

## SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA

Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti  
tra Ponte a Moriano ed i caselli dell'autostrada A11  
del Frizzone e di Lucca Est - 1° Stralcio

### PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTAZIONE:** ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

**I PROGETTISTI:**

*Ing. Vincenzo Marzi*  
*Ordine Ing. di Bari n. 3594*

*Ing. Giuseppe Danilo Malgeri*  
*Ordine Ing. di Roma n. A34610*

*Geol. Serena Majetta*  
*Ordine Geologi del Lazio n. 928*

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Geom. Fabio Quondam*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :**

*Ing. Achille Devitofranceschi*

PROTOCOLLO

DATA

### ELABORATI GENERALI

Analisi Costi Benefici

CODICE PROGETTO

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.

**L****O****6****0****1****A**    **D**    **1****6****0****1**

NOME FILE

T00EG00GENRE05\_A

CODICE  
ELAB.

**T****0****0****E****G****0****0****G****E****N****R****E****0****5**

REVISIONE

SCALA

**A**

-

D

C

B

A

EMISSIONE

GEN 2019

P. D'Armini

I. Coppa

V. Marzi

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## INDICE

1	Premessa.....	2
2	Costi di Realizzazione e Costi di Gestione .....	3
3	Benefici Trasportistici .....	5
4	Variazione della Sicurezza .....	8
5	Benefici Ambientali -Variazione Inquinamento atmosferico .....	11
6	Analisi di Fattibilità Economica.....	14
7	Analisi di sensitività.....	16

## 1 PREMESSA

L'analisi costi-benefici (ACB) è lo strumento più frequentemente utilizzato nella valutazione di progetti di interesse collettivo e si configura come uno strumento di supporto per il policy maker in un'ottica di ottimizzazione dell'allocazione delle risorse.

Nella valutazione degli effetti economici dell'investimento, l'ACB considera solamente gli aspetti differenziali ed incrementali dello stesso. L'analisi è dunque sviluppata sulla differenza tra benefici e costi incrementali del progetto ("con intervento") e benefici e costi incrementali che si potrebbero altrimenti manifestare in assenza di intervento ("senza intervento").

Essendo l'analisi costi-benefici uno strumento di valutazione della fattibilità di un investimento dal punto di vista della collettività, occorre considerare unicamente il costo effettivo per lo Stato. I valori utilizzati sono quindi "economici" (costo effettivo per lo Stato al netto delle tasse e dei trasferimenti allo stesso sotto altra forma) e non "finanziari" (spesa sostenuta per la realizzazione e gestione dell'intervento). La trasformazione dei costi da finanziari in economici avviene mediante l'applicazione di opportuni fattori di conversione.

L'analisi attribuisce all'infrastruttura di progetto una vita utile di 30 anni e considera un valore residuo nullo delle opere al termine della vita utile.

Gli indicatori di rete alla base dell'Analisi Costi Benefici sono stati desunti dai risultati dello Studio Trasportistico allegato al progetto (documento T00EG00GENRE03A) ed all'aggiornamento dello stesso finalizzato alle verifiche di funzionalità delle intersezioni (documento T00EG00GENRE04A).

Gli indicatori fanno riferimento allo scenario infrastrutturale di primo stralcio che prevede un'estensione longitudinale complessiva di circa 11,96 km così suddivisi:

- Asse Nord-Sud, che si connette a Nord con la S.S. 12 e a Sud con la nuova "rotatoria Antraccoli Est", nell'omonima località, per uno sviluppo totale di circa 5,67 km;
- Asse Ovest-Est, che dalla nuova "rotatoria Antraccoli Ovest", procedendo in direzione Sud lungo la S.P. "Madonnina", si dirama in direzione Ovest (Lucca centro) fino a collegarsi con la nuova rotatoria Ospedale S. Luca, per uno sviluppo totale di circa 1,65 Km;
- Asse Est-Ovest, ottenuto principalmente mediante l'adeguamento della viabilità esistente, che dalla nuova intersezione "rotatoria Antraccoli Est" si sviluppa in direzione Est verso il nuovo casello di Capannori in località Frizzone, per uno sviluppo totale di circa 4,64 Km.

Inquadrata nei termini suddetti la Verifica di Fattibilità Economica dell'intervento progettuale del Sistema Tangenziale di Lucca è svolta secondo la procedura standard propria dell'Analisi Costi/Benefici, il cui sviluppo operativo è descritto nei capitoli seguenti che analizzano e

riportano le singole voci che compongono l'analisi. Il Capitolo finale fornisce i risultati della Costi Benefici e le verifiche di sensitività.

La tabella seguente evidenzia, ai vari orizzonti temporali, la variazione giornaliera degli indicatori trasportistici di rete (tra scenario di progetto e di riferimento) alla base di tutte le analisi di sostenibilità economica. Si evidenzia che non sono state fatte, cautelativamente, ipotesi di crescita dopo il 2044, per cui la variazione degli indicatori resta costante.

Confronto indicatori di rete Scenario di Progetto / Scenario di Riferimento – DATI GIORNALIERI	Domanda passeggeri (Veicoli Leggeri)		Domanda merci (Veicoli Pesanti)	
	Variazione Veicoli*Km	Variazione Veicoli*h	Variazione Veicoli*Km	Variazione Veicoli*h
Anno 2024	42.222	-2.010	5.383	-458
Anno 2034	49.062	-2.335	6.480	-552
Anno 2044	56.380	-2.683	7.662	-653
Anno 2054	56.380	-2.683	7.662	-653

*Tabella 1.1- Variazione degli indicatori di rete – Dati giornalieri*

## 2 COSTI DI REALIZZAZIONE E COSTI DI GESTIONE

I costi di costruzione, derivanti dal quadro economico di progetto, prevedono un investimento complessivo pari a circa 111 Mil€, suddiviso negli anni ipotizzando tre anni di realizzazione del primo stralcio funzionale, con inizio dell'investimento al 2021 ed entrata in esercizio al 2024.

La trasformazione dei costi da finanziari in economici ha utilizzato un fattore medio di conversione pari a 0,82. Il fattore medio è ottenuto considerando le usuali categorie di importo lavori: materiali, manodopera, trasporti e noli, ciascuno con il proprio tasso di conversione da valore finanziario ad economico. Il tasso di conversione medio è ottenuto come media pesata tra i singoli tassi di conversione delle voci di spesa e la percentuale di spesa a queste voci imputata.

Ai fini dell'Analisi da tali costi è stata scomputata, in quanto trasferimento interno alla collettività, l'IVA, facendo riferimento ad un costo di investimento arrotondato circa a € 111.000.000 come da Quadro Economico allegato e "spalmando" tale valore sulle annualità precedentemente descritte.

<b>COSTI DI INVESTIMENTO – Primo stralcio Funzionale</b>			
	<b>Finanziario €</b>	<b>Coeff. Trasf.</b>	<b>Economico €</b>
2021	33.300.000	0,82	27.306.000
2022	44.400.000		36.408.000
2023	33.300.000		27.306.000
	<b>111.000.000</b>		<b>91.020.000</b>

SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA  
Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti tra Ponte a Moriano  
ed i caselli dell'autostrada A11 del Frizzone e di Lucca Est - 1° Stralcio

Progetto Definitivo

*Tabella 2.1– Costi Finanziari ed Economici*

Per quanto riguarda i costi di Gestione (esercizio e manutenzione) sono stati utilizzati i valori annui delle spese previste su base parametrica di derivazione ANAS e pari a 30.000,00 €/km all'anno (Strada Extraurbana Secondaria di tipo C1/C2).

Considerando l'estesa complessiva dell'infrastruttura ne è derivato un costo di manutenzione annuo di 350.000,00 €/anno circa, dei quali 287.500,00 €/anno di costi economici per l'esercizio e la manutenzione del solo primo stralcio.

<b>A)</b>	<b>Lavori a base di Appalto</b>			
a1	Sommano i Lavori a Corpo e a Misura		€ 72.962.727,98	
a2	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso		€ 4.377.763,68	
a3	protocollo di legalità (non soggetto a ribasso)	0,30%	€ 232.021,47	
<b>a4</b>	<b>Totale lavori più servizi</b>	a1+a2+a3	€ 77.572.513,13	<b>€ 77.572.513,13</b>
a5	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso		€ 4.609.785,15	
<b>a6</b>	<b>Importo lavori soggetto a ribasso</b>	a4-a5	€ 72.962.727,98	
<b>B)</b>	<b>Somme a disposizione della stazione appaltante</b>			
b1	Interferenze		€ 4.818.000,00	
b2	Rilievi , accertamenti ed indagini		€ 200.000,00	
b3	Allacciamenti ai pubblici servizi		€ 180.000,00	
b4	Imprevisti	max 8%	€ 1.746.840,65	
b5	Acquisizione Aree ed Immobili Imposte di registro, ipotecarie e catastali		€ 8.100.000,00	
b6	Fondo art.113 c. 2 D.Lgs.50/2016		€ -	
b7	Spese tecniche per attività di collaudo	0,1502%	€ 116.513,91	
b8	Spese per i Commissari di cui all'art.205 c.5 e 209 c.16 D.Lgs.50/2016	0,10%	€ 77.572,51	
b9	Spese per Commissioni giudicatrici art.77 c.10 D.Lgs.50/2016	0,10%	€ 77.572,51	
b10	Copertura assicurativa art.25 c. 4 D.Lgs. 50/2016	0,40%	€ 310.290,05	
b11	Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche		€ 100.000,00	
b11a	Contributo ANAC		€ 800,00	
b12	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche	1,30%	€ 1.005.426,39	
b13	Spese per domanda di pronuncia di compatibilità ambientale ( solo nel caso in cui questa voce ricorra andrà applicato a tutti gli importi esclusi espropri e oneri di legge su spese tecniche)		€ 58.501,61	
b14	Oneri di legge su spese tecniche (4% di b7+b8+b9)		€ 10.866,36	
b15	Attività di sorveglianza e indagini archeologiche		€ 150.000,00	
b16	Monitoraggio ambientale		€ 2.778.172,91	
b17	Monitoraggio geotecnico e geomorfologico		€ 500.000,00	
b18	Fornitura barriere di sicurezza ANAS e corpi illuminanti (solo a led)		€ 1.284.218,31	
b19	Bonifica ordigni bellici legge 177/12		€ 600.000,00	
<b>b20</b>	<b>Totale Somme a Disposizione</b>			<b>€ 22.114.775,22</b>
<b>C)</b>	<b>Oneri d'investimento</b>	11,2%		<b>€ 11.164.976,30</b>
	<b>Totale Importo Investimento</b>	A4+B20+C		<b>€ 110.852.264,65</b>
<b>D)</b>	<b>IVA per memoria</b>	22%	€ 19.764.722,50	

*Figura 2.1 Quadro Economico di Progetto*

### 3 BENEFICI TRASPORTISTICI

La modellistica di simulazione applicata al Primo Grafo di Lavoro – situazione “Senza Intervento” ed al Secondo Grafo di Lavoro – situazione “Con Intervento” individua le variazioni dei parametri che definiscono il Costo Generalizzato di Trasporto e cioè:

- Tempo totale di viaggio passeggeri
- Totale di veicoli • km passeggeri (autovetture equivalenti)
- Tempo totale di viaggio merci
- Totale dei veicoli • km merci (autocarri equivalenti).

Per differenza tra situazione “Con Intervento” e situazione “Senza Intervento” si ricava la variazione nell’area di studio degli indicatori, determinata dall’entrata in esercizio dell’intervento.

I valori ottenuti dalla variazione annua di tali parametri sono riportati nella tabella 3.1; le variazioni giornaliere degli indicatori di rete sono quelli riportati nella premessa dell’Analisi Benefici Costi e nella relazione trasportistica, a cui si rimanda.

La procedura di valutazione del costo generalizzato del trasporto utilizza i dati desumibili da pubblicazioni specializzate del settore relativi al costo di trazione dei veicoli (QUATTORRUOTE, per ciò che concerne i veicoli leggeri, e TUTTOTRASPORTI, per quanto riguarda i veicoli pesanti) ed un valore del costo del tempo opportunamente determinato sulla base di analisi già effettuate in altri studi di valutazione tecnico-economica disponibili in letteratura ed in base agli indirizzi forniti nelle “Linee guida per la valutazione degli investimenti in Opere Pubbliche” - D-Lgs. 228/2011 del giugno 2017.

Il Beneficio o Costo Economico annuo è ottenuto utilizzando, quindi, i seguenti valori monetari unitari medi:

Tempo Passeggeri	12,00 €	Passeggero	x ora
Tempo Autocarri	30,00 €	Autocarro Eq.	x ora
Percorrenza Autovetture	0,19 €	Autovetture Eq.	x km
Percorrenza Autocarri	0,79 €	Autocarro Eq.	x km

da cui deriva il totale di Beneficio Netto “non attualizzato” relativo alla variazione del Costo Generalizzato di Trasporto, il cui valore economico annuo “non attualizzato” nell’ambito della vita utile del progetto è riportato nell’ultima colonna delle tabelle citate.

Progetto Definitivo

Il coefficiente medio di riempimento di un veicolo passeggeri si è stimato in 1,2 passeggeri/veicolo. Per le analisi si sono considerati i seguenti coefficienti di passaggio dalle assegnazioni dell'ora di punta ai dati annui:

- Passaggio da ora di punta a giorno pari a sei ore, ovvero considerando i benefici della sola fascia di punta diurna e serale della giornata;
- 365 giorni/anno di circolazione per i veicoli passeggeri e 320 giorni/anno per i veicoli merci.

SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA  
Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti tra Ponte a Moriano  
ed i caselli dell'autostrada A11 del Frizzone e di Lucca Est - 1° Stralcio

Progetto Definitivo

*Tabella 3.1– Variazione del Costo Generalizzato di Trasporto*

Anno	Variazioni dei parametri d'uso della Rete Stradale				Benefici non
	Flusso Passeggeri		Flusso Merci		Attualizzati
	Passeggeri x ora	Autovetture Eq. x Km	Autocarri Eq. x ora	Autocarri Eq. x Km	(€)
2024	-880.197	15.411.136	-146.711	1.722.661	<b>10.674.675</b>
2025	-893.512	15.644.267	-149.456	1.754.897	<b>10.847.057</b>
2026	-907.028	15.880.925	-152.253	1.787.736	<b>11.022.251</b>
2027	-920.749	16.121.163	-155.102	1.821.190	<b>11.200.303</b>
2028	-934.678	16.365.035	-158.005	1.855.270	<b>11.381.260</b>
2029	-948.817	16.612.596	-160.961	1.889.987	<b>11.565.170</b>
2030	-963.171	16.863.902	-163.974	1.925.355	<b>11.752.082</b>
2031	-977.741	17.119.010	-167.042	1.961.384	<b>11.942.045</b>
2032	-992.532	17.377.977	-170.168	1.998.087	<b>12.135.110</b>
2033	-1.007.546	17.640.862	-173.352	2.035.477	<b>12.331.328</b>
2034	-1.022.788	17.907.723	-176.596	2.073.567	<b>12.530.750</b>
2035	-1.037.107	18.158.431	-179.581	2.108.610	<b>12.716.794</b>
2036	-1.051.626	18.412.649	-182.616	2.144.246	<b>12.905.622</b>
2037	-1.066.349	18.670.426	-185.702	2.180.484	<b>13.097.276</b>
2038	-1.081.278	18.931.812	-188.840	2.217.334	<b>13.291.798</b>
2039	-1.096.416	19.196.857	-192.031	2.254.807	<b>13.489.232</b>
2040	-1.111.766	19.465.613	-195.277	2.292.913	<b>13.689.623</b>
2041	-1.127.330	19.738.132	-198.577	2.331.663	<b>13.893.013</b>
2042	-1.143.113	20.014.466	-201.933	2.371.068	<b>14.099.450</b>
2043	-1.159.116	20.294.668	-205.346	2.411.139	<b>14.308.978</b>
2044	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>
2045	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>
2046	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>
2047	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>
2048	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>
2049	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>
2050	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>
2051	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>
2052	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>
2053	-1.175.344	20.578.794	-208.816	2.451.888	<b>14.521.645</b>



#### 4 VARIAZIONE DELLA SICUREZZA

La metodologia per la valutazione degli effetti sulla sicurezza conseguenti alle differenti ipotesi di configurazione della rete futura in funzione degli interventi individuati prevede, in linea generale, due step di valutazione distinti:

- Definizione e caratterizzazione del fenomeno incidentale;
- Previsione delle variazioni dell'incidentalità – Scenari futuri.

I dati di incidentalità devono consentire la caratterizzazione del fenomeno con indici statistici rappresentativi la probabilità di accadimento dell'evento.

I dati di incidentalità da considerare per l'analisi sono:

- N° incidenti/anno
- N° incidenti/anno con feriti
- N° incidenti/anno con morti

Tali dati costituiscono le fondamenta dell'analisi; ne consegue l'importanza della attendibilità della fonte. Si è fatto, quindi, riferimento alla pubblicazione ACI "Localizzazione degli incidenti stradali", utilizzando come dato di input per la stima delle riduzioni di incidentalità il dato medio di incidenti, feriti e decessi nell'ultimo quinquennio relativamente alle statali che interessano l'area di studio: SS435 "Lucchese", SS439 "Sarzane" ed SS12 "dell'Abetone", nelle tratte direttamente interessate dal progetto.

Sono stati quindi reperiti il numero di incidenti, di incidenti con feriti e di incidenti con morti, riferiti tratti di estensione chilometrica limitata nell'area di interesse, relativi alla media degli ultimi cinque anni.

SS 12 - dell'Abetone e del Brennero				
	Incidenti	Incidenti mortali	Morti	Feriti
2017	18	1	1	26
2016	13	0	0	17
2015	12	2	2	14
2014	3	1	1	3
2013	4	0	0	7
<b>MEDIA</b>	<b>10</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>13,4</b>
SS 435 - Lucchese				
	Incidenti	Incidenti mortali	Morti	Feriti
2017	1	0	0	2
2016	1	0	0	2
2015	0	0	0	0
2014	2	0	0	2
2013	0	0	0	0
<b>MEDIA</b>	<b>0,8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>
SS 439 - Sarzanese Valdera				
	Incidenti	Incidenti mortali	Morti	Feriti
2017	1	0	0	3
2016	1	0	0	1
2015	2	0	0	3
2014	4	0	0	5
2013	2	0	0	2
<b>MEDIA</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,8</b>

Progetto Definitivo

Associando gli incidenti annui alle percorrenze attuali rilevate sugli stessi assi stradali, si sono definiti gli indicatori di rete per quanto riguarda gli incidenti, calcolati come incidenti/veicoli\*km anno.

Ipotizzando che l'intervento progettuale riduca sull'asse di progetto del 20% circa gli indici di incidentalità attuali, (dato medio Nazionale stimato da progetti di nuova realizzazione già in esercizio di pari sezione stradale), ed applicando i nuovi indicatori di incidentalità alle percorrenze sul nuovo asse di progetto, unitamente agli indicatori trovati nello scenario di riferimento per le percorrenze sul resto della rete nello scenario di progetto, si stima che nell'area la presenza del progetto determini una riduzione complessiva degli incidenti del 15,2%, una riduzione del 16,1% degli incidenti con feriti ed una riduzione del 30% di incidenti con morti.

In base a quanto ipotizzato, la riduzione annua di incidenti su tutto il territorio dell'area di studio è sintetizzato nel prospetto seguente.

	Riduzione annua dell'incidentalità		
	INCIDENTI	FERITI	MORTI
2024	-2,6	-3,4	-1,0
2034	-3,0	-3,9	-1,2
2044	-3,4	-4,5	-1,3
2054	-3,4	-4,5	-1,3

Nella tabella 4.1 si riportano i valori economici annui, valutati in relazione alla differenza delle percorrenze relative agli scenari "senza Intervento" e "con Intervento" per l'ipotesi progettuale.

*Tabella 4.1– ANALISI BENEFICI - EFFETTI SULLA SICUREZZA*

Ipotesi progettuale				Valore Economico non Attualizzato
VALORE ECONOMICO DELLA VARIAZIONE DI INCIDENTALITA'				TOTALE
Anno	Incidenti (€)	Incidenti con feriti €	Incidenti con morti €	€
2024	13.278	86.813	1.033.000	1.133.091
2025	13.278	86.813	1.033.000	1.150.232
2026	15.429	100.877	1.200.345	1.167.632
2027	15.663	102.403	1.218.503	1.185.296
2028	15.900	103.952	1.236.936	1.203.226
2029	16.140	105.524	1.255.648	1.221.428
2030	16.384	107.121	1.274.642	1.239.905
2031	16.632	108.741	1.293.924	1.258.662
2032	16.884	110.386	1.313.498	1.277.702
2033	17.139	112.056	1.333.368	1.297.030
2034	17.731	115.923	1.379.385	1.316.651
2035	17.731	115.923	1.379.385	1.335.084
2036	17.731	115.923	1.379.385	1.372.728
2037	17.731	115.923	1.379.385	1.391.946
2038	17.731	115.923	1.379.385	1.411.434
2039	17.731	115.923	1.379.385	1.431.194
2040	17.731	115.923	1.379.385	1.451.230
2041	17.731	115.923	1.379.385	1.471.548
2042	17.731	115.923	1.379.385	1.492.149
2043	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2044	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2045	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2046	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2047	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2048	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2049	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2050	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2051	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2052	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039
2053	17.731	115.923	1.379.385	1.513.039

## 5 BENEFICI AMBIENTALI -VARIAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Le variazioni di inquinamento atmosferico sono valutate come variazioni delle emissioni sulla rete stradale dell'area di studio tra gli scenari "con Intervento" e "senza Intervento".

Il modello utilizzato è il CORINAIR e la valutazione è effettuata considerando per le classi veicolari esaminate dal modello una composizione percentuale media conforme ai dati ANFIA 2001. La valutazione ha riguardato le emissioni di CO, CO<sub>2</sub>, VOC, NOX e PM10.

Il modello ha consentito di stimare, per ciascuno degli scenari (Riferimento e Progetto), le emissioni giornaliere ad annue di ciascun inquinante per ogni asse stradale nell'area di studio, in funzione dei carichi veicolari stimati e della velocità di percorrenza restituita dal modello. In base alla velocità si è determinato il coefficiente di emissione unitario desunto dalle curve di emissione in funzione della velocità di cui si riporta sotto un esempio relativo alla CO<sub>2</sub>.

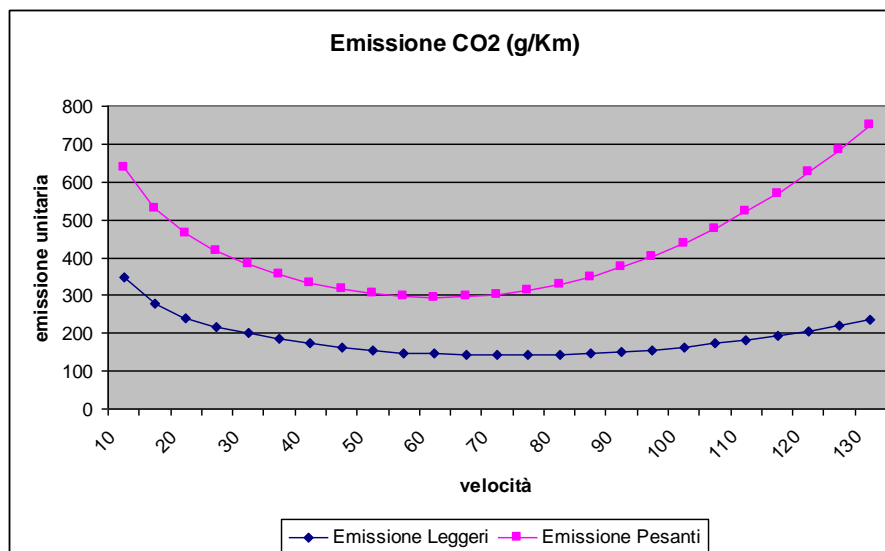


Figura 5.1 La curva di emissione del CO<sub>2</sub>

Dalla percorrenza complessiva sugli archi (veicoli\*Km totali) moltiplicata per i fattori di emissione unitari di ciascun arco si è determinato il monte complessivo annuo di emissioni nell'area di studio negli scenari. La variazione di emissioni tra lo scenario di riferimento e di progetto ha consentito di valutare i benefici/malefici da inquinamento determinati dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura di studio nelle sue due diverse ipotesi progettuali.

Per la traduzione in termini economici dei volumi di sostanze emesse si è fatto riferimento ai valori CORINAIR che attribuiscono un costo alle sostanze emesse in ambito urbano ed extraurbano; in particolare i valori economici utilizzati sono:

- 0.0004 €/grammo, per il CO in ambito extraurbano;
- 0,0001 €/grammo, per il CO<sub>2</sub> in ambito extraurbano;

Progetto Definitivo

- 0.0021 €/grammo, per il VOC in ambito extraurbano;
- 0,0046 €/grammo, per il NOX in ambito extraurbano;
- 0.0795 €/grammo, per il PM10 in ambito extraurbano.

Nella tabella 5.1 si riporta la somma dei benefici economici annui “non attualizzati” risultanti per lo scenario di progetto.

Tabella 5.1– - EFFETTI SULL’INQUINAMENTO						
BENEFICI ANNUI(€)						
	CO	CO2	VOC	NOX	PM	Totale
Anno	(€)	€	€	€	€	(€)
2024	5.627	44.831	5.768	29.841	31.170	117.237
2025	5.627	44.831	5.768	29.841	31.170	117.237
2026	6.666	52.402	6.864	35.173	36.690	137.795
2027	6.666	52.402	6.864	35.173	36.690	137.795
2028	6.666	52.402	6.864	35.173	36.690	137.795
2029	6.666	52.402	6.864	35.173	36.690	137.795
2030	6.666	52.402	6.864	35.173	36.690	137.795
2031	6.666	52.402	6.864	35.173	36.690	137.795
2032	6.666	52.402	6.864	35.173	36.690	137.795
2033	6.666	52.402	6.864	35.173	36.690	137.795
2034	6.666	52.402	6.864	35.173	36.690	137.795
2035	6.770	53.162	6.973	35.707	37.243	139.856
2036	6.875	53.933	7.085	36.250	37.805	141.948
2037	6.983	54.715	7.198	36.801	38.375	144.071
2038	7.092	55.508	7.313	37.360	38.954	146.226
2039	7.202	56.313	7.430	37.927	39.542	148.414
2040	7.315	57.129	7.548	38.504	40.138	150.634
2041	7.429	57.958	7.669	39.089	40.744	152.888
2042	7.545	58.798	7.791	39.682	41.358	155.175
2043	7.662	59.651	7.916	40.285	41.982	157.496
2044	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852
2045	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852
2046	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852
2047	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852
2048	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852
2049	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852
2050	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852
2051	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852
2052	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852
2053	7.782	60.516	8.042	40.897	42.615	159.852

La tabella seguente evidenzia gli andamenti annui delle singole componenti utilizzate per la determinazione della sostenibilità economica del progetto.

**SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA**  
 Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti tra Ponte a Moriano  
 ed i caselli dell'autostrada A11 del Frizzone e di Lucca Est - 1° Stralcio

Progetto Definitivo

<b>Tasso di attualizzazione</b>	
r =	<b>12,1%</b>
VAN.E	<b>0</b>

Anno	COSTI				Variazione Tempo				Variazione Percorrenza				Sicurezza		Inquinamento		Benefici Netti Totali €	Benefici Netti Attualizzati €
	Costruzione		Manutenzione		PASSEGGERI		MERCİ		Autovetture Equivalenti		Autocarri Equivalenti		Incidenti+Feriti+Morti		Co-Co2_VOC-NOX-PM			
	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici Non Attualizzati	Benefici Attualizzati	Benefici	€		
2021	-27.306.000	-21.738.091															-27.306.000	-21.738.091
2022	-36.408.000	-25.860.791															-36.408.000	-25.860.791
2023	-27.306.000	-17.305.523															-27.306.000	-17.305.523
2024			-287.574	-162.614	10.562.361	5.972.681	4.401.332	2.488.814	-2.928.116	-1.655.757	-1.360.902	-769.547	1.133.091	640.727	117.237	66.294	11.637.429	6.580.598
2025			-287.574	-145.091	10.722.143	5.409.680	4.483.693	2.262.173	-2.972.411	-1.499.681	-1.386.368	-699.469	1.150.232	580.331	117.237	59.150	11.826.952	5.967.093
2026			-738.000	-332.222	10.884.341	4.899.748	4.567.597	2.056.172	-3.017.376	-1.358.317	-1.412.312	-635.773	1.167.632	525.627	137.795	62.030	11.589.678	5.217.266
2027			-738.000	-296.421	11.048.994	4.437.885	4.653.070	1.868.929	-3.063.021	-1.230.278	-1.438.740	-577.877	1.185.296	476.080	137.795	55.346	11.785.393	4.733.663
2028			-738.000	-264.479	11.216.137	4.019.557	4.740.143	1.698.738	-3.109.357	-1.114.309	-1.465.663	-525.254	1.203.226	431.203	137.795	49.382	11.984.280	4.294.839
2029			-738.000	-235.979	11.385.808	3.640.663	4.828.845	1.544.045	-3.156.393	-1.009.271	-1.493.090	-477.422	1.221.428	390.557	137.795	44.060	12.186.392	3.896.653
2030			-738.000	-210.550	11.558.047	3.297.484	4.919.207	1.403.438	-3.204.141	-914.134	-1.521.030	-433.946	1.239.905	353.742	137.795	39.312	12.391.781	3.535.347
2031			-738.000	-187.861	11.732.890	2.986.654	5.011.260	1.275.636	-3.252.612	-827.965	-1.549.493	-394.430	1.258.662	320.397	137.795	35.076	12.600.501	3.207.508
2032			-738.000	-167.617	11.910.379	2.705.124	5.105.035	1.159.472	-3.301.816	-749.919	-1.578.489	-358.511	1.277.702	290.196	137.795	31.296	12.812.606	2.910.041
2033			-738.000	-149.555	12.090.553	2.450.132	5.200.586	1.053.886	-3.351.764	-679.230	-1.608.027	-325.864	1.297.030	262.841	137.795	27.924	13.028.152	2.640.135
2034			-738.000	-133.439	12.273.452	2.219.175	5.297.884	957.916	-3.402.467	-615.204	-1.638.118	-296.190	1.316.651	238.065	137.795	24.915	13.247.196	2.395.239
2035			-738.000	-119.059	12.445.280	2.007.757	5.387.418	869.135	-3.450.102	-556.594	-1.665.802	-268.739	1.335.084	215.385	139.856	22.562	13.453.734	2.170.448
2036			-738.000	-106.229	12.619.514	1.816.481	5.478.465	788.582	-3.498.403	-503.568	-1.683.954	-243.832	1.353.775	194.865	141.948	20.432	13.663.345	1.966.732
2037			-738.000	-94.782	12.796.187	1.643.427	5.571.051	715.496	-3.547.381	-455.594	-1.722.582	-221.233	1.372.728	176.301	144.071	18.503	13.876.075	1.782.118
2038			-738.000	-84.568	12.975.334	1.486.860	5.665.202	649.183	-3.597.044	-412.190	-1.751.694	-200.729	1.391.946	159.505	146.226	16.756	14.091.971	1.614.817
2039			-738.000	-75.455	13.156.989	1.345.209	5.760.944	589.016	-3.647.403	-372.921	-1.781.297	-182.125	1.411.434	144.309	148.414	15.174	14.311.080	1.463.206
2040			-738.000	-67.324	13.341.186	1.217.053	5.858.304	534.425	-3.698.467	-337.393	-1.811.401	-165.245	1.431.194	130.561	150.634	13.742	14.533.450	1.325.817
2041			-738.000	-60.069	13.527.963	1.101.106	5.957.309	484.894	-3.750.245	-305.250	-1.842.014	-149.930	1.451.230	118.123	152.888	12.444	14.759.131	1.201.316
2042			-738.000	-53.596	13.717.355	996.205	6.057.988	439.953	-3.802.749	-276.170	-1.873.144	-136.035	1.471.548	106.869	155.175	11.269	14.988.172	1.088.496
2043			-738.000	-47.821	13.909.398	901.298	6.160.368	399.178	-3.855.987	-249.859	-1.904.800	-123.427	1.492.149	96.688	157.496	10.205	15.220.624	986.262
2044			-738.000	-42.668	14.104.129	815.432	6.264.478	362.182	-3.909.971	-226.055	-1.936.991	-111.987	1.513.039	87.477	159.852	9.242	15.456.537	893.622
2045			-738.000	-38.070	14.104.129	727.561	6.264.478	323.153	-3.909.971	-201.696	-1.936.991	-99.920	1.513.039	78.050	159.852	8.246	15.456.537	797.325
2046			-738.000	-33.967	14.104.129	649.159	6.264.478	288.330	-3.909.971	-179.961	-1.936.991	-89.152	1.513.039	69.639	159.852	7.357	15.456.537	711.405
2047			-738.000	-30.307	14.104.129	579.206	6.264.478	257.259	-3.909.971	-160.568	-1.936.991	-79.545	1.513.039	62.135	159.852	6.565	15.456.537	634.744
2048			-738.000	-27.041	14.104.129	516.790	6.264.478	229.537	-3.909.971	-143.266	-1.936.991	-70.973	1.513.039	55.439	159.852	5.857	15.456.537	566.344
2049			-738.000	-24.127	14.104.129	461.101	6.264.478	204.802	-3.909.971	-127.827	-1.936.991	-63.325	1.513.039	49.465	159.852	5.226	15.456.537	505.315
2050			-738.000	-21.527	14.104.129	411.413	6.264.478	182.733	-3.909.971	-114.053	-1.936.991	-56.501	1.513.039	44.135	159.852	4.663	15.456.537	450.862
2051			-738.000	-19.207	14.104.129	367.079	6.264.478	163.041	-3.909.971	-101.762	-1.936.991	-50.413	1.513.039	39.379	159.852	4.160	15.456.537	402.277
2052			-738.000	-17.138	14.104.129	327.522	6.264.478	145.472	-3.909.971	-90.796	-1.936.991	-44.980	1.513.039	35.135	159.852	3.712	15.456.537	358.928
2053			-738.000	-15.291	14.104.129	292.229	6.264.478	129.796	-3.909.971	-81.012	-1.936.991	-40.133	1.513.039	31.349	159.852	3.312	15.456.537	320.250
2054			-738.000	-13.643	14.104.129	260.738	6.264.478	115.809	-3.909.971	-72.282	-1.936.991	-35.808	1.513.039	27.971	159.852	2.955	15.456.537	285.740

Tabella 5.2 – La cumulata annua degli indicatori della Costi Benefici

## 6 ANALISI DI FATTIBILITÀ ECONOMICA

La Valutazione della fattibilità economica dell'ipotesi progettuale è effettuata mediante il calcolo del Saggio di Rendimento Interno, utilizzando i coefficienti e parametri significativi ed i valori monetari unitari indicati nel prospetto seguente. Gli indicatori di sostenibilità economica considerati sono:

- Il Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE)– tasso di sconto che rende uguale a zero il valore attualizzato del progetto, inteso come somma dei flussi di cassa attualizzati ottenuti durante la vita utile del progetto (benefici – costi totali);
- il Valore Attuale Netto (VAN) – valore dei flussi di cassa (benefici – costi totali) ottenuti dal progetto nel corso della vita utile attualizzati, anno per anno, con il tasso considerato.

Il tasso di attualizzazione minimo generalmente considerato per ritenere economicamente sostenibile un progetto è pari circa al 3,0%, così come indicato nelle “Linee guida per la valutazione degli investimenti in Opere Pubbliche” - D-Lgs. 228/2011 del giugno 2017.

Per questo valore del tasso il VAN deve essere positivo.

-	<b>Indicatori trasportistici</b>	
	• passeggeri/veicolo	1,2
	• giorni/anno veicoli leggeri	365
	• giorni/anno veicoli pesanti	320
-	<b>Fattore di conversione medio finanziario -</b>	0,82
-	Valori monetari del tempo	
	• passeggeri su strada	12,00 €/ora
	• autocarro equivalente	30,00 €/ora
-	<b>Costi di esercizio</b>	
	• autovettura equivalente	0,19 €/autov.km
	• autocarro equivalente	0,79 €/autoc.km
-	<b>Valori monetari sicurezza</b>	
	• incidente con autovettura	5.165,0 €
	• incidente con ferito	25.823,0 €
	• incidente con morto	1,033 ml €
-	<b>Valori monetari inquinamento atmosferico</b>	
	• CO extraurbano	0.0004 €/grammo
	• CO2 extraurbano	0.0001 €/grammo
	• NOx extraurbano	0.0046 €/grammo
	• VOC extraurbano	0.0021 €/grammo
	• PM extraurbano	0.0795 €/grammo

**I risultati evidenziano un Saggio di Rendimento Interno – S.R.I.E. – positivo e pari al 12,08% ed un VAN di 158.947.324 € al tasso di attualizzazione del 3,0%, con un rapporto Benefici/Costi pari a 2,66, evidenziando la completa sostenibilità economica del progetto.**

Progetto Definitivo

<b>Saggio Rendimento Interno</b>	<b>SRI = 12,08%</b>
<b>BENEFICI ATTUALIZZATI</b>	
Variazione Percorrenze	<b>-24.551.199</b>
Variazione Tempo	<b>85.603.603</b>
Inquinamento Stradale	<b>697.170</b>
Incidentalità	<b>6.432.548</b>
<b>TOTALE BENEFICI</b>	<b>68.182.122</b>
<b>COSTI ATTUALIZZATI</b>	
COSTRUZIONE	<b>64.904.405</b>
MANUTENZIONE	<b>3.277.717</b>
<b>TOTALE COSTI ATTUALIZZATI</b>	<b>68.182.122</b>
<b>VALORE ATTUALE NETTO</b>	<b>0</b>
<b>Saggio Rendimento Interno</b>	<b>SRI = 3,0%</b>
<b>BENEFICI ATTUALIZZATI</b>	
Variazione Percorrenze	<b>-91.775.777</b>
Variazione Tempo	<b>319.890.278</b>
Inquinamento Stradale	<b>2.565.525</b>
Incidentalità	<b>23.933.910</b>
<b>TOTALE BENEFICI</b>	<b>254.613.936</b>
<b>COSTI ATTUALIZZATI</b>	
COSTRUZIONE	<b>83.318.029</b>
MANUTENZIONE	<b>12.348.584</b>
<b>TOTALE COSTI ATTUALIZZATI</b>	<b>95.666.612</b>
<b>VALORE ATTUALE NETTO</b>	<b>158.947.324</b>



## 7 ANALISI DI SENSITIVITÀ

Alla luce dei risultati ottenuti nell'Analisi Costi Benefici, è stata eseguita l'Analisi di sensitività variando alcune delle voci di beneficio e di costo presenti nell'analisi, con l'obiettivo di valutare il rischio di non raggiungimento della sostenibilità economica dell'intervento in presenza di risultati differenti da quelli restituiti dal modello di calcolo.

La sostenibilità economica è stata valutata analizzando la sensitività del Saggio di Rendimento Interno Economico alla variazione sia dei costi di costruzione che dei benefici attesi dal progetto. La sensitività è stata valutata in base alle ipotesi riportate nello schema seguente.

		Variazione Costi		
		0%	+20%	+40%
Variazione Benefici	-40%	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
	-20%	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
	0%	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

La tabella seguente riporta i risultati ottenuti. Si evidenzia un Saggio di Rendimento superiore al 3,0% per tutti gli scenari simulati, anche in presenza di una contemporanea sovbrastima del 40% dei benefici e sottostima del 40% dei costi dell'opera.

Un saggio di rendimento inferiore al 5%, ma sempre al di sopra del 3,0% minimo richiesto, si evidenzia per il solo scenario che prevede un incremento dei costi del 40% con una corrispondente diminuzione dei benefici del 40%, scenario sicuramente poco realistico alla luce sia delle ipotesi cautelative fatte sull'impatto dell'infrastruttura sul sistema di trasporto dell'area sia per l'accuratezza della valutazione del costo economico del progetto.

La tabella seguente evidenzia i risultati ottenuti nei vari scenari di sensitività.

SRIE		Variazione Costi		
		0%	+20%	+40%
Variazione Benefici	-40%	<b>7,46%</b>	<b>5,97%</b>	<b>4,80%</b>
	-20%	<b>9,89%</b>	<b>8,18%</b>	<b>6,85%</b>
	0%	<b>12,08</b>	<b>10,15</b>	<b>8,67%</b>