addizionali di cui la collettività nel suo complesso ed in particolare gli utenti del Tram potranno disporre grazie alla realizzazione delle nuove tratte, benefici che sono classificati in:

- **benefici diretti**, cioè i benefici ricadenti sugli utenti del Tram;
- **benefici indiretti**, cioè i benefici ricadenti indirettamente sulla collettività.

I costi economici sono invece costituiti dal valore sociale delle risorse sottratte ad usi alternativi, sia nella fase di realizzazione che di esercizio. Anche in questo caso possono essere individuati:

- **costi diretti**, ossia il valore sociale delle risorse direttamente necessarie per realizzare le nuove tratte ed assicurarne la manutenzione/gestione;
- **costi indiretti**, costituiti dalle eventuali esternalità negative associate alla realizzazione ed all'utilizzo delle nuove tratte.

Una volta quantificati e valutati in termini monetari tutti i costi e i benefici delle diverse alternative progettuali, è possibile, quindi, misurarne la performance economica attraverso i seguenti indicatori:

- **Valore Attuale Netto (VAN):** differenza tra benefici e costi sociali totali attualizzati, attraverso il tasso di sconto intertemporale;
- **Rapporto B/C:** il rapporto tra benefici e costi economici attualizzati;
- **Tasso Interno di Rendimento (TIR):** il tasso che rende il VAN = 0 e che deve essere >1 per giustificare l'intervento.

Costi

I costi diretti, relativi alla fase di realizzazione, comprendono i costi delle opere civili, degli impianti elettro-ferroviari, del materiale rotabile e i costi generali legati alla progettazione, espropri ed interferenze oltre che agli oneri per la sicurezza.

I costi relativi alla fase di esercizio, sono costituiti dalle spese che sosterrà il futuro gestore del servizio. In particolare i costi di esercizio comprendono, oltre ai costi per il personale di guida, tutti i costi per la manutenzione ordinaria e straordinaria di ciascuna Linea Tram in estensione a quelle di riferimento.

Benefici

I benefici diretti ed indiretti derivanti dall'entrata in esercizio dell'estensione del sistema tramviario sono riportati in termini di:

- **Risparmi di tempo** per gli utenti del Tram calcolati in funzione della tipologia di domanda attesa sul Tram in termini di domanda tendenziale, indotta e da diversione modale;
- **Riduzione della congestione sulla rete stradale** per gli utenti che continuano ad utilizzare il trasporto privato;
- **Riduzione dell'incidentalità stradale** da traffico stradale calcolata in funzione della variazione delle percorrenze per ciascuna modalità di trasporto;

- **Riduzione delle emissioni inquinanti** da traffico stradale calcolata come per l'incidentalità in funzione della variazione delle percorrenze per ciascuna modalità di trasporto;
- **Riduzione delle emissioni acustiche** da traffico stradale calcolata come per l'incidentalità in funzione della variazione delle percorrenze per ciascuna modalità di trasporto;
- **Riduzione delle emissioni di gas serra** calcolata in funzione della variazione delle percorrenze per ciascuna modalità di trasporto e dei consumi.

2.5 PRINCIPALI IPOTESI ADOTTATE

L'intera analisi è stata impostata seguendo un **approccio incrementale** tra lo scenario programmatico di riferimento ed i singoli scenari progettuali.

Per il confronto fra gli scenari è stato considerato un orizzonte temporale di analisi pari a **25 anni**, a partire dal 2025 – anno previsto per l'apertura dell'infrastruttura – fino al 2049.

Domanda di progetto e di rete

L'analisi della domanda catturabile dall'estensione della Linea Tram è uno degli aspetti fondamentali per determinare i principali benefici economici del progetto. L'analisi della domanda per la nuova linea tram viene riportata nel dettaglio all'interno dello Studio Trasportistico e relativi Allegati.

Oltre alla domanda di Progetto, nello Studio Trasportistico si riporta la Domanda di Rete in modo da valutare effetti di decongestionamento sulla rete stradale grazie all'introduzione del Tram.

Offerta di progetto e di rete

L'offerta di Progetto e di Rete vengono utilizzate per determinare i costi di esercizio, le esternalità e i costi durante l'orizzonte temporale di analisi. La descrizione puntuale dell'offerta

di trasporto, sia pubblico che privato, utilizzata per lo studio della domanda sulla nuova Linea Tram viene descritta nel dettaglio nella Relazione Trasportistica.

Si è assunto che l'offerta di Progetto e le caratteristiche delle reti stradale e di trasporto pubblico negli scenari di riferimento Programmatico e di Progetto, al contrario della domanda che evolve di anno in anno, rimangano costanti durante tutti gli anni di analisi.

L'offerta di Rete serve invece a determinare una parte dei benefici economici, in particolare la riduzione dei costi di esercizio della rete TPL e la riduzione delle esternalità negative del trasporto pubblico e privato.

Input macroeconomici

L'analisi economica utilizza prezzi reali, con valori costanti nel corso degli anni.

Secondo quanto indicato nelle "Linee Guida per la Valutazione degli investimenti in Opere Pubbliche" del MIT (novembre 2016), il tasso di sconto intertemporale utilizzato nell'analisi economica è stato ipotizzato pari al 3%.

L'anno per l'attualizzazione dei flussi di cassa per il calcolo del VAN e dell'indice B/C per l'analisi è l'anno 0, anno antecedente all'inizio della concessione.

I costi di investimento, i costi di esercizio e i costi di manutenzione straordinaria inclusi nell'ACB sono a prezzi di mercato senza correzione di eventuali effetti distortivi. Non sono stati dunque applicati né prezzi ombra, né coefficienti di conversione, ma tutti i flussi sono stati rappresentati al netto di eventuali imposte indirette (ad esempio l'IVA) e di altri trasferimenti.

2.6 ANALISI DELLA MOBILITÀ URBANA E PREVISIONE DELLA DOMANDA TRAM

La metodologia utilizzata per l'analisi domanda e dell'offerta per la nuova Linea Tram viene riportata nel dettaglio all'interno dello Studio Trasportistico e relativi Allegati.

Le reti di tipo privato, pubblico e pedonale sono state implementate sull'area urbana con sufficiente dettaglio, includendo tutte le linee ATAF&LINEA e tutte le strade necessarie agli

spostamenti interzonalì e all'accesso alla rete di TPL. Il modello di traffico utilizzato per lo studio simula entrambe le tipologie di utenza, sistematica e non sistematica.

Per quel che riguarda gli scenari di simulazione gli anni di analisi sono stati:

- anno base di calibrazione: **2019**
- anno di analisi e simulazione Scenario Programmatico di Riferimento e Progettuale, coincidente con la messa in esercizio delle linee tranviarie: **2025**
- anno di analisi e simulazione Scenario Programmatico di Riferimento Progettuale, coincidente con la completa attivazione delle previsioni urbanistiche del Nuovo Piano Strutturale del Comune di Campi Bisenzio: **2035**

Lo scenario di riferimento rappresenta lo scenario di "Business as usual" all'anno in cui verrà valutato anche lo scenario di progetto, il **2025**.

All'anno **2025** vengono considerati tutti gli interventi di modifica alla rete stradale previsti dagli strumenti di programmazione così come riportati nello Studio Trasportistico.

Per quanto riguarda il TPL su gomma vengono introdotte una serie di modifiche all'assetto delle Linee che interessano direttamente l'area di studio, per il dettaglio si faccia riferimento allo Studio Trasportistico.

Le caratteristiche dell'alternativa di tracciato prescelta e i risultati del modello di assegnazione della domanda sono riportati di seguito.

Linea	Lunghezza (m)	Velocità commerciale (Km/h)	Intertempo (min)	Tempo medio percorrenza (min)	Tempo di giro (min)	Mezzi
4.2	5.562		6' 25"	17'57"		9
4.2+4.1	11.661	19,35	6' 25"	18'12"	82'	16

Tabella 1: Caratteristiche della linea

				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
Domanda	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 2: Risultati dell'assegnazione del modello di rete

3. COSTI DI REALIZZAZIONE

3.1 COSTI GENERALI DI INVESTIMENTO

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 3: Ammontare dell'investimento per tipologia (€ 2018)

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.

3.2 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 4: Vita utile del Progetto

3.3 VALORE RESIDUO E DEI COSTI DI RINNOVO-REVISIONE VITA UTILE

Il Valore Residuo del progetto nell'ultimo anno di analisi risulta pari a €50,9 milioni 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.

4. COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE

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.

4.1 VALUTAZIONE DEI COSTI GESTIONALI

I costi operativi per ciascun mezzo di trasporto è stato calcolato 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.

5. CALCOLO DEI BENEFICI

In questo capitolo vengono esplicitati la struttura di riferimento e il metodo di calcolo dei benefici economici.

Il bilancio economico della nuova Linea 4.2 deve considerare tutte le voci in gioco, sia quelle monetizzabili che quelle non monetizzabili. I costi di infrastrutturazione e gestione della Linea 4.2 devono essere necessariamente e puntualmente posti a confronto non solo con i benefici derivanti dalla riduzione del costo generalizzato di trasporto per gli utenti, ma anche, a titolo esemplificativo e non esaustivo, con la riduzione della congestione e dell'inquinamento (a cui è riconducibile un significativo risparmio in termini di spesa sanitaria), con i benefici indiretti derivanti dalle opportunità in termini di rigenerazione urbana soprattutto per le zone periferiche.

I benefici economici computati in questa analisi sono quelli indicati nelle Linee Guida del ministero al paragrafo 3.3.2, dove sono suggeriti sia gli impatti diretti interni sia quelli esterni. Nell'Analisi Costi Benefici non sono inclusi i proventi da traffico che vengono comunque riportati nell'Analisi Costi Ricavi del capitolo successivo.

5.1 RISPARMI DI TEMPO PER GLI UTENTI DEL TRASPORTO PUBBLICO

Premesse ed ipotesi

I risparmi medi nei tempi di viaggio per l'utenza della linea tranviaria e per i mezzi privati sono calcolati utilizzando l'assegnazione della domanda effettuata dal modello di traffico multimodale.

Il valore monetario dei risparmi di tempo corrisponde a 11,38 €/ora. In via cautelativa, come imposto dalle formule del MIT, il valore del tempo è stato mantenuto costante.

Principali risultati

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 tranviaria 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.

5.2 RIDUZIONE DELLA CONGESTIONE SULLA RETE STRADALE

Principali risultati

La realizzazione della linea tranviaria ed il conseguente ingombro della piattaforma riservata, produce diversi effetti sul trasporto privato:

- diminuzione di capacità della rete stradale;
- diversa scelta di itinerario dei veicoli, con conseguente aumento dei tempi di percorrenza e allungamento dei percorsi;
- l'effetto del miglioramento dell'offerta di TPL si riflette in una diversione modale a favore del mezzo pubblico: il numero di veicoli circolanti decresce e con esso l'impatto sulla congestione stradale e di conseguenza il tempo di viaggio.

La quantificazione monetaria della variazione della congestione sulla rete stradale è consistente e quantificabile complessivamente in poco più di 121,5 milioni di Euro.

5.3 RIDUZIONE DELL'INCIDENTALITÀ STRADALE

La variazione dell'incidentalità è funzione della variazione delle percorrenze chilometriche di ciascun modo di trasporto. I parametri di costo marginale utilizzati sono indicati nelle Linee Guida e sono costanti per tutto il periodo di analisi.

Variabile/Beneficio	Unità	€2018
Costo marginale dell'incidentalità (tram)	Euro/veicolo/Km	0
Costo marginale dell'incidentalità (autobus)	Euro/veicolo/Km	0,043
Costo marginale dell'incidentalità (auto)	Euro/veicolo/Km	0,007

Tabella 5: Valori unitari riduzione incidentalità stradale (anno 2018)

Principali risultati

Le variazioni delle percorrenze hanno effetto anche sulla monetizzazione dell'incidentalità, dato che sono stimate sulla base del costo unitario delle percorrenze. Complessivamente, sull'intero periodo di concessione i benefici dovuti alla riduzione dell'incidentalità stradale corrispondono a 2,0 milioni di Euro.

5.4 RIDUZIONE DELLE EMISSIONI INQUINANTI DA TRAFFICO STRADALE

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

Principali risultati

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.

5.5 RIDUZIONE DELLE EMISSIONI ACUSTICHE DA TRAFFICO STRADALE

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 7: Valori unitari riduzione emissioni acustiche (anno 2018)

Principali risultati

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.

5.6 RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA

La riduzione delle emissioni di gas che concorrono al riscaldamento globale (principalmente CO₂) è stato calcolato 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.

Principali risultati

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

6. PRINCIPALI CONCLUSIONI E SENSITIVITA'

6.1 PRINCIPALI CONCLUSIONI ANALISI COSTI-BENEFICI

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).

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
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%

Tabella 8: Indicatori Costi-Benefici (attualizzazione con tasso di sconto intertemporale del 3%)

6.2 ANALISI DI SENSITIVITÀ

Conformemente con le 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.

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%

Tabella 9: Analisi di sensitività per la Linea 4.2

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.

7. RISULTATI ANALISI COSTI-RICAVI

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.

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 10: 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.

8. Appendice

Sono state realizzate ulteriori analisi di sensitività per approfondire le variabili più significative e determinanti per i risultati delle analisi.

In particolare, dato che la riduzione della congestione sulla rete stradale risulta coprire la maggior parte dei benefici, grazie al tempo risparmiato sulla rete, è stata effettuata una sensitività ulteriore considerando come proxy la variazione delle percorrenze stradali fra -5% e 5%, valori proporzionati alla scala metropolitana del modello.

Variazione della variabile Tempo risparmiato sulla rete	TIR in funzione delle percorrenze chilometriche su strada
-5,0%	23,4%
-2,5%	17,0%
0,0%	9,3%
2,5%	-1,0%
5,0%	n.d.

Tabella 11: Analisi di sensitività del TIR sulla congestione

I risultati mostrano una elevata sensibilità del modello alla variazione della congestione: una piccola riduzione delle stesse genera un sensibile incremento del TIR e tale risultato è coerente con il modello di calcolo elaborato dal Ministero in cui il parametro di congestione è il principale elemento generatore di benefici.

Sono state elaborate infine una serie di sensitività legate a parametri di crescita della Domanda e del Valore del Tempo.

Per quanto riguarda le ipotesi sulla previsione della Domanda di passeggeri sono state confrontati gli scenari di sensitività in funzione delle stime di crescita della popolazione (ipotesi di base) e del PIL (ipotesi di sensitività). In particolare, quest'ultimo test è stato elaborato coerentemente con l'evoluzione del VOT, ipotizzata proporzionale alle stime di crescita del PIL

pro-capite reale secondo le stime di lungo termine riportate dall' Economist Intelligent Unit per il periodo 2018-2050 (0,7% su base annua). I risultati mostrano una sensibilità ridotta nella variazione del TIR alla variazione della crescita della domanda, compresa fra -25% e 25% nei test di sensitività.

Variazione della variabile	TIR con crescita della Domanda in funzione della popolazione	TIR con crescita della Domanda in funzione del PIL
-25,0%	8,0%	8,1%
-10,0%	8,8%	8,9%
0,0%	9,3%	9,5%
10,0%	9,8%	10,0%
25,0%	10,6%	10,7%

Tabella 12: Analisi di sensitività del TIR in funzione delle previsioni di crescita della domanda

Relativamente al Valore del Tempo le ipotesi si basano su:

- Ipotesi di base indicata dal Ministero, ovvero crescita zero;
- Crescita del PIL pro-capite reale secondo le stime dell' Economist Intelligent Unit per il periodo 2018-2050 (0,7% su base annua).

Alle proiezioni del VOT due casi sono state applicate sensitività riducendo o incrementando i valori fra -25% e 25%.

Variazione della variabile	VOT base – Crescita zero	VOT con crescita PIL
-25%	6,5%	7,1%
-10%	8,2%	8,8%
0%	9,3%	9,9%
10%	10,4%	10,9%
25%	11,9%	12,5%

Tabella 13: Analisi di sensitività del TIR sulla crescita del VOT

Come prevedibile, i risultati confermano che la sensitività del TIR dello scenario base con crescita zero del VOT è cautelativa rispetto ad una eventuale ipotesi alternativa in cui l'evoluzione del VOT è dettata dalle stime del PIL.