



Comune di Bologna

Piano Particolareggiato per l'implementazione della Città 30

Volume I - Allegato A
Stima dell'impatto della Città 30
sul benessere sociale
(aprile 2023 - ver.2.0)



<i>Abstract</i>	4
1. Premessa	5
2. Generalità	6
3. La costruzione del 'modello contabile'	8
3.1 Mobilità auto e commerciali	9
3.2 Bus e passeggeri TPL.....	10
3.3 Mobilità attiva	10
4. Aumento dei tempi di percorrenza	11
4.1 Tempi di percorrenza auto e veicoli commerciali	12
4.2 Tempi di percorrenza del TPL.....	13
5. Riduzione dell'incidentalità	15
6. Riduzione del traffico automobilistico	18
7. Benefici per l'incremento della mobilità attiva	20
8. Sintesi della valutazione e analisi di sensitività	21
8.1 Analisi di sensitività	24
9. Conclusioni	25

Abstract

La realizzazione della Città 30 è stata valutata utilizzando l'**analisi benefici-costi** applicata ai progetti di trasporto.

In questo modo si intende ottenere:

- una serie di indicazioni sui principali effetti e sulle modalità utili per **migliorare l'efficacia tecnico-economica** del dispositivo e per **mitigare/compensare** l'impatto sui diversi soggetti coinvolti;
- una **giustificazione del provvedimento** che, oltre a costituire un chiaro e non opinabile indirizzo per tecnici e amministratori e a suggerire importanti elementi per le attività di comunicazione, conferissero solidità sia formale che sostanziale a un provvedimento non pienamente inquadrabile nella normativa vigente.

L'analisi è stata basata sulla costruzione di un '**modello contabile**' della mobilità cittadina. Si sono cioè ricostruite le quantità di traffico (auto, veicoli commerciali, bus e relativi passeggeri, pedoni e ciclisti) che giornalmente percorrono le diverse categorie di strade sulla rete urbana.

I dati, molto robusti, sono stati derivati dal Q.C. del PUMS e dai Big Data del traffico.

Gli impatti misurati attraverso questo modello sono stati:

- l'aumento dei tempi di percorrenza di auto, veicoli commerciali, bus e relativi passeggeri;
- la riduzione del numero di incidenti e di feriti;
- la riduzione del traffico automobilistico;
- l'aumento della mobilità attiva.

Le variazioni delle grandezze considerate sono state tradotte in **valori monetari**, secondo la logica dell'analisi costi-benefici; l'indicatore considerato è stato il rapporto tra benefici e costi (first year cost-benefit ratio).

La composizione dei costi e dei benefici è risultata ampiamente dominata da una parte dai **maggiori tempi di percorrenza** e dall'altra dalla **minore incidentalità**.

Si è verificato che sulla rete principale il provvedimento produce **molti più costi che benefici**, mentre sulle altre reti si registra l'**opposto**. Ciò avviene perché:

- **per la rete principale** le velocità sono più elevate, e così di conseguenza i costi dei ritardi, mentre l'incidentalità è proporzionalmente meno presente stante la minor presenza di attività, di pedoni e di ciclisti lungo le strade, e così di conseguenza i benefici legati alla sua riduzione;
- **per la rete secondaria** avviene il contrario, cioè le velocità sono già ridotte, e così di conseguenza l'ammontare dei ritardi, mentre l'incidentalità è proporzionalmente molto più elevata, e così di conseguenza i benefici;
- **per la rete locale** i ritardi sono praticamente inesistenti, ma anche l'incidentalità è meno presente oltre a essere meno significativa la sua riduzione per effetto dei nuovi limiti.

Si tratta di una **indicazione generale**, stimata con un modello aggregato in cui le caratteristiche delle strade sono supposte per semplicità omogenee all'interno di ciascuna categoria, e che pertanto **non può sostituire valutazioni più circostanziate riferite a specifici assi**, come effettivamente è stato poi fatto nello sviluppo della proposta progettuale.

Da ultimo si sottolinea come l'analisi sia stata condotta '**on the safe side**' rispetto al dispositivo valutato, e come questa abbia trascurato effetti positivi molto rilevanti, come in particolare quelli legati a un **migliore e più equo uso dello spazio pubblico** e delle conseguenze che ne possono derivare in termini di benessere, inclusione, socialità, economia locale.

Aver dimostrato l'efficacia del provvedimento pur secondo criteri così 'severi' ne dimostra oltre ogni ragionevole dubbio la sua validità e desiderabilità.

1. Premessa

Il presente approfondimento è stato svolto a supporto del progetto di introduzione del limite generalizzato dei 30 km/h a Bologna.

Esso si è collocato nelle prime fasi del lavoro al fine di analizzare l'esistenza e il peso dei diversi possibili impatti del provvedimento e fornire in tal modo elementi utili per l'interlocuzione con i diversi soggetti coinvolti e per il successivo sviluppo del progetto.

L'analisi ha indagato l'impatto di un provvedimento esteso all'intera rete stradale della città; non ha cioè valutato l'effettivo progetto come poi successivamente definito e mantiene di conseguenza un significato del tutto generale, applicabile anche ad altre realtà urbane.

La metodologia di valutazione adottata è stata quella dell'analisi costi-benefici applicata ai progetti di trasporto, così come codificata nelle linee guida del Ministero dei Trasporti (MIT).

In questo senso i risultati ottenuti, oltre a costituire un chiaro e non eludibile indirizzo per tecnici e amministratori comunali, acquisiscono un valore sia formale che sostanziale rispetto alla motivazione di un provvedimento non pienamente inquadrabile nella normativa vigente.

2. Generalità

La scelta, condivisa da un numero sempre maggiore di città, di ridurre la velocità in ambito urbano entro limiti compatibili con il mantenimento di accettabili livelli di sicurezza è basata in primo luogo sulla decisione di non voler più assumere l'incidentalità grave come il prezzo che occorre necessariamente pagare per soddisfare le esigenze di spostamento dei cittadini.

Si tratta di una decisione oggi compiuta, come nel caso di Bologna di cui qui si discute, sulla base di una forte motivazione etica, anche se le ormai numerose e positive esperienze delle molte città che nel mondo hanno attuato questo cambiamento hanno evidenziato come, a fronte del cambiamento imposto, non solo non si sono verificate controindicazioni apprezzabili ma che, al contrario, si sono registrati positivi effetti 'collaterali' come la riduzione del traffico automobilistico, l'aumento dell'uso del trasporto pubblico e della mobilità attiva, la valorizzazione dell'uso dello spazio pubblico.

Nell'affrontare il progetto dell'introduzione della Città 30 a Bologna si è tuttavia ritenuto importante misurare in modo quantificato e oggettivo, al di là quindi delle pur legittime affermazioni di principio sui valori impliciti in tale manovra o su esempi tratti da altre realtà, l'impatto dell'intervento sul benessere sociale quale si può misurare ricorrendo alla strumentazione comunemente utilizzata nelle analisi di fattibilità economica dei progetti di trasporto, cioè all'analisi costi-benefici.

L'intento è quello di comprendere nella specifica realtà di Bologna l'impatto del provvedimento sulle diverse grandezze in gioco per trarre indicazioni utili a una sua migliore progettazione e per predisporre in modo più informato le eventuali misure mitigative/compensative.

Più precisamente, attraverso quella strumentazione si sono considerati i seguenti fenomeni legati alla riduzione delle velocità:

- l'aumento dei tempi di percorrenza delle auto private e dei veicoli commerciali;
- l'aumento dei tempi di percorrenza del trasporto pubblico;
- la riduzione dell'incidentalità;
- la riduzione del traffico automobilistico;
- l'aumento della mobilità attiva.

Non si sono invece valutati altri due effetti positivi usualmente associati alla Città 30, e cioè la riduzione del rumore¹ e dei consumi ed emissioni legati alla diminuzione delle velocità, effetti di incerta determinazione e, per quanto più specificatamente riguarda il secondo aspetto², destinati a una progressiva riduzione in funzione della diffusione delle motorizzazioni ibride ed elettriche.

Non si sono parimenti valutati gli effetti positivi legati a un migliore e più equo uso dello spazio pubblico e delle conseguenze che ne possono derivare in termini di benessere, inclusione, socialità, economia locale

¹ L'effetto di riduzione del rumore è principalmente legato a due fattori: il primo è l'abbassamento delle velocità, che se ha un impatto trascurabile durante l'arco diurno date le già modeste velocità medie misurate, è più rilevante nelle più sensibili ore serali e notturne; il secondo è la regolarizzazione dei comportamenti, con accelerazioni e decelerazioni meno accentuate. Si tratta di effetti potenzialmente importanti ma che non è stato possibile quantificare in modo sufficientemente robusto nel contesto del lavoro qui svolto e che si è pertanto scelto di non valutare in favore di sicurezza.

² In ogni caso, contrariamente a quanto da alcuni affermato, la riduzione delle velocità a 30 km/h in città in genere non comporta un aumento dei consumi grazie alla minor dispersione di energia nelle fasi di frenatura. Tale effetto è infatti più rilevante nelle normali condizioni di marcia in ambito urbano, caratterizzati da frequenti *stop and go*, rispetto a quello legato ai minori consumi che, a velocità costante, si registrano a 50 km/h rispetto a 30 km/h.

ecc.

Si sottolinea come tali omissioni vadano nel senso di **sottostimare l'efficacia del provvedimento** e si collochino cioè *on the safe side* rispetto al progetto qui valutato; si è in tal modo voluto verificare la sostenibilità della Città 30 al di là di ogni 'ragionevole dubbio' o soggettività di giudizio.

Di ciascun aspetto considerato sono stati valutati economicamente gli effetti con riferimento ai diversi soggetti coinvolti (automobilisti, passeggeri, operatori del TPL ecc.).

L'indicatore sintetico utilizzato nella valutazione è stato il rapporto tra benefici e costi nello scenario di realizzazione del progetto (*first year cost benefit ratio*).

3. La costruzione del ‘modello contabile’

La misura delle grandezze oggetto della valutazione è stata condotta sulla base di un ‘modello contabile’ della mobilità di Bologna.

Il modello riproduce in modo sintetico le principali quantità relative alla mobilità multimodale che si sviluppa sulla rete stradale di Bologna. In tale modello la rete è aggregata secondo tre categorie di strade: principale, secondaria e locale³.

Dal modello restano escluse le strade minori, quelle di carattere più strettamente locale; questa scelta, come si è fatto in altre parti dell’analisi, è un assunto prudenziale rispetto a un esito positivo della valutazione: è cioè tale da aumentare sia pure marginalmente i costi e ridurre i benefici della Città 30.

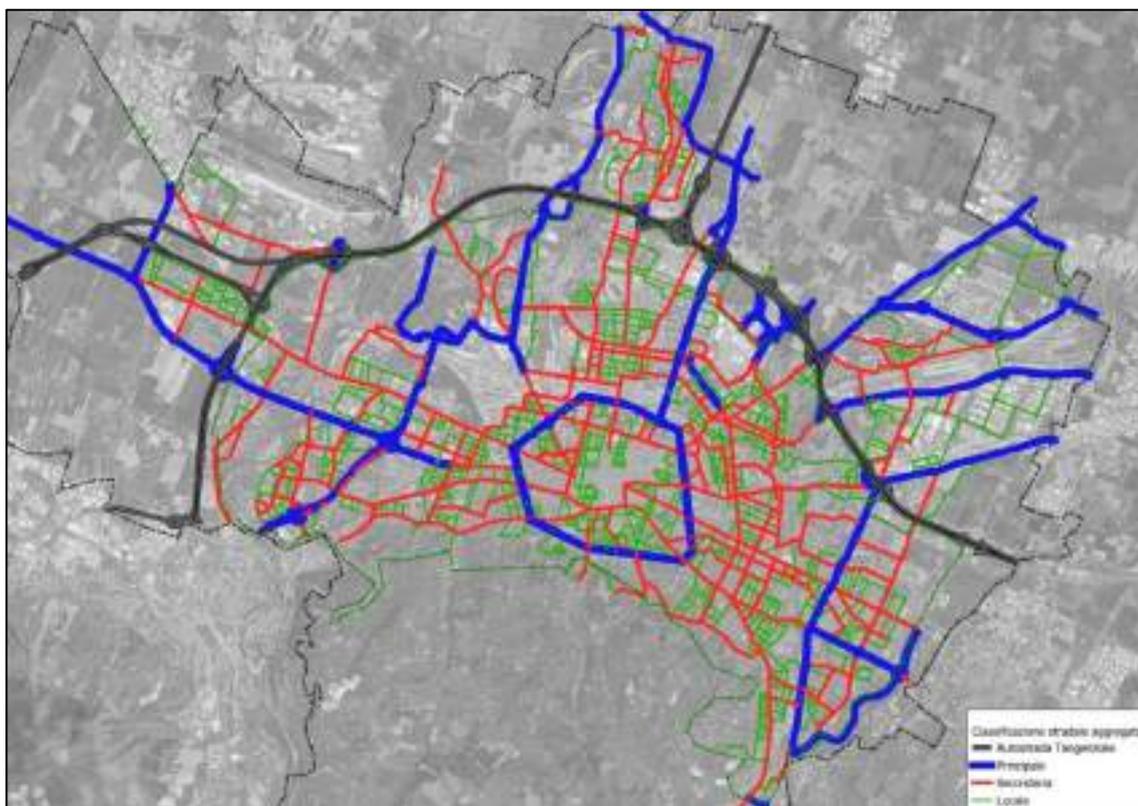


fig. 3.1 Le categorie aggregate di strade sulla base della classificazione funzionale (fonte PGTU)

Le caratteristiche della rete stradale bolognese e della mobilità che la utilizza, sintetizzate nel ‘modello contabile’, sono riportate nella tabella seguente.

³ Tale suddivisione, direttamente desunta dalla classificazione operata nel PGTU, non coincide con quella poi sviluppata nel progetto della Città 30 (cfr cap. 5 del Volume I) sulla base di ragionamenti più articolati che hanno considerati molti altri fattori, quali in particolare l’assetto geometrico, le attività presenti, le velocità di percorrenza e l’incidentalità. L’esercizio qui condotto non rappresenta pertanto l’analisi di fattibilità della proposta poi sviluppata per Bologna, ma vuole essere un esercizio di significato più generale valido anche in altri contesti. La disponibilità di una tale analisi, svolta nelle fasi iniziali del progetto, oltre a irrobustire le motivazioni del provvedimento, ha fornito le indicazioni assunte poi a fondamento della successiva fase di messa a punto del provvedimento.

	Rete principale	Rete secondaria	Rete locale	Totale
estesa rete (km)	74	243	264	581
flusso giornaliero medio(*) auto + comm. (veic/die)	14'793	5'163	1'652	4'798
traffico totale giornaliero auto+commerc. (veic*km/die)	1'096'161	1'256'674	435'632	2'788'468
di cui auto	953'660	1'093'307	379'000	2'425'967
di cui veicoli commerc.	165'366	189'581	14'604	369'552
flusso giornaliero medio bus (bus/die)	111	223	22	118
traffico totale giornaliero bus (bus*km/die)	8'228	54'321	5'755	68'304
passengeri giornalieri medi (pax/die)	1'610	3'236	316	1'704
volume totale giornaliero passeggeri bus (pax*km/die)	119'306	787'655	83'448	990'408
flusso giornaliero medio bici/piedi (persone/die)	236	1'352	375	766
spostamenti totali giornalieri bici/piedi (persone*km/die)	17'472	328'966	98'839	445'276

(*) i valori medi sono calcolati come media dei valori relativi alle diverse tratte stradali, pesati con la relativa lunghezza.

Tab.3.1 Ricostruzione della mobilità in comune di Bologna nel 'modello contabile'

Nei paragrafi che seguono sono sinteticamente descritte le fonti utilizzate e le modalità di elaborazione seguite per la ricostruzione del 'modello contabile'.

3.1 Mobilità auto e commerciali

La fonte primaria utilizzata è quella dei *floating car data* forniti da TomTom (dati maggio 2022, giorni feriali/scolastici).

I dati consistono nel numero di veicoli tracciati (*hits*) per ciascun tratto della rete stradale di Bologna, stratificati per ora e per velocità di percorrenza della tratta.

Tramite opportuni coefficienti di espansione è stato perciò possibile calcolare il flusso per ciascuna tratta, i flussi medi e i veicoli*km per categoria di strada e complessivi.

Per stimare i coefficienti di espansione si sono confrontati i dati TomTom con un campione di punti di misura di traffico attrezzati con la rete di spire gestite dal comune di Bologna.

Il risultato dell'analisi è il seguente:

	hits medi per classe strada	% hits/flussi	TGM medio
Principale	1124	7.6%	14793
Secondaria	392	7.6%	5163
Locale	66	4.0%	1652

Tab.3.2 Tassi medi di copertura dei veicoli tracciati sul flusso transitante

Un secondo passaggio è consistito nella stima della quota dei veicoli commerciali.

Dai dati raccolti nel Quadro Conoscitivo del PUMS della Città Metropolitana (tabb. 4.22 e 4.23) è stato tratto il numero giornaliero di viaggi effettuato dai veicoli commerciali, pari a 30'796 veicoli.

Ipotizzando una lunghezza media di "giro" di carico/scarico in ambito urbano di 12 km, si ottiene un valore stimato di 369'552 veic*km.

Questo valore è stato poi ripartito tra le tre categorie di strade non in modo uniforme, ma dando maggior peso alle categorie maggiori⁴.

La differenza tra i veic*km totali e quelli dei veic*km commerciali rappresenta la quota di spostamenti di persone, dato confrontabile con quelli riportati nel QC del PUMS, e precisamente con la matrice degli spostamenti per modo di trasporto della tabella 3.1 che di seguito di sintetizza:

	auto/moto	tpl	bici	piedi	totale
interni	403'790	198'012	61'117	324'501	987'420
ingressi	152'320	42'652	3'110	7'451	205'533
uscite	153'458	42'155	3'697	6'814	206'124
	709'568	282'819	67'924	338'766	1'399'077

Tab.3.3 Matrice degli spostamenti giornalieri per modo (fonte QC PUMS Cmbo)

Sulla base di informazioni sempre tratte dal PUMS (cfr fig.7-4) è stato infatti possibile stimare la lunghezza media degli spostamenti interni su auto, risultata pari a 3 km. Ipotizzando di incrementare tale lunghezza del 50% per i viaggi di scambio, e applicando un coefficiente di occupazione di 1.15 pax/auto, si ottiene un valore complessivo di 2'159'555 veic*km, di poco inferiore al valore dei veic*km non commerciali derivato da TomTom.

Tale differenza peraltro si può ben spiegare con la sottostima dei viaggi operativi che solo parzialmente vengono registrati nelle indagini domiciliari, come quella effettuate per il PUMS.

3.2 Bus e passeggeri TPL

Le fonti utilizzate sono state due.

Per le percorrenze dei bus ci si è basati sui dati *.gtfs*, che forniscono i passaggi di tutte le corse di tutte le linee sulle diverse tratte stradali e consente quindi di calcolare direttamente i bus*km effettuati sulla rete.

Per quanto riguarda i passeggeri ci si è basati ancora sulla matrice degli spostamenti del PUMS sopra riportata, trasformando i viaggi in passeggeri*km; la trasformazione è stata operata ipotizzando una lunghezza media di spostamento pari a 3.5 km.

Il rapporto tra passeggeri*km e bus *km rimanda a un carico medio di 14.5 pax/bus, valore plausibile per quanto relativamente elevato⁵, e che si assume in quanto ancora una volta prudenziale.

3.3 Mobilità attiva

I flussi in bici/piedi sono stati direttamente derivati dalla matrice PUMS, applicando al totale di bici+pedoni una lunghezza media di spostamento assunta pari a 0.8 km per i pedoni e a 2.5 km per le bici.

Analogamente a quanto fatto per i veicoli commerciali, le persone*km così ottenute sono state ripartite tra le tre diverse reti secondo pesi differenziati che restituissero una relativa maggiore presenza sulle categorie inferiori.⁶

⁴ I pesi utilizzati sono stati pari a 0.45, 0.45 e 0.10 rispettivamente per le reti principale, secondaria e locale.

⁵ Il carico medio registrato a Milano è di 12 passeggeri/bus

⁶ I pesi utilizzati sono stati pari a 0.10, 0.50 e 0.40 rispettivamente per le reti principale, secondaria e locale.

4. Aumento dei tempi di percorrenza

Per stimare l'impatto dell'introduzione della Città 30 ci si è basati sulle informazioni relative alla distribuzione delle velocità sulle diverse tipologie di reti derivate dai FCD, informazioni che restituiscono per ogni tratto stradale la velocità media di percorrenza per ciascuno degli intervalli percentili in cui è suddiviso il campione tracciato.



Fig.4.1 Velocità mediana rilevata sulla rete stradale nel periodo 8-9

Di seguito si riportano i valori relativi al 15° (V15), 50° (V50, soglia assunta -nella distribuzione attuale- pari alla velocità media) e 85° (V85) percentile nello stato di fatto e nello stato di progetto. Per ricavare questi ultimi si è ipotizzato di lasciare inalterata la V15, già allineata con il nuovo limite e di ridurre le altre soglie di velocità di una quantità pari a una quota della differenza tra il valore attuale e il nuovo limite, incrementato a 35 km/h per tener conto della tolleranza rispetto ai potenziali controlli.

Le quote adottate sono state rispettivamente pari a 1/2 e 1/3 rispettivamente per la nuova V50 e la nuova V85.

La stima della variazione dei tempi di percorrenza è effettuata applicando una velocità media equivalente, calcolata sommando la riduzione delle velocità relative ai due intervalli centrali (V15/V50 e V50/V85) nell'ipotesi di adozione del nuovo limite.

Nel primo intervallo la riduzione è stimata per la sola parte che oggi viaggia sopra il nuovo limite, supponendo una distribuzione lineare delle velocità; nel secondo intervallo la riduzione è calcolata rispetto a

un valore medio calcolato applicando un denominatore pari a 3 alla differenza tra V85 e V50⁷, sommato alla differenza tra V50 e nuovo limite.

Si tratta, come ben si vede, di un meccanismo costruito in modo da essere il più neutro possibile e di portare a risultati 'plausibili', ma che inevitabilmente mantiene un qualche grado di arbitrarietà.

Questo comporta, come meglio si dirà nelle conclusioni, il fatto di dover leggere i risultati dell'analisi non come una misura assoluta della fattibilità del progetto, quanto piuttosto come l'evidenziazione delle diverse componenti del suo impatto, del loro peso e delle reciproche interrelazioni.

	Rete principale	Rete secondaria	Rete locale
Velocità: stato di fatto			
V15	27.0	21.9	17.5
V50	42.3	34.5	28.6
V85	57.6	47.1	39.7
V85/V50	1.36	1.37	1.39
Velocità: stato di progetto			
V15	27.0	21.9	17.5
nuova V50	38.7	34.5	28.6
nuova V85	42.5	39.0	36.6
nuova V85/V50	1.10	1.13	1.28
velocità media equivalente	38.0	33.2	28.1

Tab.4.1 Variazioni stimate nella distribuzione delle velocità

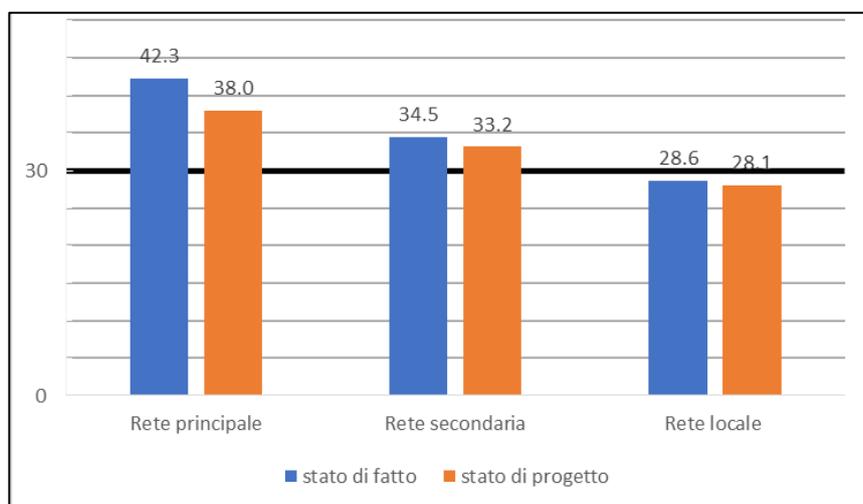


Fig. 4.2 Velocità medie utilizzate per il calcolo dei ritardi (stato di fatto e di progetto)

Va ricordato che la categoria strade locali è in parte già oggi ricadente in Zone30, nelle quali il limite risulta già attuato.

4.1 Tempi di percorrenza auto e veicoli commerciali

Sulla base della riduzione delle velocità sopra calcolata è possibile stimare la perdita complessiva di ore uomo al giorno e all'anno per le auto e i veicoli commerciali.

⁷ In altri termini, la curva delle velocità oltre la V50 non è supposta lineare, ma spostata verso la V50.

La valutazione economica dei maggiori tempi di viaggio è stata effettuata applicando un valore del tempo (V.O.T. - value of time) pari a 10.00 €/h per i passeggeri e di 40.00 €/h per i veicoli commerciali (comprensivo del valore del tempo del conducente e della merce trasportata).

Il coefficiente di ragguglio da giorno ad anno è assunto pari a 330 per i veicoli passeggeri e di 300 per i veicoli pesanti, mentre il coefficiente di occupazione è pari a 1.15 pax/auto.

	Rete principale	Rete secondaria	Rete locale	Totale
auto private				
<i>pax*km sdf</i>	1'096'709	1'257'303	435'850	2'789'862
<i>pax*h sdf</i>	25'927	36'444	15'240	77'610
<i>pax*h sdp</i>	28'870	37'921	15'523	82'315
<i>incremento tempi di viaggio h/die</i>	2'943	1'478	283	4'705
<i>incremento tempi di viaggio h/anno</i>	971'335	487'665	93'536	1'552'535
veicoli commerciali				
<i>veic.*h sdf</i>	3'909	5'495	511	9'915
<i>veic.*h sdp</i>	4'353	5'718	520	10'591
<i>incremento tempi viaggio h/die</i>	444	223	9	676
<i>incremento tempi viaggio h/anno</i>	133'147	66'847	2'849	202'844
costo economico	15'039'240	7'550'540	1'049'327	23'639'107

Tab.4.2 Incremento nei tempi di viaggio e costi economici

Il costo economico dovuto all'incremento dei tempi di percorrenza di auto e veicoli commerciali è per due terzi dovuto ai passeggeri a bordo delle auto e per la quota restante ai veicoli commerciali.

4.2 Tempi di percorrenza del TPL

La questione di quanto possa incidere il limite di velocità sui tempi di percorrenza del TPL dovrebbe basarsi sull'elaborazione analitica dei dati AVM⁸ della flotta, dati che non è stato possibile consultare nell'ambito del presente lavoro.

In ogni caso, basandosi sui valori di velocità tratti dai FCD, si dovrebbe registrare un qualche impatto sulle percorrenze bus essenzialmente sulla rete principale, per la quale il valore della velocità V50 è pari a 45 km/h, mentre per la rete locale la velocità risulta già pari o inferiore al nuovo limite imposto.

E' comunque possibile operare una stima orientativa sulla base di un ragionamento teorico: partendo dal dato bolognese di una distanza media interfermata di 200 m. e applicando le normali formule della cinematica, assumendo di poter **sempre** raggiungere la velocità di crociera di 42.3 km/h, cioè pari alla velocità media sulla rete principale, si avrebbe un tempo di percorrenza della tratta interfermata di 28.8"; è possibile calcolare il tempo perso negli arresti (fermate, semafori ecc.) imponendo di riprodurre una velocità commerciale di 14 km/h, allineata con quella dichiarata da TPER.

⁸ Automatic Vehicle Monitoring

Secondo questo calcolo, se si passa dalla velocità di 42.3 km/h sulla rete principale a una di 35 km/h si avrebbe un ritardo di 1.5 sec/km sul tempo di moto, cui corrisponde a una riduzione di velocità commerciale del 2.94%.

Sulla rete secondaria la velocità media del traffico è già oggi inferiore a 35 km/h; si è comunque valutata la riduzione che si avrebbe passando dalla velocità media attuale di 34.5 a quella media futura equivalente di 33.2 km/h, con un conseguente ritardo di 0.5 sec/km e una riduzione della velocità commerciale dello 0.83%.

Per la rete locale il ritardo dovrebbe essere nullo.

In sintesi la stima è di una riduzione del 3% sulla rete principale e dell'1% sulla rete secondaria. Stime più severe informalmente ricevute nel corso del lavoro collocherebbero invece la riduzione nell'ordine del 3% complessivo sull'intera rete, cioè a dire circa 2.4 volte più elevate. Di tale differenti valutazioni si terrà conto nelle analisi di sensitività.

I maggiori tempi in tal modo calcolati per le sole categorie principale e secondaria, sono stati valutati applicando un costo economico per ora/bus pari a 46.70 €/h⁹, mentre per i passeggeri si è applicato un V.O.T. di 7.50 €/h¹⁰.

Il coefficiente di ragguglio da giorno ad anno è posto pari a 280 per i passeggeri e a 330 per i bus.

Si fa presente che nel modello contabile utilizzato, l'aumento dei tempi di percorrenza dei bus non sono influenzati dal maggiore o minore grado di rispetto dei nuovi limiti come invece ipotizzato per le auto.

	Rete principale	Rete secondaria	Rete locale	Totale
bus*h sdf	588	3'880	0	4'468
bus*h sdp	605	3'912	0	4'517
maggiori tempi bus (h/die)	17	32	0	49
maggiori tempi pax (h/die)	251	467	0	718
maggiori tempi bus (h/anno)	5'702	10'628	0	16'330
maggiori tempi pax (h/anno)	70'152	130'751	0	200'903
valore economico ritardi bus	266'142	496'041	0	762'184
valore economico ritardi pax	526'139	980'630	0	1'506'769
valore economico totale	792'282	1'476'671	0	2'268'953

Tab.4.3 Incremento nei tempi di bus e passeggeri TPL e relativi costi economici

⁹ Valore calcolato sulla base di un costo finanziario di 4.8 €/km e di una velocità commerciale di 13 km/h, cui è applicata una riduzione del 15% per tener conto della componente di costo non legata al tempo, e un coefficiente di trasformazione da economico a finanziario di 0.88

¹⁰ Il V.O.T. applicato ai passeggeri del TPL è inferiore a quello applicato agli automobilisti per la diversa composizione dei motivi di viaggio, che vedono nei primi una maggiore presenza dei motivi di studio.

5. Riduzione dell'incidentalità

Per operare la stima dell'incidentalità ci si è basati sullo studio di correlazione tra velocità e incidentalità sviluppato a supporto del Piano della Sicurezza della Città Metropolitana di Bologna, e precisamente :

- relazione tra rapporto V85/V50 e tasso di incidentalità, applicabile per la stima della riduzione degli incidenti;
- relazione tra V85 e tasso di lesività, applicabile per la stima della riduzione dei lesi.

Le due analisi, riassunte nei grafici seguenti, hanno consentito di calcolare un valore di elasticità poi applicato alla stima delle riduzioni nel numero di incidenti e di lesi conseguenti alle riduzioni degli indicatori di velocità qui considerati.

La retta di regressione nell'analisi sulla lesività ha rispettato il valore 1 per il rapporto lesi/incidenti, assunto come limite tendenziale del rapporto; analogamente nel caso dell'analisi sui tassi di incidentalità, si è forzata una intercetta sulle ordinate pari alla media dei tre valori più bassi dei tassi riscontrati nel campione analizzato, media risultata pari a 0.26 incidenti per 1000 veic*km.

Non si è invece operata una stima diretta della riduzione del numero di morti, valori troppo bassi per ottenere delle stime attendibili; la loro presenza è tuttavia in parte già considerata nel calcolo del numero di lesi¹¹, oltre che nel calcolo di un costo economico equivalente derivato dalla media storica pesata di feriti e morti.

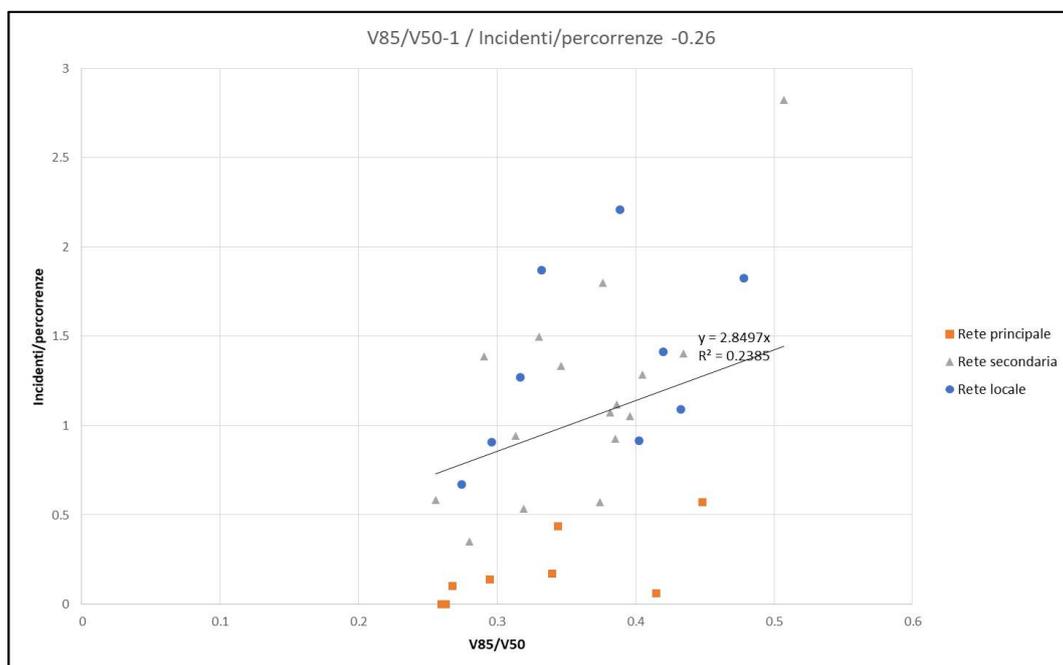


Fig.5.1 Analisi di correlazione tra V85/V50 e tassi di incidentalità

¹¹ Nelle regressioni il valore dei lesi è calcolato sommando ai feriti il numero di morti moltiplicato per un fattore 5, cioè molto basso. Utilizzare pesi più elevati avrebbe però indotto una pericolosa distorsione nell'analisi.

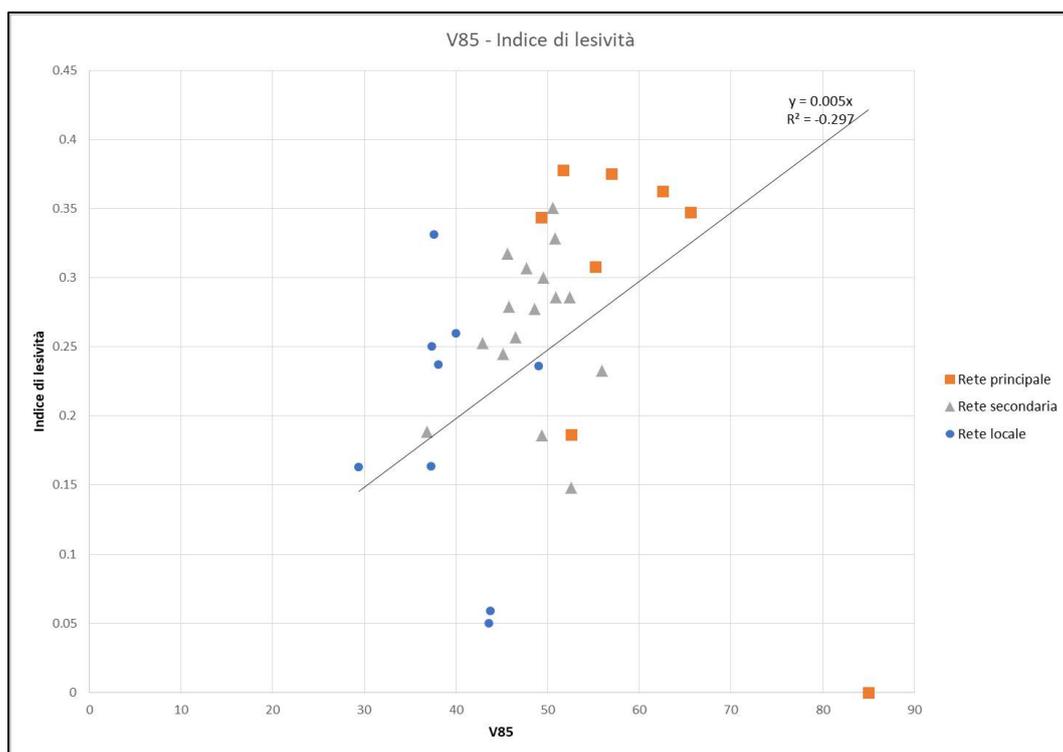


Fig.5.2 Analisi di correlazione tra V85 e tassi di lesività

In definitiva la riduzione attesa di incidenti è risultata pari a -10.2%, -12.4% e -5.4% rispettivamente per la rete principale, secondaria e locale, e dei tassi di lesività al -4.8%, -2.7% e -1.0%.

I risultati del calcolo sono riportati nella tabella seguente, dove si rende evidente il forte impatto della misura, in particolare con riferimento alla rete secondaria dove si svolge la quota maggiore di traffico.

I costi economici sono stati valorizzati adottando i parametri suggeriti dal MIT¹², incrementati del 4% per tener conto della quota di mortalità registrata a Bologna e già non considerata nell'esercizio di regressione.

I valori adottati in definitiva sono i seguenti:

- 10'989 € per ogni incidente;
- 44'504 € per ogni ferito.

	Rete principale	Rete secondaria	Rete locale	Totale
incidenti/anno sdf	370	1375	245	1990
feriti/anno sdf	425	1474	253	2152
morti/anno sdf	1.92	12.16	2.56	17
variazione % incidenti	-18.0%	-16.1%	-7.4%	
variazione % lesività	-5.8%	-3.3%	-1.3%	
incidenti anno sdp	303	1154	227	1684
riduzione incidenti/anno	66	221	18	305
feriti/anno sdp	328	1197	231	1756
riduzione feriti/anno	97	277	22	396
valore economico	5'039'641	14'749'431	1'170'146	20'959'218

Tab.5.1 Riduzione dell'incidentalità e relativi benefici economici

¹² Cfr MIT Costi sociali dell'incidentalità stradale 2019



Fig.5.3 Localizzazione degli incidenti nel periodo 2015-2019

6. Riduzione del traffico automobilistico

L'aumento dei tempi di percorrenza comporta un aumento dei costi generalizzati, cui corrisponde una riduzione del traffico automobilistico.

Per operare tale stima si è applicata alla variazione dei tempi di percorrenza un coefficiente di elasticità pari a 0.15, valore comunemente applicato negli studi di mobilità arrivando a una riduzione complessiva dello 0.6%.

I benefici legati alla riduzione dei viaggi si compongono, per la quota di viaggi evitata, di:

- eliminazione dei costi esterni, legati alle emissioni inquinanti e alla minore congestione;
- ulteriore riduzione dell'incidentalità;
- eliminazione dei costi non percepiti, cioè non considerati dagli utenti nella valutazione del surplus;

E' inoltre stato corretto il costo dei maggiori tempi subiti dagli automobilisti sottraendo a esso la metà del costo relativo a quelli che rinunciano poi al viaggio e che non subiscono pertanto per intero la perdita di surplus (applicazione della 'regola del mezzo' al traffico deviato).

Non vanno invece considerati, secondo una corretta metodologia di analisi, i cosiddetti 'costi cessanti', cioè i costi operativi percepiti per i viaggi evitati.

Va inoltre computata tra i costi la diminuzione delle entrate fiscali per lo stato, cioè l'iva e le accise sul carburante risparmiato.

	Rete principale	Rete secondaria	Rete locale	Totale
Costo generalizzato percepito auto/km sdf	0.44	0.49	0.55	
Costo generalizzato percepito auto/km sdp	0.46	0.50	0.56	
differenza %	6.1%	2.4%	1.2%	
riduzione % uso auto	0.92%	0.36%	0.18%	
riduzione auto*km giorno	8'797	4'523	773	14'093
riduzione auto*km anno	2'903'161	1'492'546	255'132	4'650'840
costi non percepiti cessanti	290'316	149'255	25'513	465'084
riduzione accise	-205'295	-105'544	-18'041	-328'881
esternalità ambientali	79'547	40'896	6'991	127'433
esternalità da congestione	715'629	1'058'961	90'508	1'865'099
minore incidentalità	144'000	237'291	22'698	403'989
minor maleficio di tempo (h/die)	11.3	0.0	0	11
minor maleficio di tempo (€/anno)	37'269	0	0	37'269
valore economico	1'061'466	1'380'858	127'668	2'569'992

Tab.6.1 Riduzione del traffico automobilistico e relativi effetti

I coefficienti e parametri utilizzati per svolgere la valutazione sono stati:

- V.O.T. auto	10.00 €/h
- costo operativo percepito auto	0.2 €/km
- costo non percepito auto	0.1 €/km
- costi esterni ambientali ¹³	0.0273 €/km
- costi esterni congestione rete principale	0.25 €/km
- costi esterni congestione rete secondaria	0.71 €/km
- costi esterni congestione rete locale	0.35 €/km
- incidenza fiscalità al veic*km	0.07 €/km

¹³ Per i costi esterni ambientali e da congestione ci si è riferiti a “Handbook on the external costs of transport” Version 2019

7. Benefici per l'incremento della mobilità attiva

Così come confermato nelle numerose esperienze estere, la riduzione delle velocità si accompagna a una maggiore propensione all'uso della mobilità attiva, cioè a piedi o in bicicletta.

Questa maggiore propensione è solo in parte dovuta alla parallela riduzione del traffico automobilistico, mentre va soprattutto collegata al miglioramento delle condizioni di uso dello spazio pubblico: minori rischi, minor inquinamento, maggiore permeabilità trasversale delle strade ecc.

Essa va considerata per i notevoli impatti positivi che comporta, impatti essenzialmente rivolti come già detto in premessa alla maggiore frequentazione dello spazio pubblico e al benessere psicofisico legato all'aumentata attività fisica, ed è unicamente su quest'ultimo aspetto che si è sviluppato uno schema di valutazione economica.

Per farlo si è ipotizzato che la propensione alla mobilità attiva dipenda –*coeteris paribus*– dal livello di traffico e di rischio percepiti, e che una misura sintetica di tale livello possa essere dato dal prodotto del traffico per la V85, applicando poi alla variazione % tra stato di fatto e di progetto un opportuno coefficiente di elasticità, qui posto pari a 0.3.

Si tratta come ben si vede di un metodo ampiamente arbitrario, i cui risultati sono comunque tali da non modificare i risultati generali.

Calcolato il numero di nuovi attivi, i benefici sono stimati sulla base del metodo HEAT/Oms che suggerisce, **relativamente alla sola riduzione della mortalità**, di applicare il valore di 1 € per ora di attività.

Tale valore è certamente sottostimato, ma andrebbe d'altra parte corretto per tener conto della maggiore incidentalità legata al maggior uso della bicicletta, per cui si ritiene ragionevole non incrementarlo.

E' invece, lo si sottolinea ancora, del tutto trascurato il valore presumibilmente **di gran lunga più significativo**, che è quello del recupero dello spazio pubblico quale luogo di socialità e di incontro, con quanto ne consegue in termini di maggior benessere individuale, di miglior funzionamento sociale, di sviluppo dell'economia locale.

Il valore pur parziale così ottenuto conferma in ogni caso l'importanza che le politiche della Città 30 devono attribuire a un migliore e più equo uso dello spazio pubblico.

	Rete principale	Rete secondaria	Rete locale	Totale
bici/piedi*km sdf	17'472	328'966	98'839	445'276
incremento bici/piedi*km sdp	1'371	16'902	2'340	20'614
incremento bici/piedi*h	381	4'695	650	5'726
valore economico €/anno	125'678	1'549'376	214'524	1'889'578

Tab.7.1 Incremento della mobilità attiva e relativi effetti

8. Sintesi della valutazione e analisi di sensitività

Prima di analizzare i risultati della valutazione è più che opportuno tornare a discutere significato e limiti dell'esercizio effettuato.

Il primo aspetto da sottolineare è che l'analisi ha assunto un approccio, quello dell'analisi costi-benefici, di tipo microeconomico marginalista, nel quale i costi hanno sostanzialmente coinciso con le variazioni – negative- del surplus del consumatore e dei costi marginali dei produttori, mentre i benefici sono essenzialmente stati quelli della minore perdita di produttività e dei costi sanitari e materiali derivati dalla riduzione dell'incidentalità.

Si tratta di un approccio ben adatto alla valutazione comparata¹⁴ di progetti di trasporto, ma poco capace di tener conto dei molti altri aspetti –urbanistici, sociali, ambientali ed etici- che la Città 30 coinvolge.

Di converso i risultati di una tale analisi, laddove confermano la fattibilità del provvedimento, indicano al decisore che, indipendentemente dalle proprie personali convinzioni e orientamenti, il non adottare il provvedimento comporta una perdita netta di benessere sociale per la collettività **al minimo** pari a quella così calcolata.

Ciò premesso, il significato dell'esercizio qui condotto non è stato quello di stabilire la fattibilità 'assoluta' del progetto di Bologna Città 30¹⁵, quanto quello di esplorarne l'impatto trasportistico e, sotto questo aspetto:

- operare una stima della grandezza delle variabili in gioco;
- valutare la composizione dei costi e dei benefici e mettere in luce gli aspetti che ne condizionano maggiormente i livelli di fattibilità;
- fornire indicazioni circa le modalità di sviluppo e gestione del progetto.

I risultati della valutazione economica sono sintetizzati nella figura e tabella seguenti, dove si evidenzia anzitutto un ordine di grandezza del flusso annuo dei costi e dei benefici generati dell'ordine complessivo di 50 milioni di euro.

I costi sono in larghissima misura (88%) riferibili alla perdita di tempo dei veicoli privati, mentre l'impatto sul trasporto pubblico è decisamente modesto¹⁶.

Analogamente avviene per i benefici, per l'80% rappresentati dalla riduzione dell'incidentalità, mentre i benefici di tipo ambientale, stante il ridotto effetto di riduzione del traffico automobilistico, sono ovviamente marginali.

Si sottolinea piuttosto l'impatto potenzialmente rilevante, ma qui solo parzialmente considerato, relativo allo sviluppo della mobilità attiva.

In sintesi il bilancio aggregato, riferito a uno schema esteso all'intera rete viaria di Bologna, si chiude in sostanziale equilibrio¹⁷.

¹⁴ L'ACB è uno strumento molto potente per la comparazione di alternative di progetto, assai meno per valutare la fattibilità assoluta di un solo progetto; anche di questo occorre tener conto nella lettura dei risultati dell'analisi.

¹⁵ Come già in precedenza precisato, l'analisi si è mossa su un piano generale e non rappresenta l'analisi di fattibilità del progetto poi concretamente sviluppato.

¹⁶ Questo non significa negare l'esistenza di un potenziale impatto negativo della Città 30 sul trasporto pubblico, ma semplicemente che tale impatto non è determinante nella scelta da effettuare.

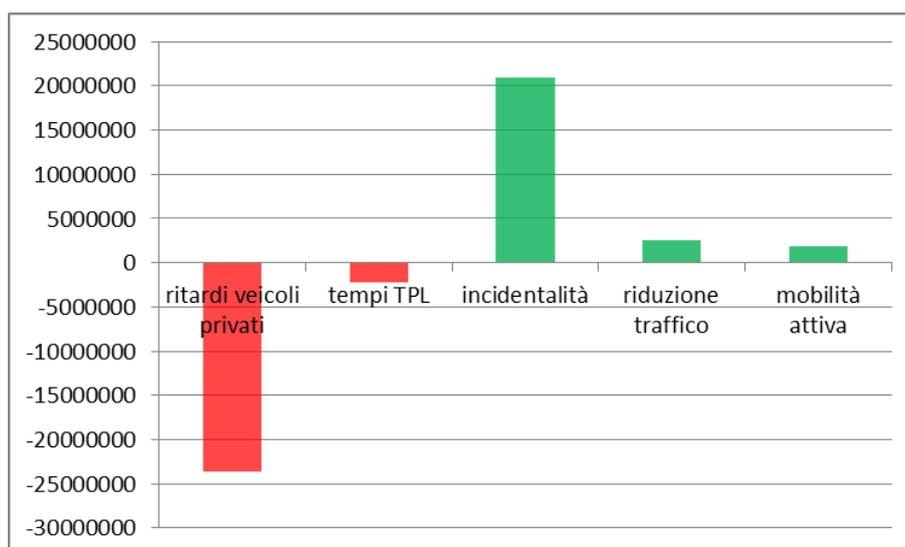


Fig. 8.1 Composizione dei costi (in rosso) e dei benefici (in verde)

	Rete principale	Rete secondaria	Rete locale	Totale
COSTI				
Aumento tempi di percorrenza				
- passeggeri auto	9'676'083	4'876'646	935'358	15'488'086
- veicoli commerciali	5'325'889	2'673'894	113'969	8'113'753
- passeggeri bus	526'139	980'630	0	1'506'769
- bus	266'142	496'041	0	762'184
Perdita gettito fiscale	205'295	105'544	18'041	328'881
TOTALE COSTI	15'999'549	9'132'755	1'067'369	26'199'673
BENEFICI				
Riduzione incidenti	5'039'641	14'749'431	1'170'146	20'959'218
Esterneità				
- costi non percepiti auto	290'316	149'255	25'513	465'084
- inquinanti e climalteranti	79'547	40'896	6'991	127'433
- congestione	715'629	1'058'961	90'508	1'865'099
- incidentalità evitata per minor traffico	144'000	237'291	22'698	403'989
Aumento mobilità attiva	125'678	1'549'376	214'524	1'889'578
TOTALE BENEFICI	6'394'811	17'785'210	1'530'380	25'710'401
Saldo effetti diretti (tempi e incidentalità)	-10'754'613	5'722'220	120'818	-4'911'574
Saldo generale (benefici-costi)	-9'604'737	8'652'455	463'011	-489'272
Benefici/costi	0.40	1.95	1.43	0.98

Tab.8.1 Sintesi dei costi e dei benefici

¹⁷ Nei costi non sono compresi quelli legati all'attuazione, manutenzione e gestione del dispositivo di Città 30, che comunque risulterebbero di un ordine di grandezza inferiori ai saldi in gioco.

Come si vede gli indicatori di fattibilità sono fortemente differenziati tra le diverse categorie di strade, con la rete principale caratterizzata da un saldo fortemente negativo e, di converso, una rete secondaria sulla quale i benefici arrivano a essere due volte i costi.

Se si esclude la rete principale dal provvedimento, il bilancio si riporta su livelli decisamente più positivi, mentre l'esclusione di quote della rete secondaria ne riduce proporzionalmente il livello di fattibilità, come esemplificato nel diagramma seguente:

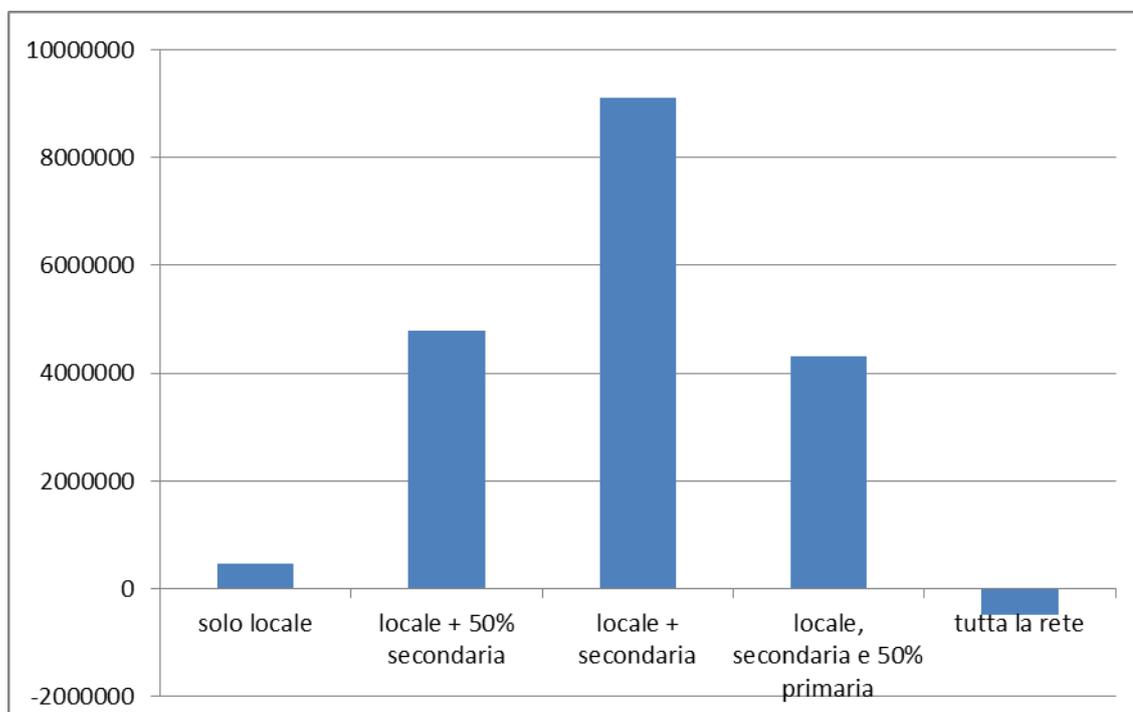


Fig.8.2 Andamento dei benefici netti in funzione dell'estensione della Città 30

Questo fatto si spiega con le differenti caratteristiche delle diverse categorie di rete:

- per la rete principale le velocità sono più elevate, e così di conseguenza i costi dei ritardi, mentre l'incidentalità è proporzionalmente meno presente stante la minor presenza di attività e di pedoni e ciclisti lungo le strade, e così di conseguenza i benefici legati alla sua riduzione;
- per la rete secondaria avviene il contrario, cioè le velocità sono già ridotte, e così di conseguenza i ritardi, mentre l'incidentalità è molto più elevata, e così di conseguenza i benefici;
- per la rete locale i ritardi sono praticamente inesistenti, ma anche l'incidentalità è meno presente oltre a essere meno significativa la sua riduzione per effetto dei nuovi limiti.

Si sottolinea ancora una volta come si tratti di una **indicazione generale**, stimata con un modello aggregato in cui le caratteristiche delle strade sono supposte omogenee all'interno di ciascuna categoria, e che pertanto **non può sostituire valutazioni più circostanziate riferite a specifici assi**, come effettivamente sarà poi fatto nello sviluppo della proposta progettuale.

Una seconda osservazione è relativa alla composizione dei benefici, in larghissima misura determinati dalla riduzione dell'incidentalità. Occorre infatti tenere presente che questo beneficio potrebbe doversi ridimensionare in uno scenario ben auspicabile di riduzione generalizzata del fenomeno conseguente ad altre concomitanti politiche di controllo oltre che di evoluzione tecnologica degli autoveicoli; d'altra parte può

giocare in senso opposto una differente valutazione economica dei costi dell'incidentalità, come si accennerà nelle conclusioni.

A queste questioni risponde peraltro l'analisi di sensitività riportata nel paragrafo seguente.

Gli effetti della riduzione delle emissioni e le altre esternalità legate alla diminuzione dei veicoli sono invece relativamente modeste, così come modeste dovrebbero essere le riduzioni, qui non considerate, delle emissioni legate alla minor velocità dei veicoli.

8.1 Analisi di sensitività

Di seguito sono riportati i risultati di alcune analisi di sensitività condotte su alcune variabili-chiave, e precisamente:

- l'aumento dei ritardi stimati per il TPL (2,4 volte la stima base);
- una minor riduzione dell'incidentalità del 20%;
- un incremento del 20% del V.O.T.;
- il rigoroso rispetto dei limiti di velocità imposti;
- un adeguamento dei costi dell'incidentalità¹⁸.

L'incremento dei VOT presenta lo stesso livello di impatto della riduzione della incidentalità evitata, come era lecito attendersi dal momento che sono queste le due voci che rappresentano la quota di gran lunga maggiore degli impatti.

Il rispetto rigoroso dei limiti imposti presenta un impatto relativamente modesto: infatti i maggiori ritardi sono in parte compensati da una ulteriore riduzione dell'incidentalità.

L'esclusione della rete principale riporta in area positiva il bilancio anche in presenza di tutte le variazioni considerate, mentre l'adeguamento dei costi di incidentalità avvicina molto all'area di fattibilità il provvedimento anche con riferimento alla rete principale.

	Rete principale	Rete secondaria	Rete locale	Totale	Benefici/costi
Parametri di base	-9'604'737	8'652'455	463'011	-489'272	0.98
Parametri di base senza rete principale	0	8'652'455	463'011	9'115'465	1.89
a. ritardi TPL +3% complessivo	-10'713'932	6'585'115	463'011	-3'665'806	0.88
b. -20% riduzione incidentalità/lesività	-10'641'466	5'655'110	224'442	-4'761'913	0.82
c. +20% V.O.T.	-12'516'734	7'243'171	261'388	-5'012'175	0.84
d rispetto rigido dei limiti di velocità	-18'293'090	13'227'197	671'750	-4'394'143	0.90
a+b+c+d con esclusione della rete principale	0	4'557'752	10'042	4'567'794	1.23
adeguamento costi incidentalità	-4'421'096	23'639'176	1'655'854	20'873'934	1.80

Tab.8.2 Analisi di sensitività

¹⁸ Si sono adottati i valori calcolati per l'Europa dallo European Transport Safety Council (ETSC), che valutano il costo di un decesso in € 2'110'000.

9. Conclusioni

Le indicazioni emerse dall'esercizio di valutazione svolto confermano nella sostanza quanto del resto comunemente assunto come criterio nella costruzione della Città 30, e cioè l'opportunità di prevedere una applicazione del provvedimento estesa all'intera rete urbana, con l'esclusione degli assi di viabilità principale¹⁹.

L'importanza di tale risultato è però che tale conferma è basata sull'utilizzo **dei tradizionali²⁰ strumenti dell'analisi costi-benefici applicata ai progetti di trasporto**, strumenti di ispirazione microeconomica marginalista, non in grado di apprezzare una serie di aspetti –urbanistici, sociali, economici- altrimenti ben presenti nelle motivazioni del dispositivo.

Questo costituisce una indicazione molto chiara a tecnici e amministratori circa la necessità di operare in tal senso e fornisce una robusta base motivazionale a giustificazione delle azioni in tal senso orientate²¹.

Vi è inoltre da chiedersi se nel caso in oggetto, in cui i costi sono in grandissima parte rappresentati da perdite di tempo decisamente modeste ma distribuite su un gran numero di utenti, sia questo l'approccio più corretto.

La consistente perdita di surplus emersa nella valutazione è infatti determinata sulla base di un valore standard del tempo, indipendente dalla dimensione assoluta della variazione del tempo stesso; ma la variazione di benessere così valutata dovrebbe rappresentare l'utilità dell'impiego alternativo del tempo, fosse pure l'ozio; ed essendo i tempi di cui si tratta pari a 24" medi per utente/giorno, cioè 12" per singolo viaggio, è ragionevole domandarsi quale sia un possibile impiego alternativo realisticamente realizzabile e, di conseguenza, quale sia la perdita di surplus realmente percepita e il danno sociale effettivamente procurato.

Dall'altra parte i benefici indotti dal progetto, cioè la riduzione degli incidenti e dei relativi morti e feriti, sono reali e pienamente apprezzabili nel loro ben concreto valore.

Oltre a ciò, a questo proposito va anche sottolineato il valore modesto adottato, sempre su indicazione del MIT, per l'incidentalità. Basti un solo dato: gli anni mediamente perduti per un decesso in incidente stradale sono circa 32²², e trentadue anni valutati con un V.O.T. di 10 €/h corrispondono a € 2'800'200, contro un valore indicato dal MIT di € 1'500'000 per decesso; questo significa che il poco tempo risparmiato da una moltitudine di automobilisti vale molto di più del tempo perduto per morte prematura di un singolo essere umano, il che è ovviamente illogico e inaccettabile²³.

Si confrontano in definitiva nell'analisi due quantità la cui misura di valore è ampiamente discutibile e certamente sbilanciata in senso contrario al progetto valutato, e di questo si deve tenere debito conto. E' quindi assai significativo che l'analisi costi-benefici abbia verificato la fattibilità del progetto pur adottando un metodo e dei valori che, nello specifico caso applicativo, tendono quantomeno a sopravvalutare l'impatto

¹⁹ Il che non significa non dover intervenire anche su queste strade in caso di elevata incidentalità, ma piuttosto che occorre adottare strumenti differenti.

²⁰ Si tratta in particolare di strumenti riconosciuti e codificati dal MIT che ha al proposito emanato specifiche istruzioni cui la presente analisi si è attenuta.

²¹ Questo fatto è di particolare importanza stante l'attuale normativa che stabilisce in 50 km/h la velocità di riferimento nei centri abitati, il che richiede di porre alla base di ordinanze che derogano da tale indicazione non un modo puntuale ma estensivo una solida motivazione

²² Nostra elaborazione su dati ISTAT 2021

²³ Va sottolineato che si sta qui computando solo il tempo sottratto a chi muore, e non il danno procurato a che resta.

negativo della riduzione delle velocità e a sottostimare i benefici della minore incidentalità; ed è parimenti significativo che abbia dato indicazioni utili circa le più corrette modalità di applicazione concreta del progetto.

Sarà proprio l'aver impiegato uno strumento così 'severo' a rendere migliore il progetto e più certa e convinta l'azione del decisore.