

S.S. 9 – "Emilia"

Variante all'abitato di Santa Giustina in Comune di Rimini

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

COD. BO-329

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

Ing. **VINCENZO MARZI**
Ordine Ing. di Bari n. 3594

GEOLOGO:

Geol. **SERENA MAJETTA**
Ordine Geol. del Lazio n. 928

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. **ANNA MARIA NOSARI**

ELABORATI GENERALI

Studio di traffico e Analisi Costi Benefici

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00EG00GENRE03_A			
DPB00329	P 18	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE03	A	-
C					
B					
A	EMISSIONE	GEN. 2019	CARBONE	D'ARMINI	COPPA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Indice

1	PREMESSA E SINTESI DEI RISULTATI	2
2	STUDIO DI TRAFFICO	3
2.1	SCENARIO ATTUALE	3
2.2	SCENARIO DI PROGETTO	7
2.3	VERIFICA DEL LIVELLO DI SERVIZIO DELLA NUOVA VIABILITÀ	11
3	ANALISI COSTI BENEFICI	13
3.1	I BENEFICI	15
3.2	I COSTI	17
3.3	GLI INDICATORI DELL'ACB	18
3.4	ANALISI DI SENSITIVITÀ	18

1 PREMESSA E SINTESI DEI RISULTATI

Il documento racchiude i risultati dell'Analisi Costi Benefici del Progetto Preliminare *per la localizzazione e l'approvazione di "Nuova viabilità in località Santa Giustina in Variante al P.R.G."*.

I dati di traffico che generano i benefici trasportistici alla base dell'Analisi costi Benefici sono desunti dallo studio di traffico redatto da AIRIS S.r.l. nel maggio del 2014, i cui risultati sono condivisibili anche in base al riscontro dei traffici rilevati nello studio rispetto alle sezioni di monitoraggio permanente del traffico di Anas SpA presenti nel territorio.

Dallo studio di traffico e dalle successive elaborazioni di Anas il nuovo asse di progetto servirà un traffico totale di circa 680 veicoli leggeri e 75 pesanti in ora di punta, con i flussi in direzione Est che pesano per circa il 70% essendo pari a circa 470 leggeri e 50 pesanti. Il flusso espresso in veicoli equivalenti è pari a 880 veic-eq/h. Il Traffico Giornaliero Medio massimo atteso sulla nuova infrastruttura è pari a circa 10.600 veicoli. La riduzione dei traffici lungo la SS9 sottesa all'intervento è quantificabile tra 400 e 450 veicoli leggeri in direzione Est (tra -40% e -60%) e tra 100 e 200 veicoli leggeri in direzione Ovest (tra -20% e -30%). Sono percentualmente più elevate le variazioni relative ai veicoli pesanti stante i valori assoluti più contenuti dei transiti.

Per questo flusso di traffico, per la sua composizione, ed in funzione delle caratteristiche geometriche dell'asse, nonché ipotizzando una percentuale di sorpasso impedita tra il 60% e l'80% dello sviluppo complessivo del percorso, il Livello di Servizio atteso è pari a C, con una velocità media di viaggio pari a 72,5Km/h ed una percentuale del tempo speso in coda pari al 64,5% (Figura 9), tale da soddisfare la normativa vigente ed in grado di assicurare condizioni di deflusso fluide anche in ora di punta.

I risultati dell'Analisi Costi Benefici restituiscono un Valore Attualizzato Netto Economico VANE pari a 7.775.754€ (al tasso di attualizzazione del 3%) ed un Saggio di Rendimento Interno Economico SRIE pari all'8,4%, con rapporto Benefici/Costi attualizzati pari a 1,86, evidenziando la sostenibilità economica dell'intervento.

VAN	7.775.754
SRIE	8,4%
B/C	1,86

L'analisi di sensitività, mirata a verificare i valori dell'Analisi Costi Benefici in presenza di scenari più o meno sfavorevoli di aumento dei costi e di riduzione dei benefici mostra la robustezza dell'investimento dato che i valori dell'Analisi Costi Benefici sono positivi anche in presenza di uno scenario sfavorevole che prevede la contemporanea riduzione del 25% dei benefici ed un aumento del 25% dei costi. Non risultano invece verificati tutti gli scenari in cui i benefici si riducono del 50% a parità di costi di realizzazione.

2 STUDIO DI TRAFFICO

Per la redazione dell'Analisi Costi Benefici della variante all'abitato di Santa Giustina sono stati utilizzati i dati che scaturiscono dallo studio di traffico redatto da AIRIS S.r.l. nel maggio del 2014, che è a corredo del PROGETTO PRELIMINARE *per la localizzazione e l'approvazione di "Nuova viabilità in località Santa Giustina in Variante al P.R.G."* prodotto dal Comune di Rimini (Unità Progetti Speciali).

Nel seguito se ne riportano gli elementi essenziali utili a comprendere il funzionamento della rete stradale, ed in particolare della SS9 nella tratta interessata, negli scenari ante-operam e di progetto.

2.1 SCENARIO ATTUALE

Al fine di caratterizzare lo stato attuale del traffico sono stati effettuati una serie di rilievi su principali assi della rete stradale dell'area di progetto. Sono state complessivamente rilevate sei sezioni di traffico di cui due ricadenti sulla SS9, immediatamente a Est e ad Ovest dell'abitato di Santa Giustina (si veda la Figura 1). In queste due sezioni di rilevamento della SS9 è stato rilevato un TGM di variabile tra i circa 23.700 veicoli nella sezione a Ovest di Santa Giustina (1) e circa 25.000 in quella a Est (2). Nell'ora di punta del mattino (tra le 8.00 e le 9.00) i flussi veicolari sono rispettivamente pari a circa 1.600 veic./ora e 1.850 veic./ora, con una quota di traffico pesante pari a circa il 5%. Il peso dell'ora di punta rispetto ai traffici giornalieri è pari al 7,2%. I dati complessivi relativi alle due sezioni sulla SS9 sono riportati in Tabella 1.

Tutte le altre strade mostrano TGM molto più bassi, compresi tra i 160 veicoli di via Roncadello (4) e i circa 4.000 veicoli di Via Variano (6).



Figura 1: Sezioni di rilevamento dei traffici nell'area di progetto (Studio AIRIS S.r.l.)

Tabella 1: flussi rilevati lungo la SS9 nella campagna di indagini di maggio 2014 (Studio AIRIS S.r.l.)

Sezione	Direzione	Ora di punta del mattino			Giornaliero				
		Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	% Leggeri	% Pesanti
T1 Via Emilia Ovest	Est	780	60	840	11.823	689	12.512	94,5%	5,5%
	Ovest	735	37	772	10.629	528	11.157	95,3%	4,7%
	TOTALI	1.515	97	1.612	22.452	1.217	23.669	94,9%	5,1%
T2 Via Emilia Est	Est	1.111	63	1.174	12.769	789	13.558	94,2%	5,8%
	Ovest	668	32	700	10.980	474	11.454	95,9%	4,1%
	TOTALI	1.779	95	1.874	23.749	1.263	25.012	95,0%	5,0%

L'andamento orario nelle sezioni T1 e T2 dei flussi rilevati di veicoli leggeri evidenzia la presenza di due picchi di traffico: tra le 7.00 e le 9.00 del mattino e tra le 17.00 e le 19.00. Anche le ore pomeridiane presentano pesi relativi rispetto al TGM confrontabili con quelle del mattino assestandosi intorno al 7% circa. Per i veicoli pesanti, invece, l'ora di punta giornaliera si ha al mattino tra le 7.00 e le 8.00 con l'8,4% del traffico totale giornaliero nelle due direzioni. La curva giornaliera dei traffici leggeri e pesanti lungo la Via Emilia è riportata nella seguente Figura 2.

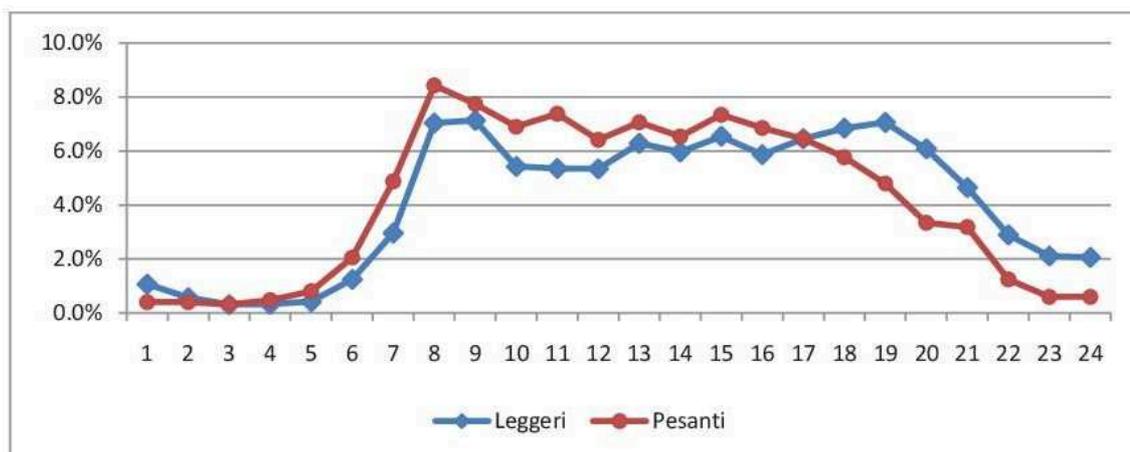


Figura 2: Andamento orario dei flussi rilevati nel giorno medio feriale sulle sezioni della via Emilia (Studio AIRIS S.r.l.)

Questi valori dei traffici sono confrontabili con i dati rilevati dalla sezione automatica di conteggio dell'ANAS più prossima all'area di intervento e che è localizzata al Km 3+300 in prossimità del passaggio di sezione della SS9 da 2 a 4 corsie (si veda la Figura 3). I valori dei TGM medi annui rilevati nel periodo 2012-2017 oscillano tra circa 26.000 e 28.500 veicoli con variazioni relative tra anni successivi contenute e con una crescita complessiva tra il 2012 ed il 2017 pari al 2,6% (si veda la Tabella 2).



Figura 3: localizzazione della sezione di rilevamento ANAS 50051

Tabella 2: Valori del TGM rilevati nella sezione ANAS 50051 della SS9 (periodo 2012-2017)

Anno	TGM	Var. % rispetto anno precedente	Var. % rispetto a anno 2012
2012	27.787		
2013	26.091	-6,1%	-6,1%
2014	28.312	8,5%	1,9%
2015	28.261	-0,2%	1,7%
2016	28.518	0,9%	2,6%
2017	28.513	0,0%	2,6%

Anche la distribuzione oraria dei traffici rilevati in questa sezione è coerente con quanto rilevato nella campagna di indagini svolta da AIRIS nel maggio del 2014: facendo riferimento ai più recenti dati di TGM del 2017, si osserva che l'ora di punta dei traffici dei giorni feriali è collocata tra le 8.00 e le 9.00 ed il suo peso relativo rispetto al TGM è pari al 7,2%. L'andamento orario, come si può osservare dalla successiva Figura 4, è del tutto sovrapponibile con il diagramma relativo alle sezioni di conteggio rilevate da AIRIS nel 2014 (riportato in Figura 2).

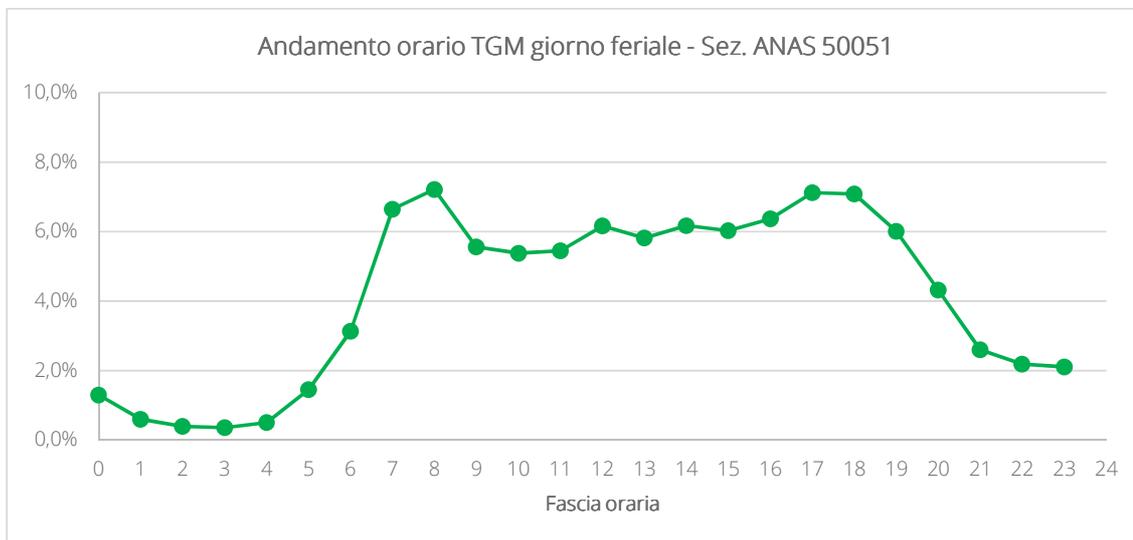


Figura 4: Andamento orario dei flussi rilevati nel giorno medio feriale nella sezione di conteggio ANAS 50051

Sulla base delle rilevazioni effettuate nell'area di Santa Giustina sulla SS9 e altre strade che interessano la località oggetto dell'intervento, è stato costruito e calibrato un modello di rete stradale che ha consentito di stimare i flussi di traffico sull'intera rete ricadente nell'area di progetto.

Una rappresentazione del flussogramma della rete ante operam nell'ora di punta del mattino è illustrata nella successiva Figura 5.

Come si può osservare, i valori dei flussi sulle strade diverse dalla SS9 sono contenuti a testimonianza che la quasi totalità del traffico che interessa l'area di Santa Giustina si sviluppa lungo la SS9 ed è prevalentemente traffico in attraversamento in direzione Est-Ovest e viceversa. Nella Tabella 3 che segue sono riportati i valori dei flussi stimati da modello nell'ora di punta del mattino nelle sezioni T1 e T2 della SS9 che sono state oggetto della campagna di rilevazione. La pressoché totale corrispondenza con i flussi rilevati (di cui alla Tabella 1) evidenzia i buoni risultati della calibrazione del modello implementato da AIRIS.

Tabella 3: Flussi stimati da modello nell'ora di punta dello scenario attuale nelle sezioni rilevate della SS9

Sezione	Direzione	Ora di punta del mattino		
		Leggeri	Pesanti	Totale
T1 Via Emilia Ovest	Est	743	60	803
	Ovest	731	34	765
	TOTALI	1.474	94	1.568
T2 Via Emilia Est	Est	1.082	65	1.147
	Ovest	668	32	700
	TOTALI	1.750	97	1.847

Se nella sezione a Ovest di Santa Giustina (T1) i flussi appaiono bilanciati nelle due direzioni, nella sezione di controllo T2, coerentemente con quanto rilevato nella campagna di indagini, si osserva uno sbilanciamento dei flussi in direzione Est (che pesano per il 62% del totale), dove è evidente l'effetto attrattore degli spostamenti generati dall'abitato di Santa Giustina e prevalentemente diretti verso Rimini.

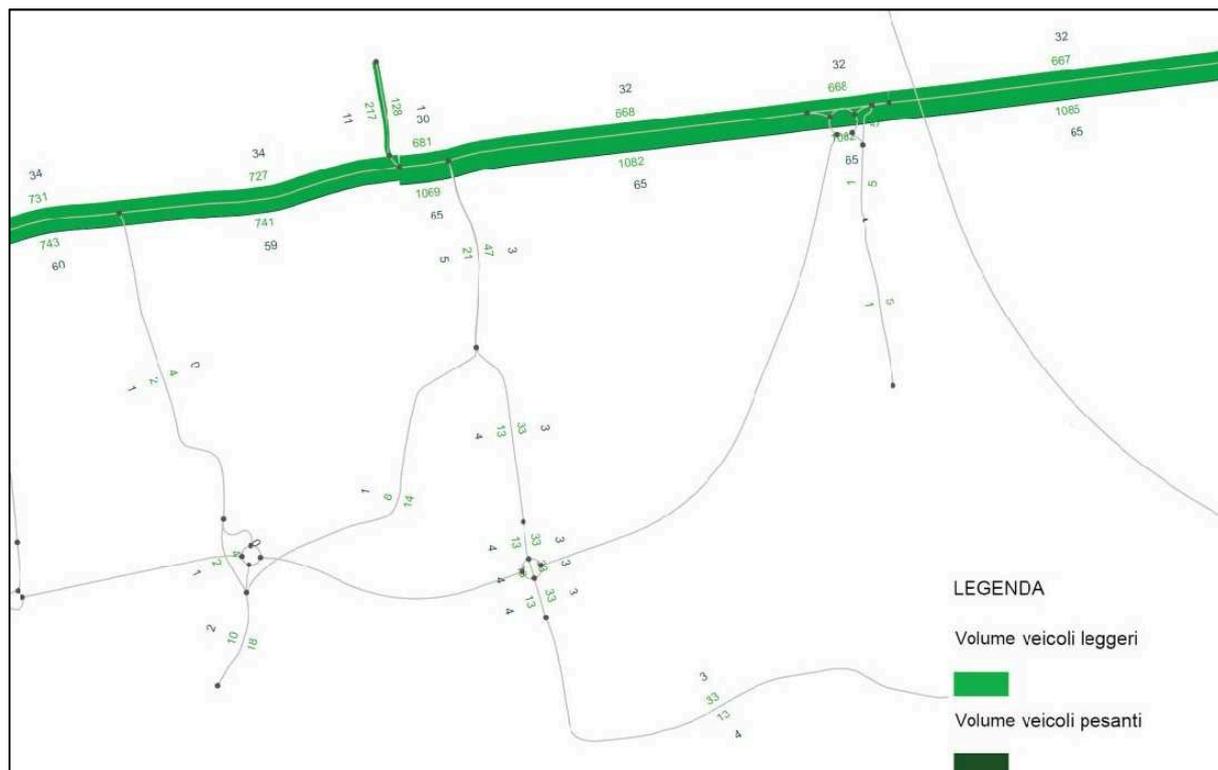


Figura 5: Flussogramma rete stradale nello scenario attuale

2.2 SCENARIO DI PROGETTO

Il modello calibrato nello scenario attuale è stato utilizzato per la previsione dei traffici sulla nuova infrastruttura di progetto. Esso è stato opportunamente modificato per tener conto della realizzazione del nuovo asse stradale e delle sue connessioni con la rete attuale. Nel modello di rete dello scenario futuro di Progetto sono stati inseriti i seguenti elementi previste dal progetto:

- Inserimento del nuovo asse di connessione tra la all'estremo est del nuovo asse di collegamento con la Strada di Gronda, recentemente costruito a sud dell'area industriale;
- Realizzazione di una rotonda il prossimità della confluenza di via Linaro con via Roncadello e connessione con via Linaro a nord e a sud del nuovo asse;
- Realizzazione di una rotonda all'intersezione del nuovo asse con via Carpinello;

- Realizzazione di una rotatoria all'intersezione del nuovo asse con la via Emilia e connessione in rotatoria anche della via Premilcuore.

La domanda è invece considerata rigida, ovvero nello scenario di progetto le matrici future O/D della domanda di spostamenti (leggeri e pesanti) sono quelle le medesime utilizzate per lo scenario attuale.

Nella seguente Figura 6 è illustrato il flussogramma della rete stradale di progetto nell'ora di punta del mattino in cui sono indicati i flussi di traffico attesi sull'asse di progetto e sulla tratta di SS9 che viene bypassata dalla nuova strada.

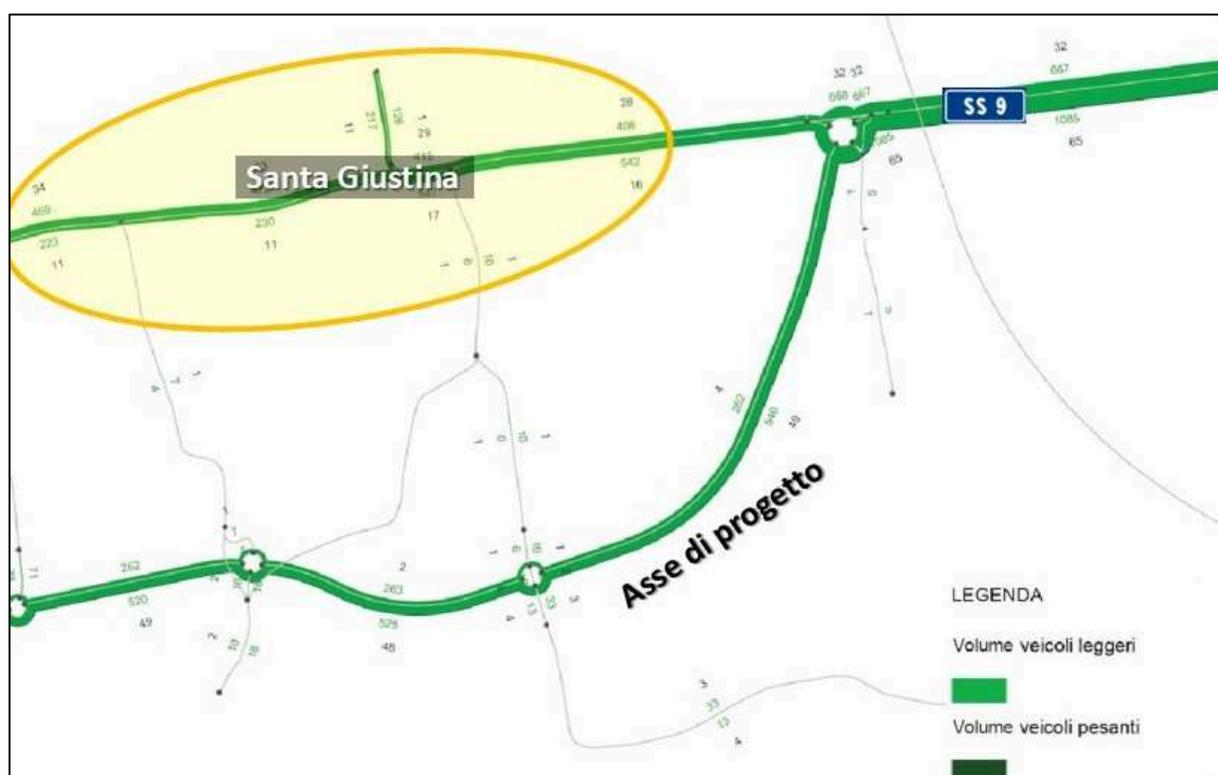


Figura 6: Flussogramma rete stradale nello scenario di progetto

Il comportamento della rete a seguito della introduzione dell'asse di progetto riflette le attese in termini di scelta del percorso da parte degli utenti di sistema: si osserva un significativo spostamento di flussi di traffico dalla SS9 alla nuova variante, in particolare per le provenienze da Ovest (Sant'Arcangelo di Romagna) e Sud-Ovest. Come già accennato in relazione all'analisi dello scenario attuale, la matrice dell'ora di punta del mattino presenta uno sbilanciamento dei flussi in direzione Est, stante l'effetto attrattore di Rimini e, pertanto, anche i flussi di traffico attesi sia sulla SS9 che sull'asse di progetto riflettono questo aspetto della struttura della matrice dei traffici.

I flussi attesi nell'ora di punta lungo la SS9 variano tra circa 250 e 600 veicoli leggeri in direzione Est, mentre in direzione Ovest si prevedono flussi compresi tra 400 e 500 veicoli leggeri. La riduzione dei

traffici lungo la SS9 è quantificabile tra 400 e 450 veicoli leggeri in direzione Est (tra -40% e -60%) e tra 100 e 200 veicoli leggeri in direzione Ovest (tra -20% e -30%). Sono percentualmente più elevate le variazioni relative ai veicoli pesanti stante i valori assoluti più contenuti dei transiti.

Lungo il nuovo asse di progetto si prevede una traffico totale di circa 680 veicoli leggeri e 75 pesanti in ora di punta, con i flussi in direzione Est che pesano per circa il 70% essendo pari a circa 470 leggeri e 50 pesanti. Il flusso espresso in veicoli equivalenti è pari a 880 veic-eq/h.

Il TGM massimo atteso sulla nuova infrastruttura è pari a circa 10.600 veicoli. Con riferimento alla numerazione degli archi riportata nella seguente Figura 7, nella successiva Tabella 4, sono riportati i valori dei flussi dell'ora di punta e giornalieri attesi su ciascun arco della rete stradale che si sviluppa intorno all'abitato di Santa Giustina.

In Tabella 5 è infine riportato il confronto sulla viabilità esistente tra i flussi attesi nello scenario di progetto ed i flussi dello scenario attuale. Oltre alle considerazioni svolte riguardo la SS9 e la viabilità di nuova realizzazione è opportuno evidenziare anche il significativo incremento dei flussi, fino al 50%, lungo la Via di Gronda (archi 12 e 13) e la Via di Gronda Est (archi 14 e 15), dove i valori dei flussi aumentano fin quasi a 6 volte, per la costituzione "funzionale" dell'itinerario di by-pass di Santa Giustina.

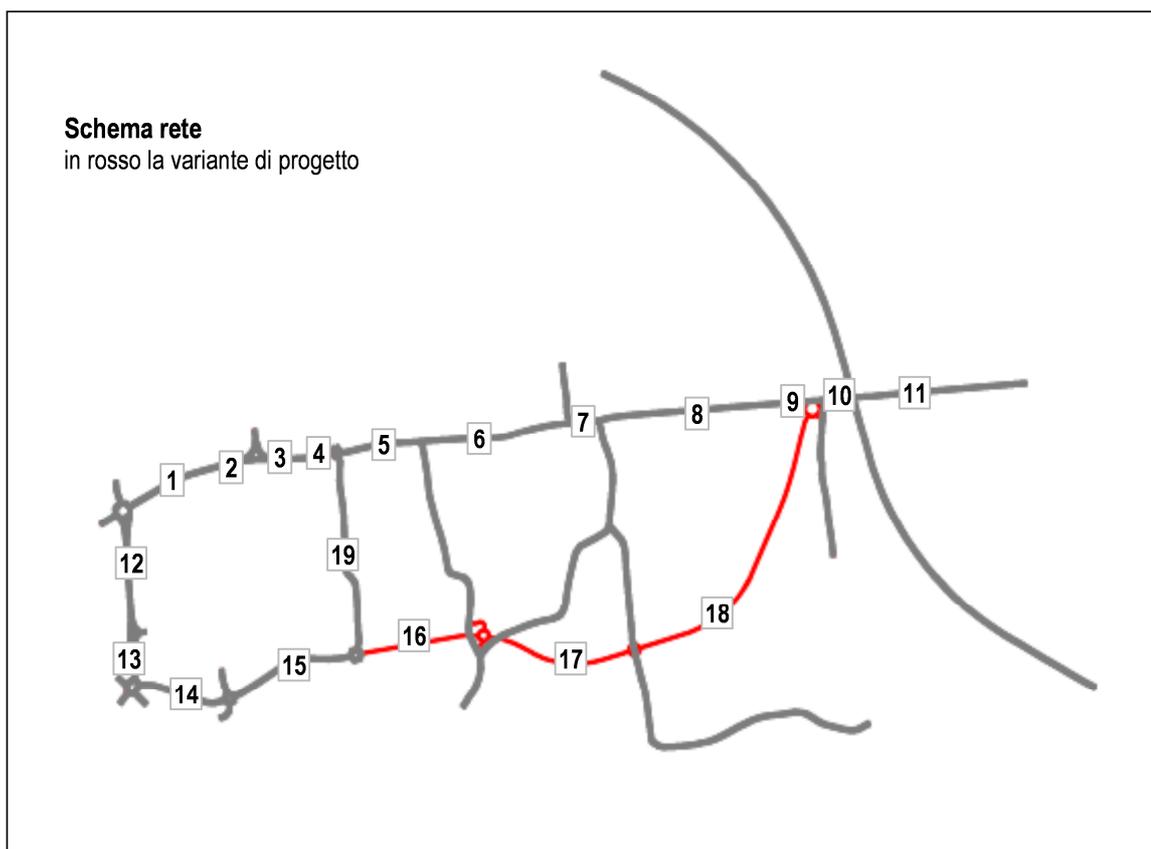


Figura 7: schema rete di progetto

Tabella 4: flussi di traffico per arco stradale nello scenario di progetto

Strada	Arco	Flussi ora di punta del mattino [veic/h]				Flussi giornalieri [veic/giorno]			
		Leggeri	Pesanti	Totali	Equivalenti	Leggeri	Pesanti	TGM	Equivalenti
SS9 Storica	1	701	14	715	736	9.712	194	9.905	10.196
	2	682	12	694	712	9.448	166	9.615	9.864
	3	712	13	725	745	9.864	180	10.044	10.314
	4	772	18	790	817	10.695	249	10.945	11.319
	5	792	18	810	837	10.972	249	11.222	11.596
	6	801	18	819	846	11.097	249	11.346	11.720
	7	1.109	22	1.131	1.164	15.364	305	15.669	16.126
	8	1.070	19	1.089	1.118	14.824	263	15.087	15.482
	9	1.070	19	1.089	1.118	14.824	263	15.087	15.482
	10	1.752	97	1.849	1.995	24.272	1.344	25.616	27.631
	11	1.752	97	1.849	1.995	24.272	1.344	25.616	27.631
via di gronda	12	1.016	137	1.153	1.359	14.075	1.898	15.973	18.820
	13	980	128	1.108	1.300	13.577	1.773	15.350	18.010
via di gronda Est	14	702	85	787	915	9.725	1.178	10.903	12.669
	15	642	75	717	830	8.894	1.039	9.933	11.492
	19	32	2	34	37	443	28	471	513
Nuova viabilità	16	683	76	759	873	9.462	1.053	10.515	12.094
	17	690	76	766	880	9.559	1.053	10.612	12.191
	18	681	78	759	876	9.434	1.081	10.515	12.136

Tabella 5: confronto livelli di traffico tra scenario attuale e di progetto sulla viabilità esistente

Strada	Arco	Flussi ora di punta [veic/h]			Flussi giornalieri [veic/giorno]			
		Totali Attuale	Totali Progetto	Δ totali	Totali Attuale	Totali Progetto	Δ totali	Δ totali [%]
SS9 Storica	1	1324	715	-609	18.342	9.905	-8.437	-46%
	2	1303	694	-609	18.052	9.615	-8.437	-47%
	3	1394	725	-669	19.312	10.044	-9.268	-48%
	4	1459	790	-669	20.213	10.945	-9.268	-46%
	5	1568	810	-758	21.723	11.222	-10.501	-48%
	6	1561	819	-742	21.626	11.346	-10.280	-48%
	7	1845	1.131	-714	25.560	15.669	-9.892	-39%
	8	1847	1.089	-758	25.588	15.087	-10.501	-41%
	9	1847	1.089	-758	25.588	15.087	-10.501	-41%
	10	1849	1.849	0	25.616	25.616	0	0%
	11	1849	1.849	0	25.616	25.616	0	0%
Via di gronda	12	698	1.153	455	9.670	15.973	6.303	65%
	13	698	1.108	410	9.670	15.350	5.680	59%
Via di gronda Est	14	182	787	605	2.521	10.903	8.382	332%
	15	109	717	608	1.510	9.933	8.423	558%
	19	110	34	-76	1.524	471	-1.053	-69%

2.3 VERIFICA DEL LIVELLO DI SERVIZIO DELLA NUOVA VIABILITÀ

A partire dalle previsioni dei flussi di traffico, si è proceduto alla verifica del livello di servizio, metodo solitamente utilizzato per dimensionare la sezione stradale da adottare.

Il DM 6792/2001 indica il livello di servizio minimo richiesto per ogni tipo di strada e non fa alcun riferimento ai criteri di calcolo e/o verifica dello stesso, precisando che l'unico riscontro possibile è nelle teorie elaborate dall'HCM (Highway Capacity Manual).

La norma richiede un livello di servizio almeno pari a C per la sezione tipo C1 che è quella prevista dal progetto della nuova infrastruttura.

La procedura di calcolo del livello di servizio adottata, seguendo le indicazioni dell'HCM, prevede una analisi globale, considerando entrambe le direzioni di marcia. Per questa tipologia, "extraurbane secondarie", la velocità non è l'unica misura della qualità del servizio offerto. Il ritardo in accodamento dovuto al volume di traffico sostenuto dall'infrastruttura ed alla presenza di tratti a sorpasso impedito è una misura rilevante dei livelli di servizio. Per queste ragioni, per il calcolo del livello di servizio viene utilizzato l'effetto combinato dei seguenti indicatori:

- Velocità di servizio;
- Percentuale di tempo in accodamento.

La velocità di servizio riflette le necessità di mobilità dell'infrastruttura ed è definita come rapporto tra la lunghezza della tratta oggetto di analisi ed il tempo medio di percorrenza di tutti i veicoli transitati nel periodo temporale di analisi.

La percentuale di tempo in accodamento riflette sia le necessità di mobilità che di accessibilità e viene definita come la media percentuale del tempo speso da tutti i veicoli che, viaggiando in plotoni, rimangono accodati nell'impossibilità di sorpassare. Tale indicatore risulta peraltro difficile da misurare direttamente sul campo e come surrogato di misura diretta viene utilizzata la percentuale di veicoli che viaggiano con interdistanza di 5 secondi l'uno dall'altro. La combinazione dei due parametri definisce il Livello di Servizio di ogni tronco dell'infrastruttura in base alla Figura 8 che segue.

Le verifiche sono state effettuate con riferimento allo scenario di progetto valutato, utilizzando un valore del volume orario di progetto pari a 880 veic-eq/ora. Per questo flusso di traffico, per la sua composizione, ed in funzione delle caratteristiche geometriche dell'asse, nonché ipotizzando una percentuale di sorpasso impedita tra il 60% e l'80% dello sviluppo complessivo del percorso, il livello di servizio atteso è pari a C, con una velocità media di viaggio pari a 72,5Km/h ed una percentuale del tempo speso in coda pari al 64,5% (Figura 9). In ogni caso, considerando che l'intervento di progetto collega due viabilità urbane con limitazione della velocità a 30Km/h e che la limitata estesa chilometrica è tale da non consentire in condizioni ordinarie il raggiungimento di elevate velocità medie di viaggio, si può ritenere soddisfatta la verifica.

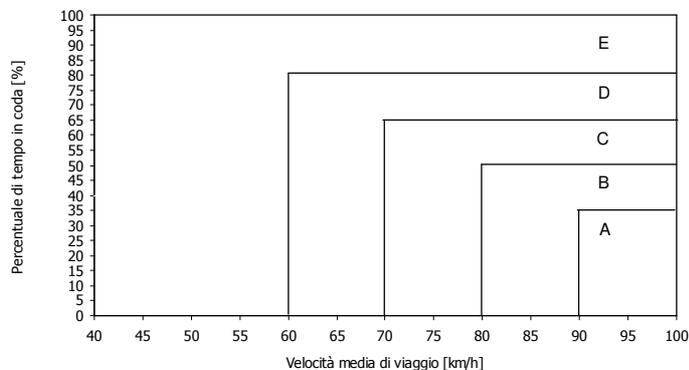


Figura 8: Valori limite per le zone di LOS (Highway Capacity Manual)

Singole voci di calcolo			Singole formule di calcolo		
Definizione	Valore input	Descrizione	Definizione	Valore	
VFL		Velocità a flusso libero	VFL	87,24	
BVFL	90		fhv	0,99	
fcv	2,1	riduzione velocità per larghezza corsie	Q	888,976	Velocità media viaggio
fa	0,66	riduzione velocità per punti di accesso	Vs	72,5	
Q		Tasso di flusso	fhv	0,99	
VHP	880	Volume orario di progetto	Q	884,488	
phf	1	fattore ora punta	BPTC	54,04	Percentuale tempo in coda
fg	1	Coefficiente altimetrico per velocità media	PTC	64,54	
fg	1	Coefficiente altimetrico per percentuale tempo in coda			
fhv		coefficiente veicoli lenti			
Pt	0,051	Percentuale mezzi pesanti			
Pr	0	Percentuale veicoli turistici			
Et	1,2	Coefficiente equivalenza pesanti per velocità media	LdS	C	
Er	1	Coefficiente equivalenza turistici per velocità media			
Et	1,1	Coefficiente equivalenza pesanti per percentuale tempo in coda			
Er	1	Coefficiente equivalenza turistici per percentuale tempo in coda			
Vs		velocità media viaggio			
fnp	3,6	coefficiente riduzione velocità media viaggio			
PTC		percentuale tempo in coda			
BPTC		percentuale base tempo in coda			
fd/np	10,5	fattore correttivo tempo in coda			
Qd		Tasso di flusso nella direzione in esame			
Qo		Tasso di flusso nella direzione opposta			
VHPd		Volume orario di progetto nella direzione in esame			
VHPo		Volume orario di progetto nella direzione opposta			
Vsd		velocità media viaggio nella direzione			

Figura 9: Verifica del livello di servizio della nuova viabilità

3 ANALISI COSTI BENEFICI

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 (ipotesi "con intervento") e benefici e costi incrementali che si potrebbero altrimenti manifestare in assenza di intervento (ipotesi "senza intervento"). Essendo l'analisi costi-benefici uno strumento di valutazione della fattibilità di un investimento dal punto di vista della collettività, nel modello è considerato 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.

Nel modello di Analisi Costi Benefici utilizzato presso la Direzione Operation e Coordinamento Territoriale i parametri considerati sono i seguenti:

- Benefici Trasportistici - sono valutati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" i seguenti parametri ottenuti dal modello DSS appena descritto:
 - Tempo totale di viaggio passeggeri;
 - Totale di veicoli • km passeggeri;
 - Tempo totale di viaggio merci;
 - Totale dei veicoli • km merci.
- Benefici della sicurezza - sono calcolati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" le seguenti categorie di incidente:
 - n. incidenti/anno;
 - n. incidenti/anno con feriti;
 - n. incidenti/anno con morti.
- Benefici Ambientali - sono calcolati, in termini differenziali tra lo scenario "con intervento" e lo scenario "senza intervento" le seguenti tipologie di emissione veicolare: CO, CO₂, VOC, NO_x, PM₁₀.
- Costi - sono considerati:
 - Costi di realizzazione;

- Costi di manutenzione.

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 rapporto Benefici/Costi al tasso di attualizzazione utilizzato.

Il tasso di attualizzazione considerato per ritenere economicamente sostenibile un progetto è posto pari al 3,0% (d.lgs 228/2011, come riportato nelle “Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche” del 14 novembre 2016 redatte dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti).

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.

3.1 I BENEFICI

L'insieme di benefici che sono stati presi in considerazione nello sviluppo dell'ACB sono stati calcolati a partire dalle variazioni degli indicatori di prestazione della rete stradale nello scenario attuale e nello scenario di progetto. Sono stati prese in considerazione le variazioni del tempo generalizzato di trasporto (veicoli-ora) e delle percorrenze (veicoli-km), particolarizzate per i veicoli leggeri e per i veicoli pesanti.

Queste grandezze sono state calcolate sulla base dei risultati del modello di assegnazione messo a punto da AIRIS grazie al quale, per ciascun arco della rete ed in ciascuno scenario, è possibile conoscere i flussi di traffico di veicoli leggeri e pesanti ed i tempi di percorrenza.

Nella seguente Tabella 6 sono riportati i valori degli indicatori in ciascuno dei due scenari di analisi con riferimento all'ora di punta del mattino. Complessivamente, sulla rete si risparmiano circa 30 veic-h e 64 veic-km. Va evidenziato che gli spostamenti di mezzi pesanti aumentano la loro percorrenza (il nuovo itinerario stradale è più veloce ma anche più lungo). Questo effetto non è così evidente per gli spostamenti di veicoli leggeri la componente di domanda in attraversamento di Santa Giustina non è così predominante come per i veicoli pesanti.

Tabella 6: Indicatori di prestazione trasportistici e variazioni tra lo scenario di progetto e lo scenario attuale (ora di punta)

	Scenario attuale	Scenario di progetto	Δ
veic-km (leggeri)	4.953	4.865	-88
veic-km (pesanti)	317	341	24
veic-km (totali)	5.270	5.206	-64
veic-h (leggeri)	138	109	-30
veic-h (pesanti)	9	7	-2
veic-h (totali)	147	116	-31

I valori dell'ora di punta sono stati trasformati in valori giornalieri in funzione dell'andamento della distribuzione oraria dei traffici, pesando opportunamente queste variazioni per singola ora, tenendo conto anche dei fenomeni di riduzione della congestione, in fasce orarie diverse da quelle di punta, connesse alle diminuzioni dei traffici.

Complessivamente su base giornaliera le variazioni sono le seguenti:

Δ veic-km (leggeri)	-1.216
Δ veic-km (pesanti)	33
Δ veic-h (leggeri)	-175
Δ veic-h (pesanti)	-10

Ai fini del calcolo dei singoli benefici sono stati adottati i seguenti parametri di trasformazione e di monetizzazione:

-	Indicatori trasportistici		
	• passeggeri/veicolo		1,1
	• giorni/anno veicoli leggeri		280
	• giorni/anno veicoli pesanti		200
-	Valori monetari del tempo		
	• passeggeri su strada	:	12,00 €/ora
	• autocarro equivalente	:	30,00 €/ora
-	Costi di esercizio		
	• autovettura equivalente	:	0,19 €/veic-km
	• autocarro equivalente	:	0,79 €/veic-km
-	Valori monetari sicurezza		
	• incidente con autovettura	:	5.165,00 €
	• incidente con ferito	:	25.823,00 €
	• incidente con morto	:	1.033.000,00 €
-	Valori monetari inquinamento atmosferico		
	• 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 benefici per risparmio di tempo assommano complessivamente a circa 54.000 veic-h/anno per i veicoli leggeri e circa 1.900 veic-ora/anno per i veicoli pesanti. Applicando i valori monetari del tempo di cui sopra si ottiene un risparmio annuo pari a circa **703.000€/anno**. I benefici per riduzione di percorrenza sono pari invece a circa 340.600 veic-Km/anno per i veicoli leggeri, cui corrisponde un beneficio economico di circa **65.000€/anno**. E' stata trascurata la quota relativa ai veicoli pesanti stante la ridotta variazione di percorrenze su base giornaliera che è stata stimata.

Per quanto concerne i benefici connessi alla riduzione dell'incidentalità è stato necessario dapprima calcolare il tasso relativo alla SS9 nel tratto in esame che si estende all'incirca dal Km 4+000 al Km 7+000. In questa tratta della SS9 nel periodo dal 2011 al 2017 sono stati mediamente rilevati 9,143 incidenti all'anno (di cui nessuno mortale) con 13 feriti: i tassi corrispondenti sono pari a 0,494 incidenti/mln-veic-km e 0,702 feriti/mln-veic-km.

La realizzazione della variante con una infrastruttura stradale di tipo C1 consente una riduzione dei tassi pari al 35% per il numero di incidenti e del 45% del numero di feriti. Alla entrata in esercizio del progetto, sulla rete in esame si prevede una diminuzione di 1,31 incidenti/anno e di 2,24 feriti/anno (si veda la Tabella 7).

Tabella 7: Benefici per riduzione di incidentalità

	Attuale		Progetto		Variazione	
	incidenti	feriti	incidenti	feriti	incidenti	feriti
eventi su Variante			1,70	2,04	+1,70	+2,04
eventi su SS9	9,14	13,00	6,14	8,72	-3,01	-8,72
TOTALE	9,14	13,00	7,83	10,76	-1,31	-2,24

Il corrispondente beneficio monetario è pari a circa **6.750€/anno** per riduzione del numero di incidenti e **64.400€/anno** per riduzione del numero dei feriti.

Infine, in relazione alla riduzione dell'inquinamento, sulla base delle variazioni di percorrenze tra scenario di progetto e scenario di riferimento è stata calcolata una variazione della produzione di inquinanti (si veda la Tabella 8) di circa 446 tonnellate/anno (di cui 442 di CO₂ e circa 2 di CO).

Tabella 8: Variazione emissioni inquinanti (Kg/anno)

	CO	CO2	VOC	NOX	PM	TOTALE EMISSIONI
DELTA TOTALE	-1.943	-442.963	-352	-1.432	-85	-446.775

Il corrispondente beneficio monetario è pari a circa **49.000€/anno**

3.2 I COSTI

La trasformazione dei costi di Realizzazione dell'opera da finanziari in economici è calcolata in base ad un fattore medio di conversione ottenuto come media pesata tra i singoli tassi di conversione delle voci di spesa e la percentuale di spesa a queste voci imputata desunti dai quadri economici del progetto, e risulta pari a 0,82.

I costi economici di realizzazione sono pari a 9.163.545€

I costi finanziari di manutenzione ordinaria sono stati valutati forfettariamente in circa 22.500€/anno cui corrisponde un costo economico di 18.327€/anno

3.3 GLI INDICATORI DELL'ACB

L'analisi costi benefici risulta soddisfatta: sulla base dei costi del progetto e dei benefici che ne scaturiscono, gli indicatori dell'ACB, riportati nella seguente Tabella 9, sono positivi. Il VAN calcolato con un tasso di sconto del 3% è pari 7.775.754€, il Saggio di Rendimento Interno Economico SRIE è pari all'8,4% ed il rapporto Benefici/Costi attualizzati è pari a 1,86

Tabella 9: Indicatori di sintesi dell'Analisi Costi Benefici

VAN	7.775.754
SRIE	8,4%
B/C	1,86

3.4 ANALISI DI SENSITIVITÀ

Per verificare la robustezza dell'investimento oggetto dell'Analisi è stata sviluppata anche un'analisi di sensitività mirata a verificare i valori dell'Analisi Costi Benefici in presenza di scenari più o meno sfavorevoli di aumento dei costi e di riduzione dei benefici.

Sono state valutate le combinazioni relative ad un aumento dei costi finanziari del progetto pari al 25% ed al 50% ed una riduzione dei benefici connessi all'intervento pari al 25% ed al 50%.

L'analisi mostra la robustezza dell'investimento dato che i valori dell'Analisi Costi Benefici sono positivi anche in presenza di uno scenario sfavorevole che prevede la contemporanea riduzione del 25% dei benefici ed un aumento del 25% dei costi. Va anzi evidenziato che a parità di benefici l'analisi è soddisfatta anche in presenza di un incremento di costi del 50%: in questo caso il VAN sarebbe ancora uguale a circa 3.200.000€ ed il SRIE pari al 4,7%, con un valore di rovesciamento dei costi (ovvero il valore dei costi finanziari che annullerebbe il VAN) pari a 20.783.843€, corrispondente da un incremento dell'86% dei costi previsti. Non risultano invece verificati tutti gli scenari in cui i benefici si riducono del 50%.

I valori degli indicatori per ciascun caso di analisi sono riportati nella seguente Tabella 10.

Tabella 10: Analisi di sensitività

VAN				TIR			
	Benefici				Benefici		
Costi	0	-25%	-50%	Costi	0	-25%	-50%
0	7.775.754	3.558.469	-658.816	0	8,4%	5,7%	2,4%
25%	5.502.408	1.285.122	-2.932.163	25%	6,2%	3,8%	0,9%
50%	3.229.061	-988.224	-5.205.510	50%	4,7%	2,4%	-0,3%