



**Politecnico  
di Torino**

Politecnico di Torino

**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
Orientamento Resilienza del Costruito  
A.a. 2024/2025**

**Ripensare il nodo strategico di Piazza  
Baldissera, tra esternalità e costi delle  
trasformazioni**

**Relatori:**

Prof.ssa Manuela Rebaudengo  
Ing. Umberto Mecca  
Ing. Matteo Topatigh

**Candidata:**

Larisa Mihaela Semis

Luglio 2025





# Indice

Introduzione.....	7
1. Torino e le trasformazioni per la Spina Centrale dal 1995 ad oggi	9
1.1. La Spina Centrale .....	9
1.2. Il nodo di Piazza Baldissera .....	11
2. Metodologia di analisi e materiali.....	19
2.1. La valutazione preventiva degli investimenti pubblici.....	19
2.1.1. L'ACB per la valutazione dei grandi progetti pubblici .....	21
2.1.2. Metodologia dell'ACB.....	24
2.1.3. Tipologie di ACB .....	28
2.1.3.1. Analisi finanziaria (logica privata).....	28
2.1.3.2. Analisi economica-sociale (logica pubblica) .....	32
2.1.4. Criticità e limiti dell'ACB.....	34
2.2. Gli investimenti strategici nelle infrastrutture stradali.....	38
2.2.1. Caratteristiche delle infrastrutture stradali .....	38
2.2.2. Circolazione veicolare .....	40
2.2.3. Gli impatti delle infrastrutture stradali.....	44
2.2.3.1. Congestione stradale.....	45
2.2.3.2. Inquinamento acustico.....	48
2.2.3.3. Inquinamento atmosferico .....	49
3. Caso studio: Piazza Baldissera.....	74
3.1. Caratteristiche del sistema socioeconomico.....	77
3.2. Caratteristiche dell'assetto delle infrastrutture di trasporto	94
3.3. Caratteristiche del traffico .....	97
4. La valutazione delle esternalità per il nodo di Piazza Baldissera..	112
4.1. Costi della congestione stradale .....	113
4.2. Costi dell'inquinamento atmosferico.....	122
4.3. Costi dei cambiamenti climatici .....	133

4.4.	Costi dell'incidentalità .....	142
4.5.	Costi dell'inquinamento acustico .....	145
4.6.	Perdita di valore degli immobili.....	146
5.	Considerazioni finali .....	148
5.1.	Il confronto con i dati acquisiti nel 2020.....	148
5.2.	Proposte di alternative progettuali .....	155
5.2.1.	La proposta del sottopasso.....	155
5.2.2.	La proposta dell'incrocio semaforizzato.....	157
5.3.	Osservazioni .....	161
6.	Conclusioni.....	165
7.	Fonti .....	168
7.1.	Bibliografia .....	168
7.2.	Sitografia .....	171



## Introduzione

Negli ultimi decenni, la città di Torino ha subito importanti trasformazioni infrastrutturali e urbanistiche, molte delle quali riconducibili al vasto progetto della Spina Centrale, definito dal Piano Regolatore Generale (PRG) del 1995, finalizzato a riconnettere le due parti della città storicamente separate dalla ferrovia. La realizzazione di nuove direttrici stradali e assi infrastrutturali conseguenti alla copertura dei binari hanno comportato la riqualificazione di interi quartieri, ridefinendo la struttura urbana.

All'interno di questo contesto, si colloca il nodo di Piazza Baldissera che risulta essere un punto cruciale del sistema viario torinese e un luogo di connessione tra la Spina 3, il centro cittadino e le principali arterie stradali del nord della città. Nonostante gli interventi realizzati nell'ambito della Spina abbiano comportato una significativa riqualificazione fisica dell'area, il progetto funzionale della piazza ha mostrato problematiche fin dalle prime fasi di esercizio poiché l'introduzione della rotatoria attuale, di così grandi dimensioni, e la coesistenza di flussi veicolari numerosi e complessi hanno generato gravi problemi di congestione. Queste criticità hanno avuto come risultato, negli anni, un malcontento diffuso tra i cittadini e continue modifiche sperimentali alla segnaletica e agli schemi di circolazione, con conseguenti effetti negativi sulla qualità della vita urbana. Attualmente, sono in fase di esecuzione i lavori previsti per la riqualificazione della piazza, a seguito di un lungo periodo caratterizzato da incertezze decisionali e diverse ipotesi progettuali alternative.

In questo specifico scenario, il presente elaborato si pone l'obiettivo di analizzare l'efficacia della riqualificazione dell'area di Piazza Baldissera attraverso un'analisi costi-benefici, aggiornando e confrontando i risultati con quelli ottenuti in uno studio analogo condotto nel 2020 dall'Ing. Matteo Topatigh nella sua Tesi di Laurea Magistrale *"L'analisi costi benefici per la stima degli impatti delle*

*infrastrutture. Il caso di piazza Generale Antonio Baldissera a Torino*<sup>1</sup>. Il confronto verrà sviluppato su due fronti principali: lato utenza, valutando l'evoluzione delle condizioni di circolazione, della sicurezza e dell'impatto ambientale percepito; e lato pubblica amministrazione, considerando l'efficienza dell'intervento, i costi sostenuti nell'eventualità di un possibile ulteriore rinnovamento urbano, i benefici attesi e il ruolo delle scelte progettuali nella gestione della mobilità urbana.

Lo scopo è quello di fornire uno strumento critico, basato su dati aggiornati e su un approccio metodologico coerente, per comprendere se e in quale misura le azioni intraprese negli anni successivi al progetto originario abbiano effettivamente risposto alle esigenze infrastrutturali, ambientali e sociali del contesto urbano in esame.

---

<sup>1</sup> Topatigh, M., (2020), *"L'analisi costi benefici per la stima degli impatti delle infrastrutture. Il caso di Piazza Generale Antonio Baldissera a Torino"*, Tesi di laurea magistrale in Ingegneria Edile, Politecnico di Torino.

## **1. Torino e le trasformazioni per la Spina Centrale dal 1995 ad oggi**

Durante gli ultimi trenta anni, a seguito della redazione del PRG del 1995 sotto la direzione degli architetti Vittorio Gregotti e Augusto Cagnardi, la città di Torino ha attraversato una fase di profonda trasformazione, sia dal punto di vista urbanistico che infrastrutturale. Questa evoluzione è stata dovuta a delle esigenze di rigenerazione urbana e di modernizzazione dei sistemi di mobilità.

All'interno di questo contesto, Torino ha subito un processo di riconversione passando dall'essere una città-fabbrica ad una città della cultura, della conoscenza e dei servizi; infatti, molte aree dismesse dalle grandi fabbriche sono state recuperate e riconvertite in centri direzionali, fieristici e residenziali. Nell'ambito infrastrutturale, il cambiamento più rilevante è dovuto allo sviluppo della rete di trasporto pubblico locale e alla riqualificazione di una serie di principali nodi viari, quali l'apertura della metropolitana con la Linea 1 e il progetto della Spina Centrale.

### **1.1. La Spina Centrale**

Durante gli anni dell'Unità di Italia in cui Torino fu capitale, vennero realizzate la stazione di Porta Nuova e la ferrovia, inizialmente diretta solo fino a Novara e successivamente fino a Milano. In maniera strategica, a ridosso del tracciato ferroviario, furono realizzati una serie di stabilimenti industriali che nel tempo divennero sempre più importanti per la città, tra cui il Lingotto costruito negli anni Venti per la Fabbrica Italiana Automobili Torino (FIAT).

Negli anni Settanta inizia il declino del settore industriale quindi anche a Torino, come in altre città industriali del nord Italia, fu necessario effettuare una riqualificazione urbanistica a seguito della chiusura di molti stabilimenti. Nel 1986, la ferrovia che divideva in due parti la città, venne riconosciuta ufficialmente come elemento di criticità nell'ambito degli studi preliminari per la redazione del nuovo Piano Regolatore. Questo propose come progetto di riqualificazione l'interramento dell'asse ferroviario in un sottopassaggio multilivello e

la realizzazione in superficie di un *boulevard* lungo 13 km caratterizzato da una parte centrale destinata al trasporto pubblico e veicolare, e da delle parti laterali dedicate a parcheggi a raso e sistemazioni a verde.

L'intero progetto della Spina Centrale, che percorre la città da nord a sud, fu articolato in quattro aree di trasformazione urbana, ciascuna delle quali individua con precisione le zone interessate dagli interventi.

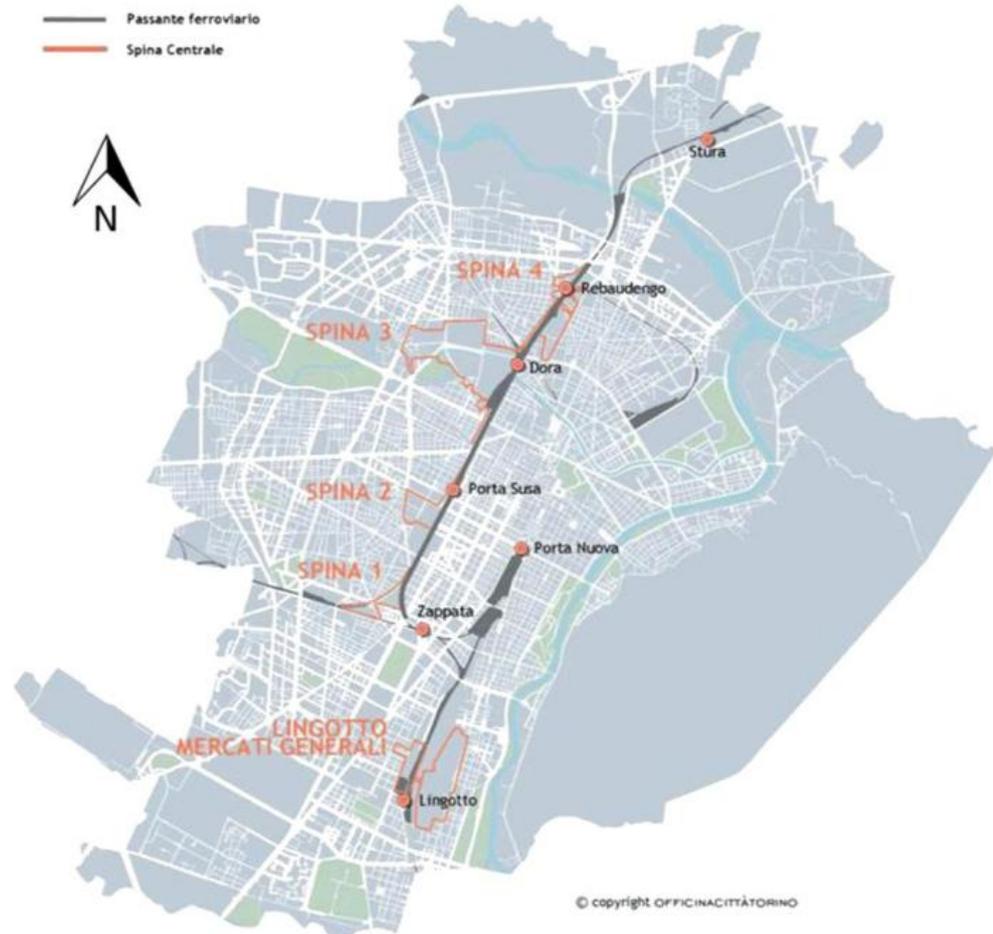


Figura 1-1: Nuova viabilità della città di Torino [da *Metamorfosi della Città. Torino e la Spina 3*]

La Spina 1 rappresenta il tratto iniziale del progetto, compreso tra corso Rosselli e corso Peschiera, nella zona sud di Torino. Nel primo tratto, tra largo Turati e largo Orbassano, è stato realizzato il parco della Clessidra, uno spazio verde che si sviluppa sopra un nodo ferroviario, oggi interrato, che consente l'interconnessione tra le linee delle diverse stazioni cittadine. È prevista in questa zona, nell'ambito del piano di ampliamento e potenziamento del Servizio Ferroviario Metropolitano

(SFM) promosso dalla Rete Ferroviaria Italiana (RFI), la realizzazione della futura stazione ferroviaria Zappata. A novembre del 2024, RFI ha pubblicato il bando per la gara d'appalto per il completamento della stazione, i cui lavori potrebbero concludersi nel 2028<sup>2</sup>.

La Spina 2 si sviluppa da corso Peschiera fino a piazza Statuto, affiancando la stazione di Torino Porta Susa. Lungo questo tratto è stato realizzato l'ampliamento del Politecnico e il progetto di recupero e valorizzazione delle ex Officine Grandi Riparazioni (OGR), il quale ad oggi è un centro culturale e ricreativo.

La Spina 3 occupa la superficie più ampia, arrivando fino al nodo nevralgico di Piazza Baldissera. Una parte dell'area era precedentemente occupata dagli stabilimenti Michelin, Savigliano, Paracchi e Ferriere Fiat. Il progetto di trasformazione di questa zona è iniziato con la realizzazione dell'Environment Park, un insediamento caratterizzato da varie destinazioni funzionali: residenziale, commerciale, uffici, laboratori di ricerca e attività ricreative.

La Spina 4 rappresenta l'ultimo tratto della Spina Centrale e si sviluppa lungo l'asse di Corso Venezia che attualmente è collegato con il raccordo autostradale per l'aeroporto "Sandro Pertini" di Caselle Torinese. Nelle vicinanze della stazione ferroviaria di Torino Rebaudengo Fossata verrà realizzato il terminale nord della futura Linea 2 della metropolitana.

## **1.2. Il nodo di Piazza Baldissera**

Le prime attestazioni cartografiche dell'area oggi corrispondente a Piazza Baldissera risalgono alla *"Carta topografica del territorio di Torino divisa in sette fogli"* del 1898. Seppur non vi sono presenti indicazioni esplicite alla piazza in questione, si può osservare come la zona rappresentata sia attraversata da uno degli assi principali di sviluppo urbano dell'epoca che oggi coinciderebbe con il tracciato della Spina Centrale. All'interno della successiva *"Carta topografica del territorio di Torino coll'indicazione dei piani regolatori e degli*

---

<sup>2</sup> Gatta, A., (2024), *"Rfi pubblica il bando per attivare i due snodi pronti dal 2009. L'assessora Foglietta: "Saranno centrali per la mobilità urbana"*, su La Repubblica.

*ampliamenti"* risalente all'anno 1900, vengono esposte con maggiore chiarezza le zone destinate all'espansione urbana avvenuta fuori dalla cinta daziaria, tra cui anche Borgata Vittoria.

A partire dalla seconda metà del 1800, Torino è stata oggetto di un'intensa fase di sviluppo delle infrastrutture di trasporto, in particolare per quanto riguarda il settore ferroviario: un importante intervento è stato la realizzazione della ferrovia a raso Torino-Milano del 1856. In seguito, nel 1868 venne anche realizzata la ferrovia che collegava la stazione di Porta Milano, nei pressi di Piazza della Repubblica, con Venaria Reale e successivamente nel 1913 con Ceres. Questi interventi condizionarono fortemente l'assetto urbano della città e lo sviluppo insediativo; infatti, portarono alla formazione delle borgate Aurora, Madonna di Campagna e Barriera di Milano definite "Borghi operai tipici della fase di industrializzazione della città" poiché connessi anche al contemporaneo sviluppo di grandi stabilimenti industriali come Michelin, Ingest, Savigliano e Vitali e Parocchi. All'interno del "*Piano unico regolatore d'ampliamento*" del 1908 è riconoscibile uno spazio di interconnessione tra i vari assi di collegamento che coincide con l'attuale Piazza Baldissera.



Figura 1-2: Estratto del Piano Regolatore del 1908 con indicazione della zona dell'attuale Piazza Baldissera [da *Ufficio Tecnico Municipale dei Lavori Pubblici, Pianta della Città di Torino coll'indicazione del Piano Regolatore e di Ampliamento, 1906, Roma, 5 aprile 1908. ASCT, Serie 1K, Decreti Reali, Piani Regolatori, 1899- 1911, n.14, all. 3 e successive varianti*]

Durante la seconda metà nel 1900, nella città di Torino sono stati effettuati ulteriori vari interventi infrastrutturali per rendere più efficienti la circolazione e i collegamenti urbani. Un esempio è la sopraelevata realizzata negli anni '70 per collegare corso Mortara e corso Vigevano, proprio sopra l'attuale Piazza Baldissera, altrimenti separati dalla presenza impattante della trincea ferroviaria della linea Torino-Milano. Durante il processo di deindustrializzazione del tessuto urbano, tutti gli insediamenti industriali dislocati nei pressi dell'attuale piazza vennero dismessi e i conseguenti spazi vuoti vennero definiti come aree strategiche per la rigenerazione urbana all'interno del Piano Regolatore Generale del 1995.



Figura 1-3: Vista aerea da nord della sopraelevata di corso Mortara [da *MuseoTorino*]

Per effetto della realizzazione del passante ferroviario interrato concluso nel 2012, fu demolita la sopraelevata di corso Mortara (2005-2011). Il successivo processo di sistemazione superficiale della piazza è durato molti anni e si è concluso solamente nella primavera del 2017.

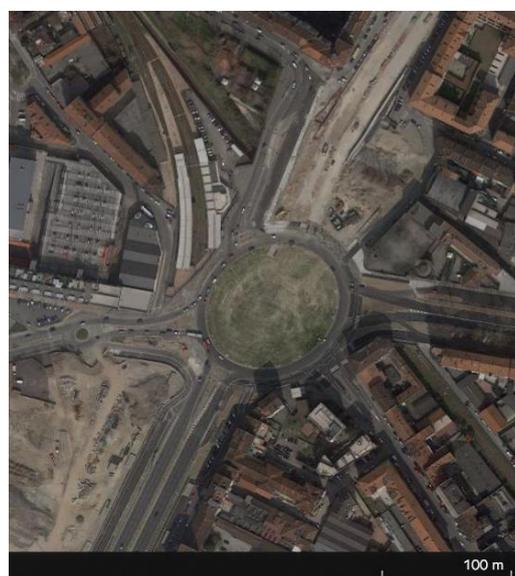


Figura 1-4: Piazza Baldissera nel 2007, con ancora visibile una parte della sopraelevata su corso Mortara, in fase di demolizione [da *Google Earth*]

Figura 1-5: Piazza Baldissera nel 2011 [da *Google Earth*]

Figura 1-6: Piazza Baldissera nel 2017, con corso Venezia ancora non completato [da *Google Earth*]

In seguito alla conclusione dei lavori, ci sono stati due ulteriori interventi importanti per la definizione dell'assetto infrastrutturale della zona adiacente a Piazza Baldissera che hanno fortemente influenzato il flusso veicolare, ovvero la dismissione della Stazione Torino Dora e l'apertura del raccordo tra corso Venezia e la superstrada per l'aeroporto di Caselle.

La stazione Torino Dora è stata fino a pochi anni fa il capolinea della linea ferroviaria Torino-Lanzo-Ceres, di cruciale importanza in quanto collegamento con l'aeroporto di Caselle Torinese. Inizialmente, la Torino-Ceres era separata dalle direttrici ferroviarie convergenti sul nodo di Torino, ma nell'ambito dell'interramento del passante

ferroviario principale è stato presentato anche il progetto per il suo collegamento diretto con la linea Torino-Milano. Questo non è stato possibile in prossimità della stazione Dora a causa dell'eccessiva profondità che il passante ferroviario raggiunge in quel tratto (18 m)<sup>3</sup>, dovuta al suo passaggio sotto il fiume Dora Riparia. Tale conformazione ha determinato, in fase di progettazione, la necessità di usare delle pendenze troppo elevate per essere compatibili con le capacità tecniche dei treni. Di conseguenza, il raccordo tra le due infrastrutture è stato realizzato più a nord, nei pressi della stazione Torino Rebaudengo Fossata.

Di conseguenza, nel 2020, la stazione Dora è stata ufficialmente dismessa insieme al tratto ferroviario che la collegava alla stazione Madonna di Campagna. Con il raccordo effettuato presso la stazione Torino Rebaudengo Fossata, la linea Torino-Ceres non risulta essere più isolata, ma diventa connessa in maniera diretta sia alla linea Torino-Milano che al centro città, mantenendo al contempo la sua funzione strategica come collegamento verso l'aeroporto di Caselle.

---

<sup>3</sup> Ciufegni, S., Cuppone, P., Richiardone, M., Sacchi, F., (2011), *“Il passante ferroviario di Torino”*, Quarry & Construction, Consiglio Nazionale Ingegneri.

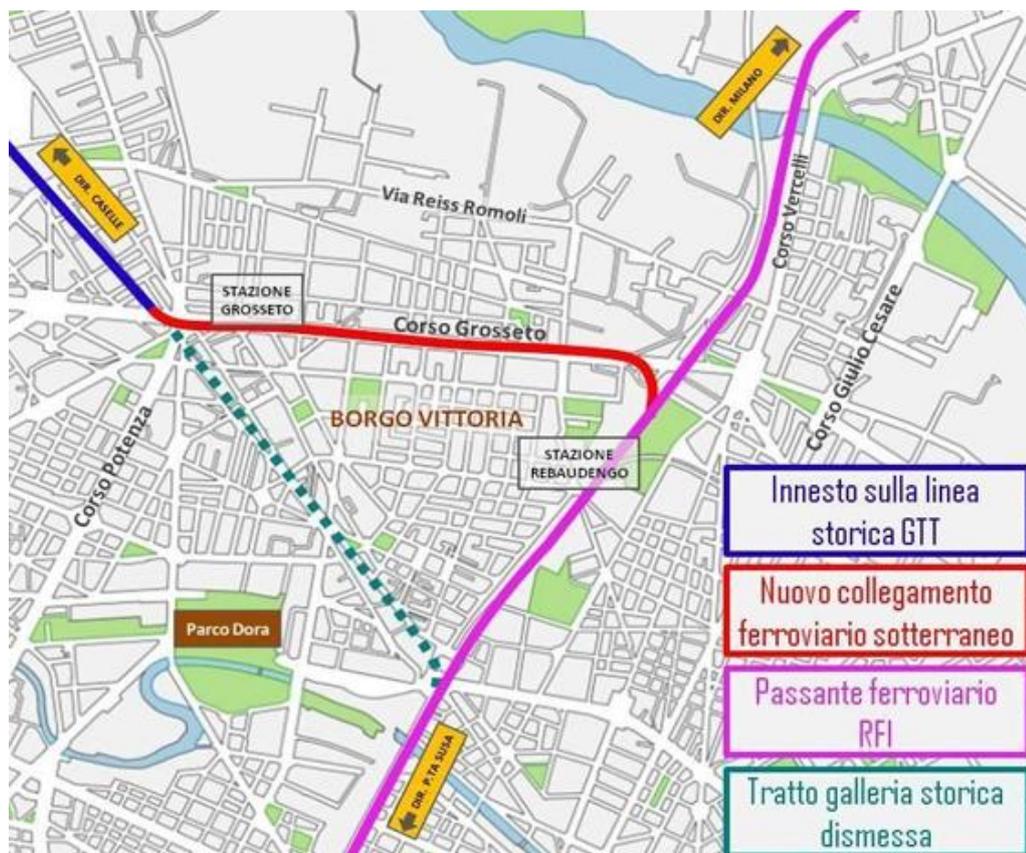


Figura 1-7: Modifiche della linea Torino-Ceres per collegamento con il passante ferroviario torinese [da Osservatorio Territoriale Infrastrutture]

È previsto che la stazione Dora venga sostituita nei prossimi anni da un'altra stazione sotterranea situata lungo corso Principe Oddone, nell'area compresa tra Piazza Baldissera e il fiume Dora. Anche tale nodo, insieme alla futura fermata Zappata, fa parte del piano di ampliamento e potenziamento del Servizio Ferroviario Metropolitano (SFM) promosso dalla Rete Ferroviaria Italiana (RFI) che potrebbe concludersi nel 2028<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Gatta, A., (2024), "Rfi pubblica il bando per attivare i due snodi pronti dal 2009. L'assessora Foglietta: "Saranno centrali per la mobilità urbana"", su La Repubblica.



Figura 1-8: Posizione della nuova stazione Dora [da Osservatorio Torino Ceres]

L'apertura del nuovo raccordo tra corso Venezia e la superstrada per l'aeroporto di Caselle rappresenta invece un'importante evoluzione nella rete infrastrutturale torinese. Il nuovo segmento, inaugurato a maggio del 2023, consente ai veicoli provenienti dalla superstrada di immettersi direttamente nel corso, evitando percorsi alternativi più lunghi attraverso i quartieri di Borgo Vittoria o Barriera di Milano, consentendo l'arrivo diretto in Piazza Baldissera e di conseguenza al centro cittadino. Questo intervento ha contribuito alla riduzione del traffico veicolare nelle strade interne dei quartieri limitrofi, pur determinando una maggiore carico di transito sulla già congestionata rotatoria Piazza Baldissera, accentuando in questa maniera le criticità già esistenti in termini di fluidità e sicurezza della circolazione.

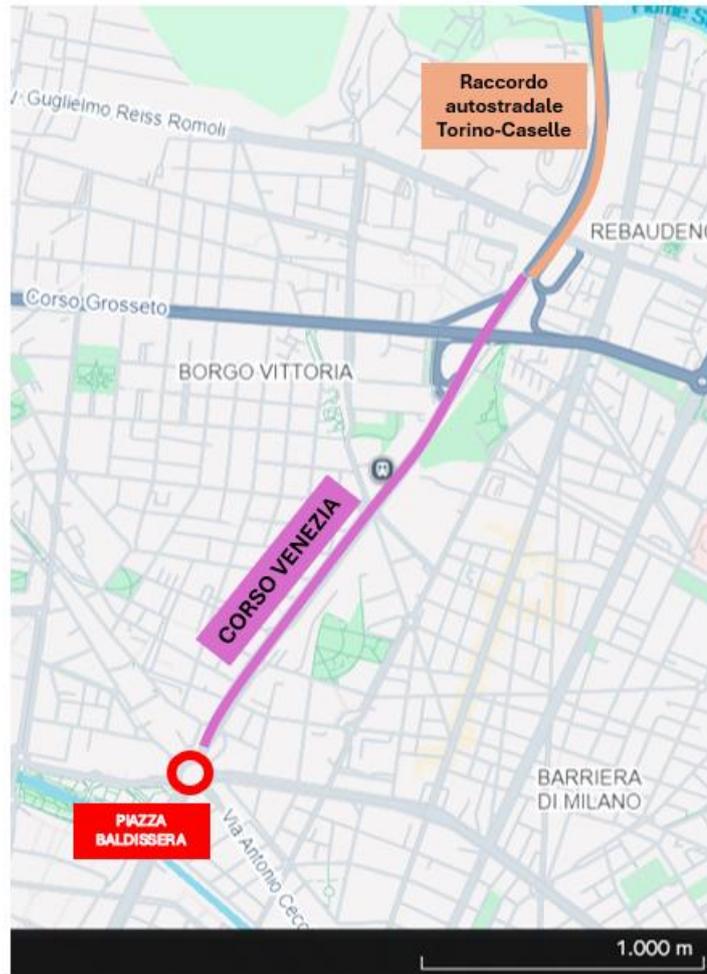


Figura I-9: Raccordo tra corso Venezia e l'autostrada Torino-Caselle [da Google Earth]

## **2. Metodologia di analisi e materiali**

Da sempre, le grandi trasformazioni urbane e infrastrutturali vengono valutate non solamente in termini di impatto fisico sul territorio, ma anche per la loro potenzialità di produrre benessere economico e sociale per la collettività. Nel presente capitolo verranno descritti gli strumenti metodologici e le fonti utilizzate per condurre un'analisi costi benefici, andando ad esaminare i dati impiegati, gli indicatori selezionati e il modello di valutazione applicato al fine di condurre una lettura critica e contestualizzata degli effetti generati dall'opera a medio e lungo termine.

### **2.1. La valutazione preventiva degli investimenti pubblici**

L'Analisi Costi Benefici (ACB) è uno strumento analitico basato su una metodologia di valutazione della convenienza economica di progetti e/o investimenti che viene implementata tramite il confronto tra i costi affrontati per la realizzazione del progetto e i benefici che successivamente ne possono derivare. È considerato il metodo maggiormente accettato per la valutazione degli investimenti pubblici.

Risale al XVIII secolo l'approccio iniziale ad una valutazione della redditività economica dei progetti pubblici per merito di Charles-Irénée Castel de Saint-Pierre, un abate, scrittore, filosofo e diplomatico francese. Egli riuscì ad esporre una stima della redditività economica dei miglioramenti nella viabilità pubblica mettendo a confronto i costi aggiuntivi d'investimento e di gestione del sistema viario francese con i benefici derivanti, quali la riduzione dei costi di trasporto e l'incremento del commercio<sup>5</sup>. Nel secolo successivo, venne fornito un significativo contributo al miglioramento delle metodologie di valutazione dei progetti pubblici grazie ad Albert Gallatin, Segretario al Tesoro del Governo Federale statunitense che depositò un Rapporto

---

<sup>5</sup> In Creaco, S., (2022), *"L'analisi costi benefici. Origini teoria e pratica con particolare riguardo all'esperienza italiana"*, A&G Cuecm, Catania – viene specificato che questa stima è contenuta all'interno del volume *"Mémoire sur la réparation des chemins"* (Saint-Pierre, 1708).

nel 1808 all'interno del quale veniva evidenziata l'esigenza di avviare un ampio programma di investimenti infrastrutturali nel settore delle comunicazioni interne. Ad esso viene attribuito il merito di tenere in considerazione la convenienza economica dei programmi di spesa valutando non solamente gli aspetti di carattere finanziario degli investimenti, ma anche l'aumento dei benefici per l'intera collettività, come l'incremento della redditività. Tuttavia, questa analisi non risultava disporre di dati attendibili riguardanti gli elementi della valutazione, né a proposito della stima dei costi, né riguardante il computo dei benefici.

I successivi progressi possono essere collegati agli studi effettuati presso l'*École Nationale des Ponts et Chaussées*<sup>6</sup> di Parigi, dove l'ingegnere ed economista francese Jules Dupuit nel 1844 scrisse un articolo all'interno del quale dettagliò una metodologia di stima dell'utilità pubblica delle strade e di altri sistemi di comunicazione interna. Dupuit introduce all'interno del metodo delineato il concetto di surplus del consumatore/produttore e di divergenza tra costi e/o benefici privati e sociali. Egli, infatti, riuscì ad evidenziare i limiti di una valutazione di beni e di servizi effettuata esclusivamente sulla base del prezzo di mercato, quindi, propose un approccio alternativo efficiente per la misura dell'utilità complessiva. Questo metodo confrontava il prezzo massimo che i beneficiari sarebbero stati disposti a pagare con il costo effettivamente sostenuto, permettendo così di definire il valore economico del progetto tramite la somma del surplus dei consumatori e dei produttori.

In seguito, questa tipologia di analisi viene sfruttata anche all'inizio del XX secolo da parte del governo federale statunitense nell'applicazione delle direttive legate alla tutela e allo sviluppo delle risorse idriche. Il *River and Harbor act* del 1902 stabiliva che l'utilità dei progetti idrici dovesse essere valutata dal corpo degli ingegneri dell'esercito mettendo a confronto le spese necessarie per il progetto con gli eventuali benefici che avrebbe potuto ricavare il commercio. Questa teoria viene successivamente sviluppata negli anni '30 da Kaldor e

---

<sup>6</sup> "Scuola Nazionale dei Ponti e delle Strade": prestigiosa istituzione formativa degli ingegneri di Stato del genio civile francese. Creata nel 1747, è poi diventata il principale centro operativo tecnico dei lavori pubblici.

Hicks nel Principio di Compensazione secondo il quale un progetto viene considerato socialmente vantaggioso se il valore economico dei benefici, che successivamente si ottengono, supera l'importo dei costi sostenuti. Questo risulta essere il principio fondamentale moderno dell'ACB che viene ufficialmente indicata come metodologia da utilizzare nei processi decisionali a livello federale tramite l'emanazione del *Flood control act* del 1939. L'utilizzo dell'ACB si diffuse nei vari stati della federazione, quindi, nacque la necessità di uniformare le varie procedure per effettuare l'analisi. A questo fine, vengono pubblicate a partire dal 1950 le *Proposed Practices for Economic Analysis of River Basin Projects*, meglio conosciute come *Green Book*, che risultano poi creare il primo vero manuale operativo dell'ACB.

Negli anni successivi, il processo di applicazione dell'analisi costi benefici venne gradualmente affinato e questa metodologia di analisi iniziò ad essere adottata da un sempre maggior numero di governi e istituzioni internazionali per la valutazione di progetti infrastrutturali afferenti a diversi settori quali trasporti, agricoltura, sanità e ambiente.

### **2.1.1. L'ACB per la valutazione dei grandi progetti pubblici**

La definizione e gli scopi dell'analisi costi benefici mostrano con chiarezza che la sua efficacia e utilità dipendono dalla sua adeguata integrazione nel processo di pianificazione degli interventi e nella definizione delle decisioni. Da questo si comprende che l'ACB può essere uno strumento di valutazione *ex ante* (prima della scelta) da condurre in fase preliminare per stabilire se adottare determinate alternative anziché altre a livello progettuale con la finalità di destinare le risorse ad interventi specifici. Viene però spesso applicata anche *ex post* (dopo la scelta) con l'obiettivo di monitoraggio e di verifica delle scelte progettuali già implementate per determinare se esse siano vantaggiose per la società.

A scala europea, la Commissione Europea fornisce una base ufficiale e pratica al fine di valutare grandi progetti pubblici tramite la "*Guida dell'analisi costi benefici dei progetti di investimento*", la cui ultima versione è relativa al 2014-2020. All'interno di questo documento, l'ACB viene indicata come principale strumento di valutazione *ex ante* dei

progetti di investimento ed è considerata obbligatoria per quelli che superano una determinata soglia di budget finanziati dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale o dal Fondo di Coesione. Per il periodo di programmazione 2021-2027 è stato pubblicato l'*Economic Appraisal Vademecum* che rende l'ACB uno strumento facoltativo, ma fortemente raccomandato per la valutazione della fattibilità economica degli investimenti infrastrutturali di grandi dimensioni.

In Italia, invece, fu la Cassa per il Mezzogiorno<sup>7</sup> che, basandosi su modelli internazionali ed in riferimento al Piano Marshall<sup>8</sup>, si avvicinò per prima al tema della valutazione dei grandi progetti pubblici. Questo ente fu soppresso nel 1984 e negli anni successivi, a livello nazionale, non fu un'operazione semplice realizzare e rendere operativa una regolamentazione in merito all'applicazione dell'ACB *ex ante*.

Considerando i principali passaggi normativi al riguardo, il primo riferimento nazionale per disciplinare l'attuazione dell'ACB, riguarda la Legge n.350 del 24/12/2003 la quale prevede che, per le infrastrutture di cui alla Legge n.443 del 21/12/2001<sup>9</sup> le quali presentano un profitto potenziale derivante dalla gestione dell'opera stessa, l'istanza di allocazione di risorse effettuata al CIPE<sup>10</sup> deve contenere un'analisi costi benefici e un piano economico finanziario che indichino le risorse utilizzabili per la realizzazione dell'intervento e i guadagni derivanti. L'ACB diventa obbligatoria anche per le operazioni di finanza di

---

<sup>7</sup> Cassa per il Mezzogiorno: ente pubblico italiano fondato a Roma nel 1050 dal Governo De Gasperi. Aveva lo scopo di compensare le differenze tra l'Italia settentrionale e meridionale tramite il finanziamento di iniziative industriali per lo sviluppo economico del Mezzogiorno.

<sup>8</sup> *European Recovery Program* (ERP), noto come Piano Marshall, fu un progetto messo in atto dagli Stati Uniti il cui scopo era la ricostruzione dei paesi europei devastati dalla Seconda Guerra Mondiale.

<sup>9</sup> Legge n.443 del 21/12/2001: conosciuta come Legge Obiettivo, introduce un insieme di misure per accelerare e semplificare la realizzazione di infrastrutture strategiche e opere pubbliche di grande rilevanza per lo sviluppo economico del paese.

<sup>10</sup> CIPE: Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica, organo del governo italiano che si occupa della pianificazione, programmazione e valutazione delle risorse finanziarie destinate a progetti pubblici e iniziative infrastrutturali.

progetto. Come stabilito dal DPR n. 207/2010 (Regolamento attuativo del D.Lgs n. 163/2006 – Codice degli Appalti), se uno studio di fattibilità viene posto a base di gara ai sensi degli articoli 58 e 153 del Codice degli Appalti, relativi alle procedure di finanza di progetto e di dialogo competitivo, deve contenere l'analisi costi benefici.

Successivamente sono stati emanati:

- Il D.Lgs 228/2011: definisce che, con lo scopo di ottimizzare la programmazione e l'uso delle risorse di bilancio, ogni Ministero deve svolgere le attività di valutazione *ex ante* ed *ex post* per le opere pubbliche e di pubblica utilità.
- Il DPCM del 03/08/2012: definisce il modello di riferimento per la redazione, da parte dei Ministeri, di linee guida standardizzate per le due tipologie di valutazione da inserire nei propri documenti di programmazione.

Il DPCM del 03/08/2012 in particolare si esprime a vantaggio dell'analisi costi benefici come *"principale metodologia da utilizzare per la valutazione degli investimenti pubblici proposti e realizzati dalle amministrazioni centrali dello Stato"*. Definisce inoltre che i Ministeri debbano andare ad assicurare che solamente i progetti valutati e poi autorizzati possano essere finanziati con le risorse del bilancio.

In attuazione dell'art. 8 del D.Lgs 228/2011, viene emanato nel 2017 il DM n.300 tramite cui vengono adottate le *"Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di competenza del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti"*<sup>11</sup>. Queste rappresentano il riferimento metodologico nazionale per l'applicazione dell'ACB fornendo criteri operativi, indicatori e modelli standardizzati per la valutazione *ex ante* ed *ex post* degli interventi infrastrutturali. In seguito, il Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili ha deciso di pubblicare una serie di documenti metodologici distinti per ogni settore di competenza al fine di fornire un riferimento chiaro e pratico sia a chi propone e realizza i progetti, sia agli uffici ministeriali che devono valutarne l'ammissibilità al finanziamento. In questo

---

<sup>11</sup> Ministero delle Infrastrutture dei Trasporti, (2017), "Linee Guida per la Valutazione degli investimenti delle Opere Pubbliche".

ambito, vengono emanate nel 2022 le “Linee guida operative per la valutazione delle opere pubbliche – settore stradale”<sup>12</sup>.

In sostanza, tramite queste normative viene indicato che non è possibile spendere denaro pubblico se l’intervento da realizzare non crea benessere economico per la comunità, il quale deve essere misurabile in termini quantitativi e valutabile con indicatori monetari propri dell’ACB. Viene anche puntualizzato che in caso di risorse finanziarie limitate, è necessario dare la giusta priorità ai progetti infrastrutturali in relazione ai benefici netti che si possono da essi ottenere.

Purtroppo, in Italia, nonostante l’emanazione di queste disposizioni, è consuetudine effettuare l’analisi *ex post*, andando quindi a perdere le effettive potenzialità dell’ACB, la quale risulta diventare uno strumento per esaminare problemi già esistenti.

### 2.1.2. Metodologia dell’ACB

La procedura per poter svolgere l’analisi costi benefici può essere suddivisa in varie fasi:



Figura 2-1: Fasi dell’ACB [elaborazione propria]

<sup>12</sup> Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, (2022), “Linee Guida Operative per la Valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale”.

La prima fase è necessaria per valutare il progetto e definire il contesto sociale, economico, politico e istituzionale<sup>13</sup> all'interno del quale realizzare l'intervento. Tramite l'analisi delle condizioni macroeconomiche e sociali della regione di riferimento è infatti possibile andare ad acquisire previsioni affidabili relative agli utenti e a verificare che il progetto si integri in maniera efficiente all'interno di sistemi preesistenti. Tutto ciò è indispensabile poiché una strategia economica stabile, un'amministrazione efficiente e un convinto coinvolgimento politico possono favorire un'adeguata attuazione dei progetti andando a generare un maggior numero di benefici per la collettività.

Sulla base della definizione e della descrizione del contesto, viene effettuata **l'analisi dei fabbisogni** per la quale è importante che il promotore dell'intervento si focalizzi non su fattori generici, come l'ampio ambito dello sviluppo economico, ma su aspetti concreti e specifici, come ad esempio il volume e la velocità di crescita del traffico dovuto all'incremento dell'urbanizzazione oppure il rischio della carenza di fornitura di energia in seguito all'aumento della domanda. Andando poi a quantificare ed esporre in maniera chiara ed accurata tutti questi aspetti, è possibile definire con precisione le caratteristiche di ogni obiettivo al fine di individuare gli impatti del progetto e di verificarne la rilevanza.

L'identificazione corretta di un progetto avviene se:

- Gli elementi fisici e le attività per raggiungere gli obiettivi precedentemente individuati sono definiti da un'unità di analisi autosufficiente;
- Il promotore del progetto, detto anche beneficiario, viene chiaramente identificato e le sue capacità tecniche, finanziarie e istituzionali vengono analizzate;

---

<sup>13</sup> Esempio: le condizioni socioeconomiche del paese rilevanti per il progetto come le dinamiche demografiche e la crescita prevista del PIL; gli aspetti istituzionali come i piani di sviluppo settoriali e territoriali esistenti o futuri; lo stato delle condizioni infrastrutturali e di servizio; la percezione e le aspettative della popolazione in relazione al progetto.

- L'area da dedicare al progetto e tutti gli stakeholder vengono identificati.

A questo scopo, è necessario effettuare una descrizione dettagliata della tipologia di infrastruttura, di intervento, di servizio fornito e dell'ubicazione andando ad includere le caratteristiche essenziali per realizzare un'efficiente valutazione.

Nella definizione dell'area di impatto, che corrisponde all'area territoriale esposta agli impatti del progetto, è importante identificare i beneficiari finali che risentiranno dei vantaggi diretti, ma anche gli effetti generati eventualmente su partner, fornitori, amministrazioni pubbliche e altri fruitori indiretti.

Secondo l'art. 101 del Regolamento (UE) n. 1303/2013, **la fattibilità tecnica e la sostenibilità ambientale** fanno parte dell'insieme dei documenti informativi da allegare alla richiesta di finanziamento per i grandi progetti. I dati e i risultati contenuti al loro interno possono essere utilizzati come fonti all'interno dell'analisi costi-benefici, nella quale è importante definire l'analisi della domanda e dell'offerta.

Tramite questa tipologia di analisi è possibile determinare le necessità della collettività in relazione ad un investimento pubblico tramite la valutazione della domanda attuale e della domanda futura, essenziali per elaborare un progetto con una capacità produttiva appropriata. Nello specifico, la domanda attuale è basata su delle statistiche effettuate da fornitori di servizi e da organismi di rappresentanza per diverse tipologie di utenti; la domanda futura riguarda invece modelli predittivi della domanda attraverso cui si considerando vari aspetti come le tendenze macro e socioeconomiche.

È essenziale classificare in modo efficace costi e benefici, così da poter valutare gli effetti delle varie alternative progettuali. A questo scopo, è fondamentale attribuire un valore economico, quindi monetizzare, tutti i costi e benefici, utilizzando una stessa unità di misura per garantirne la comparabilità.

I costi sono riferiti ai valori monetari che all'interno dell'analisi di flusso di cassa hanno segno negativo, quindi che comportano una perdita di capitale. In questo senso, corrispondono a quell'insieme di attività e

di servizi che riducono il benessere se la collettività ne è privata durante la realizzazione, la gestione e la manutenzione dell'alternativa progettuale.

Contrariamente, i benefici sono i valori monetari che nell'analisi di flusso di cassa hanno un'accezione positiva, quindi comportano un guadagno. Essi sono quindi relativi al complesso di attività e di servizi che, messi a disposizione della collettività, portano benessere. Sia per costi che per benefici esistono:

- Costi e benefici diretti: sono di esclusiva responsabilità del soggetto che si occupa della realizzazione e della gestione dell'opera.
- Costi e benefici indiretti: competono a soggetti terzi, diversi rispetto a colui che si occupa della realizzazione e della gestione dell'opera, ad esempio la collettività.

La valutazione dei costi e dei benefici indiretti, i quali coincidono rispettivamente con le esternalità negative e positive, è una criticità dell'ACB poiché spesso è necessario considerare costi e benefici intangibili, ovvero difficilmente stimabili tramite un valore monetario.

Le opere infrastrutturali vengono collocate in maniera precisa all'interno di un arco temporale; quindi, è opportuno definire e introdurre il tasso di attualizzazione tramite il quale è possibile riportare i flussi finanziari al valore presente. Questa procedura è fondamentale per l'ACB in quanto i costi e i benefici si manifestano in momenti diversi nel tempo; quindi, per riuscire a confrontarli in maniera corretta è necessario esprimerli all'interno dello stesso periodo di riferimento.

Analiticamente, il tasso di attualizzazione viene espresso come segue:

$$V_{att} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1 + i_a)^t}$$

Dove:

- $V_{att}$  = valore attualizzato;
- $V_t$  = valore (nominale) del singolo investimento;
- $i_a$  = tasso di attualizzazione;
- $t$  = periodi di tempo compresi.

I tassi di sconto da considerare possono subire delle variazioni in relazione alla durata dell'investimento pubblico, ovvero all'intero ciclo di vita del progetto. Il valore del tasso di sconto, a livello europeo, corrisponde al 4% e rappresenta una soglia per le alternative progettuali finanziate dall'UE e disciplinate dal Regolamento Delegato UE n.480 del 03/03/2014 che integra il n. 1303 del 2013.

L'obiettivo finale si raggiunge tramite la stima della convenienza economica delle varie alternative progettuali tenendo presente il punto di vista della collettività e considerando in maniera integrata e coordinata sia costi che benefici.

### **2.1.3. Tipologie di ACB**

Nei prossimi paragrafi si esamineranno le due principali tipologie di valutazioni all'interno del contesto dell'ACB: l'analisi finanziaria e quella economica-sociale. Queste sono due procedure distinte che portano all'individuazione di costi e benefici e, pur essendo correlate, mantengono obiettivi e risultati indipendenti. Per l'analisi costi benefici si deve, infatti, superare la dimensione finanziaria, solita delle valutazioni di progetti d'investimento privati, per entrare nell'ambito economico-sociale.

#### **2.1.3.1. Analisi finanziaria (logica privata)**

L'analisi finanziaria viene effettuata seguendo un orientamento imprenditoriale e privatistico nel quale i criteri di valutazione si basano sulla convenienza economica, con l'obiettivo di massimizzare il profitto e garantire l'efficienza finanziaria. Non sono quindi tenuti in considerazione gli effetti esterni che possono influenzare soggetti diversi dall'imprenditore.

Questa tipologia di analisi costituisce il primo passaggio necessario per la valutazione della fattibilità di un progetto. L'obiettivo consiste nell'assicurarsi che le condizioni finanziarie rimangano in equilibrio durante tutte le fasi del progetto. Generalmente, se i flussi di cassa attualizzati sono sufficienti a coprire l'intero ammontare dei costi di investimento, l'alternativa progettuale è considerata fattibile.

La metodologia utilizzata è quella relativa ai Flussi di Cassa Attualizzati (DCF – Discounted Cash Flow), come definito dal Regolamento Delegato (UE) n. 480 del 2014 della Commissione Europea. Essa consiste nella valutazione dei seguenti punti<sup>14</sup>:

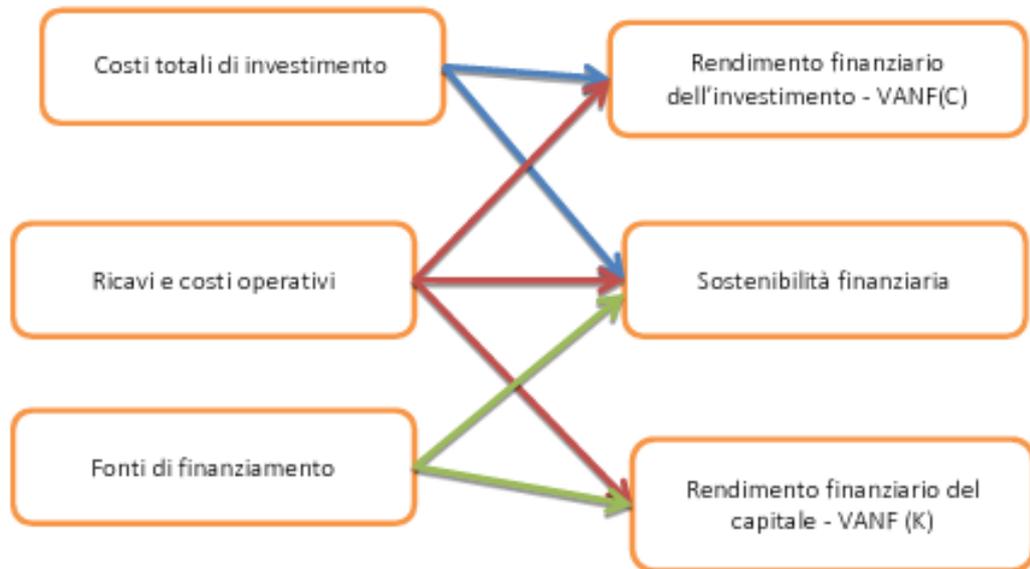


Figura 2-2: Struttura dell'analisi finanziaria [da *Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020*]

### **Costi totali di investimento**

Vengono analizzate le risorse economiche destinate alla realizzazione completa dell'opera e alla sua distribuzione nel tempo, tenendo in considerazione anche gli interventi di manutenzione straordinaria, le spese tecniche e gli studi preliminari. Sono inclusi anche le spese relative ai terreni, agli impianti, ai macchinari, alle attrezzature, agli edifici e i vari costi di rimpiazzo relativi a tutti quegli elementi con vita utile inferiore al periodo di riferimento.

L'orizzonte temporale degli investimenti, che definisce lo sviluppo dell'intera analisi, è differente in relazione alla tipologia di intervento considerata.

<sup>14</sup> Commissione Europea, (2014) "Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020", Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea, Bruxelles.

Settore	Periodo di riferimento (anni)
Ferrovie	30
Approvvigionamento idrico/gestione del ciclo delle acque	30
Strade	25-30
Gestione dei rifiuti	25-30
Porti e aeroporti	25
Trasporto urbano	25-30
Energia	15-25
Ricerca e innovazione	15-25
Banda larga	15-20
Infrastrutture d'impresa	10-15
Altri settori	10-15

Figura 2-3: Periodi di riferimento per settore di investimento [da *Regolamento delegato (UE) N. 480/2014 del 03/03/2014*]

### **Ricavi e costi operativi**

I costi operativi comprendono le spese di gestione e di manutenzione necessari per il funzionamento delle infrastrutture realizzate, oltre al consumo di materiali e servizi, al fabbisogno energetico, ai costi del personale e alle spese amministrative. I ricavi operativi derivano invece dalla vendita agli utenti di beni e servizi messi a disposizione dal progetto<sup>15</sup>. Tra questi guadagni, può essere considerato anche il valore residuo dell'infrastruttura, che corrisponde al valore economico della sua durata utile rimanente al termine del periodo di riferimento dell'investimento.

### **Fonti di finanziamento**

Al fine di coprire i costi di investimento è fondamentale identificare le fonti di finanziamento disponibili. A livello europeo, queste fonti possono essere:

- Contributi dell'Unione Europea;
- Contributi pubblici nazionali;
- Contributi del promotore del progetto;
- Contributi privati sotto forma di PPP (prestiti o capitale proprio).

---

<sup>15</sup> Queste entrate vengono definite dall'art. 61 del Regolamento (UE) 1303/2013 come: "flussi finanziari in entrata pagati direttamente dagli utenti per i beni o i servizi forniti dall'operazione, quali le tariffe direttamente a carico degli utenti per l'utilizzo dell'infrastruttura, la vendita o la locazione di terreni e immobili o i pagamenti per i servizi".

## **Rendimento finanziario sul costo dell'investimento e rendimento finanziario sul capitale nazionale**

Per determinare la sostenibilità finanziaria di un investimento vengono utilizzati degli indici di rendimento netto che sono calcolati sulla base dei flussi di cassa attesi. Questi sono il Valore Attuale Netto (VAN) e il Tasso Interno di Rendimento (TIR).

Il VAN è la somma dei flussi monetari di cassa netti attualizzati, ovvero l'ammontare del flusso di benefici netti generati dall'investimento. Rappresenta, quindi, l'aumento di ricchezza derivante dall'investimento progettuale valutato al momento iniziale. Questo indicatore viene espresso tramite la seguente formula:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}$$

Dove:

- $t$  = periodo di riferimento;
- $n$  = numero di periodi considerati;
- $F_t$  = flussi di cassa nel periodo  $t$ ;
- $i$  = tasso di attualizzazione.

Il TIR è il tasso di interesse (o di sconto) che rende il VAN pari a zero; quindi, quando esso viene applicato ai flussi di cassa generati dall'investimento, la somma dei flussi in entrata e di quelli in uscita è perfettamente bilanciata. L'investimento viene considerato economicamente sostenibile se il TIR del progetto è maggiore del costo del capitale. Si calcola tramite la seguente espressione:

$$TIR = i \quad \text{se} \quad \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} = 0$$

Dove:

- TIR = saggio di interesse (o di sconto);
- $t$  = periodo di riferimento;
- $n$  = numero di periodi considerati;
- $F_t$  = flussi di cassa nel periodo  $t$ ;
- $i$  = tasso di attualizzazione.

Per poter trovare il valore del TIR, si itera progressivamente il valore del VAN utilizzando valori del saggio di interesse crescenti o decrescenti, fino a raggiungere un valore del tasso interno di rendimento prossimo allo zero.

### **Sostenibilità finanziaria**

Se la somma cumulativa dei flussi di cassa netti risulta positiva in ogni periodo analizzato, allora il progetto può essere considerato finanziariamente sostenibile.

#### **2.1.3.2. Analisi economica-sociale (logica pubblica)**

L'analisi economica-sociale viene prevista dall'art. 101 del Regolamento (UE) n.1303/2013 per valutare l'apporto del progetto all'interesse pubblico. In questo caso, i criteri di valutazione sono fondati sulla convenienza in relazione all'obiettivo di massimizzare il benessere collettivo, garantire l'efficienza economica e promuovere un'equa distribuzione delle risorse.

Nell'analisi puramente economica, vengono quantificati gli effetti diretti ed indiretti su tutti i soggetti interessati dall'intervento. A tal fine, si utilizza un sistema di prezzo specifico che permette di attribuire un appropriato valore alle risorse risultando meno influenzato dalle distorsioni dei prezzi di mercato.

L'obiettivo principale dell'analisi sociale non è l'incremento del benessere sociale, ma una distribuzione più equa della ricchezza; si concentra quindi sulla valutazione del progetto in termini di maggiore equità, piuttosto che di maggiore efficienza nell'allocazione delle risorse. Questa tipologia di analisi viene spesso inclusa all'interno dell'analisi economica, la quale viene adattata per considerare i vari gruppi di persone coinvolti da un progetto pubblico e per valutare in che modo la realizzazione del progetto possa migliorare l'equità tra questi gruppi.

L'analisi di sensibilità e l'analisi del rischio sono due approfondimenti che è possibile fare nell'ambito dell'analisi economica-sociale per verificare la robustezza dei risultati della valutazione con l'obiettivo di individuare eventuali problematiche che potrebbero emergere e rendere un progetto, inizialmente vantaggioso, meno consigliabile.

È possibile determinare la validità dell'investimento calcolando gli indicatori di performance economica. Questi sono direttamente correlati sia alla valutazione economica-sociale sia all'intero ciclo di vita del progetto permettendo così una visione complessiva dell'efficacia dell'investimento. Tra questi rientrano il VAN e il TIR, già trattati nel capitolo precedenti, oltre ad altri due indicatori che verranno ora illustrati.

### **Rapporto benefici-costi attualizzati (RBCA)**

Il RBCA si ottiene dal quoziente tra la sommatoria attualizzata dei benefici e la sommatoria attualizzata dei costi. L'investimento è considerato economicamente vantaggioso e socialmente auspicabile se il valore del RBCA è superiore all'unità poiché ciò significa che i benefici attualizzati superano i costi attualizzati; quindi, si porta un contributo al benessere collettivo. Questo indicatore tiene conto non solo del saldo netto, ma anche dei costi e dei benefici indiretti; quindi, favorisce investimenti pubblici con un impatto economici relativamente contenuti.

### **Tempo di ritorno dell'investimento (PBP – Pay Back Period)**

Il PBP permette di determinare il numero di periodi necessari affinché i flussi netti positivi generati dall'investimento, quindi i benefici, eguagliano l'importo del flusso negativo iniziale. Utilizzando questo indicatore per valutare l'allocazione delle risorse, si va a privilegiare la rapidità con cui l'investimento pubblico recupera il capitale impiegato. In generale, gli investimenti pubblici hanno un tempo di ritorno molto elevato, quindi non è molto efficace valutare il PBP per questa tipologia di progetti.

#### **► Sistema dei prezzi e tecniche di quantificazione**

Per la presente analisi economica, la quale valuta sia gli effetti diretti che quelli indiretti, non sempre è adeguato l'utilizzo dei prezzi di mercato, ovvero quelli determinati dalle normali dinamiche di domanda e offerta. Questi prezzi, in alcuni casi, potrebbero non riflettere correttamente il reale impatto economico e sociale di un progetto; quindi, è necessario utilizzare altri metodi per determinare i prezzi di riferimento più appropriati.

Può essere utilizzato il sistema dei prezzi ombra per l'analisi economica. I prezzi ombra vengono definiti come prezzi di mercato corretti e associati a beni e servizi che non hanno prezzi di mercato o, per i quali, tale prezzo non ne rispecchia in modo soddisfacente il valore intrinseco<sup>16</sup>. Esiste anche il sistema dei prezzi di trasferimento tramite cui si considerano i prezzi depurati dalle tasse e dai contributi, prendendo in esame solo il valore effettivo dei beni e dei servizi, senza quindi l'incidenza della fiscalità. Lo scopo è quello di ottenere un valore più rappresentativo del reale costo economico di un bene o di un servizio, evitando distorsioni dovute a politiche fiscali che possono variare nel tempo o tra diverse nazioni. Infine, i benefici diretti che si possono derivare dall'uso effettivo di un bene o di un servizio si possono analizzare tramite il metodo della Disponibilità a Pagare. Questa tecnica permette di stimare la somma massima che i consumatori sono disposti a spendere, basandosi sul valore soggettivo che attribuiscono ad un determinato bene o servizio. Per la stima di questi valori si può utilizzare il metodo della valutazione di contingenza, tramite il quale si effettuano delle indagini campionarie domandando agli utenti di esprimere la loro disponibilità a pagare; oppure il metodo dei costi di viaggio, il quale stima il valore in base alla disponibilità degli utenti di raggiungere e usufruire del bene o del servizio.

#### **2.1.4. Criticità e limiti dell'ACB**

Lo scopo effettivo dell'analisi costi benefici è quello di identificare quale sia l'alternativa progettuale più efficiente di un determinato investimento pubblico in uno specifico periodo temporale. Quindi essa viene utilizzata per poter realizzare una graduatoria delle soluzioni progettuali capendo quale sia meglio finanziare in un particolare contesto temporale, sociale ed economico.

La principale criticità dell'ACB non è legata agli effetti che successivamente i progetti realizzati genereranno, poiché è molto difficile che un investimento pubblico non sviluppi dei benefici anche solo per parte della collettività; riguarda invece il fatto che gli

---

<sup>16</sup> Catalano, G., Lombardo, S., (1995), *"L'analisi costi-benefici nelle opere pubbliche ed elementi di analisi multicriteri"*, Dario Flaccovio Editore, Palermo.

investimenti pubblici, finanziati generalmente dallo Stato, sono in realtà in gran parte dovuti ai contributi dei cittadini e ciò crea una grande disomogeneità dei costi e dei benefici. Per l'appunto, non tutti gli utenti beneficiano allo stesso modo degli investimenti pubblici, anche se tutti vi contribuiscono indirettamente tramite il pagamento delle tasse. È fondamentale quindi tenere in considerazione questo aspetto durante l'analisi economica di tali progetti poiché può influire sulla loro equità e accettabilità sociale.

Da questo macro-tema, scaturiscono altri limiti dell'ACB, i quali devono essere valutati per cercare di circoscrivere e limitare il più possibile i rischi che comportano.

### ► **Definizione di benessere collettivo**

Le premesse teoriche dell'analisi economica sono basate su alcuni aspetti fondamentali. Il primo è il principio delle preferenze individuali, il quale implica una razionalità di tipo individualistico nelle decisioni che, pur essendo determinate da interessi privati, hanno un impatto pubblico e collettivo<sup>17</sup>; un secondo aspetto rilevante è il principio paretiano<sup>18</sup> che consiste nella massimizzazione dell'utilità collettiva, quindi al miglioramento del benessere per la maggior parte dei membri della società.

Questi fondamenti però pongono una serie di problematiche quali:

- La confrontabilità → riguarda la difficoltà nel conciliare la prospettiva individuale con l'obiettivo di massimizzare il benessere collettivo.
- La misurabilità → afferma la necessità di verificare concretamente la possibilità di identificare e misurare gli effetti dell'azione pubblica per valutare se gli obiettivi del progetto sono compatibili con la massimizzazione del benessere sociale.

---

<sup>17</sup> Principio delle preferenze individuali: si basa sul concetto che gli individui tendono ad agire su un mercato con l'idea che ciascuno sia il miglior giudice del proprio benessere. Considera inoltre la società come somma degli individui che la costituiscono seguendo la logica di antropocentrismo.

<sup>18</sup> Principio paretiano: afferma che un cambiamento nello stato attuale di una comunità è desiderabile se porta un miglioramento del benessere di almeno uno dei suoi membri senza danneggiare il benessere degli altri.

Da tutto ciò, si può dedurre che il presupposto dell'ACB, cioè che l'alternativa progettuale individuata porti benessere alla comunità, non risulta essere scontato poiché è sempre necessario considerare la definizione tecnica di collettività e il suo coinvolgimento attivo nei processi decisionali. In questo contesto, le *Linee guida sul dibattito pubblico*<sup>19</sup>, approvate dalla Commissione Nazionale per il dibattito pubblico, regolano il coinvolgimento civile nei processi decisionali riguardanti le grandi opere pubbliche. Questo approccio inclusivo aiuta a garantire che gli interventi pubblici siano veramente orientati al miglioramento del benessere collettivo tenendo conto delle esigenze e delle opinioni di tutti i cittadini, soprattutto delle fasce che potrebbero subire maggiori disagi a causa della realizzazione e della fruizione di una determinata infrastruttura pubblica.

#### ► **Monetizzazione dei beni intangibili**

I beni intangibili sono definiti in questo modo poiché non possono essere espressi in maniera semplice e diretta in termini monetari. Un esempio di bene intangibile è l'impatto ambientale dato che i benefici o i danni ambientali non sono facilmente convertibili in denaro; quindi, il loro inserimento all'interno di una valutazione economica risulta essere complesso.

Quando non è possibile procedere tramite una valutazione monetaria, si può utilizzare l'Analisi Costi-Efficacia (ACE) che si concentra sull'efficacia dell'intervento rispetto ai suoi costi, senza esprimere costi e benefici in termini economici.

#### ► **Attualizzazione dei costi e dei benefici futuri**

L'orizzonte temporale degli investimenti pubblici, soprattutto per quanto riguarda le grandi infrastrutture, possono durare molti anni; quindi, per valutare questi progetti è necessario considerare anche i costi e i benefici futuri, ricorrendo all'attualizzazione. Questa pratica si basa sull'utilizzo del tasso di sconto la cui scelta è cruciale poiché determina la scelta di un progetto piuttosto che un altro. La scelta più efficace sarebbe l'utilizzo di tassi di sconto differenti a seconda della

---

<sup>19</sup> Decreto n. 627 del 30/12/2020 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e ss.mm.ii, in particolare dal Decreto n. 204 del 07/06/2021 del Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili.

tipologia del progetto e dei beneficiari, per poter considerare le diverse condizioni economiche e sociali; ma nella pratica, si fissa un tasso di sconto che rappresenta un compromesso tra considerazioni economiche, politiche ed etiche.

Da questo, emerge anche un problema riguardante gli effetti intergenerazionali e infra-generazionali. Si possono creare degli squilibri tra le generazioni attuali, che pagano oggi, e le generazioni future, che trarranno i vantaggi dell'investimento; ma anche tra diversi gruppi sociali o economici che condividono gli stessi periodi temporali, per i quali tuttavia i costi e i benefici non sono equamente distribuiti.

### ► **Identificazione dei prezzi ombra**

La definizione dei prezzi ombra è particolarmente critica poiché coinvolge una determinazione soggettiva; quindi, la loro stima può essere influenzata da interessi particolari o priorità che creano favoreggiamenti. Un concetto collegato ai prezzi ombra riguarda i costi-opportunità, i quali rappresentano il valore che si perde nel non poter usare una risorsa per uno scopo alternativo.

L'utilizzo dei prezzi ombra è comunque molto impiegato poiché risulta utile per monetizzare delle esternalità in situazioni in cui il mercato non è perfetto<sup>20</sup> oppure in cui il mercato non è in grado di attribuire un prezzo ad una risorsa.

---

<sup>20</sup> In caso di monopoli o di concorrenza imperfetta.

## **2.2. Gli investimenti strategici nelle infrastrutture stradali**

Il concetto di infrastruttura è piuttosto ampio e comprende qualsiasi impianto che sia costituente di una rete su cui si muovono persone o merci. In base all'uso da parte degli utenti, si suddividono in infrastrutture lineari (o reti di trasporto) e puntuali (o terminali). Le prime vengono utilizzate per il movimento vero e proprio e raggruppano strade, ferrovie, vie navigabili e oleodotti. Le altre, invece, sono dei punti di partenza o di arrivo del viaggio effettuato e consistono in aeroporti, stazioni ferroviarie e degli autobus, porti marittimi e fluviali, autoporti merci.

All'interno del presente capitolo si fornirà una panoramica chiara sui concetti fondamentali legati alle infrastrutture stradali, spiegando i principali termini tecnici e le definizioni essenziali allo scopo di poter, successivamente, approfondire gli impatti che queste infrastrutture generano sul territorio e sulla società. In questa prospettiva, il monitoraggio costante delle infrastrutture risulta essenziale, poiché esse rappresentano un indicatore chiave dello sviluppo e della modernità del paese. Tali opere non solo riflettono la solidità economica della nazione, ma hanno anche un impatto significativo sulla collettività rendendo fondamentale garantirne non solo la sicurezza strutturale, ma anche la sostenibilità economica e sociale nel tempo.

### **2.2.1. Caratteristiche delle infrastrutture stradali**

La tecnica dei trasporti è un ambito di ricerca interdisciplinare che si occupa dello studio e della progettazione dei sistemi di trasporto, considerando aspetti tecnici, economici e infrastrutturali. Questa materia esamina quindi l'interconnessione tra le infrastrutture stradali e i veicoli in movimento all'interno di una rete di trasporto<sup>21</sup>. Per poter effettuare delle analisi efficienti relative a questa disciplina, è

---

<sup>21</sup> La rete di trasporto è un insieme di infrastrutture fisiche e mezzi di trasporto che collegano vari punti geografici, permettendo il movimento di persone e merci. Consiste quindi in una struttura fisica che supporta il trasporto e facilita la mobilità.

fondamentale andare a definire le principali componenti di un sistema di trasporto stradale<sup>22</sup>, le quali interagiscono tra di loro andando a formare una struttura complessa da gestire e ottimizzare.

Il veicolo viene definito come un qualunque mezzo meccanico, guidato dall'uomo o teleguidato, destinato al trasporto di persone, animali o merci e circolante su strada<sup>23</sup>. All'interno dell'*Handbook on the external costs of transport*<sup>24</sup>, viene effettuata una classificazione dei veicoli stradali, ripresa e dettagliata anche dall'art.47 del Codice della strada<sup>25</sup>.

Le infrastrutture stradali sono le strutture fisiche dedicate al traffico veicolare e pedonale, quindi le strade, le autostrade, i ponti, i tunnel e altri elementi costruttivi che supportano la circolazione di veicoli e di pedoni. Esse vengono classificate in base alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali.

Gli utenti sono coloro che utilizzano la rete di infrastruttura e trasporto, quindi sia i conducenti, responsabili della guida dei veicoli, che i pedoni.

Le tecnologie e i sistemi di gestione e di controllo costituiscono tutti gli impianti e le installazioni essenziali per la circolazione dei veicoli e dei pedoni. Sono la segnaletica e i sistemi di informazione, ma anche le tecnologie più avanzate per l'ottimizzazione del flusso del traffico.

Sono molto importanti anche le regolamentazioni, come il Codice della strada che disciplina il comportamento degli utenti della strada,

---

<sup>22</sup> Il sistema di trasporto è un concetto più vasto che comprende sia le infrastrutture fisiche, sia i veicoli, le tecnologie, i servizi e le regole che governano il trasporto.

<sup>23</sup> Vocabolario Treccani.

<sup>24</sup> Manuale commissionato dalla Direzione Generalità Mobilità e Trasporti (DG MOVE) della Commissione Europea e realizzato da un consorzio guidato da CE Delft. Fornisce una panoramica delle metodologie e dei vari input utilizzabili per stimare i principali costi esterni del trasporto, tra cui incidenti, inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici, rumore, congestione, emissioni "well-to-tank" e danni agli habitat.

<sup>25</sup> D.Lgs. n. 285 del 30/04/1992.

e le normative tecniche che stabiliscono gli standard di progettazione e costruzione.

### **2.2.2. Circolazione veicolare**

Quando è necessario progettare e realizzare un'infrastruttura di trasporto, affinché la soluzione riesca ad assicurare la massima funzionalità del servizio, è fondamentale conoscere i fattori che influenzano, per ogni tipologia di sistema, la realizzazione degli atti di trasporto nel tempo, cioè delle leggi di deflusso dei diversi sistemi. La materia che studia l'interazione tra più veicoli stradali che utilizzano la stessa infrastruttura di trasporto è la teoria dei flussi di traffico. Di seguito verranno brevemente descritti i parametri fondamentali che caratterizzano l'interazione tra veicoli nel trasporto stradale: il flusso, la velocità e la densità veicolare.

#### **► Flusso veicolare [q]**

Il flusso veicolare<sup>26</sup> corrisponde al numero di veicoli che passano in una determinata sezione stradale durante uno specifico periodo di tempo. Si può esprimere in termini annuali [n°/anno], giornalieri [n°/giorno] oppure orari [n°/h] tramite la seguente formula:

$$q = n/t$$

In riferimento al flusso veicolare, si possono definire altri parametri come la capacità veicolare, ovvero il quantitativo massimo di veicoli che una determinata sezione stradale è in grado di sostenere nell'unità di tempo; e il Traffico Medio Giornaliero (TGM), cioè il valore medio del flusso veicolare registrato su una specifica tratta stradale nell'arco di 24 ore.

#### **► Velocità veicolare [v]**

La velocità veicolare [km/h] è definita come la media spaziale delle velocità istantanee dei veicoli che sono contenuti in una data lunghezza di strada all'istante t.

---

<sup>26</sup> Definito anche come volume di traffico o portata veicolare.

### ► Densità veicolare [k]

La densità veicolare corrisponde al numero di veicoli che all'istante  $t$  sono contenuti in una data lunghezza di strada. La densità massima  $k_L$  è il numero massimo di veicoli, in una situazione di coda, relativa ad uno specifico tronco stradale.

La relazione fondamentale del traffico stradale lega questi tre parametri secondo la seguente relazione:

$$q = kv$$

Nel 1934, Greenshields propose un modello analitico dove ipotizzò l'esistenza di una relazione lineare decrescente tra la velocità e la densità veicolare:

$$v = v_0 \left(1 - \frac{k}{k_L}\right)$$

Da cui deriva una relazione di tipo parabolico tra flusso e densità:

$$q = v_0 \left(k - \frac{k^2}{k_L}\right)$$

Queste due espressioni sono basate sulle seguenti osservazioni sperimentali:

- Per valori di densità  $k$  che tendono a 0, la velocità  $v$  è prossima ad un valore massimo detto velocità libera di deflusso  $v_0$ <sup>27</sup>;
- Per valori di densità  $k$  che tendono alla densità massima  $k_L$ , la velocità  $v$  tende a 0;
- La velocità  $v$  decresce nel tempo all'aumentare della densità  $k$ .

Il seguente grafico rappresenta il diagramma fondamentale del traffico, cioè la relazione tra il flusso e la densità, utile per comprendere e prevedere l'evoluzione del traffico in base a determinati fenomeni. Tramite questo modello parabolico si nota che la capacità della strada corrisponde ai punti di massimo delle parabole e i corrispondenti valori di densità e velocità sono detti critici ( $k_{CR}$ ,  $u_{CR}$ ).

---

<sup>27</sup> La velocità libera di deflusso corrisponde alla velocità mediamente attuata dai veicoli che percorrono in maniera isolata, cioè in assenza di condizionamenti reciproci, un tratto di strada specifico.

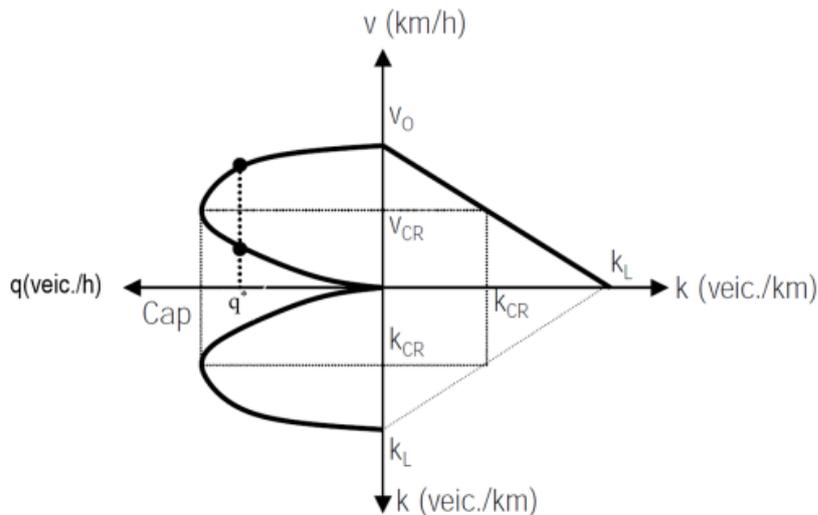


Figura 2-4: Diagramma di Greenshields [da Gallo, M. (2002), "Appunti di Tecnica ed Economia dei Trasporti"]

I diagrammi  $v=v(q)$  e  $k=k(q)$  possono essere suddivisi in due rami rappresentativi di due diverse condizioni di deflusso:

- Il ramo stabile, per  $v > v_{CR}$  (con  $k < k_{CR}$ ): un aumento della densità comporta una diminuzione della velocità, ma un aumento del flusso.
- Il ramo instabile, per  $v < v_{CR}$  (con  $k > k_{CR}$ ): un aumento della densità comporta un'ulteriore diminuzione della velocità e anche una diminuzione del flusso, instaurando fenomeni di *stop-and-go*. Quest'ultimo è un fenomeno oscillatorio del flusso di traffico nel quale i veicoli alternano fasi di arresto e fasi di movimento, anche in assenza di ostacoli visibili o incidenti.

All'interno del Highway Capacity Manual<sup>28</sup> (HCM), l'area individuata dalla curva di deflusso viene segmentata in diverse porzioni, ciascuna rappresentativa di una specifica condizioni qualitativa del servizio offerto dall'infrastruttura viaria, valutata in base al grado di soddisfazione percepito dagli utenti. A tali condizioni corrispondono i cosiddetti Livelli di Servizio (LdS), definiti come intervalli di velocità del flusso veicolare, ai quali sono associati differenti intervalli di densità del traffico. Vengono considerate sei condizioni-tipo rappresentative delle varie configurazioni possibili del traffico veicolare, ciascuna

<sup>28</sup> Transportation Research Board (1960), "HCM 1960: Highway Capacity Manual", Washington DC.

corrispondente a un differente LdS, classificato secondo una scala qualitativa contrassegnata dalle lettere dalla A alla F. La lettera A indica la condizione più favorevole in termini di fluidità e comfort di circolazione, mentre la lettera F rappresenta la situazione di massimo degrado funzionale.

<b>Livello di Servizio</b>	<b>Descrizione sintetica</b>
A – flusso libero	Condizione di flusso libero con totale assenza di condizionamento tra veicoli; il comfort degli utenti è eccellente
B – flusso stabile	Condizione di deflusso con qualche limitazione alla libertà di manovra, ma ancora con elevate condizioni di comfort fisico e psicologico
C – flusso quasi stabile	Maggiori condizionamenti: per mantenere la velocità desiderata occorrono cambi di corsia e/o sorpassi piuttosto frequenti che richiedono notevole attenzione da parte degli utenti
D – flusso ad alta densità	Condizione di flusso ancora stabile, ma la libertà di manovra è notevolmente ridotta ed è basso il livello di comfort fisico e psicologico degli utenti
E – flusso alla capacità	I condizionamenti sono pressoché totali e i livelli di comfort sono scadenti; le condizioni di deflusso sono al limite della instabilità
F – flusso forzato	Condizione di flusso forzato con frequenti e imprevedibili arresti della corrente, ossia con marcia a singhiozzo ( <i>stop and go</i> )

Tabella 2-1: Livelli di Servizio [da *Transportation Research Board (2000), "HCM 2000: Highway Capacity Manual", Washington DC.*]

Questi livelli sono applicabili a tutte le principali tipologie di infrastrutture viarie; tuttavia, i parametri utilizzati per classificare il livello di servizio variano in funzione della tipologia di strada e del contesto operativo. Ad esempio, per quanto riguarda le rotatorie viene utilizzato come parametro principale la capacità di ingresso e il tempo di attesa; per le strade urbane a flusso interrotto invece la velocità di crociera media e la congestione.

### **2.2.3. Gli impatti delle infrastrutture stradali**

Per analizzare in maniera complessiva un'infrastruttura è fondamentale definire gli impatti generati dalla sua realizzazione e dal suo utilizzo e su quale tipologia di utenti queste conseguenze avranno un effetto. Gli impatti possono essere interni, ovvero quelli che hanno delle ricadute sugli utenti diretti e sui gestori dell'infrastruttura; oppure esterni, quindi tutte gli effetti generali sugli utenti indiretti, cioè sulla collettività, ma anche sull'ambiente e sul territorio.

Le esternalità delle infrastrutture stradali, secondo la definizione economica del concetto, sono gli effetti che si manifestano su utenti esterni alle decisioni di guida dei conducenti; quindi, possono essere definiti come i costi o benefici non direttamente riflessi nel prezzo di mercato dell'uso di tali opere, ma che influenzano comunque la società e l'ambiente. Possono essere positive o negative ed includono differenti tipi di impatti sociali o ambientali. Nonostante le infrastrutture stradali possano essere correlate anche a esternalità positive, come ad esempio i benefici economici derivanti dall'accesso migliorato a certe aree oppure i vantaggi sociali legati alla mobilità e alla connessione tra comunità, esse sono perlopiù associate a esternalità negative, quali:

- La congestione stradale
- L'inquinamento acustico
- L'inquinamento atmosferico
- I cambiamenti climatici
- L'incidentalità
- La riduzione del valore immobiliare

Tra queste, la congestione stradale e l'incidentalità possono essere considerate anche come impatto interno dato che hanno effetti anche sugli utenti diretti dell'infrastruttura stessa.

Numerosi studi scientifici hanno analizzato gli impatti negativi causati da questa tipologia di infrastruttura, e parte di queste ricerche è stata oggetto di discussione pubblica, contribuendo all'elaborazione di differenti normative finalizzate a tutelare la sicurezza e la salute delle persone. Questo processo di regolamentazione è stato effettuato anche perché la maggior parte di questi effetti si manifestano

esplicitamente dopo un certo periodo di tempo rispetto al momento in cui l'esternalità viene generata, come ad esempio lo sviluppo di patologie dovute all'esposizione prolungata a emissioni tossiche, oppure acquistano rilevanza per la comunità quando superano una certa soglia critica, come nel caso dell'aumento significativo degli incidenti dovuti ad una crescita del traffico.

È molto importante tenere conto delle esternalità all'interno di un'analisi costi benefici poiché andando a ridurre quelle negative si hanno più probabilità di migliorare la qualità della vita della comunità e di difendere l'ambiente.

### **2.2.3.1. Congestione stradale**

La congestione stradale viene definita come un rallentamento della velocità dei veicoli dovuto alla presenza di altri automezzi sulla tratta stradale. Le cause di questo fenomeno, ad eccezione di quelle dovute ad eventi occasionali come incidenti o danni all'infrastruttura, sono dovute alla relazione tra il numero di auto presenti e la loro velocità: quando il numero di veicoli è molto inferiore alla capacità massima della struttura, è possibile percorrere il tratto stradale al massimo della velocità consentita, per poi ridurla all'aumentare dell'affollamento andando quindi ad aumentare il tempo di percorrenza.

Le prime riflessioni sul concetto di congestione si devono ad A.N. Johnson che nel 1930 definì questo fenomeno e lo attribuì alla crescente difficoltà di effettuare manovre di sorpasso, ostacolate dalla densità del traffico. Il valore limite oltre il quale si manifestano i ritardi rappresenta l'inizio stesso della fase di congestione e fu definito come *working capacity*, ovvero capacità di libero movimento.

La congestione del traffico incide sulle prestazioni e sulla qualità del sistema di trasporto in diversi modi. Tra i principali effetti si riscontrano l'allungamento dei tempi di viaggio, il sovraffollamento e i ritardi nel trasporto pubblico, nonché il peggioramento dell'esperienza di guida a causa di frequenti rallentamenti e dell'instabilità del traffico. In generale, questo fenomeno rappresenta non solo il costo complessivo dei ritardi, ma anche l'eventuale incremento delle spese operative provocato dall'introduzione di un ulteriore veicolo nel flusso del traffico. Costituisce quindi un costo esterno per ogni singolo

automobilista, che subisce il disagio generato dagli altri, ma anche un costo interno per l'insieme degli automobilisti, poiché ciascuno contribuisce alla congestione e ne subisce gli effetti.

Per poter stimare i costi della congestione stradale (CCS)<sup>29</sup>, esistono due approcci:

- Approccio 1: determinazione del costo del ritardo (DC – Delay Cost);
- Approccio 2: determinazione della perdita di benessere da eccesso di consumo (DWL – Dead Weight Loss).

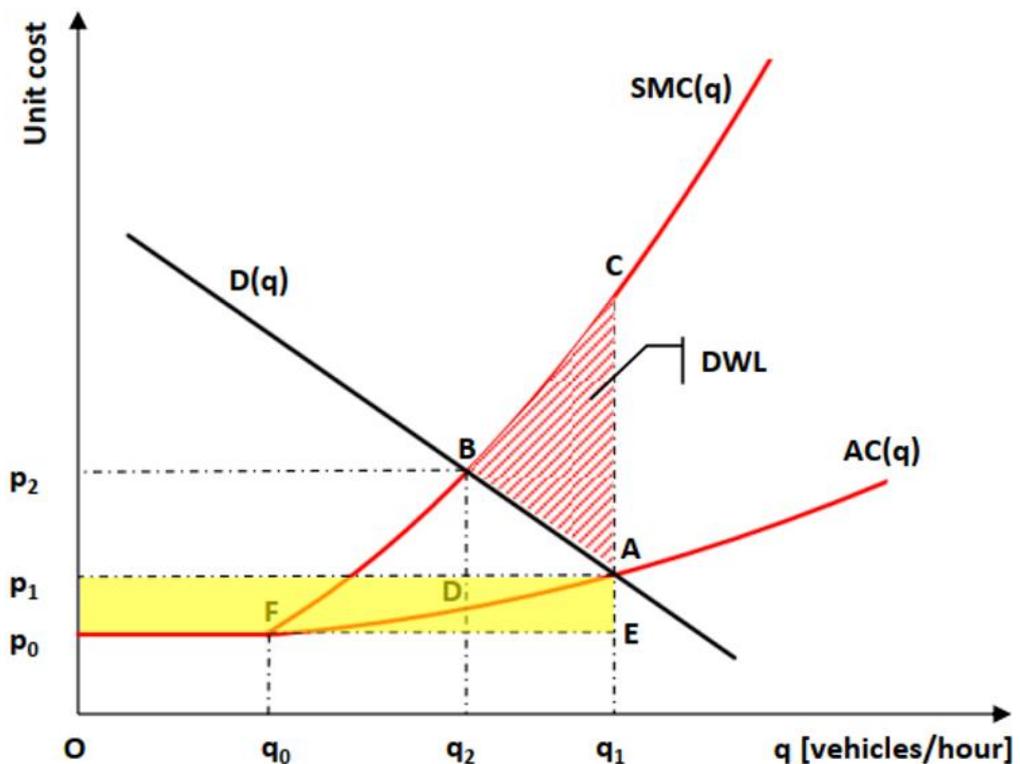


Figura 2-5: Congestione stradale dipendente dalla condizione di rete [da *Handbook on the external costs of transport: version 2019*]

All'interno della precedente immagine vengono rappresentati:

- $q$  = flusso di traffico espresso in veicoli all'ora;
- $p$  = costi unitari della congestione stradale;

<sup>29</sup> Commissione Europea (2019), "Handbook on the external costs of transport: version 2019", Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea, Bruxelles.

- $AC(q)$  = funzione del costo medio privato del viaggio (Average Cost), cioè il costo medio a carico dell'utente che sta effettuando il viaggio;
- $D(q)$  = curva di domanda di utilizzo del collegamento stradale;
- $SMC(q)$  = funzione del costo marginale sociale (Social Marginal Cost).

Nell'immagine si osserva che finché viene mantenuta la condizione di flusso libero, il costo del viaggio rimane costante ed è uguale a  $p_0$ . In questo stato non vengono registrati flussi di traffico elevati; quindi, il flusso è significativamente inferiore alla capacità di rete, perciò non c'è congestione. Quando il flusso  $q$  aumenta, la velocità dei veicoli diminuisce, il tempo di percorrenza cresce e di conseguenza il costo medio del viaggio sostenuto dagli utenti aumenta anch'esso secondo l'andamento della funzione  $AC(q)$ . Questa curva intercetta la funzione della domanda di rete  $D(q)$  nel punto A.

Il primo approccio, basato sul costo del ritardo, definisce il costo della congestione stradale CCS uguale al valore economico del tempo di viaggio perso rispetto ad una situazione di traffico scorrevole. All'interno dell'immagine 2-5, il costo del ritardo coincide con il rettangolo  $p_0EAp_1$ .

La funzione  $SMC(q)$  che rappresenta l'andamento del costo marginale sociale risulta essere uguale alla somma tra il costo  $AC(q)$  e il costo aggiuntivo del tempo di viaggio causato dal veicolo marginale, ovvero il mezzo che riduce la velocità di tutti gli altri veicoli. Sebbene questo secondo approccio sia il più rappresentativo della realtà e del fenomeno della congestione stradale, comporta calcoli più complessi poiché richiede una stima accurata dei costi marginali associati al traffico. Per queste ragioni, nell'ambito del presente caso studio verrà utilizzato il primo approccio basato sul costo del ritardo.

Tramite questo metodo, si andrà ad esprimere un valore economico associato al tempo impiegato dagli utenti del traffico, traducendo il tempo di attesa in termini monetari, ovvero quantificando il costo associato alla permanenza dei veicoli in coda.

Considerando una serie di tempi medi ( $dt$  – Delay Time), in minuti, che un utente trascorre in coda nelle diverse fasce orarie è possibile

calcolare il costo del ritardo DC per ognuna delle fasce orarie prese in considerazione e poi quello di un giorno medio feriale utilizzando la seguente formula:

$$DC \left[ \frac{\text{€}}{\text{pass} * h} \right] = \sum (\text{spo} * \text{VOT} * dt)$$

Dove:

- spo = percentuale dei motivi di spostamento per fascia oraria;
- VOT = Value of Time in relazione alla classe di distanza dello spostamento e del motivo di spostamento dei passeggeri.

In seguito, può essere calcolato il valore del costo del ritardo DC in termini di €/orari tramite la relazione che considera i dati del flusso del traffico (q) in veicoli/orari e assumendo una persona per ogni veicolo. La formula è la seguente:

$$DC \left[ \frac{\text{€}}{h} \right] = DC \left[ \frac{\text{€}}{\text{pass} * h} \right] * q$$

### **2.2.3.2. Inquinamento acustico**

Il movimento dei veicoli genera rumore, il quale risulta essere un effetto collaterale che influisce in maniera significativa sulla salute e sul benessere fisico e mentale delle persone dato che può alterare le attività quotidiane, influenzare i comportamenti e disturbare il riposo notturno. La portata di questa tipologia di impatto viene accentuata all'interno di un contesto urbano a causa dell'alta densità veicolare in movimento e dal riverbero dei suoni tra gli edifici vicini.

Le principali cause di rumore derivante dagli automezzi sono il funzionamento del motore, l'attrito degli pneumatici sulla superficie stradale e la resistenza aerodinamica del veicolo, anche se quest'ultimo punto in ambito cittadino è trascurabile. Il movimento dei veicoli in un flusso di traffico non è mai coordinato; quindi, il rumore generato non è mai uniforme proprio a causa di queste differenze di movimento. La combinazione non sincronizzata delle variazioni di velocità, delle accelerazioni e delle decelerazioni dei singoli mezzi si sovrappongono in maniera casuale creando un livello di rumore complessivo irregolare e non prevedibile.

Il rumore ha conseguenze dirette sulla salute umana, infatti secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) il limite oltre il quale il suono diventa doloroso è di 120 dB. Un'esposizione di 15 minuti a 100 dB oppure di 8 ore a 85 dB può causare danni permanenti all'udito. Quest'ultimo valore rappresenta anche il limite massimo raccomandato per gli ambienti di lavoro. Nelle aree urbane, il rumore stradale si aggira tra i 70 e i 90 dB, raggiungendo a volte picchi di 100 dB, mettendo quindi a rischio la salute degli abitanti esposti a questi livelli sonori.

### **2.2.3.3. Inquinamento atmosferico**

L'inquinamento atmosferico può essere definito come la presenza nell'aria di sostanze che non fanno parte della sua composizione naturale o che, pur essendo normalmente presenti, raggiungono concentrazioni tali da risultare nocive per la salute umana e per l'ambiente. Le sostanze contaminanti sono definite tali quando eventi naturali o attività umane alterano in maniera significativa la composizione abituale dell'aria, generando delle conseguenze che possono essere favorevoli, sfavorevoli o irrilevanti. L'inquinamento atmosferico non risulta essere causa di morte immediata, a differenza di altri fenomeni come ad esempio gli incidenti, ma i suoi effetti abbreviano la vita degli individui, riducendo quindi l'aspettativa di vita stimabile in una condizione ambientale "ottimale". Questo fenomeno comporta inoltre conseguenze negative non solo sull'ambiente, ma anche di degradazione delle superfici degli edifici, dei monumenti o di qualsiasi altra infrastruttura esposta alle emissioni inquinanti.

Dal punto di vista normativo italiano, lo stato di inquinamento atmosferico viene definito come *stato dell'aria atmosferica conseguente alla immissione nella stessa di sostanze di qualsiasi natura in misura e in condizioni tali da alterare la salubrità dell'aria e da costituire pregiudizio diretto o indiretto per la salute dei cittadini o danno ai beni pubblici e privati*<sup>30</sup>. Le disposizioni riguardanti questo argomento hanno l'obiettivo di mantenere un certo livello di qualità dell'aria e limitare la concentrazione in essa delle sostanze inquinanti.

---

<sup>30</sup> D.P.R. n 203 del 24/05/1988, supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, serie generale, n. 140, 16/06/1988.

Queste normative definiscono delle soglie di inquinamento ammissibili, cioè dei valori predefiniti di concentrazione per ciascun inquinante o classe di inquinanti, il cui rispetto implica che il rischio di subire effetti dannosi o irreversibili è inferiore.

Le norme europee e italiane definiscono i seguenti livelli ammissibili di concentrazione:

<b>Livelli ammissibili di concentrazione</b>	<b>Descrizione</b>
Valore limite	Concentrazioni superiori a questi valori sono considerate intollerabili per la salute poiché i rischi associati diventano inaccettabili.
Valore di allarme	Concentrazioni che richiedono azioni immediate per ridurre i rischi e prevenire il raggiungimento del valore limite. Se mantenuto per lunghi periodi, può risultare dannoso.
Valore di attenzione	Concentrazioni che, se persistono per un periodo prolungato, possono portare al raggiungimento del valore di allarme.
Valore guida	Livelli di concentrazione che, se rispettati nel tempo, garantiscono la protezione della salute e dell'ambiente

Tabella 2-2: Livelli di concentrazione ammissibili [da D.Lgs. 155/10]

L'inquinamento atmosferico derivante dal traffico è causato principalmente dai gas di scarico prodotti dai motori a combustione interna e dall'attrito tra gli pneumatici e l'asfalto, che generano particelle di polvere. La combustione dei carburanti fossili rilascia nell'aria sostanze chimiche che, se presenti in alte concentrazioni, sono dannose sia per la salute umana che per l'ambiente. Nei contesti urbani, l'elevato numero di veicoli e la limitata circolazione dell'aria peggiorano l'esposizione delle persone agli agenti inquinanti.

Per quanto riguarda invece i veicoli elettrici, il loro impatto ambientale è oggi oggetto di dibattito. Il maggior vantaggio di questa tipologia di veicoli è l'eliminazione delle emissioni dirette nelle città, quindi la riduzione dell'inquinamento locale. Tuttavia, per valutare il loro impatto ambientale complessivo, è necessario considerare anche le perdite di energia che avvengono durante il trasporto e lo stoccaggio dell'elettricità, oltre alle emissioni derivanti dalla produzione dell'energia stessa.

Soffermandosi sui veicoli dotati da motori a combustione interna, i principali inquinanti determinati dal portale InformAmbiente<sup>31</sup> della Città di Torino sono quelli presenti nella seguente tabella, dove sono contenuti anche i valori limite definiti a livello nazionale dal D.Lgs. n.155 del 13/08/2010<sup>32</sup>.

Inquinante	Fonti di emissione	Danni	Valore	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b>Biossido di zolfo</b>	Processi metallurgici e processi di combustione che impiegano combustibili fossili come gasolio, olio combustibile e carbone. Maggiore incidenza nei veicoli diesel.	Forti irritazioni agli occhi, alla gola e alle vie respiratorie. Piogge acide che causano l'acidificazione di laghi e fiumi. Effetti corrosivi su materiali da costruzione, superfici in pietra e metalli.	Limite media oraria $\leq$ 24 volte/anno	350
			Soglia di allarme: 3 ore consecutive in tutto il territorio	500

<sup>31</sup> InformAmbiente: piattaforma online del Comune di Torino che raccoglie informazioni relative all'ambiente e ai servizi correlati offerti dalla città.

<sup>32</sup> Recepisce la Direttiva Europea 2008/50/CE sulla qualità dell'aria dell'ambiente. Attualmente c'è una revisione in corso di questa Direttiva al fine di allinearla alle raccomandazioni dell'OMS e alle nuove sfide ambientali. La Commissione Europea sta attualmente lavorando su una proposta che potrebbe ridurre i limiti per inquinanti come PM2.5, NO2 e ozono (O3) per allinearli con i nuovi dati scientifici. Di conseguenza, ciò potrebbe portare anche ad una revisione del D.Lgs. n.155 del 13/08/2010.

<b>Biossido di azoto</b>	Processi di combustione, a prescindere dal tipo di combustibile. I fumi di scarico contribuiscono in maniera significativa alla produzione e alla diffusione delle emissioni, che sono più elevate quando il motore opera a giri elevati.	Irritazione alle mucose, patologie respiratorie (bronchiti, allergie, irritazioni). Piogge acide, accumulo di nitrati nel terreno.	Limite media oraria $\leq$ 18 volte/anno	200
			Soglia di allarme: 3 ore consecutive in tutto il territorio	400
			Limite media annuale	40
<b>PM10</b>	Particelle di piccole dimensioni allo stato liquido e solido (sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, tessuti, Sali, carbonio, piombo...) che rimangono sospese nell'atmosfera	Infiammazioni e secchezza di naso e gola. Malattie respiratorie croniche (asma, bronchite, enfisema). Formazione di nebbie e piogge acide che causano l'erosione e la corrosione di materiali e metalli.	Limite media giornaliera $\leq$ 35 volte/anno	50
<b>PM2.5</b>			Limite media annuale	40
			Limite media annuale	25
<b>Ozono</b>	Derivante da reazioni chimiche alle quali contribuiscono gli ossidi di azoto. Traffico	Irritazione alle vie respiratorie e alla gola, sensazione di bruciore agli occhi. Alterazioni delle	Soglia di allarme: 1 ora	240

	veicolare, processi di combustione, evaporazione di carburanti.	funzionalità respiratorie. Scomparsa di alcune specie arboree urbane.	Valore obiettivo: 8 ore consecutive $\leq$ 25 volte/anno	120
<b>Monossido di carbonio</b>	Combustione di sostanze organiche, come derivati del petrolio. Quindi, traffico veicolare, specialmente i gas di scarico dei veicoli a benzina.	Ostacolo al trasporto dell'ossigeno ai vari organi. Danni al sistema nervoso centrale e cardiovascolare. Asfissia.	Media massima giornaliera su 8 ore calcolata ogni ora sulla base delle 8 ore precedenti	10000
<b>Benzene</b>	Attività umane che comprendono l'uso di petrolio, di oli minerali e dei loro derivati. Gas di scarico, soprattutto dei veicoli alimentati a benzina.	Sonnolenza, perdita di coscienza. Danni al midollo osseo a aumento del rischio di leucemia. È una sostanza cancerogena <sup>33</sup> per l'uomo.		5

Tabella 2-3: Valori limite e caratteristiche dei principali inquinanti atmosferici [da *D.Lgs. 155/10*]

In Italia, fino al 2030, valgono ancora questi limiti. Dal 2030 dovrà essere recepita la Direttiva Europea 2024/2881 che introduce limiti più stringenti.

<sup>33</sup> Viene classificata dalla Comunità Europea come cancerogena di categoria 1, R45; dalla International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1 che raggruppa le sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo; dall'American Conference of Governmental Industrial Hygienists in classe A1, quindi cancerogena accertata per l'uomo.

### ► **Stima delle emissioni inquinanti**

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) si occupa di stimare le emissioni in atmosfera degli inquinanti definiti precedentemente, cioè di valutare quantitativamente il rilascio nell'aria delle diverse sostanze inquinanti a livello sia nazionale che locale. L'ISPRA, assumendo il ruolo di riferimento in Italia per l'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), elabora questi dati al fine di monitorare l'impatto ambientale delle attività umane e garantire il rispetto delle normative europee e nazionali sulla qualità dell'aria. Per elaborare un inventario delle emissioni è necessario un processo complesso che coinvolge diversi soggetti: da un lato servono dati dettagliati sulle fonti di inquinamento, come i trasporti, l'agricoltura, gli allevamenti e i sistemi di riscaldamento; dall'altro lato, è indispensabile la collaborazione con esperti del settore che devono analizzare queste informazioni usando modelli di calcolo in grado di stimare le emissioni e di tenere conto di tutti gli elementi che influenzano la presenza di un determinato inquinante nell'ambiente<sup>34</sup>.

Esistono varie metodologie di stima per le emissioni degli inquinanti derivanti da varie fonti diverse. Per il presente studio verranno analizzate solamente le emissioni derivanti dal traffico veicolare. In questo ambito, i modelli di emissione sono le formulazioni matematiche che rapportano le emissioni dei veicoli a motore con le variabili da cui tali emissioni sono influenzate<sup>35</sup>, quali:

- Caratteristiche costruttive del veicolo, suddivise in caratteristiche generali (peso a vuoto, efficienza aerodinamica ecc.) e caratteristiche dell'apparato di propulsione (tipo di motore, di combustibile, di dispositivi di controllo delle emissioni, caratteristiche di cilindrata e di potenza);
- Stato della meccanica del veicolo, ovvero stato di usura, di manutenzione e condizioni di regolazione;

---

<sup>34</sup> ISPRA

<sup>35</sup> Horowitz, H.L. (1982), *"Air quality analysis for urban transportation planning, MIT press"*, Cambridge Massachusetts.

- Condizioni operative del veicolo nelle condizioni reali di traffico, ovvero le caratteristiche di funzionamento dell'apparato di propulsione.

La creazione dei modelli di emissioni può avvenire tramite due approcci distinti: uno dinamico, che consente la simulazione delle variazioni istantanee del fenomeno; e uno statico, il quale si limita a calcolare i valori medi delle emissioni nel periodo di tempo considerato per l'analisi, creando quindi dei fattori di emissione. Su questi ultimi si basano i modelli più diffusi nell'Unione Europea per la realizzazione di scenari e inventari delle emissioni atmosferiche. Essi determinano le emissioni di un particolare inquinante in uno specifico settore moltiplicando l'entità delle attività che producono le emissioni per i rispettivi fattori di emissione, che rappresentano, in termini quantitativi, la capacità di una specifica sorgente di rilasciare inquinante in un determinato periodo di tempo. Quindi, nonostante in generale i modelli dinamici si basino su una rappresentazione più evoluta dei fenomeni fisici che determinano le emissioni e la diffusione delle sostanze inquinanti, per le reti stradali è opportuno utilizzare i modelli statici che, pur essendo meno precisi, consentono di prevedere sia valori di emissione "assoluti" rispetto alle soglie stabilite dalle normative, sia valori "relativi" rispetto alla situazione di non intervento<sup>36</sup>.

Il modello più utilizzato in Europa per la stima delle emissioni di inquinanti atmosferici dovuti ai trasporti stradali è COPERT (COMputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic), sviluppato dall'EEA per la redazione di rapporti sullo stato dell'ambiente ed impiegato dai National Reference Centers per la compilazione degli inventari nazionali delle emissioni, nell'ambito del progetto CORINAIR (COordination INFORMATION AIR).

Il più antico approccio modellistico europeo si fonda sull'osservazione che le emissioni medie di un veicolo lungo un determinato tragitto dipendono dalla sua velocità media. In particolare, le concentrazioni di inquinanti risultano più elevate nei cicli di guida caratterizzati da

---

<sup>36</sup> Santagata, F.A. (2016), *"Strade. Teoria e tecnica delle costruzioni stradali"*, Pearson.

basse velocità e frequenti arresti e ripartenze. Le relazioni matematiche alla base di questa tipologia di modello correlano la velocità media con la quantità di sostanza emessa per chilometro e sono state elaborate tramite l'interpolazione di dati sperimentali. COPERT fa appunto parte di questa categoria di modelli e si basa sull'ipotesi che il veicolo segua un ciclo di guida standard, come definito dalle direttive EURO<sup>37</sup>. Quest'ultimo punto risulta essere però una limitazione poiché i cicli di guida non rispecchiano sempre le reali condizioni di guida su strada, le quali possono variare anche a parità di velocità media. Per migliorare l'attendibilità delle stime sulle emissioni, i modelli più recenti integrano almeno un ulteriore parametro, solitamente legato all'accelerazione nel tempo.

#### ► **Parco veicolare circolante a Torino e provincia**

È essenziale, al fine di applicare correttamente i modelli di emissione, definire il parco veicolare circolante della zona oggetto di studio, distinto per categorie di alimentazione e per classe EURO. Questo dato è fondamentale per poi definire i costi dell'inquinamento atmosferico. I dati che sono riportati di seguito, relativi all'ultimo aggiornamento dell'anno 2023, provengono dalla consultazione dei database dell'Automobile Club d'Italia (ACI), Open Parco Veicoli<sup>38</sup> disponibile online.

---

<sup>37</sup> Fino al 2017, si è utilizzato il NEDC – New European Driving Cycle, introdotto per i test delle normative EURO 1 – EURO 6, ma non rispettava fedelmente le condizioni reali di guida poiché aveva accelerazioni troppo dolci e velocità costanti. Dal 2017, viene sostituito con il WLTP – Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure introdotto per i nuovi veicoli omologati EURO 6d. Questo ciclo di guida è più realistico e tiene conto delle variazioni di peso e aerodinamica dei veicoli. Viene successivamente introdotto anche il RDE – Real Driving Emissions tramite cui si effettuano test su strada e poi si verificano che le emissioni misurate in laboratorio siano coerenti con quelle reali.

<sup>38</sup> Automobile Club d'Italia (ACI), Open Parco Veicoli. Questo sito mette a disposizione degli utenti i dati relativi alla consistenza del parco veicolare al 31 dicembre di ogni anno, sulla base dei veicoli iscritti al Pubblico Registro Automobilistico a tale data, escludendo: i veicoli radiati, i veicoli oggetto di furto o appropriazione indebita per i quali sia stata annotata la perdita di possesso, i veicoli confiscati dallo Stato.

Di seguito viene definito il parco veicolare circolante per categoria di veicolo a livello comunale, provinciale, regionale e nazionale.

<b>Anno 2023</b>	<b>Comune di Torino</b>	<b>Provincia di Torino</b>	<b>Regione Piemonte</b>	<b>Totale Nazionale</b>
Autobus	2 098	2 892	5 537	100 078
Autocarri di trasporto merci	59 175	152 345	337 988	4 473 640
Autoveicoli speciali/specifici	11 383	39 939	75 388	816 911
Autovetture	583 424	1 516 952	2 997 121	40 915 229
Motocicli	77 837	243 469	506 794	7 498 908
Motocarri e quadricicli trasporto merci	1 199	4 880	11 119	236 461
Motoveicoli e quadricicli speciali/specifici	1 062	4 335	9 555	93 114
Non definito o non contemplato	1	1	1	20
Rimorchi e semirimorchi trasporto merci	2 153	7 195	20 033	324 031
Rimorchi e semirimorchi speciali/specifici	1 094	2 945	8 974	134 143
Trattori stradali o motrici	1 717	5 096	13 966	221 071
<b>Totale</b>	<b>741 143</b>	<b>1 980 049</b>	<b>3 986 476</b>	<b>54 813 606</b>

Tabella 2-4: Parco veicolare circolante per categorie di veicoli [da ACI - *Open Parco Veicoli*]

Dai dati riportati nella Tabella 2-4, si nota che la categoria delle autovetture rappresenta la maggioranza a tutti i livelli territoriali: si ha il 75% sul totale a livello nazionale e regionale, per poi salire al 77% a livello provinciale e al 79% a livello comunale per quanto riguarda la città di Torino. Per questo motivo, nelle valutazioni seguenti del parco veicolare circolante, vengono utilizzati prevalentemente i dati relativi alle autovetture.

Di seguito viene definito il parco veicolare circolante per la categoria delle autovetture e per categorie di alimentazione a livello comunale, provinciale, regionale e nazionale.

<b>Anno 2023</b>	<b>Comune di Torino</b>	<b>Provincia di Torino</b>	<b>Regione Piemonte</b>	<b>Totale Nazionale</b>
Benzina	275 335	717 833	1 402 239	17 717 147
Benzina e gas liquido (GPL)	72 462	199 567	310 132	3 032 796
Benzina e metano	7 547	18 347	27 446	769 905
Elettricità	5 089	8 332	14 582	219 540
Gasolio	148 499	445 555	1 033 518	16 777 000
Gasolio e gas	0	0	2	50
Ibrido benzina	71 008	119 539	191 999	1 949 661
Ibrido gasolio	2 663	5 572	12 835	262 273
Metano	798	2 140	4 227	180 595
Altre/ND	23	67	141	6 262
<b>Totale</b>	<b>583 424</b>	<b>1 516 952</b>	<b>2 997 121</b>	<b>40 915 229</b>

Tabella 2-5: Parco veicolare circolante delle autovetture per categoria di alimentazione [da ACI - Open Parco Veicoli]

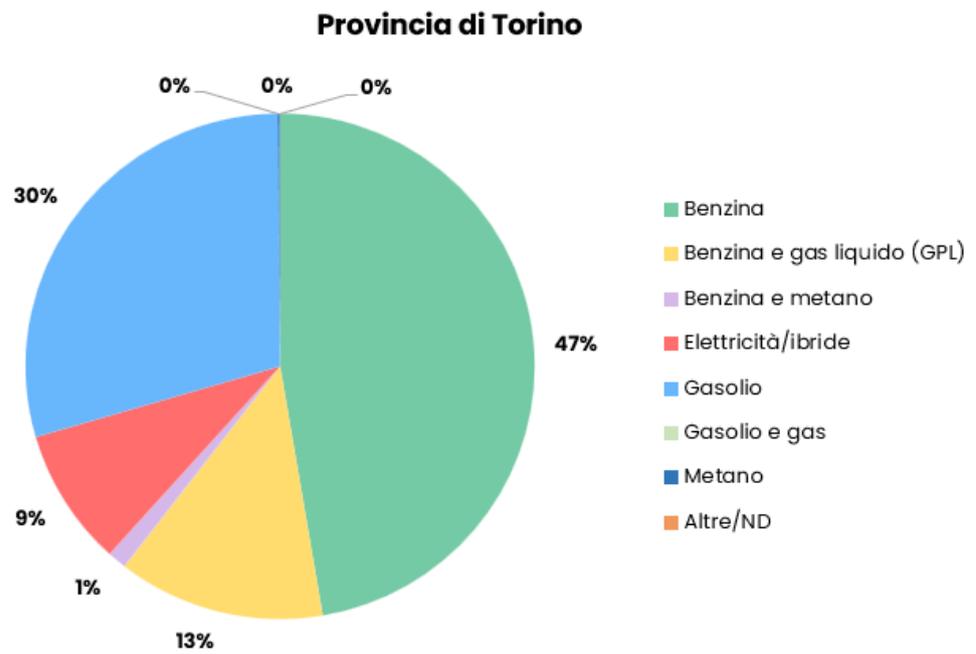


Figura 2-6: Autovetture per categoria di alimentazione provincia di Torino [da ACI - *Open Parco Veicoli*]

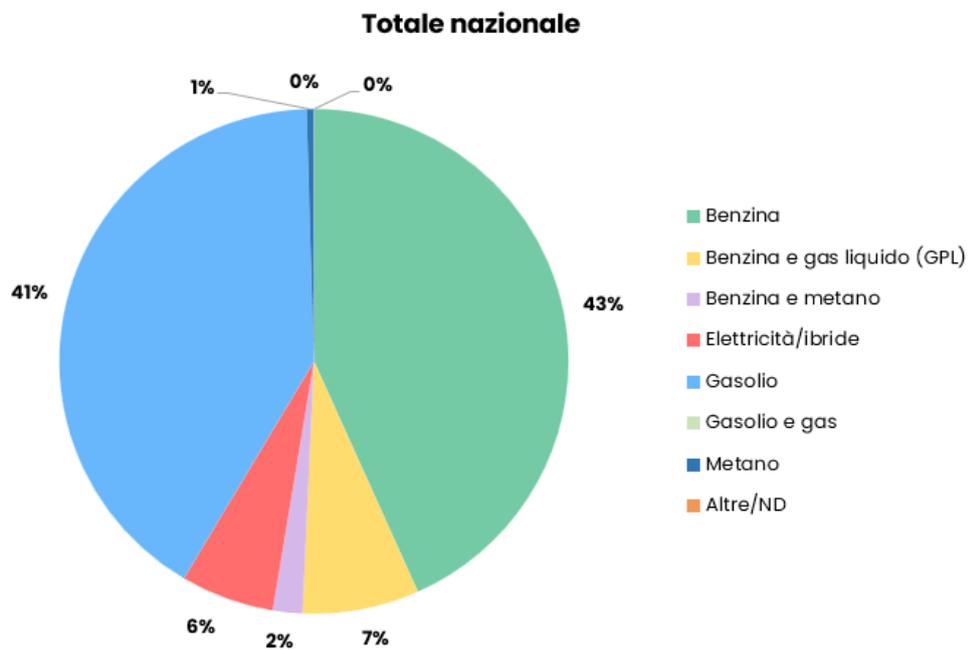


Figura 2-7: Autovetture per categoria di alimentazione relativo al totale nazionale [da ACI - *Open Parco Veicoli*]

La maggioranza delle autovetture facenti parte del parco veicolare circolante delle autovetture della provincia di Torino è caratterizzata da un'alimentazione a benzina o a gasolio. A seguire, vi sono le auto con sistemi di alimentazione alternativi, come il GPL con il 13,16% dell'intero parco circolante e le auto elettriche/ibride con l'8,8%. Infine, in percentuale nettamente minore vi sono le vetture alimentate a benzina e metano.

A livello nazionale, si ha un sostanziale incremento percentuale delle auto alimentate a gasolio e un lieve incremento delle auto alimentate a benzina e metano rispetto alla situazione della provincia di Torino. Al contrario, tutte le altre tipologie di alimentazione hanno una percentuale inferiore in relazione alla provincia torinese, dove la categoria GPL supera di 6 punti percentuali la media nazionale e la categoria di auto elettriche/ibride di 3 punti percentuali.

Dal 1991, l'Unione Europea ha emanato delle direttive per regolamentare e imporre delle limitazioni sulle emissioni di inquinanti dei veicoli. Sono state perciò individuate delle categorie di appartenenza delle autovetture: le classi Euro 1-2-3-4-5-6 e la classe Euro 0 per i veicoli più inquinanti immatricolati prima del dicembre del 1992. Queste classi hanno delle caratteristiche sempre più restrittive in merito alle emissioni dei veicoli misurate in g/kWh per i veicoli commerciali pesanti e in g/km per tutti gli altri veicoli. Il regolamento del Parlamento europeo e del consiglio n.715 del 30/05/2007<sup>39</sup> (con conseguente ultima modifica tramite il Regolamento (UE) 2018/858) fissa le scadenze per l'entrata in vigore dei diversi livelli di emissione, infatti da una certa data in poi potranno essere omologati solo i veicoli per i quali il costruttore garantisce che rispondano alla normativa tecnica necessaria per essere venduta sul mercato. Di seguito, si ripostano le classi Euro con le rispettive data di entrata in vigore delle direttive che ne regolano le limitazioni.

---

<sup>39</sup> Questo regolamento è stato successivamente modificato dal regolamento (UE) 2018/858 la cui ultima modifica è stata emanata il 06.06.2024.

<b>Classe Euro</b>	<b>Data di entrata in vigore</b>
<b>Euro 1</b>	Dal 01.01.1993
<b>Euro 2</b>	Dal 01.01.1997
<b>Euro 3</b>	Dal 01.01.2001
<b>Euro 4</b>	Dal 01.01.2006
<b>Euro 5</b>	Dal 01.01.2011
<b>Euro 6</b>	Dal 01.09.2015

Tabella 2-6: Data di entrata in vigore in relazione alle classi Euro [da *Regolamento (UE) 2018/858*]

Ad esempio, a partire dal 01/01/2009, possono essere omologate solamente le auto che rispettano i limiti Euro 5.

Molte amministrazioni locali utilizzano queste classi per emanare delle ordinanze che vietano la circolazione di determinate tipologie di veicoli per cercare di preservare la qualità dell'aria. Per quanto riguarda la Città di Torino, l'ultima ordinanza relativa alle misure strutturali e temporanee di limitazione delle emissioni è l'ordinanza n.7398 del 20/12/2024 entrata in vigore dal 01/01/2025. Di seguito si riportano le limitazioni strutturali per le varie categorie di veicoli<sup>40</sup>:

---

<sup>40</sup> Definizione delle categorie di autovetture e veicoli commerciali:

M1: veicoli destinati al trasporto persone, con massimo 8 posti a sedere oltre al conducente;

N1: veicoli destinati al trasporto merci, con massa inferiore a 3.5t;

N2: veicoli destinati al trasporto merci, con massima compresa tra 3.5t e 12t;

N3: veicoli destinati al trasporto merci, con massa superiore a 12 t;

L1: veicoli a due ruote la cui cilindrata del motore (se termico) è inferiore ai 50cc e la cui velocità massima di costruzione (con qualsiasi sistema di propulsione) è inferiore ai 45 km/h;

L2: veicoli a tre ruote la cui cilindrata del motore (se termico) è inferiore ai 50cc e la cui velocità massima di costruzione (con qualsiasi sistema di propulsione) non supera i 45 km/h;

L3: veicoli a due ruote la cui cilindrata del motore (se termico) supera i 50cc o la cui velocità massima di costruzione (con qualsiasi sistema di propulsione) supera i 45 km/h;

LIMITAZIONI STRUTTURALI VALIDE TUTTO L'ANNO			
TIPO VEICOLO	CHI NON CIRCOLA	GIORNI E ORARI	RIF.
<b>Persone (M1, M2, M3) e Merci (N1, N2, N3)</b>	- Benzina Euro 0,1 e 2 - Diesel Euro 0,1 e 2 - GPL e metano Euro 0 e 1	<b>tutti i giorni (sabato e festivi compresi) con orario 0 - 24</b>	<u>i</u>

LIMITAZIONI STRUTTURALI: VALIDE DAL 15 SETTEMBRE 2024 AL 15 APRILE 2025			
TIPO VEICOLO	CHI NON CIRCOLA	GIORNI E ORARI	RIF.
<b>Persone (M1, M2, M3) e Merci (N1, N2, N3)</b>	- Benzina Euro 0,1 e 2 - Diesel Euro 0,1 e 2 - GPL e metano Euro 0 e 1	<b>tutti i giorni (sabato e festivi compresi) con orario 0 - 24</b>	<u>i</u>
<b>Persone (M1, M2, M3) e Merci (N1, N2, N3)</b>	<b>Diesel Euro 3 e 4</b>	<b>nei giorni feriali dal lunedì al venerdì con orario 8 - 19</b>	<u>ii</u>
<b>Ciclomotori e Motocicli (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7)</b>	<b>Euro 0 e 1</b>	<b>tutti i giorni con orario 0 - 24</b>	<u>iii</u>
<b>Altre limitazioni</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obbligo di utilizzare <b>pellets certificato A1</b> (<u>iv</u>);</li> <li>- Divieto di <b>abbruciamento di materiale vegetale</b> (<u>v</u>);</li> <li>- Divieto per tutti i veicoli di <b>sostare con il motore acceso</b>.</li> </ul>			

Figura 2-8: Limitazioni strutturali al traffico per la Città di Torino [da Ord. n. 7398 del 20/12/2024]

L4: veicoli a tre ruote asimmetriche rispetto all'asse longitudinale mediano, la cui cilindrata del motore (se termico) supera i 50 cc o la cui velocità massima di costruzione (con qualsiasi sistema di propulsione) supera i 45 km/h (motocicli con carrozzeria laterale);

L5: veicoli a tre ruote simmetriche rispetto all'asse longitudinale mediano, la cui cilindrata del motore (se termico) supera i 50 cc o la cui velocità massima di costruzione (con qualsiasi sistema di propulsione) supera i 45 km/h;

L6: quadricicli leggeri la cui massa a vuoto è inferiore o pari a 350 kg, esclusa la massa delle batterie per i veicoli elettrici, la cui velocità massima di costruzione è inferiore ai 45 km/h e la cui cilindrata del motore è inferiore ai 50cm<sup>3</sup> per i motori ad accensione comandata; o la cui potenza massima netta è inferiore a 4kW per gli altri motori a combustione interna; o la cui potenza nominale continua massima è inferiore a 4kW per i motori elettrici;

L7: quadricicli la cui massa a vuoto è inferiore a 400 kg (550 kg per i veicoli destinati al trasporto merci) esclusa la massa delle batterie per i veicoli elettrici e la cui potenza massima netta del motore è inferiore a 15kW.

Le limitazioni temporanee vengono indette dal Comune quando la concentrazione degli inquinanti, in particolare del PM10, raggiungono o superano i valori limite definiti nella Tabella 2-2. In vari punti della città sono posizionate delle centraline di rilievo automatico i cui dati vengono osservati e analizzati da ARPA Piemonte<sup>41</sup> per poter definire quando attivare o disattivare queste limitazioni temporanee. Il meccanismo utilizzato è quello del semaforo antismog, tramite il quale si prevede l'attivazione delle misure temporanee sulla base di livelli di allerta identificati dai colori verde, arancione e rosso:

- Allerta di 1° livello – colore arancione: si attiva nel caso in cui si preveda per la media giornaliera il superamento del valore limite per 3 giorni consecutivi. Prevede:

LIVELLO 1 (ARANCIO) ATTIVO IN CASO DI PREVISIONE PER LA MEDIA GIORNALIERA DEL SUPERAMENTO DEL VALORE DI 50 µg/m <sup>3</sup> (PARI AL VALORE LIMITE GIORNALIERO) PER 3 GIORNI CONSECUTIVI			
TIPO VEICOLO	CHI NON CIRCOLA	GIORNI E ORARI	RIF.
<b>Persone</b> (M1, M2, M3) e <b>Merci</b> (N1, N2, N3)	- Benzina Euro 0,1 e 2 - Diesel Euro 0,1 e 2 - GPL e metano Euro 0 e 1	tutti i giorni (sabato e festivi compresi) con orario 0 - 24	i
<b>Persone</b> (M1, M2, M3)	Diesel Euro 3, 4 e 5	tutti i giorni (sabato e festivi compresi) con orario 8 - 19	vi
<b>Merci</b> (N1, N2, N3)	Diesel Euro 3 e 4 (* dal 1/1/2025 fermi anche gli Euro 5)	tutti i giorni (sabato e festivi compresi) con orario 8 - 19	vii
<b>Ciclomotori e Motocicli</b> (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7)	Euro 0 e 1	tutti i giorni con orario 0 alle 24	iii
<b>Altre limitazioni</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obbligo di utilizzare <b>pellets certificato A1</b> (iv);</li> <li>- Divieto di <b>abbruciamento di materiale vegetale</b> (v);</li> <li>- Divieto di utilizzo di <b>stufe e caminetti a legna</b> che non sono in grado di rispettare i valori emissivi previsti per la classe 5 stelle (vii);</li> <li>- Divieto assoluto di <b>combustioni all'aperto</b> (ix);</li> <li>- Introduzione del <b>limite a 18°C per le temperature negli edifici</b> (x);</li> <li>- Divieto di <b>spandimento dei liquami zootecnici, dei letami e dei materiali ad essi assimilati</b> (xi);</li> <li>- Divieto di distribuzione di <b>fertilizzanti, ammendanti e correttivi contenenti azoto</b> (xii);</li> </ul>			

Figura 2-9: Limitazioni temporanee al traffico per la Città di Torino – allerta di 1° livello  
[da Ord. n. 7398 del 20/12/2024]

<sup>41</sup> ARPA Piemonte è l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte, un ente pubblico che si occupa del monitoraggio e della tutela dell'ambiente in Piemonte. Il suo obiettivo principale è il controllo della qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo, fornendo dati e analisi scientifiche utili per la prevenzione dell'inquinamento e la salvaguardia dell'ecosistema.

- Allerta di 2° livello – colore rosso: si attiva nel caso in cui si preveda per la media giornaliera il superamento del valore pari 1.5 volte il valore limite per 3 giorni consecutivi. Prevede:

LIVELLO 2 (ROSSO) ATTIVO IN CASO DI PREVISIONE PER LA MEDIA GIORNALIERA DEL SUPERAMENTO DEL VALORE DI 75 µg/m³ (PARI A 1,5 VOLTE IL VALORE LIMITE GIORNALIERO) PER 3 GIORNI CONSECUTIVI			
TIPO VEICOLO	CHI NON CIRCOLA	GIORNI E ORARI	RIF.
<b>Persone (M1, M2, M3) e Merci (N1, N2, N3)</b>	- Benzina Euro 0,1 e 2 - Diesel Euro 0,1 e 2 - GPL e metano Euro 0 e 1	<b>tutti i giorni (sabato e festivi compresi) con orario 0 - 24</b>	i
<b>Persone (M1, M2, M3) e Merci (N1, N2, N3)</b>	<b>Diesel Euro 3, 4 e 5</b>	<b>tutti i giorni (sabato e festivi compresi) con orario 8 - 19</b>	vi - vii - xiii
<b>Ciclomotori e Motocicli (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7)</b>	<b>Euro 0 e 1</b>	<b>tutti i giorni con orario 0 alle 24</b>	iii
<b>Altre limitazioni</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obbligo di utilizzare <b>pellets certificato A1 (iv)</b>;</li> <li>- Divieto di <b>abbruciamento di materiale vegetale (v)</b>;</li> <li>- Divieto di utilizzo di <b>stufe e caminetti a legna</b> che non sono in grado di rispettare i valori emissivi previsti per la classe 5 stelle (viii);</li> <li>- Divieto assoluto di <b>combustioni all'aperto (ix)</b>;</li> <li>- Introduzione del <b>limite a 18°C per le temperature negli edifici (x)</b>;</li> <li>- Divieto di <b>spandimento dei liquami zootecnici, dei letami e dei materiali ad essi assimilati (xi)</b>;</li> <li>- Divieto di distribuzione di <b>fertilizzanti, ammendanti e correttivi contenenti azoto (xii)</b>;</li> </ul>			

Figura 2-10: Limitazioni temporanee al traffico per la Città di Torino – allerta di 2° livello [da Ord. n. 7398 del 20/12/2024]

È quindi fondamentale disporre di una panoramica del parco veicolare in circolazione suddivisa in base alle diverse categorie ambientali.

Anno 2023	Comune di Torino	Provincia di Torino	Regione Piemonte	Totale Nazionale
Euro 0	46 718	103 987	216 832	3 537 238
Euro 1	8 206	21 582	46 607	820 831
Euro 2	23 945	71 482	151 106	2 423 769
Euro 3	37 092	114 352	236 345	3 589 280
Euro 4	102 079	311 297	627 534	9 018 510
Euro 5	71 192	227 066	483 247	6 638 063
Euro 6	288 720	658 242	1 219 802	14 646 221
Altre/ND	5 472	8 944	15 648	24 1317
<b>Totale</b>	<b>583 424</b>	<b>1 516 952</b>	<b>2 997 121</b>	<b>40 915 229</b>

Tabella 2-7: Parco veicolare circolante delle autovetture per categoria ambientale [da ACI - Open Parco Veicoli]

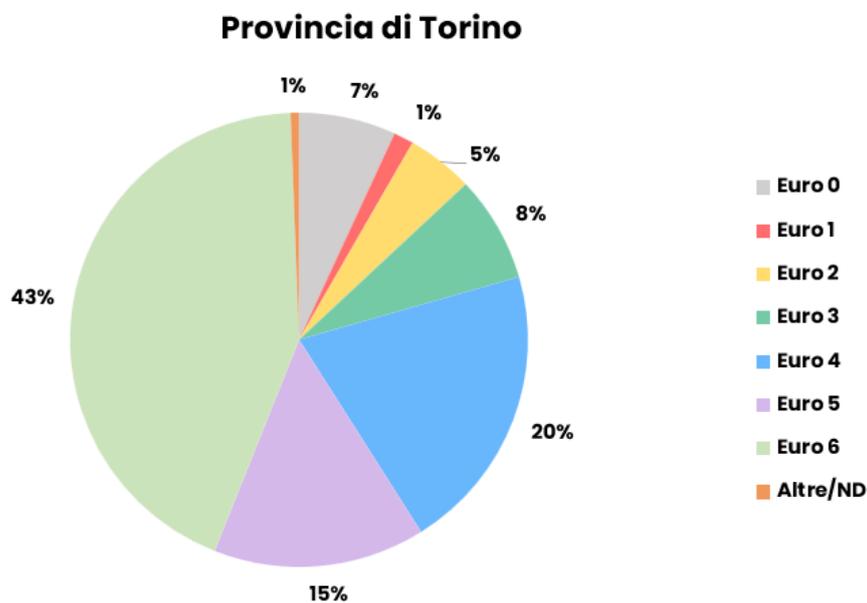


Figura 2-11: Autovetture per categoria ambientale provincia di Torino [da ACI - Open Parco Veicoli]

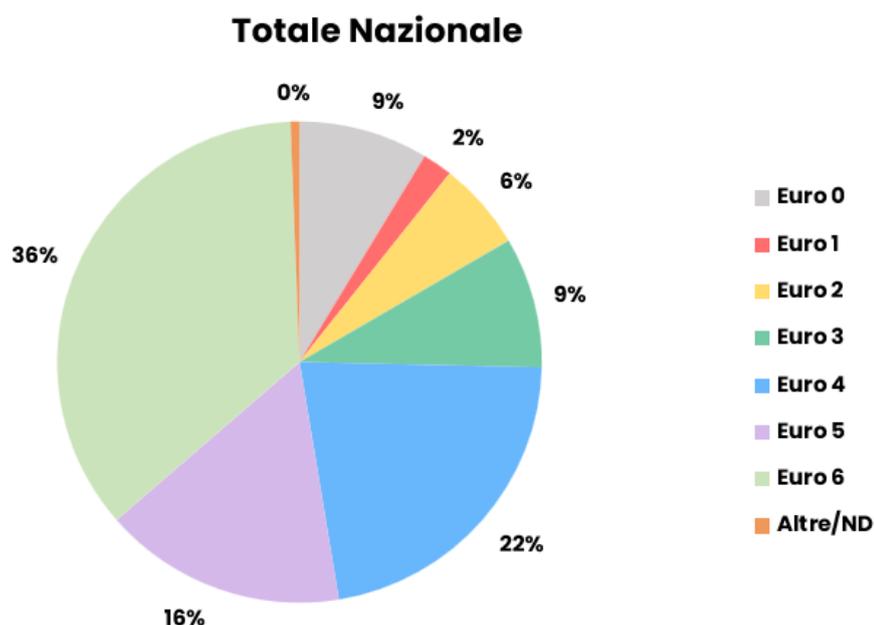


Figura 2-12: Autovetture per categoria ambientale relativo al totale nazionale [da ACI - Open Parco Veicoli]

Analizzando questi due grafici, si può notare che la quota più significativa sia la categoria Euro 6 sia a livello provinciale che nazionale. Questo evidenzia una progressiva modernizzazione del parco auto, con una crescente diffusione di veicoli meno inquinanti, soprattutto per quanto riguarda la provincia torinese dove la categoria Euro 6 supera di 7 punti percentuali la media nazionale e la presenza di veicoli Euro 2 ed Euro 1 è inferiore rispetto al dato nazionale. Tuttavia, la presenza ancora consistente nella provincia di Torino di veicoli Euro 0 ed Euro 3, che hanno delle percentuali maggiori rispetto alla situazione nazionale, suggerisce che c'è ancora margine per ulteriori miglioramenti nella transizione verso una mobilità più sostenibile.

#### ► **Efficacia delle misure di limitazione del traffico nella Città di Torino**

Tramite una semplice analisi delle emissioni inquinanti, in particolare del PM10, è possibile valutare l'efficacia delle politiche adottate per contrastare l'inquinamento atmosferico, verificando se le limitazioni al traffico hanno avuto un impatto significativo sulla qualità dell'aria nella Città di Torino.

Le centraline gestite dall'ente ARPA Piemonte misurano in tempo reale anche la concentrazione dei vari inquinanti atmosferici. Per il presente studio, si è scelto di utilizzare i dati acquisiti dalla stazione di rilevamento Torino-Rebaudengo, situata in Piazza Rebaudengo 23 a Torino, per due intervalli temporali differenti:

- Intervallo 1: dal 1° gennaio 2025 al 28 febbraio 2025, periodo in cui è in vigore l'Ordinanza n. 7398 del 20/12/2024.
- Intervallo 2: dal 1° gennaio 2024 al 28 febbraio 2024, periodo in cui era in vigore l'Ordinanza n. 5539 del 27/09/2023.

I dati acquisiti relativi alle concentrazioni medie giornaliere di PM10 nei periodi indicati sono stati consultati e reperiti sul sito di InformAmbiente del Comune di Torino<sup>42</sup>.

Parallelamente al confronto tra le emissioni di inquinanti nei due periodi prescelti, è stata effettuata anche una comparazione tra i provvedimenti di limitazione della circolazione in vigore in quei mesi, al fine di comprendere l'effettiva incidenza delle misure restrittive sulla qualità dell'aria. I livelli di limitazione del traffico sono riassunti nella seguente tabella in base alle due ordinanze in vigore nei due periodi presi in considerazione:

---

<sup>42</sup> Livelli inquinamento aria nella Città di Torino.

	<b>Ord. n. 7398 valida per gennaio e febbraio 2025</b>	<b>Ord. n. 5539 valida per gennaio e febbraio 2024</b>
<b>Livello 0 - verde</b>	Limitazioni strutturali: blocco al traffico per benzina e diesel Euro 0,1,2; GPL e metano Euro 0,1; dal 15/09 al 14/04 per diesel Euro 3,4 e ciclomotori/motocicli Euro 0,1	Limitazioni strutturali: blocco al traffico per benzina e diesel Euro 0,1,2; GPL e metano Euro 0,1; dal 15/09 al 15/04 per diesel Euro 3,4 e ciclomotori/motocicli Euro 0,1
<b>Livello 1 - arancione<sup>43</sup></b>	Limitazione temporanea: aggiunta di blocco al traffico per diesel Euro 5	Limitazione temporanea: aggiunta di blocco al traffico per diesel Euro 5 per trasporto persone
<b>Livello 2 - rosso</b>	Limitazione temporanea uguale al livello 1 - arancione	Limitazione temporanea: aggiunta di blocco al traffico per diesel Euro 5 per trasporto merci

Tabella 2-8: Confronto delle limitazioni del traffico relative ai due periodi presi in considerazione [da Ord. n. 7398 del 20/12/2024 e Ord. n. 5539 del 27/09/2023]

Di seguito, vengono riassunti i dati relativi alle concentrazioni medie giornaliere di PM10 e al semaforo antismog attivo:

<sup>43</sup> Le limitazioni temporanee, sia relative al livello 1 che al livello 2, per entrambe le ordinanze, possono entrare in vigore dal 15/09 di ogni anno al 15/04 dell'anno successivo.

Giorno	Concentrazione PM10 [µg/m3] GENNAIO 2024	Livello limitazione traffico	Concentrazione PM10 [µg/m3] GENNAIO 2025	Livello limitazione traffico	Concentrazione PM10 [µg/m3] FEBBRAIO 2024	Livello limitazione traffico	Concentrazione PM10 [µg/m3] FEBBRAIO 2025	Livello limitazione traffico
1	71	0	98	1	96	2	10	0
2	43	1	69	1	89	2	24	0
3	51	1	57	1	66	2	37	0
4	51	1	56	1	46	2	54	0
5	21	1	ND	1	38	2	58	0
6	27	0	ND	1	55	0	59	1
7	40	0	ND	0	72	0	48	1
8	20	0	ND	0	59	1	39	0
9	21	0	ND	0	15	1	24	0
10	33	0	35	0	7	0	40	0
11	48	0	36	0	18	0	52	0
12	58	0	44	0	30	0	38	0
13	57	1	56	0	39	0	42	0
14	67	1	68	1	50	0	40	0
15	ND	1	71	1	58	0	33	0
16	ND	0	70	1	75	1	37	0
17	ND	0	59	1	83	1	48	0
18	56	0	59	1	ND	1	48	0
19	34	0	25	1	78	1	40	0
20	33	0	22	1	61	1	68	0
21	43	0	25	0	ND	1	87	0
22	29	0	29	0	64	1	89	1
23	ND	0	34	0	21	1	69	1
24	ND	0	42	0	23	0	62	1
25	94	0	24	0	21	0	80	1
26	106	0	25	0	9	0	38	1
27	89	1	27	0	10	0	33	0
28	55	1	29	0	19	0	36	0
29	57	1	37	0	30	0		
30	77	2	34	0				
31	101	2	36	0				

Tabella 2-9: Concentrazioni di PM10 (acquisite dalla stazione Torino-Rebaudengo) e livello di limitazione del traffico nei periodi considerati [da *InformAmbiente*]

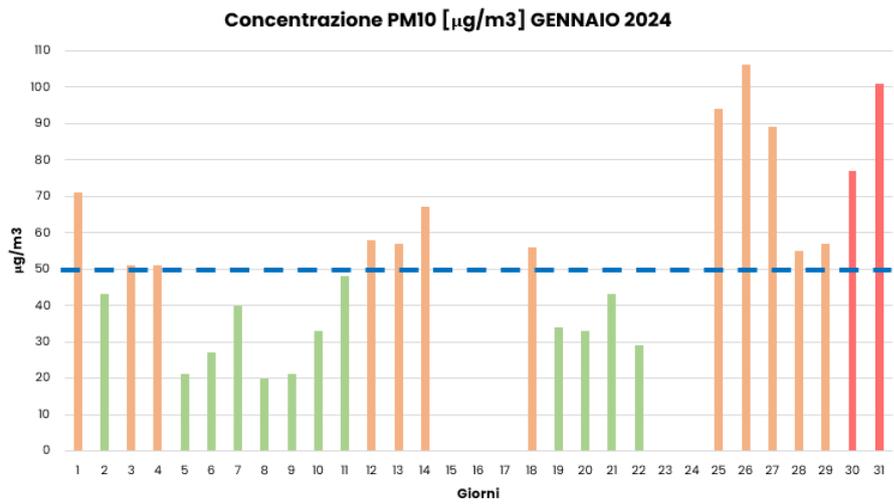


Figura 2-13: Andamento concentrazioni medie giornaliere PM10 a gennaio 2024 [da *InformAmbiente*]

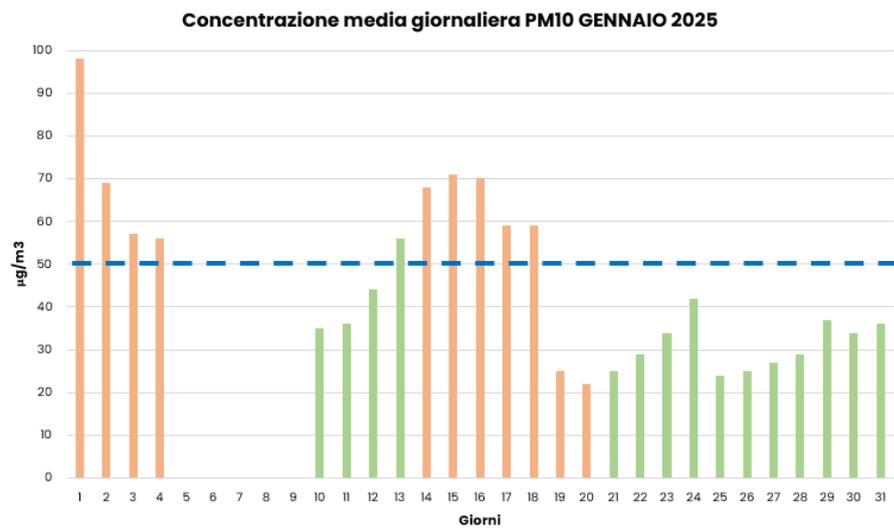


Figura 2-14: Andamento concentrazioni medie giornaliere PM10 a gennaio 2025 [da *InformAmbiente*]

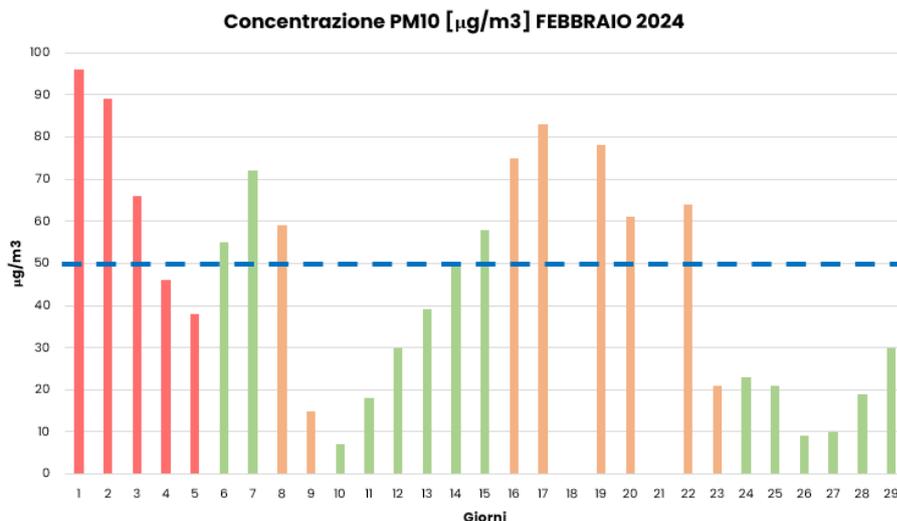


Figura 2-15: Andamento concentrazioni medie giornaliere PM10 a febbraio 2024 [da *InformAmbiente*]

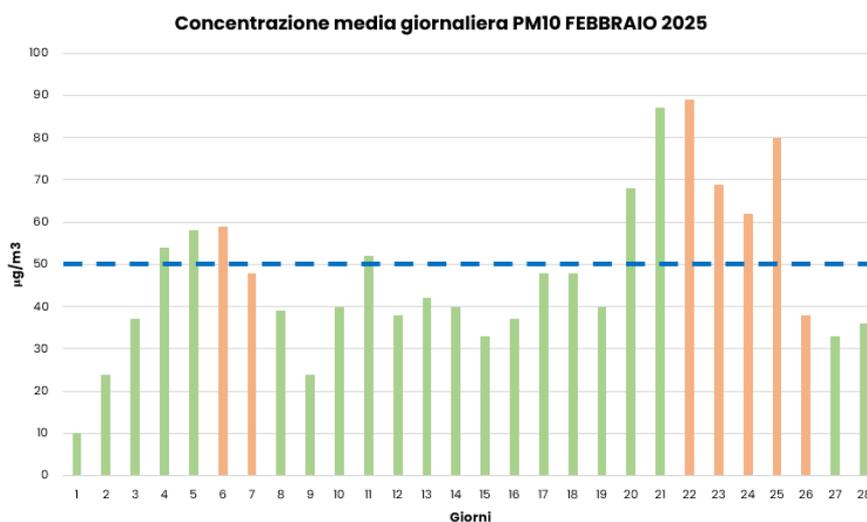


Figura 2-16: Andamento concentrazioni medie giornaliere PM10 a febbraio 2025 [da *InformAmbiente*]

Nel mese di gennaio 2024, il limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la concentrazione di PM10 è stato superato 14 volte su 26 giorni totali in cui i dati sono stati rilevati; quindi, con una percentuale del 54%; le limitazioni temporanee al traffico sono state imposte sempre per 14 giorni, di cui 12 (86%) con livello di allerta 1 – arancione e 2 giorni (14%) con livello di allerta 2 – rosso. Durante il mese di febbraio 2024, il limite è stato superato 12 volte su un totale di 27 giorni in cui i dati erano disponibili, corrispondente al 44%; le limitazioni temporanee sono state imposte

per 13 giorni, di cui 8 giorni (62%) con livello di allerta 1 – arancione e 5 giorni (38%) con livello di allerta 2 – rosso. Complessivamente, il livello massimo di PM10 è stato superato 26 volte e sono state disposte limitazioni al traffico per 27 giorni complessivi.

Durante il mese di gennaio 2025, il limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la concentrazione di PM10 è stato superato 10 volte sul totale dei 26 giorni in cui i dati sono stati rilevati, quindi, per il 38% circa; le limitazioni temporanee sono state invece disposte per 11 giorni, corrispondente al 42%. Per quanto riguarda invece il mese di febbraio 2025, il limite è stato superato sempre 10 volte su un totale di 28 giorni, corrispondente quindi ad una percentuale del 36%; le limitazioni temporanee sono state disposte per 7 giorni, corrispondente al 25%. Complessivamente quindi, il livello massimo di PM10 è stato superato 20 volte e sono state disposte limitazioni del traffico per 18 giorni complessivi. Il limite per la protezione della salute, definito nella Tabella 2-3, indica che il valore di superamento massimo è di 35 volte all'anno; quindi, la tendenza del periodo considerato risulta essere negativo.

I dati relativi all'anno 2024 sono superiori rispetto allo stesso periodo analizzato nell'anno successivo; quindi, si potrebbe intuire che la tendenza migliori con il passare degli anni, soprattutto per quanto riguarda anche il fatto che non si è mai raggiunto il livello di allerta 2 – rosso.

Le considerazioni effettuate si possono riassumere nella seguente tabella:

	<b>Gennaio 2024</b>		<b>Febbraio 2024</b>		<b>Gennaio 2025</b>		<b>Febbraio 2025</b>	
Media mensile concentrazione PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	53		46		45		48	
Giorni rilevati	26		27		26		28	
Giorni di superamento limite PM10 = 50 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	14	<b>54%</b>	12	<b>44%</b>	10	<b>38%</b>	10	<b>36%</b>
Giorni di limitazione traffico – livello 1 – arancione	12	<b>86%</b>	8	<b>62%</b>	11	<b>42%</b>	7	<b>25%</b>
Giorni di limitazione traffico – livello 2 – rosso	2	<b>14%</b>	5	<b>38%</b>	-	-	-	-
Giorni di limitazioni traffico totali	14	<b>54%</b>	13	<b>48%</b>	11	<b>42%</b>	7	<b>25%</b>

Tabella 2-10: Dati riassuntivi dell'analisi delle concentrazioni di PM10 e delle limitazioni del traffico nei due periodi considerati [*elaborazione propria*]

### **3. Caso studio: Piazza Baldissera**

Per condurre un'analisi costi benefici che sia realmente rappresentativa e affidabile è cruciale partire da un'approfondita comprensione del contesto territoriale, socioeconomico e infrastrutturale in cui si colloca l'intervento. Infatti, i risultati di un'analisi di questo tipo sono fortemente condizionati dalle specificità locali: condizioni del traffico, dinamiche demografiche, distribuzione delle attività economiche e accessibilità ai servizi, elementi che non possono essere trascurati né trattati in maniera generica. Come evidenziato anche nelle linee guida per la valutazione degli investimenti delle opere pubbliche del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2017, è essenziale effettuare una fase preliminare di inquadramento territoriale per garantire la coerenza e l'utilità dei risultati dell'ACB.

Partendo da queste premesse, questo capitolo è dedicato all'analisi del contesto urbano, sociale e della rete infrastrutturale dell'area oggetto di studio. Lo scopo consiste nel definire con precisione le caratteristiche che influenzano in maniera diretta o indiretta l'efficacia di un potenziale intervento su Piazza Generale Antonio Baldissera, ponendo particolare attenzione alle criticità esistenti e alle opportunità di trasformazione.

Questa piazza si colloca nella zona nord della città di Torino, in un nodo strategico che connette alcuni dei quartieri più densamente popolati e complessi dal punto di vista infrastrutturale della città: Borgo Vittoria, Barriera di Milano, Aurora e San Donato. L'area in esame costituisce un punto cruciale per la mobilità urbana, oltre ad essere una delle principali porte di accesso al centro città per coloro che arrivano dalla periferia nord e dall'area metropolitana.

Il nodo di Piazza Baldissera è conosciuto per le sue problematiche legate al traffico, principalmente a causa dell'alto volume di veicoli che lo attraversano quotidianamente e della complessa interazione tra le varie modalità di trasporto, le quali comprendono mezzi privati, trasporto pubblico e mobilità sostenibile. A queste problematiche si aggiungono notevoli pressioni sociali e ambientali, influenzate dalla densità abitativa e dalla presenza di attività produttive e commerciali.

Queste caratteristiche rendono la presente piazza un esempio significativo al fine di un'analisi dell'efficacia delle politiche e degli interventi infrastrutturali volti a migliorare la qualità della mobilità urbana e il benessere collettivo.

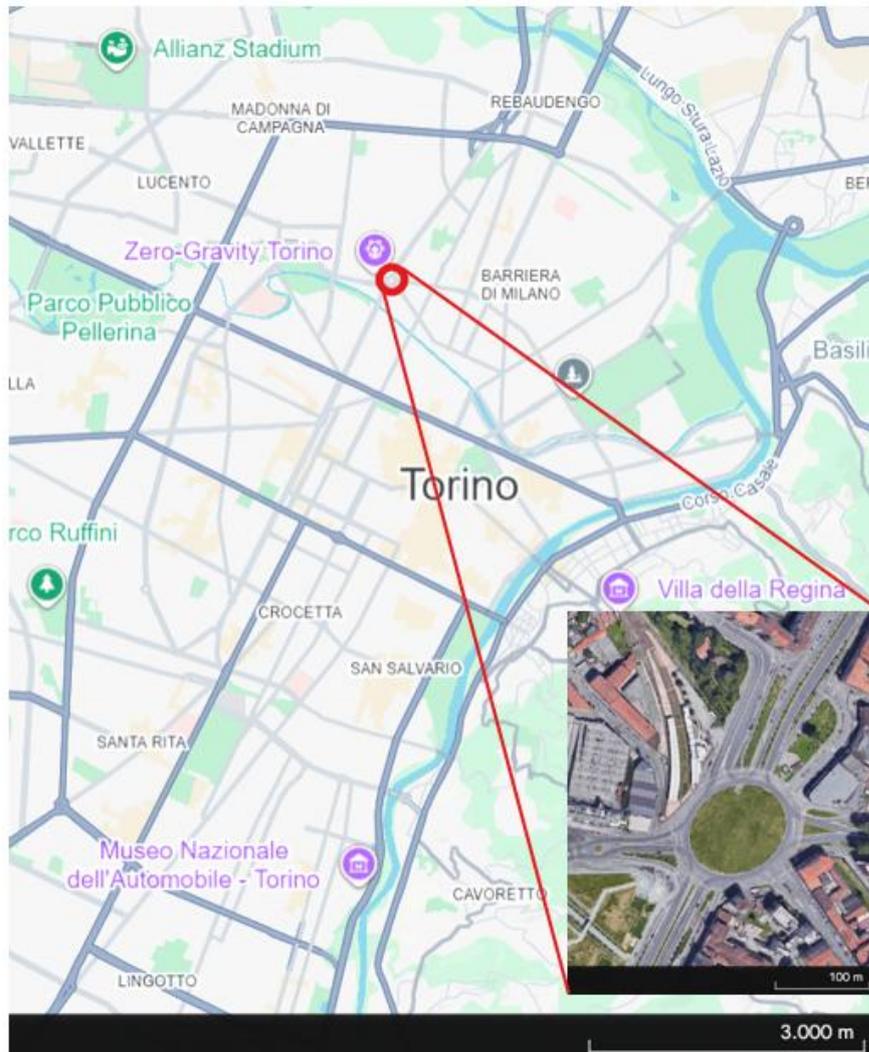


Figura 3-1: Inquadramento territoriale di Piazza Baldissera [da Google Earth]

La configurazione attuale di Piazza Baldissera consiste in una rotatoria posta a regolamentazione dell'intersezione tra 6 confluenti principali:

- Corso Venezia a nord;
- Corso Vigevano a est;
- Via Cecchi a sud est;
- Corso Principe Oddone a sud;
- Corso Mortara a sud ovest;
- Via Stradella a nord ovest.

Tra questi, sono presenti assi viari di rilevante importanza strategica sia per la mobilità urbana che metropolitana: l'asse Corso Principe Oddone – Corso Venezia e l'asse Corso Vigevano – Corso Mortara. Il primo di questi assi rappresenta uno dei principali corridoi di attraversamento nord-sud della città poiché collega in maniera diretta la zona nord di Torino con il centro cittadino tramite un tracciato ad alta capacità veicolare, recentemente oggetto di interventi di riqualificazione urbana e di razionalizzazione del traffico in seguito all'interramento del passante ferroviario.

Il secondo asse, invece, ha un ruolo fondamentale nella connessione est-ovest dell'area nord della città, consentendo l'accesso alla zona di Spina 3 e fungendo da collegamento diretto con la tangenziale nord e l'asse autostradale A4 Torino-Milano.



Figura 3-2: Piazza Baldissera con i 6 confluenti viari [da Google Earth]

### 3.1. Caratteristiche del sistema socioeconomico

La conoscenza del contesto socioeconomico è un elemento essenziale per determinare l'utilità e la sostenibilità di un intervento urbano. Piazza Baldissera, come già anticipato, si trova in una porzione strategica della città, punto di intersezione tra quattro quartieri differenti appartenenti a quattro diverse Circoscrizioni:

- San Donato appartenente alla Circoscrizione 4;
- Borgo Vittoria appartenente alla Circoscrizione 5;
- Barriera di Milano appartenente alla Circoscrizione 6;
- Aurora appartenente alla Circoscrizione 7.

È importante tenere in considerazione che ognuno di questi quartieri è caratterizzato da una composizione sociale, economica e urbanistica distinta.

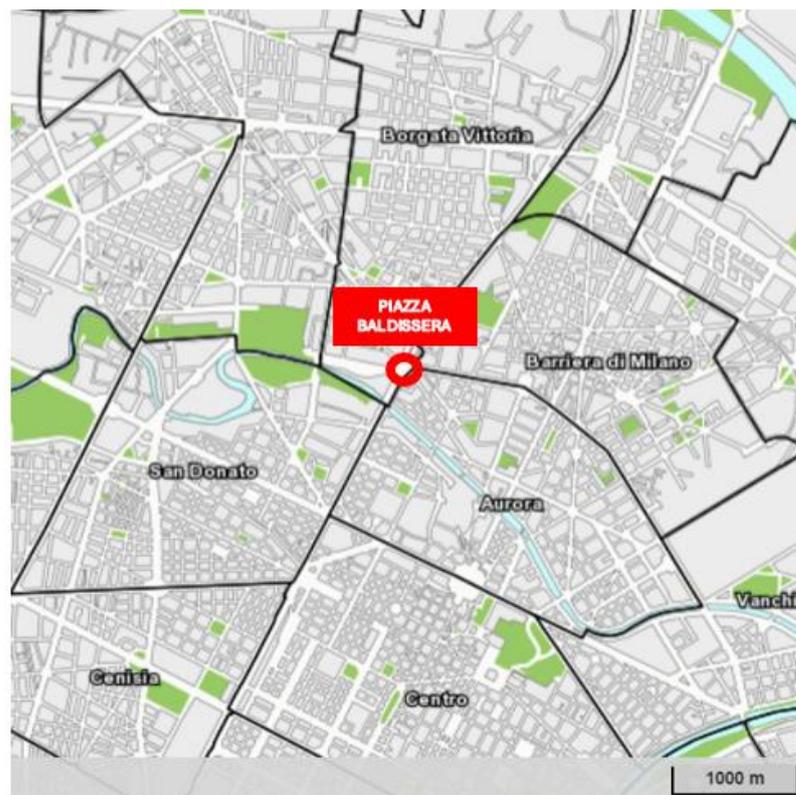


Figura 3-3: I 4 quartieri di cui piazza Baldissera è intersezione [da *Geoportale*<sup>44</sup>]

<sup>44</sup> Geoportale è un sistema informativo territoriale che mette a disposizione una mappa interattiva consentendo di visualizzare, esplorare e scaricare informazioni geografiche relative ad un determinato territorio.

Per prevedere le potenziali ricadute economiche, ambientali e funzionali legate ad un'eventuale trasformazione dell'assetto infrastrutturale della piazza, si vanno a delineare il profilo demografico, abitativo, produttivo e sociale del contesto urbano circostante. Analizzare aspetti come la densità abitativa, piuttosto che la presenza di attività produttive e commerciali, offre una visione integrata degli effetti che l'opera potrebbe generare sul piano sia della mobilità ma anche sotto un profilo sociale e territoriale.

### ► **Struttura demografica**

Per poter definire la struttura demografica delle aree intorno a Piazza Baldissera è innanzitutto necessario individuare le zone statistiche<sup>45</sup>. Come si può notare dalle mappe del Geoportale, l'area ricade nelle seguenti zone statistiche della Città di Torino:

- 24 – Borgata Aurora;
- 25 – Piazzale Umbria – Scalo Valdocco;
- 39 – Borgata Montebianco;
- 42 – Borgata Vittoria;
- 44 – Officine Savigliano – Acciaierie Fiat.

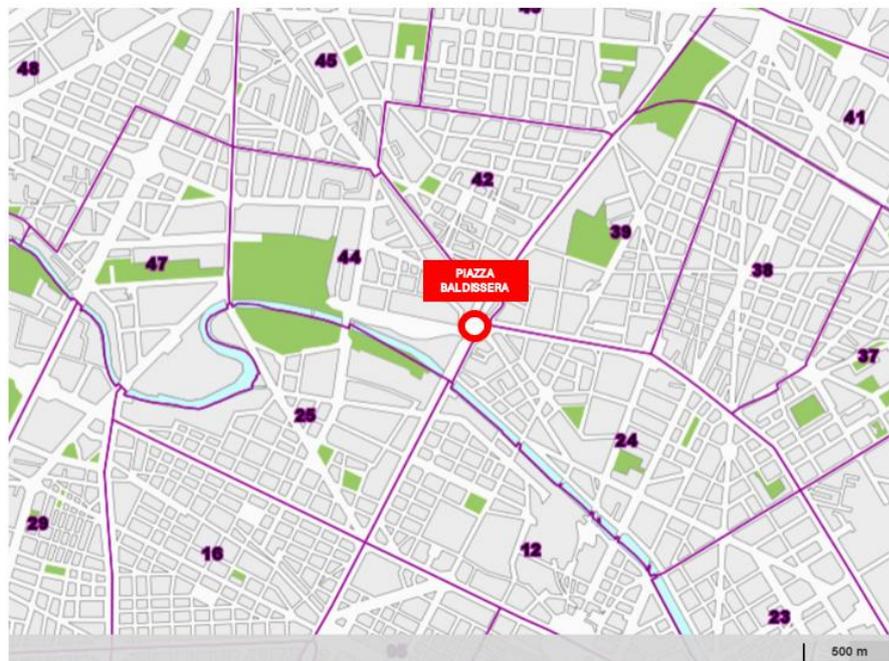


Figura 3-4: Zone statistiche in cui ricade Piazza Baldissera [da Geoportale]

<sup>45</sup> Le zone statistiche sono delle unità territoriali infracomunali in cui viene suddiviso il territorio comunale ai fini statistici e di pianificazione.

In base ad esse, il primo dato che viene valutato è la densità abitativa, la quale risulta essere un indicatore chiave che riflette la pressione insediativa sul territorio e condiziona in maniera diretta costi e benefici di ogni intervento relativo all'urbanizzazione.

Lo studio *“Torino: i “luoghi” con maggiore disagio sociale. Una città divisa in due<sup>46</sup>”,* basandosi sui dati dell'ISTAT<sup>47</sup> relativi all'ultimo censimento permanente della popolazione e delle abitazioni del 2021, definisce che tra le zone statistiche più densamente popolate ci sono la zona 42 - Borgata Vittoria e la zona 24 - Borgata Aurora, con rispettivamente 26.339 e 18.893 abitanti per km<sup>2</sup>. Questi due valori superano in maniera incisiva la densità abitativa media del Comune di Torino corrispondente a 6.526 per km<sup>2</sup>.

Nella seguente Tabella viene riportata invece la popolazione residente totale e la popolazione residente straniera, per ogni zona statistica interessata, relative all'ultimo aggiornamento del 2024.

<b>Zona statistica</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>39</b>	<b>42</b>	<b>44</b>
<b>Residenti totali</b>	19 582	13 122	10 756	14 789	8 174
<b>Residenti stranieri</b>	7 005	2 837	4 031	3 519	1 930
<b>% residenti stranieri</b>	36%	22%	37%	24%	24%

Tabella 3-1: : Popolazione residente e popolazione residente straniera per zona statistica [da *Ufficio Statistica – Comune di Torino*]

Uno degli elementi più distintivi di questa zona è l'elevata incidenza della popolazione straniera residente, in particolare nei quartieri di Barriera di Milano, Aurora e Borgata Vittoria le percentuali superano la media torinese.

<sup>46</sup> Zangola, M. (2024), *Torino: i “luoghi” con maggiore disagio sociale. Una città divisa in due”*.

<sup>47</sup> ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica. È un ente pubblico di ricerca, principale produttore di statistica ufficiale, che si occupa di raccogliere, analizzare e diffondere dati statistici ufficiali legati all'economia, alla popolazione, alla società e al territorio.

	<b>Città di Torino</b>	<b>Aurora</b>	<b>Barriera di Milano</b>	<b>Borgata Vittoria</b>	<b>San Donato</b>
<b>Zone statistiche</b>	-	12, 23, 24	37, 38, 39	42, 43, 67	16, 25, 29
<b>Residenti totali</b>	862 999	38 884	51 187	39 724	48 527
<b>Residenti stranieri</b>	139 344	11 616	19 249	9 069	7 459
<b>% di residenti stranieri</b>	16%	<b>30%</b>	<b>38%</b>	<b>23%</b>	15%

Tabella 3-2: Incidenza popolazione straniera nei quartieri limitrofi [da *Ufficio Statistica – Comune di Torino*]

L'eterogeneità dal punto di vista culturale può creare dinamiche complesse sul piano sia sociale che territoriale, ma può anche rappresentare una risorsa se adeguatamente integrata nei processi di pianificazione urbana in quanto potrebbe portare una varietà nei modelli di mobilità, nelle abitudini di utilizzo dello spazio pubblico e della fruizione dei servizi.

#### ► **Caratteristiche del tessuto urbano e abitativo**

Ognuno dei quattro quartieri adiacenti a Piazza Baldissera presenta caratteristiche edilizie specifiche, dovute alle trasformazioni urbanistiche avvenute nel corso del tempo.

**Aurora** si contraddistingue per la forte presenza di edilizia storica popolare costruita dal tardo Ottocento ai primi del Novecento per ospitare forza lavoro impiegata nelle vicine aree industriali. Queste abitazioni sono per la maggior parte case di ringhiera, caratterizzate da altezze contenute e finiture semplici. Il patrimonio edilizio in questa zona è piuttosto datato e spesso in cattive condizioni, con una percentuale di edifici in pessimo stato di conservazione del 21%<sup>48</sup>. Negli ultimi anni, tuttavia, sono stati completati alcuni interventi di riqualificazione edilizia inerenti ad ex fabbriche e magazzini oggetto di

<sup>48</sup> Cabodi, C., Caruso, N., Mela, S., Pedè, E., Rossignolo, C., Saccomani, S., Loi, E., Di Gagni, E., Martinengo, S., Risaj, S., Padovano, F., Orlova, A., Pelissero, D. (2017), "Sguardi su Aurora. Tra centro e Periferia", Rapporto di Ricerca del DIST – Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio.

rigenerazione funzionale e trasformati in loft, spazi per uffici e residenze contemporanee.

Il quartiere **Barriera di Milano** è caratterizzato da un'edilizia residenziale prevalentemente costituita da palazzi popolari a medio-alta densità, realizzati tra gli anni '50 e '70 del Novecento che oggi risultano avere spesso condizioni manutentive non ottimali. Sono presenti numerosi edifici di edilizia residenziale pubblica, realizzati prevalentemente nel secondo dopoguerra, i quali attualmente necessiterebbero di interventi di riqualificazione per migliorare la loro efficienza energetica. Recentemente sono nate delle iniziative di social housing che mirano a promuovere la coabitazione giovanile solidale, offrendo soluzioni abitative a canone calmierato e favorendo l'integrazione sociale tramite attività comunitarie.

**Borgata Vittoria** nasce e si sviluppa come quartiere operaio destinato ad accogliere i lavoratori delle grandi industrie torinesi del Novecento, insediatesi in quest'area a seguito della costruzione del primo tratto della ferrovia per Novara e successivamente della linea ferroviaria Torino-Ceres. L'edilizia prevalente è costituita da fabbricati residenziali a blocco, realizzati tra gli anni '30 e '60, spesso in regime di edilizia popolare, con tipologie standardizzate e spazi pubblici limitati. In alcune zone del quartiere, sono stati avviati processi di riqualificazione urbana e recupero funzionale, insieme anche alla realizzazione di nuove costruzioni nell'ambito dell'housing cooperativo e di edilizia convenzionata con lo scopo di rispondere alle nuove esigenze abitative.

Il quartiere di **San Donato** presenta un tessuto edilizio più variegato: nella parte sud, prevalgono edifici residenziali borghesi la cui costruzione risale all'inizio Novecento, caratterizzati da una qualità costruttiva superiore alla media; invece, verso nord, soprattutto nei pressi del passante ferroviario e dell'area di via Livorno, sono presenti interventi ex industriali dismessi o in fase di recupero, ma anche complessi edilizi nuovi caratterizzati da soluzioni moderne.

Un quadro concreto del valore economico e delle dinamiche immobiliari che caratterizzano questo tessuto urbano può essere fornito andando a individuare l'evoluzione dei prezzi immobiliari e dei canoni di locazione. L'analisi dei prezzi di vendita e degli affitti, in

relazione alle varie tipologie edilizie e allo stato di conservazione degli immobili, consente di comprendere la domanda e l'offerta di mercato e anche la potenzialità di sviluppo della zona in futuro.

Di seguito, si riportano i dati relativi ai valori medi di mercato degli immobili (aggiornamento di maggio 2024 relativo all'anno 2023) dei quattro quartieri nei dintorni di Piazza Baldissera elaborati dall'Osservatorio della Federazione Italiana Agenti Immobiliari Professionali – FIAIP<sup>49</sup>.

---

<sup>49</sup> L'Osservatorio Immobiliare FIAIP di Torino e Provincia viene fondato nel 2012 per fornire analisi dettagliate e aggiornate sul mercato immobiliare torinese, offrendo dati affidabili su prezzi, tendenze e dinamiche del settore.

<b>AURORA</b>				
<b>Appartamenti</b>	Nuovi	Ristrutturati	In buono stato abitabili	Da ristrutturare
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 1920 Max: 2420	Min: 1640 Max: 2160	Min: 1320 Max: 1740	Min: 820 Max: 1180
<b>Unità immobiliari indipendenti</b>	Nuovi	Ristrutturati	In buono stato abitabili	Da ristrutturare
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 1470 Max: 1970	Min: 1300 Max: 1640	Min: 1000 Max: 1300	Min: 670 Max: 870
<b>Parcheggi</b>	Posti auto scoperti – intera unità	Posti auto coperti – intera unità	Box singoli – intera unità	
Valori in €	Min: 4130 Max: 6000	Min: 6750 Max: 9750	Min: 11000 Max: 18750	
<b>Negozi</b>	Primaria posizione		Altre posizioni	
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 1030 Max: 1330		Min: 580 Max: 850	
<b>Uffici</b>	Valori in €/m <sup>2</sup>			
	Min: 950 Max: 1280			
<b>Capannoni</b>	Valori in €/m <sup>2</sup>			
	Min: 500 Max: 900			

Tabella 3-3: Valori medi di mercato degli immobili nel quartiere Aurora di Torino  
[dall'Osservatorio FIAIP]

<b>SAN DONATO</b>				
<b>Appartamenti</b>	Nuovi	Ristrutturati	In buono stato abitabili	Da ristrutturare
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 2550 Max: 3100	Min: 1980 Max: 2430	Min: 1630 Max: 1870	Min: 1270 Max: 1580
<b>Unità immobiliari indipendenti</b>	Nuovi	Ristrutturati	In buono stato abitabili	Da ristrutturare
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 2500 Max: 3000	Min: 2300 Max: 2900	Min: 1700 Max: 2100	Min: 1400 Max: 1700
<b>Parcheggi</b>	Posti auto scoperti – intera unità	Posti auto coperti – intera unità	Box singoli – intera unità	
Valori in €	Min: 5840 Max: 7500	Min: 7500 Max: 8840	Min: 10500 Max: 15170	
<b>Negozi</b>	Primaria posizione		Altre posizioni	
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 1000 Max: 1330		Min: 480 Max: 770	
<b>Uffici</b>	Valori in €/m <sup>2</sup>			
	Min: 1000 Max: 1480			
<b>Capannoni</b>	Valori in €/m <sup>2</sup>			
	Min: 500 Max: 1200			

Tabella 3-4: Valori medi di mercato degli immobili nel quartiere San Donato di Torino  
[dall'Osservatorio FIAIP]

<b>BORGO VITTORIA</b>				
<b>Appartamenti</b>	Nuovi	Ristrutturati	In buono stato abitabili	Da ristrutturare
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 1600 Max: 2030	Min: 1430 Max: 1830	Min: 1100 Max: 1400	Min: 830 Max: 1080
<b>Unità immobiliari indipendenti</b>	Nuovi	Ristrutturati	In buono stato abitabili	Da ristrutturare
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 1250 Max: 1550	Min: 1950 Max: 2550	Min: 1100 Max: 1400	Min: 1000 Max: 1300
<b>Parcheggi</b>	Posti auto scoperti – intera unità	Posti auto coperti – intera unità	Box singoli – intera unità	
Valori in €	Min: 5130 Max: 6880	Min: 6850 Max: 9130	Min: 10500 Max: 16250	
<b>Negozi</b>	Primaria posizione		Altre posizioni	
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 830 Max: 1180		Min: 400 Max: 750	
<b>Uffici</b>	Valori in €/m <sup>2</sup>			
	Min: 630 Max: 1000			
<b>Capannoni</b>	Valori in €/m <sup>2</sup>			
	Min: 550 Max: 900			

Tabella 3-5: Valori medi di mercato degli immobili nel quartiere Borgo Vittoria di Torino [dall'Osservatorio FIAIP]

<b>BARRIERA DI MILANO</b>				
<b>Appartamenti</b>	Nuovi	Ristrutturati	In buono stato abitabili	Da ristrutturare
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 1730 Max: 2170	Min: 1430 Max: 1730	Min: 930 Max: 1270	Min: 500 Max: 840
<b>Unità immobiliari indipendenti</b>	Nuovi	Ristrutturati	In buono stato abitabili	Da ristrutturare
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 1400 Max: 1950	Min: 1150 Max: 1450	Min: 950 Max: 1150	Min: 600 Max: 850
<b>Parcheggi</b>	Posti auto scoperti – intera unità	Posti auto coperti – intera unità	Box singoli – intera unità	
Valori in €	Min: 4030 Max: 6720	Min: 5500 Max: 8700	Min: 9530 Max: 15730	
<b>Negozi</b>	Primaria posizione		Altre posizioni	
Valori in €/m <sup>2</sup>	Min: 650 Max: 950		Min: 400 Max: 600	
<b>Uffici</b>	Valori in €/m <sup>2</sup>			
	Min: 650 Max: 900			
<b>Capannoni</b>	Valori in €/m <sup>2</sup>			
	Min: 500 Max: 700			

Tabella 3-6: Valori medi di mercato degli immobili nel quartiere Barriera di Milano di Torino [dall'Osservatorio FIAIP]

Rispetto agli anni precedenti, nell'anno 2023, i prezzi delle abitazioni nella città di Torino hanno registrato un incremento medio pari a circa il 2,7% rispetto all'anno precedente. Tale andamento conferma una fase di graduale ripresa e valorizzazione del patrimonio edilizio urbano, coinvolgendo in maniera trasversale anche i quartieri situati nelle immediate vicinanze di Piazza Baldissera. Tra questi, si distinguono in particolare le tendenze positive dei quartieri Aurora e Barriera di

Milano, i quali risultano essere interessati da dinamiche di crescita dovute a importanti interventi infrastrutturali e di rigenerazione urbana. In Aurora, questo incremento di valori è riconducibile, tra i vari fattori, alla nuova viabilità di corso Principe Oddone, il cui ammodernamento ha innescato degli interventi di riqualificazione degli edifici storici prospicienti il corso e di spazi pubblici, tra cui piazza Maria Ausiliatrice<sup>50</sup>. Per quanto riguarda invece Barriera di Milano, l'aumento dei prezzi è stato influenzato dalla realizzazione della stazione Rebaudengo, nodo che collega la periferia nord con il centro città, e il progetto di rigenerazione urbana dell'area ex Manifattura Tabacchi<sup>51</sup>.

### ► **Condizioni socioeconomiche**

Il tessuto urbano di questi quattro quartieri risulta essere eterogeneo e complesso, spesso segnato da fenomeni di fragilità sociale. Parametri come quelli che verranno trattati di seguito riflettono le condizioni di vita dei residenti e sono determinanti nella valutazione degli impatti economici e sociali di eventuali interventi di riqualificazione infrastrutturale.

Nel seguente grafico vengono riportati i valori relativi al reddito imponibile IRPEF<sup>52</sup> medio per contribuente nei quartieri di Torino adiacenti a Piazza Baldissera e la media torinese.

---

<sup>50</sup> Riqualificazione conclusa a fine marzo 2025.

<sup>51</sup>Redazione di Piemonte Economy, (2024), *"Immobiliare a Torino"*. <https://piemonteeconomy.it/immobiliare-a-torino-i-dati-del-2023/> (ultima visione: 14/04/2024)

<sup>52</sup> Il reddito imponibile IRPEF è l'importo sul quale è necessario pagare le imposte. Viene calcolato sottraendo al reddito complessivo le spese deducibili.

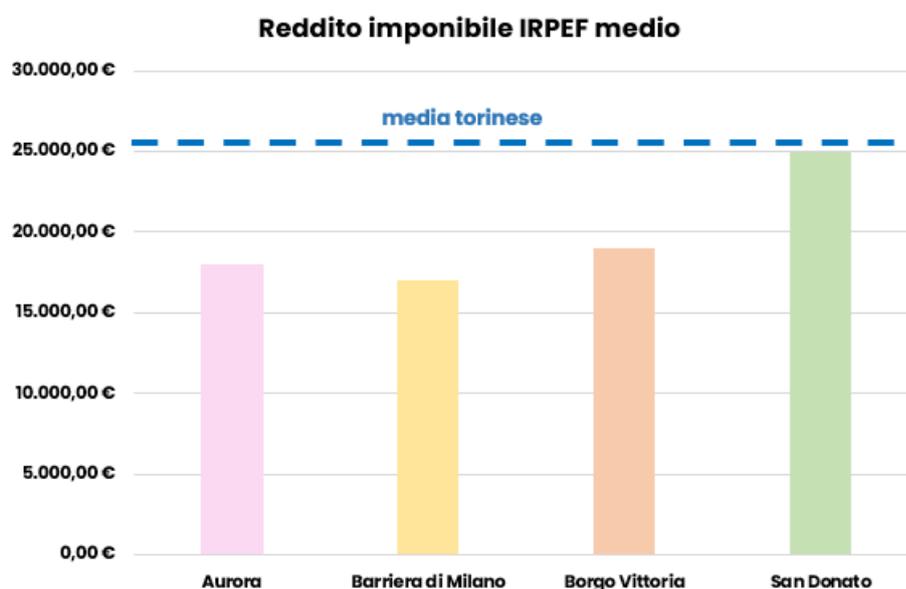


Figura 3-5: Reddito imponibile IRPEF medio per contribuente [da *Geoportale della Città di Torino*]

Dal grafico si può notare che tutti e quattro i quartieri analizzati presentano un reddito imponibile IRPEF medio per contribuente inferiore alla media cittadina. In particolare, Aurora, Barriera di Milano e Borgo Vittoria sono caratterizzati da un valore che rappresenta circa un terzo dell'imponibile medio IRPEF del quartiere Borgo Po e Cavoretto, che risulta essere il più ricco della città. Il fatto che questi quartieri presentino un valore di questo indicatore molto inferiore rispetto alla media torinese e ad altri quartieri, indica una forte polarizzazione economica all'interno della città. Come evidenziato dai dati successivi, questi quartieri risultano essere più esposti a fenomeni come disoccupazione o lavoro precario e di conseguenza difficoltà di accesso al credito o all'acquisto di una casa.

Il tasso di disoccupazione medio del Comune di Torino risulta essere pari al 10,1%. Questo valore viene superato da diverse zone localizzate nella parte nord della città, tra cui anche le zone statistiche 24 – Borgata Aurora e 39 – Borgata Montebianco, con rispettivamente il 14,1% e il 13,9% di tasso di disoccupazione che riguarda un'età che va dai 15 anni in su<sup>53</sup>.

<sup>53</sup> Zangola, M. (2024), *Torino: i "luoghi" con maggiore disagio sociale. Una città divisa in due*.

È importante tenere in considerazione anche la presenza di NEET<sup>54</sup> e la diffusione di nuclei familiari in condizione di potenziale vulnerabilità economica. La quota di giovani NEET a livello comunale risulta uguale a 19,9%. In questo caso, tutte le zone statistiche adiacenti a Piazza Baldissera sono caratterizzate da un valore superiore al 23%, con la percentuale maggiore del 30,5% della zona 39 – Borgata Montebianco. Questo fenomeno rappresenta la mancanza di opportunità lavorative e formative, al seguito della quale si può innescare un circolo vizioso di esclusione sociale. Parallelamente, si riscontra un'elevata incidenza di famiglie monoreddito, con presenza di minori o anziani a carico. Il dato medio comunale per questa condizione si attesta sul 1,7%; diventa compreso tra il 2 e il 2,5% per le zone statistiche 25 – Piazzale Umbria – Scalo Valdocco, 42 – Borgata Vittoria e 44 – Officine Savigliano – Acciaierie Fiat; supera il 2,5% per le zone statistiche 24 – Borgata Aurora e 39 – Borgata Montebianco.

#### ► **Attività produttive e commerciali**

L'assetto urbano delle aree adiacenti alla piazza risulta essere eterogeneo, presentando una combinazione di attività economiche tradizionali, mercati rionali, aree ex-industriali e poli direzionali emergenti.

Il commercio di prossimità riveste un ruolo fondamentale nell'economia locale. Un esempio significativo è Borgata Vittoria, dove via Chiesa della Salute rappresenta una delle principali arterie commerciali, nota per la presenza di numerosi negozi e attività di vicinato. Anche l'area di Aurora si distingue per la sua varietà di ristoranti, bar e locali che la rendono un punto di riferimento per residenti e visitatori.

Un elemento distintivo del tessuto commerciale locale è costituito dai mercati rionali. In Barriera di Milano si trovano ben quattro mercati attivi, mentre in Aurora è situato uno dei più grandi mercati all'aperto d'Europa: il mercato di Porta Palazzo. Molto significativa è anche la

---

<sup>54</sup> NEET – Not in Education, Employment or Training. Categoria che riguarda i residenti tra i 15 e i 29 anni che non hanno un lavoro e non seguono un percorso formativo.

presenza del Balon, un mercato delle pulci storico che attira numerosi visitatori e contribuisce in maniera attiva all'economia locale.

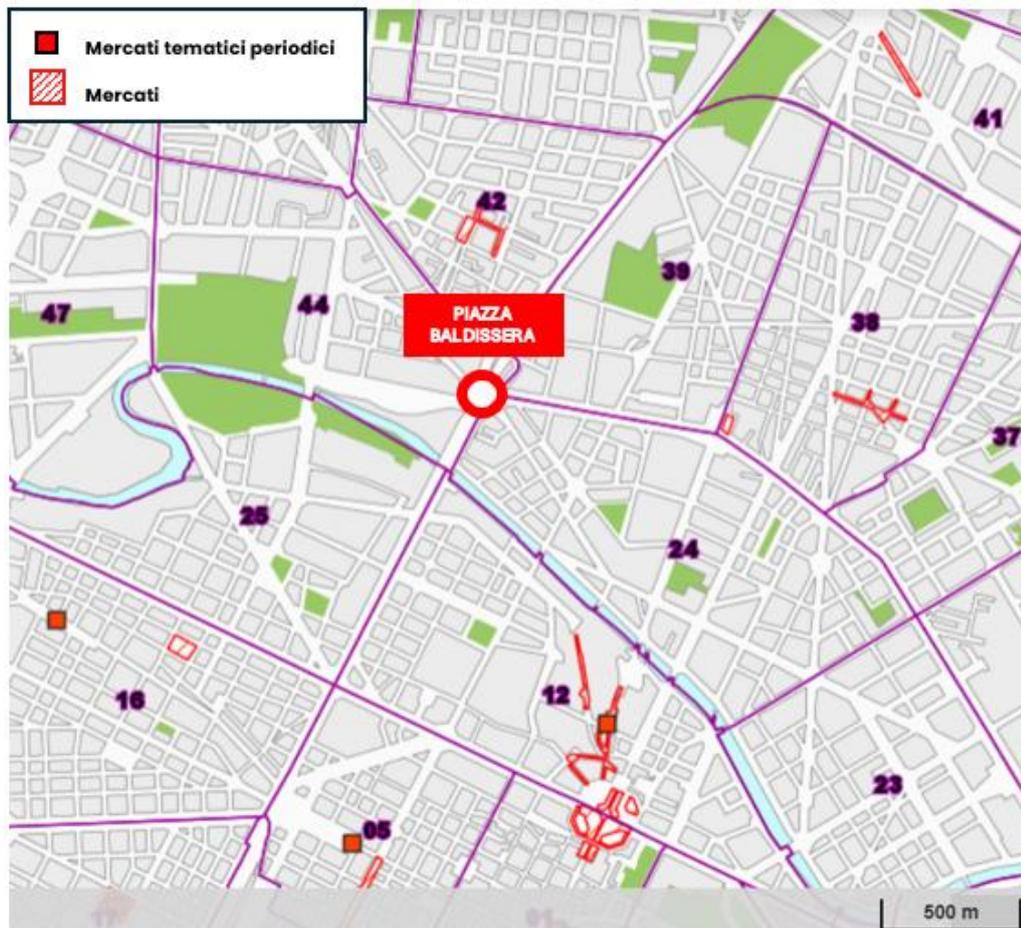


Figura 3-6: Mercati nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da *Geoportale*]

La zona intorno a Piazza Baldissera ha una forte eredità industriale, con numerose aree ex-industriali che sono state o sono tuttora oggetto di riqualificazione. Un esempio è l'area del Parco Dora, che oggi rappresenta un ampio spazio verde realizzato grazie a un progetto di rigenerazione urbana mirato a riconvertire le ex aree industriali delle Ferriere Fiat, Michelin e altre aziende metallurgiche e meccaniche dismesse nel corso degli anni '90. Questo argomento delle trasformazioni urbane è strettamente connesso al tema dei poli direzionali e dei grandi attrattori, poiché il progressivo abbandono di siti produttivi tradizionali ha lasciato ampi vuoti urbani che sono stati recuperati tramite progetti capaci di conferire nuove funzioni e identità. Questo è il caso dell'area dell'ex centrale Enel situata in Aurora tra via Bologna e corso Palermo, che è stata parzialmente riqualificata

con la creazione del BasicVillage, un polo multifunzionale che ospita attività commerciali, terziarie e spazi per eventi. Non distante sorge anche la Nuvola Lavazza, sede dell'omonima azienda, realizzata grazie ad un intervento di rigenerazione architettonica.

### ► Servizi

La rete di servizi pubblici e collettivi deve essere adeguatamente valorizzata e integrata per contribuire al miglioramento della qualità della vita dei residenti.

Nell'area circostante Piazza Baldissera, si registra una notevole presenza di istituzioni scolastiche di vario livello. In particolare, nel quartiere Aurora, sono presenti varie scuole primarie e secondarie che rivestono un ruolo fondamentale non solo nell'ambito dell'istruzione, ma anche come centri di aggregazione e presidio sociale, offrendo spazi per attività extracurricolari e comunitarie. In questo contesto, è importante considerare non solo gli istituti scolastici, ma anche le case di quartiere, nate con l'obiettivo di promuovere la coesione sociale specialmente nei contesti urbani più fragili.

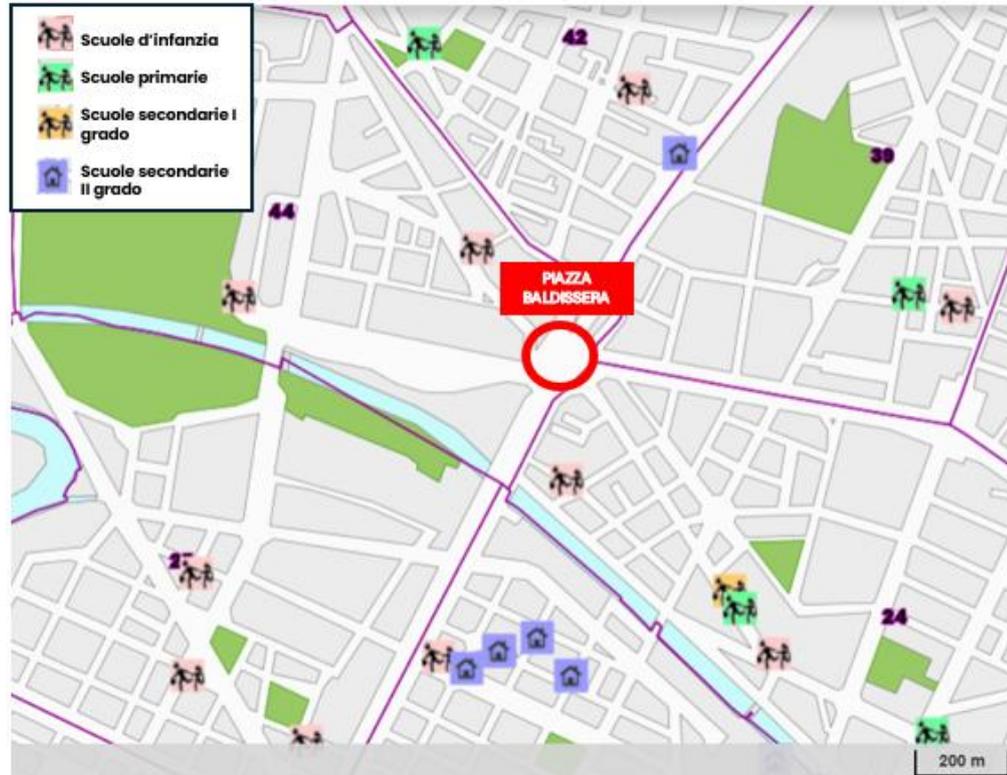


Figura 3-7: Scuole di vario livello nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da Geoportale]

La zona è servita da un'articolata rete di servizi sanitari sia privati che pubblici, tra cui strutture ospedaliere, consultori familiari e ambulatori specialistici. La loro distribuzione territoriale e l'accessibilità variano sensibilmente in base al quartiere, influenzando la qualità della vita dei residenti. Tra i presidi più rilevanti si distingue l'Ospedale San Giovanni Bosco, situato in Barriera di Milano, il quale risulta essere il principale polo ospedaliero della zona nord della Città. In Aurora è invece presente la Piccola Casa della Divina Provvidenza (nota come Cottolengo) che fornisce servizi di assistenza sanitaria e sociale a persone in condizioni di fragilità. Nel quartiere Borgo Vittoria è presente il Servizio per la Tossicodipendenza (SERT), specializzato nella prevenzione e cura delle dipendenze patologiche.

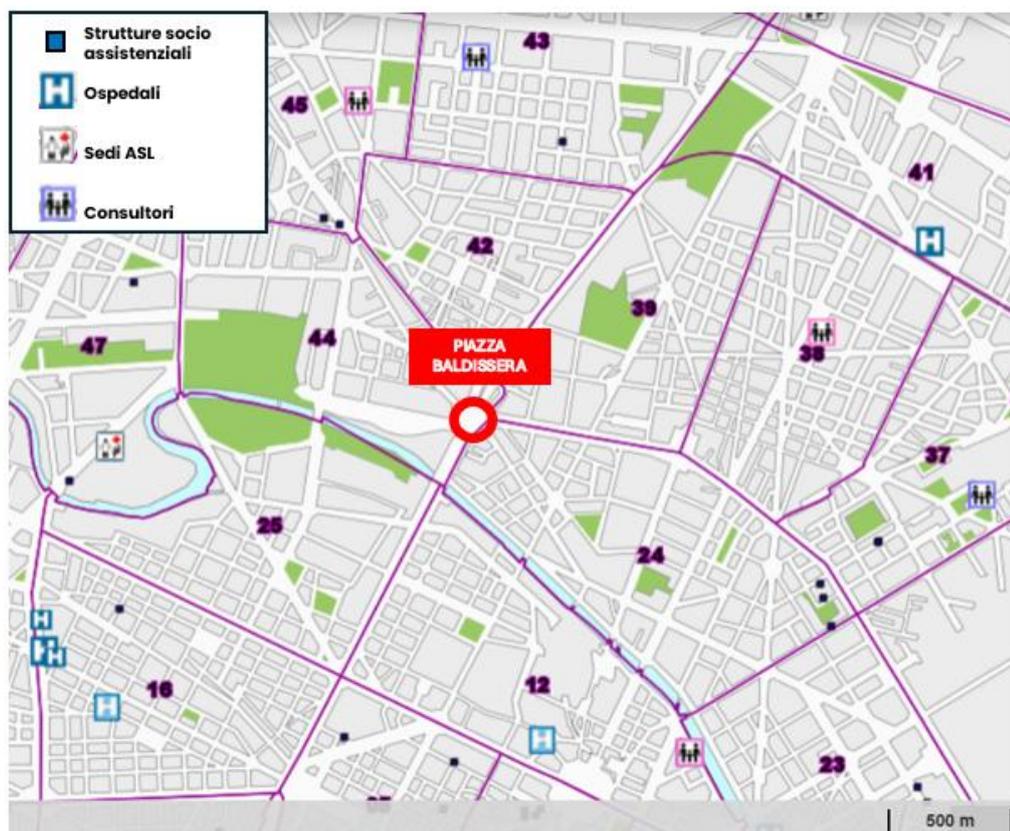


Figura 3-8: Principali servizi sanitari nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da Geoportale]

Il verde urbano e gli spazi pubblici rappresentano delle componenti fondamentali per garantire la vivibilità dei quartieri, in particolar modo dove le dinamiche urbane sono complesse. Aurora e Barriera di Milano mostrano una forte necessità di potenziare gli spazi di aggregazione e le aree verdi, in risposta alla densità abitativa elevata e alla presenza

di fenomeni di disagio sociale. In Aurora è in corso un intervento di riqualificazione dell'area lungo il fiume Dora per migliorare la sicurezza e la fruibilità degli spazi pubblici esistenti. In parallelo, il quartiere Barriera di Milano è coinvolto nel programma "Barriera Sostenibile", un insieme di azioni che cercano di promuovere la mobilità dolce e la valorizzazione del verde urbano come strumenti per riqualificare l'ambiente costruito e favorire l'inclusione sociale. Il Parco Sempione, sviluppato nell'ambito della Spina 4 nella zona di Borgo Vittoria rappresenta, insieme anche al Parco Dora, uno dei più significativi progetti di riconversione in spazio verde di ex aree industriali della Città. Un'ulteriore zona strategica dal punto di vista del verde urbano, nell'immediata vicinanza di Piazza Baldissera, è l'area antistante l'ex complesso SNOS (Società Nazionale Officine di Savigliano) progettata per incentivare la mobilità pedonale e ciclabile. Essa è caratterizzata dalla presenza di elementi architettonici industriali integrati nel nuovo contesto urbano, i quali simboleggiano il processo di trasformazione e resilienza urbana che caratterizzano l'evoluzione recente dell'area.

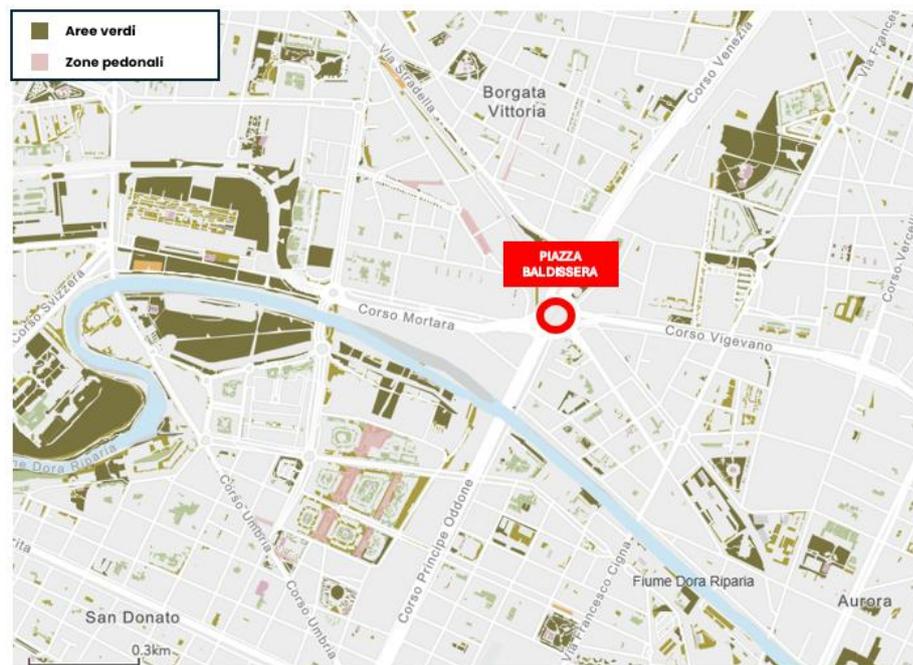


Figura 3-9: Aree verdi e zone pedonali nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da *UrbanLab Torino Maps*]

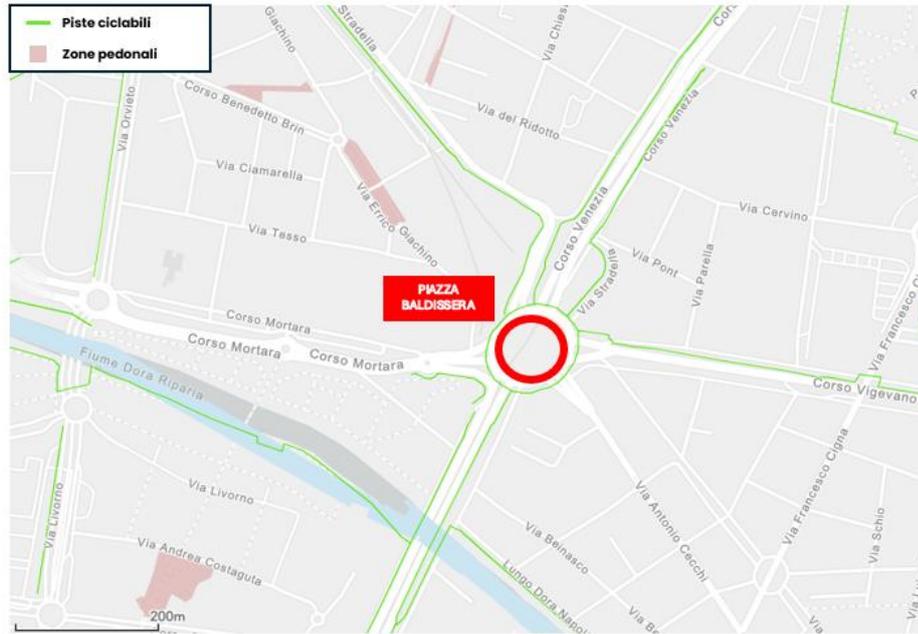


Figura 3-10: Piste ciclabili e zone pedonali nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da *UrbanLab Torino Maps*]

### 3.2. Caratteristiche dell'assetto delle infrastrutture di trasporto

L'assetto delle infrastrutture di trasporto nella zona di Piazza Baldissera risulta essere l'esito di un'evoluzione urbana piuttosto complessa, la quale rappresenta le trasformazioni infrastrutturali avvenute negli ultimi decenni in quell'area di Torino. Attualmente essa si configura come un nodo ad alta densità di traffico dove si intersecano diverse modalità di trasporto: veicolare, ferroviario, ciclabile e pedonale.

A livello di rete del trasporto pubblico locale (TPL), l'area in prossimità di Piazza Baldissera è servita da diverse linee di autobus e tram gestite dal Gruppo Torinese Trasporti (GTT). Tra queste, la linea tranviaria 10 è la più importante della zona: collega la parte sud e nord della città, con un tratto iniziale su rotaia fino a Piazza Statuto e un proseguimento gestito tramite navetta a causa della soppressione dei binari nei pressi della stessa piazza. Attualmente, l'area in esame non è coperta dal servizio della Linea 1 della metropolitana; tuttavia, la futura Linea 2 – al momento in fase di progettazione – dovrebbe attraversare la parte nord di Torino, potenziando la connettività e l'accessibilità ai quartieri interessati.

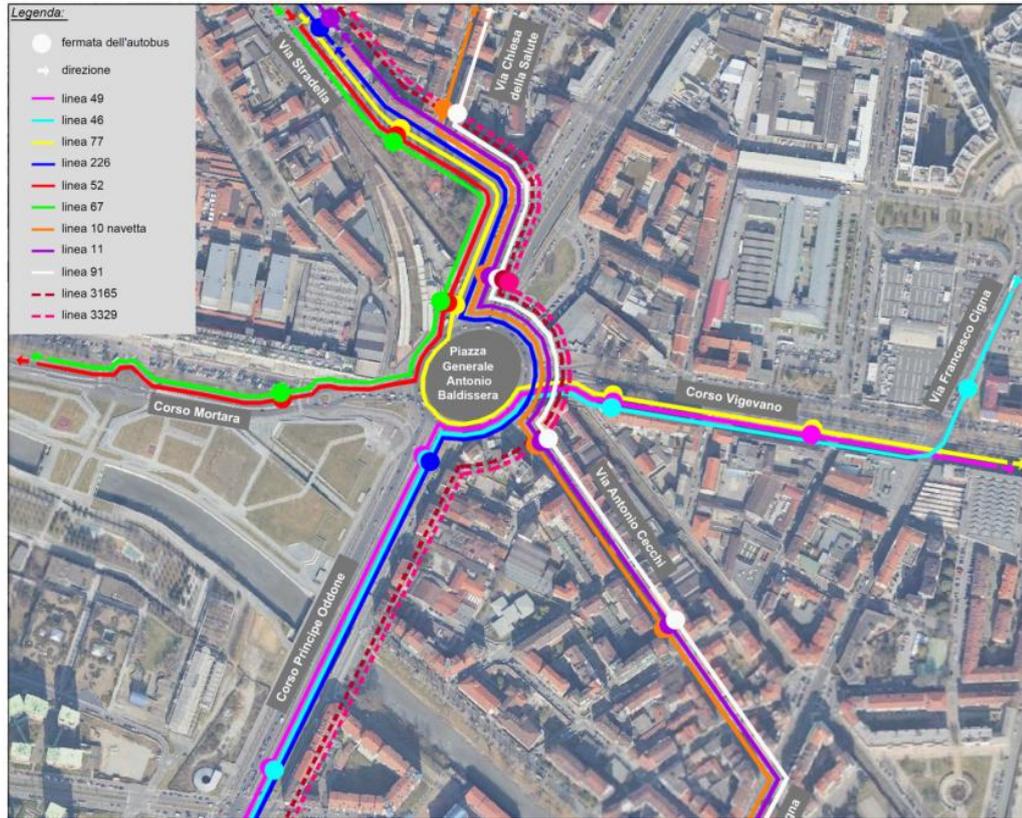


Figura 3-11: Trasporto pubblico locale nei pressi di Piazza Baldissera [da "Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera"]

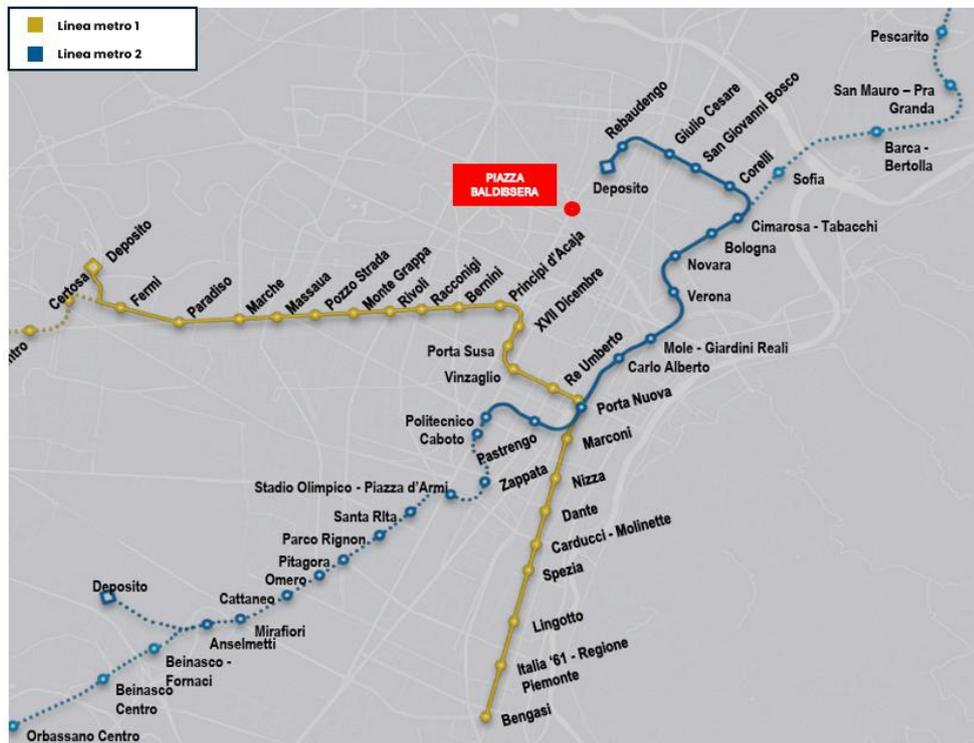


Figura 3-12: Linea metro 1 e parte della futura Linea metro 2 [da *Infra.To*]

► **Capacità dei confluenti viari**

Nel presente sottocapitolo, si procederà all'analisi delle capacità dei singoli confluenti viari che si innestano nella piazza. Al fine di valutare le caratteristiche del traffico nelle vicinanze della piazza, è infatti necessario quantificare il numero di corsie, ordinarie e riservate ai mezzi del trasporto pubblico, presenti per ogni confluyente.

<b>Confluente</b>	<b>Carreggiata</b>	<b>N° corsie per senso di marcia</b>	<b>Piste ciclabili</b>
<b>Corso Venezia</b>	2 separate	3, si riducono a 2 a 120m dalla rotatoria	Presenti nei controviali
<b>Corso Vigevano</b>	2 separate	2	Presenti nei controviali
<b>Via Cecchi</b>	Unica	1, poi diventano 2 in adiacenza della rotonda, di cui una esclusiva per il TPL	-
<b>Corso Principe Oddone</b>	2 separate	3, si riducono a 2 a 120m dalla rotatoria, 1 per il TPL	Presenti sul lato esterno dei marciapiedi
<b>Corso Mortara</b>	2 separate	2	Presenti sul lato esterni dei marciapiedi
<b>Via Stradella</b>	Unica	2, corsia a destra per il TPL	Presenti sul lato esterno dei marciapiedi

Tabella 3-7: Caratteristiche dei confluenti di Piazza Baldissera [elaborazione propria]

### **3.3. Caratteristiche del traffico**

I dati sul traffico analizzati nel presente capitolo provengono da una campagna di monitoraggio del traffico condotta direttamente sul traffico, nel periodo compreso tra il 10 febbraio e il 28 aprile 2025, mediante l'utilizzo di strumenti manuali quali cronometri e contapersone. Le informazioni acquisite sono state successivamente integrate con ulteriori dati ottenuti tramite l'analisi di un filmato registrato da una telecamera di sorveglianza messa a disposizione della società 5T Srl. Questo supporto video ha permesso di avere una visione completa di Piazza Baldissera e di monitorare in dettaglio il flusso veicolare sulla rotatoria nella giornata del 9 aprile 2025, in un intervallo compreso tra le 7:00 e le 20:00.

I valori riportati nelle seguenti tabelle rappresentano le medie dei dati rilevati esclusivamente nei giorni feriali, quindi dal lunedì al venerdì, durante le principali fasce orarie giornaliere. I dati relativi al traffico notturno sono oggetto di stime attendibili, non distanti dai valori reali, effettuate prendendo in considerazione le caratteristiche morfologiche della piazza e le dinamiche abituali di circolazione.

Le rilevazioni sono state effettuate considerando solamente il flusso veicolare in ingresso alla piazza, compreso il contributo dell'eventuale controviale, e sono state registrate in prossimità di punti di immissione dei singoli confluenti viari, a pochi metri dall'innesto con la piazza.

Di seguito, vengono riportati i dati relativi al flusso veicolare per ogni confluyente viario espressi come numero di veicoli per ogni fascia oraria.

FLUSSO VEICOLI/h						
Fascia oraria	Corso Vigevano	Corso Venezia	Via Stradella	Corso Mortara	Corso Principe Oddone	Via Cecchi
0:00-1:00	392	103	134	187	502	89
1:00-2:00	254	82	67	81	230	30
2:00-3:00	103	45	90	81	156	23
3:00-4:00	78	34	36	57	84	12
4:00-5:00	159	89	74	110	149	30
5:00-6:00	243	149	132	213	267	51
6:00-7:00	489	287	249	389	567	109
7:00-8:00	928	852	1109	723	1734	397
8:00-9:00	1196	1326	1137	817	1681	426
9:00-10:00	1072	1398	1317	847	1430	408
10:00-11:00	717	758	674	436	1590	296
11:00-12:00	416	692	532	412	1196	185
12:00-13:00	423	624	380	376	888	152
13:00-14:00	613	508	316	444	965	229
14:00-15:00	764	816	517	398	1009	318
15:00-16:00	647	745	584	511	977	400
16:00-17:00	717	873	635	483	907	350
17:00-18:00	671	850	678	425	1127	415
18:00-19:00	776	917	627	428	1197	336
19:00-20:00	1028	653	602	392	1140	298
20:00-21:00	834	576	401	323	1003	189
21:00-22:00	723	576	290	254	924	78
22:00-23:00	512	465	213	189	734	90
23:00-24:00	401	193	175	102	459	62
<b>Veicoli al giorno</b>	<b>14152</b>	<b>13609</b>	<b>10966</b>	<b>8674</b>	<b>20912</b>	<b>4973</b>
<b>Totale</b>	<b>73285</b>					

Tabella 3-8: Flusso del traffico dei vari confluenti entranti in Piazza Baldissera nei giorni feriali [elaborazione propria]

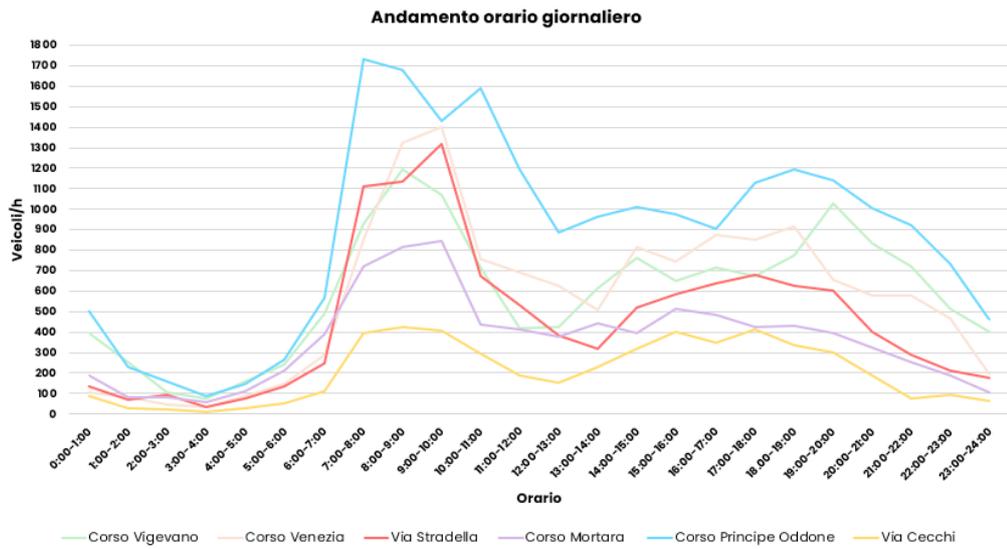


Figura 3-13: Grafico con andamento orario del traffico confluyente in Piazza Baldissera durante un giorno feriale [elaborazione propria]

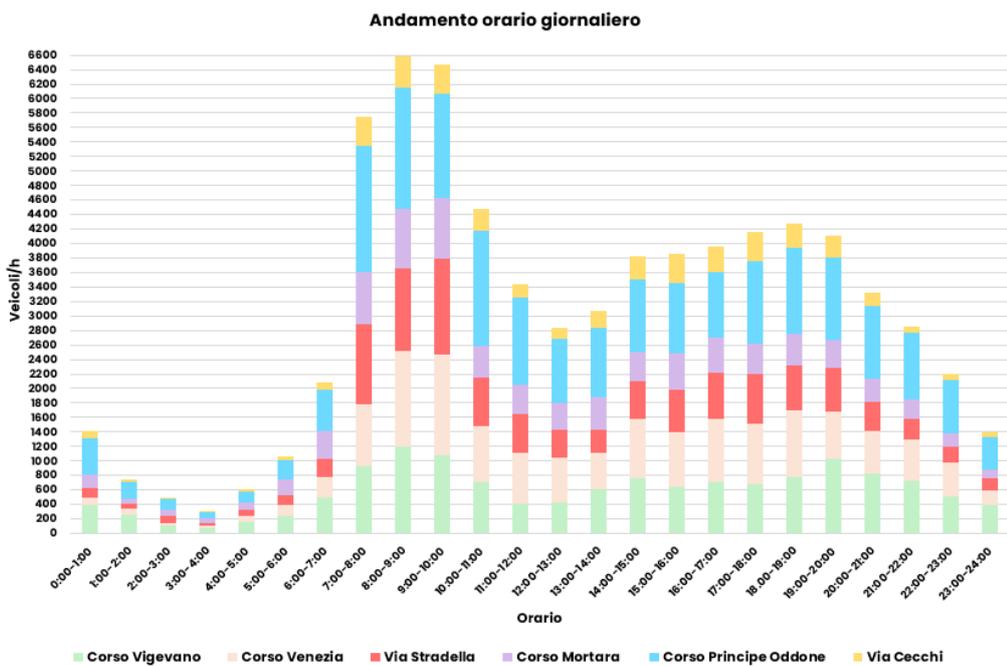


Figura 3-14: Istogramma con andamento orario del traffico confluyente in Piazza Baldissera durante un giorno feriale [elaborazione propria]

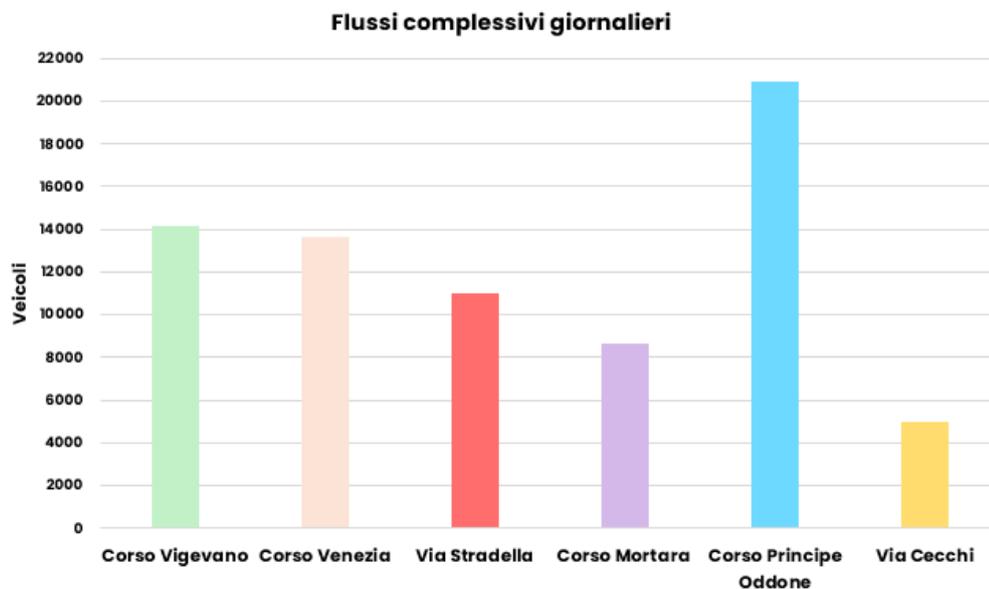


Figura 3-15: Flussi complessivi giornalieri confluenti in Piazza Baldissera per ogni asse viario [elaborazione propria]

Dall'analisi dei precedenti grafici emerge che corso Principe Oddone rappresenta l'asse viario con il più elevato volume di traffico giornaliero tra i confluenti considerati. A seguire si colloca corso Vigevano che, pur essendo caratterizzato da una capacità inferiore rispetto a corso Principe Oddone, registra comunque un'intensità di traffico significativa. Corso Venezia si posiziona in terza posizione, mostrando un flusso superiore rispetto agli altri rami di immissione rimanenti a causa anche della presenza di veicoli provenienti direttamente dalla cintura nord di Torino e dall'aeroporto di Caselle. Infine, in ordine decrescente, si rilevano via Stradella, corso Mortara e via Cecchi, con volumi di traffico progressivamente ridotti in linea con la minore capacità che le caratterizzano.

Nella seguente tabella, vengono esposti i dati relativi ai tempi medi di attesa per ogni confluyente viario. Nel presente studio, il tempo di attesa è stato definito come il valore medio, espresso in minuti, durante il quale un veicolo rimane in stato di coda. Questo intervallo è calcolato a partire dal momento in cui, lungo uno degli assi di accesso alla piazza, il veicolo si arresta completamente a causa della congestione, fino al momento in cui riesce ad accedere alla rotatoria.

<b>TEMPI DI CODA [min]</b>						
<b>Fascia oraria</b>	<b>Corso Vigevano</b>	<b>Corso Venezia</b>	<b>Via Stradella</b>	<b>Corso Mortara</b>	<b>Corso Principe Oddone</b>	<b>Via Cecchi</b>
0:00-1:00	0	0	0	0	0	0
1:00-2:00	0	0	0	0	0	0
2:00-3:00	0	0	0	0	0	0
3:00-4:00	0	0	0	0	0	0
4:00-5:00	0	0	0	0	0	0
5:00-6:00	0	0	0	0	0	0
6:00-7:00	1	1	0	1	1	0
7:00-8:00	2	3	2	8	3	0
8:00-9:00	5	3	3	6	2	0
9:00-10:00	6	2	3	5	1	1
10:00-11:00	5	2	1	1	2	1
11:00-12:00	1	1	1	2	2	1
12:00-13:00	1	2	1	1	2	0
13:00-14:00	3	1	1	3	3	1
14:00-15:00	3	1	3	5	1	1
15:00-16:00	2	1	1	2	1	2
16:00-17:00	5	2	2	8	2	1
17:00-18:00	7	2	1	5	3	2
18:00-19:00	2	3	2	5	5	1
19:00-20:00	0	1	0	2	1	0
20:00-21:00	0	0	0	0	0	0
21:00-22:00	0	0	0	0	0	0
22:00-23:00	0	0	0	0	0	0
23:00-24:00	0	0	0	0	0	0

Tabella 3-9: Tempi di coda per fasce orarie nei vari confluenti di Piazza Baldissera  
[elaborazione propria]

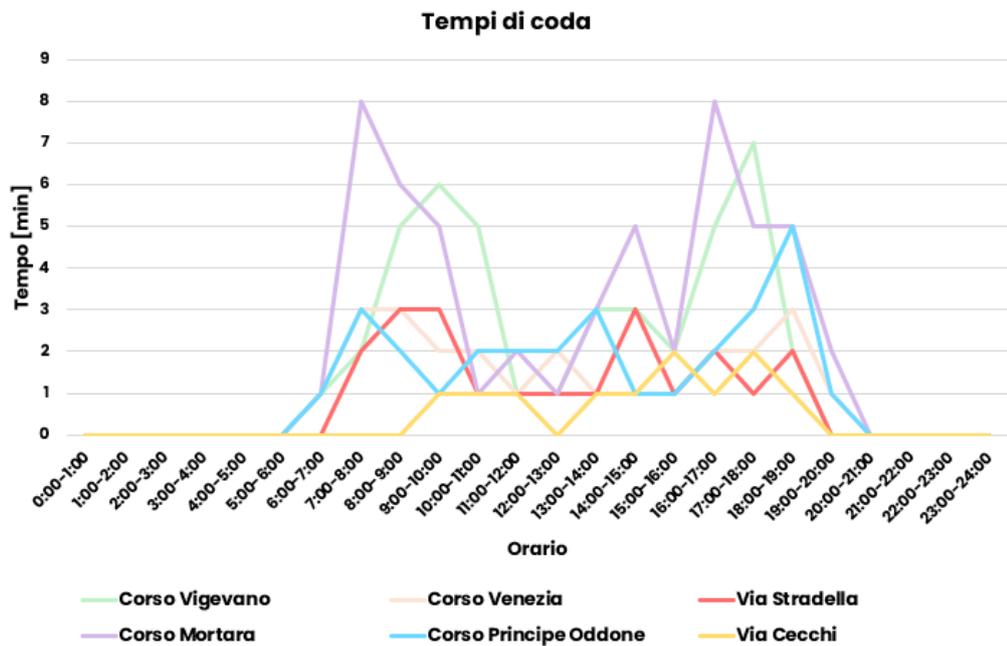


Figura 3-16: Grafico con tempi di coda dei veicoli per ogni confluyente viario di Piazza Baldissera in un giorno feriale [elaborazione propria]

All'interno di questo grafico viene evidenziato che i tempi di attesa più alti durante il corso di una giornata si registrano su corso Mortara e corso Vigevano.

La motivazione per cui corso Mortara risulta avere questi valori di tempi di coda è che la principale uscita della rotatoria è corso Principe Oddone, confluyente successivo a corso Mortara; quindi, il traffico di corso Mortara viene bloccato dal traffico proveniente da tutti i confluyente viari verso corso Principe Oddone, andandone a risentire soprattutto in termini di percorrenza.

Corso Vigevano è caratterizzato anch'esso da tempi di coda elevati a causa di un controviale la cui immissione nel viale è posizionata immediatamente a ridosso della confluyente nella rotatoria. Inoltre, il suo flusso di entrata nella rotatoria viene bloccato dall'elevato numero di autovetture proveniente da Corso Principe Oddone e diretto in corso Venezia. In questo caso, l'uscita del flusso da Corso Principe Oddone è facilitata dalla congestione sopra descritta per corso Mortara.

È interessante prendere in considerazione anche i flussi del traffico delle intersezioni interferenti con Piazza Baldissera, come è stato fatto all'interno della relazione *"Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera"* dalla società di ingegneria Samep Mondo Engineering Srl nell'ambito della redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per il riassetto della viabilità della piazza promosso dalla Città di Torino. All'interno di questo studio, è stata presa in considerazione un'area di intervento più ampia costituita dalle principali intersezioni nelle aree adiacenti alla rotatoria:



Figura 3-17: Area di intervento con le principali intersezioni [da *"Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera"*]

Nella Figura 3-17 sono evidenziate le seguenti intersezioni:

- Intersezione 1: Piazza Baldissera e i suoi confluenti;
- Intersezione 2: Corso Venezia – via del Ridotto – via Cervino;
- Intersezione 3: Corso Vigevano – via Francesco Cigna;
- Intersezione 4: Corso Principe Oddone – Strada del Fortino – Corso Ottone Rosai;
- Intersezione 5: Corso Mortara – via Udine.

Nella seguente immagine viene riportata la regolamentazione delle intersezioni presenti nell'area di intervento:



Figura 3-18: Mappatura della regolamentazione delle intersezioni dell'area di intervento [da "Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera"]

Nella seguente immagine viene riportato lo schema di circolazione dell'area di intervento:

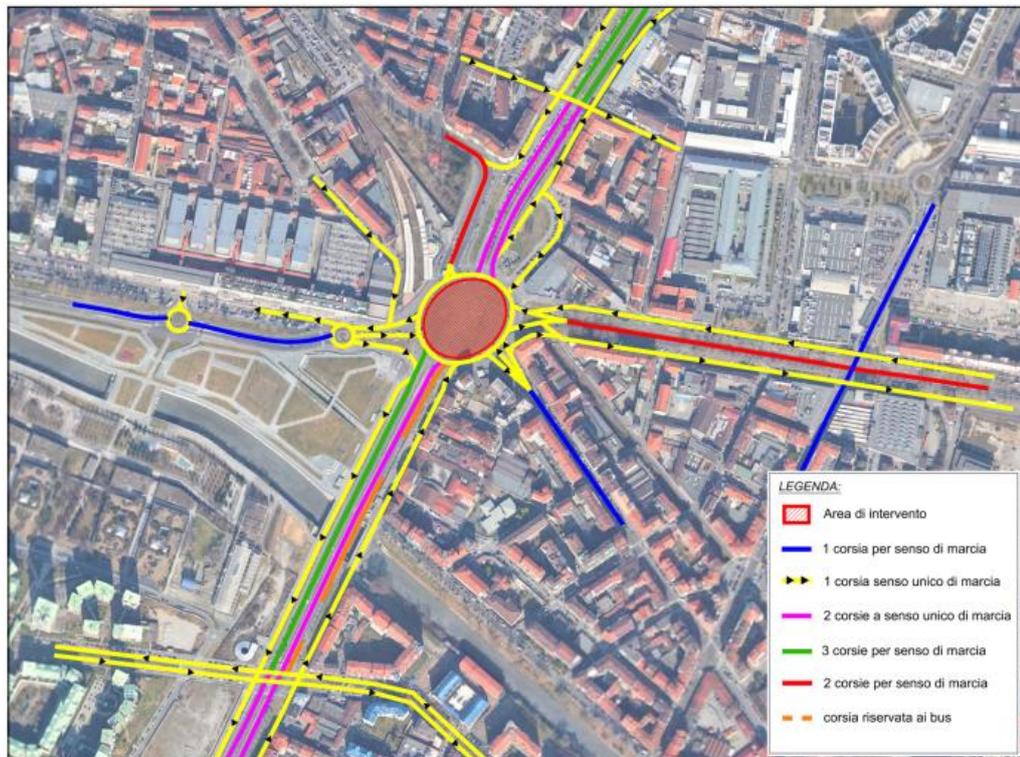


Figura 3-19: Schema di circolazione dell'area di intervento [da "Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera"]

La rilevazione dei flussi veicolari nelle intersezioni 2-3-4 è stata effettuata tramite delle telecamere posizionate in dei punti di osservazione specifici nell'orario di punta serale compreso tra le 17:30 e le 18:30 in una serie di giornate del mese di gennaio 2023. Grazie ai dati acquisiti, all'interno della relazione, si sono individuati i livelli di servizio (LOS) descritti all'interno del capitolo 2.2.2. del presente elaborato. All'interno del filmato visualizzato per l'acquisizione dei dati è ben visibile l'influenza che alcune delle intersezioni dell'area di intervento hanno sul flusso veicolare che arriva in Piazza Baldissera.

Nella seguente tabella vengono indicati i LOS con i relativi ritardi medi per veicolo.

<b>Livello di Servizio</b>	<b>Ritardo medio per veicolo [s]</b>
A – flusso libero	< 10
B – flusso stabile	10 -20
C – flusso quasi stabile	20 – 35
D – flusso ad alta densità	35 – 55
E – flusso alla capacità	55 – 80
F – flusso forzato	> 80

Tabella 3-10: Ritardo medio per veicolo in funzione del livello di servizio [da *Transportation Research Board (2000), "HCM 2000: Highway Capacity Manual", Washington DC.*]

Risulta infine che all'intersezione 2 viene attribuito un livello di servizio complessivo B che non presenta criticità né in termini di ritardi né in termini di coda; infatti, il flusso veicolare proveniente da corso Venezia risulta essere regolare e abbastanza scorrevole, senza tempi di coda particolarmente elevati anche nelle ore di punta.

Alle intersezioni 3 e 4 corrisponde, invece, un LOS complessivo D che non risulta essere eccessivamente critico nonostante il flusso di traffico non sia completamente fluido. La discontinuità del flusso verso la rotatoria, accumulato in presenza di queste intersezioni, risulta essere coerente anche in questo caso con i tempi di coda evidenziati:

- In corrispondenza dell'intersezione 3, si accumulano delle code che dovrebbero rendere più fluido il flusso nell'ingresso della rotatoria, ma questo vantaggio viene compensato negativamente dal controviale che si immette nel viale principale di corso Vigevano nel tratto successivo all'intersezione analizzata andando ad aumentare i tempi di coda come descritto precedentemente;
- In corrispondenza dell'intersezione 4, si accumulano delle code al semaforo che effettivamente rendono più scorrevole il flusso verso Piazza Baldissera; infatti, i tempi di coda sono inferiori rispetto a corso Vigevano e corso Mortara, ma sono comunque presenti dei rallentamenti dovuti al passaggio da tre a due corsie in prossimità della rotatoria.

### ► Criticità viarie

Come è già stato specificato, Piazza Baldissera risulta essere un nodo cruciale della Città di Torino poiché situata in una posizione strategica. Dai dati analizzati nel capitolo precedente è possibile dimostrare come la congestione sia particolarmente acuta durante le ore di punta, dove le code si possono estendere anche per centinaia di metri, con tempi di attesa molto lunghi in relazione alla ridotta lunghezza dei tratti da percorrere. La composizione del traffico è prevalentemente costituita da autovetture private, con una significativa presenza di pendolari provenienti dalla prima cintura nord di Torino. Questo è evidenziato dal fatto che le ore di punta coincidono con l'inizio e la fine della giornata lavorativa, quindi coincidenti con i momenti degli spostamenti casa-lavoro. La situazione già critica può inoltre essere ulteriormente aggravata da eventi imprevedibili, come gli incidenti stradali o condizioni meteorologiche avverse, che possono paralizzare completamente la circolazione.

Sia grazie alla campagna di rilevazione in loco, ma soprattutto grazie al filmato fornito dalla società 5T Srl che ha permesso una visuale globale dei flussi della piazza, si è notato che in generale le code lungo i vari rami confluenti risultano essere influenzate negativamente non solo dai volumi del traffico, ma anche dalla posizione non strategica degli attraversamenti pedonali e ciclabili, collocati in prossimità degli imbocchi tra i diversi assi viari e la rotatoria, con conseguenti rallentamenti sia in ingresso che in uscita dalla piazza.

Questa problematica è tenuta in considerazione anche all'interno della relazione precedentemente citata redatta dalla Samep Srl, la quale considera anche le seguenti ulteriori criticità:

- Il valore complessivo del flusso veicolare convergente risulta essere eccessivo per essere regolamentato tramite una rotatoria, la quale risulta essere caratterizzata da una capacità massima di smistamento. Questo aspetto, unito all'alto numero dei confluenti, porta alla necessità di una rotatoria che abbia almeno 100m di diametro interno contro i 60m circa attuali.
- È presente un flusso pedonale e ciclabile che transita lungo l'anello esterno della rotatoria molto elevato durante tutto l'arco della giornata.

- Le autovetture che confluiscono all'interno della rotatoria viaggiano praticamente incolonnate su un'unica fila, riducendo la capacità dell'intersezione, a causa delle ridotte dimensioni dell'anello centrale.
- Dal punto di vista geometrico, i rami di accesso alla rotatoria risultano essere troppo perpendicolari rispetto al flusso circolante sull'anello rendendo poco agevole l'immissione. Essa è complessa anche a causa del fatto che i rami di accesso sono spesso molto vicini ai rami di uscita successivi e risulta essere caotica a causa dei restringimenti che causano il passaggio da tre a due corsie proprio a ridosso dell'intersezione.

### ► Confronto dei dati a disposizione

È possibile effettuare un confronto con i dati analizzati tramite lo stesso iter operativo nel 2020 all'interno della tesi *"L'analisi costi benefici per la stima degli impatti delle infrastrutture. Il caso di piazza Generale Antonio Baldissera a Torino"* dell'ing. Matteo Topatigh e con i dati disponibili all'interno della relazione della Samep Srl acquisiti per la fascia oraria di punta mattiniera e pomeridiana.

Innanzitutto, si è rilevato un incremento del 34,8% del flusso complessivo di autovetture circolanti nella piazza tra il 2020 e il 2025. Il numero veicoli in ingresso nella rotatoria è passato da 54386 a 73285. Nello specifico, i vari rami hanno registrato le seguenti variazioni:

	Corso Vigevano	Corso Venezia	Via Stradella	Corso Mortara	Corso Principe Oddone	Via Cecchi
Incremento %	13,5%	88,7%	47,8%	15,4%	17,7%	136,7%

Tabella 3-11: Incrementi relativi al traffico confluyente in Piazza Baldissera tra 2020 e 2025 [elaborazione propria]

È importante notare soprattutto l'incremento del flusso veicolare in corso Venezia grazie all'apertura del raccordo autostradale per l'aeroporto di Torino.

Di seguito, viene fatto un confronto del flusso veicolare e dei tempi di coda nelle ore di punta considerando i dati delle tre rilevazioni prese in considerazione.

<b>FLUSSO VEICOLI/h - ora di punta del mattino</b>						
Anno	Corso Vigevano	Corso Venezia	Via Stradella	Corso Mortara	Corso Principe Oddone	Via Cecchi
2019	520	584	512	356	1070	112
2022	727	830	721	441	1726	387
2025	928	852	1109	723	1734	397

Tabella 3-12: Confronto del flusso dei veicoli nell'ora di punta mattiniera tra i vari anni [elaborazione propria]

<b>FLUSSO VEICOLI/h - ora di punta del pomeriggio</b>						
Anno	Corso Vigevano	Corso Venezia	Via Stradella	Corso Mortara	Corso Principe Oddone	Via Cecchi
2019	1123	593	601	592	1529	204
2022	819	752	693	338	2151	397
2025	671	850	678	425	1127	415

Tabella 3-13: Confronto del flusso dei veicoli nell'ora di punta pomeridiana tra i vari anni [elaborazione propria]

Nella fascia mattutina, i dati mostrano un costante aumento dei flussi veicolari su tutte le direttrici analizzate. Si può notare come anche le vie secondarie, ad esempio via Cecchi, abbiano assunto negli anni un ruolo sempre più centrale nella distribuzione del traffico, probabilmente come effetto di comportamenti di deviazione e aggiramento degli ingorghi principali. Nella fascia pomeridiana, il quadro complessivo si complica poiché si rileva una diminuzione del

traffico su alcune direttrici tradizionalmente congestionate, come Corso Vigevano, a fronte però di un aumento rilevante su altri confluenti, ad esempio Corso Venezia. Questo fenomeno potrebbe essere interpretato come un effetto della redistribuzione temporale e spaziale dei flussi dovuto in parte ai tentativi degli utenti di anticipare o posticipare l'ingresso nella piazza per evitare la congestione nei momenti critici e in parte alla maggiore fluidità delle uscite lavorative rispetto agli ingressi mattutini.

<b>TEMPI DI CODA [min] - ora di punta del mattino</b>						
Anno	Corso Vigevano	Corso Venezia	Via Stradella	Corso Mortara	Corso Principe Oddone	Via Cecchi
2019	4	3	3	4	1	1
2022	6	1	2	5	3	2
2025	2	3	2	8	3	0

Tabella 3-14: Confronto del tempo di coda nell'ora di punta mattiniera tra i vari anni [elaborazione propria]

<b>TEMPI DI CODA [min] - ora di punta del pomeriggio</b>						
Anno	Corso Vigevano	Corso Venezia	Via Stradella	Corso Mortara	Corso Principe Oddone	Via Cecchi
2019	9	3	3	9	4	3
2022	7	2	1	5	3	2
2025	7	2	1	5	3	2

Tabella 3-15: Confronto del tempo di coda nell'ora di punta pomeridiana tra i vari anni [elaborazione propria]

Sebbene in alcuni casi si rilevino riduzioni marginali dei tempi di attesa nel periodo 2019-2025, tali miglioramenti non sono interpretabili come un'effettiva ottimizzazione, ma bensì come spostamenti o redistribuzioni del traffico su direttrici alternative, spesso già sovraccariche. Nel complesso, i tempi di coda si mantengono elevati in numerosi punti strategici, in particolare lungo assi ad alta intensità

di flusso come Corso Venezia e Corso Principe Oddone. In particolare, il pomeriggio risulta ancora oggi molto critico perché nonostante il volume del traffico si sia ridotto in alcuni casi, i tempi di attesa non hanno una diminuzione proporzionale. Per l'appunto, su corso Mortara e via Cecchi aumentano leggermente a causa del fatto che una minore quantità di traffico non equivale automaticamente a un miglioramento delle prestazioni del nodo. Piazza Baldissera è infatti progettata con una capacità limitata e inefficiente; quindi, se la gestione non è efficace si creano comunque lunghe code a causa della geometria sfavorevole e dalla carenza di canalizzazione efficiente. È importante inoltre considerare che l'eventuale redistribuzione nel tempo del traffico è relativo ad un intervallo di congestione che si allunga; quindi, anche se i volumi sono più diluiti, le code si mantengono costanti oppure aumentano in durata per via dei flussi meno concentrati ma più persistenti nel tempo.

Ne emerge quindi che questa intersezione non riesce a regolare in maniera efficace il traffico veicolare nemmeno in presenza di lievi variazioni nei volumi di flusso. Queste inefficienze si traducono in costi economici e ambientali molto elevati che incidono sulla qualità della vita dei cittadini e sulla competitività economica del territorio.

## **4. La valutazione delle esternalità per il nodo di Piazza**

### **Baldissera**

Come evidenziato nei capitoli precedenti, l'analisi costi benefici risulta essere uno strumento fondamentale per le decisioni in ambito pubblico. Questo metodo consente infatti di valutare la fattibilità economica e la sostenibilità finanziaria e sociale di un intervento infrastrutturale e, come in questo caso studio, di esaminare l'efficacia di un investimento volto a migliorare la viabilità urbana.

La parte più complessa di questa analisi riguarda la stima delle esternalità, ovvero degli effetti indiretti positivi o negativi, che l'intervento può generare sulla collettività. La quantificazione di tali impatti richiede l'impiego di modelli di analisi complessi, talvolta non convenzionali, derivanti anche da discipline diverse e che uniscono strumenti consolidati a tecniche sperimentali.

Nel presente capitolo, si presenteranno gli approcci metodologici da adottare per l'identificazione, la quantificazione e la successiva monetizzazione delle esternalità associate agli interventi infrastrutturali, in questo caso applicati a Piazza Baldissera.

Per effettuare un'efficace valutazione delle esternalità legate alle infrastrutture di trasporto è fondamentale analizzare in maniera approfondita il contesto economico, sociale e territoriale in cui esse sono inserite. Tutto ciò al fine di considerare non solamente i benefici diretti dell'opera, ma anche gli impatti indiretti sulla collettività.

Questa valutazione presenta complessità intrinseche derivanti dalla variabilità dei contesti urbani, demografici ed economici. Ogni intervento infrastrutturale è caratterizzato da dinamiche specifiche che ne determinano l'effettivo impatto sulla qualità della vita, sulla mobilità e sull'ambiente. Per questo motivo non esistono linee guida rigide e universalmente applicabili per l'analisi delle esternalità.

La letteratura tecnica e scientifica, tuttavia, fornisce alcuni strumenti metodologici per affrontare l'ACB in modo rigoroso e personalizzato al contesto specifico. Affinché questa analisi sia realmente efficace è essenziale che essa non si limiti a una mera quantificazione

economica, ma che consideri anche le variabili ambientali e sociali. Il caso studio di Piazza Baldissera può rappresentare un esempio di come un'analisi costi benefici ben strutturata possa fornire indicazioni utili per la pianificazione urbana, garantendo una valutazione realistica e contestualizzata dei benefici e dei costi associati agli interventi infrastrutturali.

#### **4.1. Costi della congestione stradale**

Riprendendo la definizione di congestione stradale, essa comporta una condizione di traffico durante la quale i veicoli che percorrono un tratto stradale devono ridurre la loro velocità a causa della presenza di altri automezzi e quindi accumulano un ritardo nel loro viaggio. Il costo di viaggio sostenuto dagli utenti della strada si basa sul prodotto tra il valore del tempo e il tempo medio di percorrenza.

##### **► Quantificazione e monetizzazione**

In ambito scientifico, esistono due metodologie per attribuire un valore economico al tempo di viaggio in base alle differenti motivazioni che inducono gli utenti a spostarsi. Il primo approccio è basato sul tempo di viaggio impiegato in ambito lavorativo, il secondo è il tempo non lavorativo (compresi gli spostamenti casa-lavoro).

Il primo metodo associa il valore del tempo al costo orario della forza lavoro basandosi sull'idea che il tempo dedicato ai viaggi per motivi professionali sia un'opportunità persa di svolgere un'attività lavorativa alternativa; quindi, si configura come un costo per il datore di lavoro. Tramite il secondo metodo si valuta invece il valore del tempo dedicato a spostamenti non lavorativi, quindi con fini personali, tramite modelli di scelta discreti, ovvero analizzando le preferenze espresse dagli utenti tra differenti opzioni di viaggio, variabili in termini di tempi e costi, come percorsi o mezzi di trasporto alternativi.

All'interno delle Linee Guida Operative per la Valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale del 2022 è presente una tabella per la valutazione del VOT (Value of Time) in relazione alla classe di distanza dello spostamento, la quale può essere urbano/metropolitano oppure su media/lunga distanza, e del motivo di spostamento dei passeggeri. Con business, viene indicato lo spostamento legato a motivi di lavoro,

quindi a tutti gli effetti facente parte delle ore lavorative (è il caso dei corrieri, degli autotrasportatori, dei tassisti). Un'ulteriore categoria è il pendolarismo, quindi i trasferimenti tra la casa e il luogo di lavoro che vengono considerati dagli utenti parte del lavoro anche se non rientrano nel conto delle ore lavorative. Infine, ci sono gli spostamenti effettuati per altri motivi che non sono inerenti all'ambito lavorativo, quindi effettuati nel tempo libero degli utenti. Nella seguente tabella sono presenti i valori dei VOT espressi in €/passaggio\*ora relativi all'anno 2019:

	<b>VOT [€ 2019/pass*h]</b>		
	Business	Pendolarismo	Altri motivi
Spostamenti urbani e metropolitani	12,70 – 21,17	5,29 – 10,59	5,29 – 15,88
Spostamenti su medie e lunghe distanze	21,17 – 37,05	10,59 – 15,88	10,59 – 26,47

Tabella 4-1: Valori del tempo per motivo dello spostamento e classe di distanza [da *Valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale del 2022*]

Nel caso specifico di Piazza Baldissera, si è deciso di prendere in considerazione esclusivamente gli spostamenti di tipo urbano e metropolitano. Assumere questa ipotesi potrebbe comportare una sottostima del VOT poiché gli spostamenti su medie e lunghe distanze, effettivamente presenti per via della provenienza di alcuni utenti dalla cintura nord di Torino, sono associati a valori di VOT superiori. Di conseguenza, si è ritenuto opportuno adottare, nell'ambito dell'analisi, l'estremo superiore del range disponibile.

	<b>VOT [€ 2019/pass*h]</b>		
	Business	Pendolarismo	Altri motivi
Spostamenti urbani e metropolitani	21,17	10,59	15,88

Tabella 4-2: Valori del tempo presi in considerazione per la presente analisi [da *Valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale del 2022*]

Successivamente questi valori riferiti all'anno 2019 sono stati attualizzati all'anno 2024 utilizzando l'indice FOI (Famiglie di Operai e Impiegati). Questo è un indicatore statistico che viene calcolato ogni mese dall'ISTAT per misurare le variazioni nel tempo dei prezzi al consumo sostenuti dalle famiglie italiane e che viene utilizzato principalmente per le rivalutazioni monetarie. Nella seguente Tabella sono raggruppati gli indici FOI per la categoria trasporti relativi all'intero territorio nazionale e anche alla provincia di Torino.

<b>Indice FOI per la categoria trasporti</b>		
<b>Anno</b>	<b>Nazionale</b>	<b>Provincia di Torino</b>
2016	98,7	98,6
2017	101,9	102,1
2018	104,6	105,2
2019	105,4	106,2
2020	103,1	103,6
2021	108,1	108,7
2022	118,4	119,6
2023	122,5	124,0
2024	123,3	124,7

Tabella 4-3: Indici FOI nazionale e per la provincia di Torino per la categoria trasporti [da ISTAT]

Di seguito, i valori del VOT attualizzati al 2024 tramite gli indici FOI relativi alla provincia di Torino.

	<b>VOT [€ 2024/pass*h]</b>		
	Business	Pendolarismo	Altri motivi
Spostamenti urbani e metropolitani	24,86	12,43	18,65

Tabella 4-4: Valori del tempo attualizzati al 2024 [elaborazione propria]

Per determinare il VOT relativo al caso studio di Piazza Baldissera è necessario individuare le percentuali di utenti in transito nella piazza suddivisi per motivazione di spostamento. Questa operazione può essere fatta tramite una campagna di indagine sulle abitudini di

mobilità degli utenti somministrando dei questionari, ma in assenza di queste rilevazioni dirette è possibile utilizzare le osservazioni delle caratteristiche del traffico locale integrate con i dati presente nel report sulla mobilità veicolare della Regione Piemonte, nelle statistiche ISTAT relative ai flussi legati al pendolarismo e nelle indagini sulla mobilità delle persone e sulla qualità dei trasporti effettuate dall’Agenzia Mobilità Piemontese. Nella seguente tabella vengono mostrati i dati percentuali relativi alle motivazioni di spostamento degli utenti in base alla fascia oraria.

<b>spo [%]</b>			
<b>Fascia oraria</b>	<b>Business</b>	<b>Pendolarismo</b>	<b>Altri motivi</b>
<b>0:00-1:00</b>	10%	0%	90%
<b>1:00-2:00</b>	10%	0%	90%
<b>2:00-3:00</b>	10%	0%	90%
<b>3:00-4:00</b>	10%	0%	90%
<b>4:00-5:00</b>	20%	5%	75%
<b>5:00-6:00</b>	25%	10%	65%
<b>6:00-7:00</b>	30%	50%	20%
<b>7:00-8:00</b>	15%	80%	5%
<b>8:00-9:00</b>	15%	80%	5%
<b>9:00-10:00</b>	20%	70%	10%
<b>10:00-11:00</b>	50%	30%	20%
<b>11:00-12:00</b>	50%	30%	20%
<b>12:00-13:00</b>	50%	30%	20%
<b>13:00-14:00</b>	50%	30%	20%
<b>14:00-15:00</b>	30%	50%	20%
<b>15:00-16:00</b>	15%	80%	5%
<b>16:00-17:00</b>	15%	80%	5%
<b>17:00-18:00</b>	15%	80%	5%
<b>18:00-19:00</b>	15%	80%	5%
<b>19:00-20:00</b>	30%	50%	20%
<b>20:00-21:00</b>	25%	10%	65%
<b>21:00-22:00</b>	20%	5%	75%
<b>22:00-23:00</b>	20%	5%	75%
<b>23:00-24:00</b>	15%	5%	80%

Tabella 4-5: Percentuale dei motivi di spostamento per fascia oraria [elaborazione propria]

► **Valorizzazione**

Considerando i tempi medi (dt – Delay Time), in minuti, della Tabella 3-9, che un utente trascorre in coda nelle diverse fasce orarie per ogni confluyente, è possibile calcolare innanzitutto il costo del ritardo DC per ognuna delle fasce orarie prese in considerazione e poi quello di un giorno medio feriale.

<b>DC [€ 2024/pass*h]</b>						
Fascia oraria	Corso Vigevano	Corso Venezia	Via Stradella	Corso Mortara	Corso Principe Oddone	Via Cecchi
0:00-1:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1:00-2:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2:00-3:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3:00-4:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4:00-5:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5:00-6:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6:00-7:00	0,29	0,29	0,00	0,29	0,29	0,00
7:00-8:00	0,49	0,73	0,49	1,95	0,73	0,00
8:00-9:00	1,22	0,73	0,73	1,46	0,49	0,00
9:00-10:00	1,55	0,52	0,78	1,30	0,26	0,26
10:00-11:00	1,66	0,66	0,33	0,33	0,66	0,33
11:00-12:00	0,33	0,33	0,33	0,66	0,66	0,33
12:00-13:00	0,33	0,66	0,33	0,33	0,66	0,00
13:00-14:00	0,99	0,33	0,33	0,99	0,99	0,33
14:00-15:00	0,87	0,29	0,87	1,45	0,29	0,29
15:00-16:00	0,49	0,24	0,24	0,49	0,24	0,49
16:00-17:00	1,22	0,49	0,49	1,95	0,49	0,24
17:00-18:00	1,70	0,49	0,24	1,22	0,73	0,49
18:00-19:00	0,49	0,73	0,49	1,22	1,22	0,24
19:00-20:00	0,00	0,29	0,00	0,58	0,29	0,00
20:00-21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21:00-22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00-23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00-24:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 4-6: Costi del ritardo DC per fasce orario in ogni confluyente di Piazza Baldissera [elaborazione propria]

Di seguito viene calcolato il valore del costo del ritardo DC in termini di €/orari tramite la relazione che considera i dati del flusso del traffico (q) in veicoli/orari e assumendo una persona per ogni veicolo.

<b>DC [€ 2024/h]</b>						
Fascia oraria	Corso Vigevano	Corso Venezia	Via Stradella	Corso Mortara	Corso Principe Oddone	Via Cecchi
0:00-1:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1:00-2:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2:00-3:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3:00-4:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4:00-5:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5:00-6:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6:00-7:00	141,84	83,25	0,00	112,84	164,47	0,00
7:00-8:00	451,66	621,97	539,80	1407,31	1266,22	0,00
8:00-9:00	1455,40	968,56	830,15	1192,81	818,34	0,00
9:00-10:00	1665,95	724,19	1022,96	1096,26	370,25	105,55
10:00-11:00	1187,51	502,52	223,42	144,52	1054,10	98,12
11:00-12:00	137,89	229,38	176,35	273,14	792,89	61,32
12:00-13:00	140,21	413,68	125,96	124,64	588,70	0,00
13:00-14:00	609,09	168,22	104,58	441,03	959,13	75,91
14:00-15:00	664,40	236,69	449,89	576,51	292,68	92,24
15:00-16:00	314,82	181,39	142,19	248,59	237,76	194,78
16:00-17:00	872,27	424,87	308,98	939,83	441,43	85,22
17:00-18:00	1142,77	413,67	164,96	516,79	822,84	202,09
18:00-19:00	377,88	669,81	305,08	521,05	1456,62	81,81
19:00-20:00	0,00	189,41	0,00	227,41	330,68	0,00
20:00-21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21:00-22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00-23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00-24:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 4-7: Costi del ritardo DC per fasce orarie in ogni affluente viario della piazza [elaborazione propria]

Infine, viene calcolato il valore del tempo VOT in termini di € per giorno feriale medio:

DC [€ 2024/g]						
Fascia oraria	Corso Vigevano	Corso Venezia	Via Stradella	Corso Mortara	Corso Principe Oddone	Via Cecchi
Giorno feriale medio	9161,70	5827,64	4394,30	7822,72	9596,09	997,04
<b>Totale</b>	<b>37 799</b>					

Tabella 4-8: Costi del ritardo DC per un giorno feriale medio [elaborazione propria]

#### ► Osservazioni

È possibile osservare nel seguente grafico l'incidenza del costo del ritardo DC relativo ai diversi confluenti della rotatoria rispetto al totale generale:

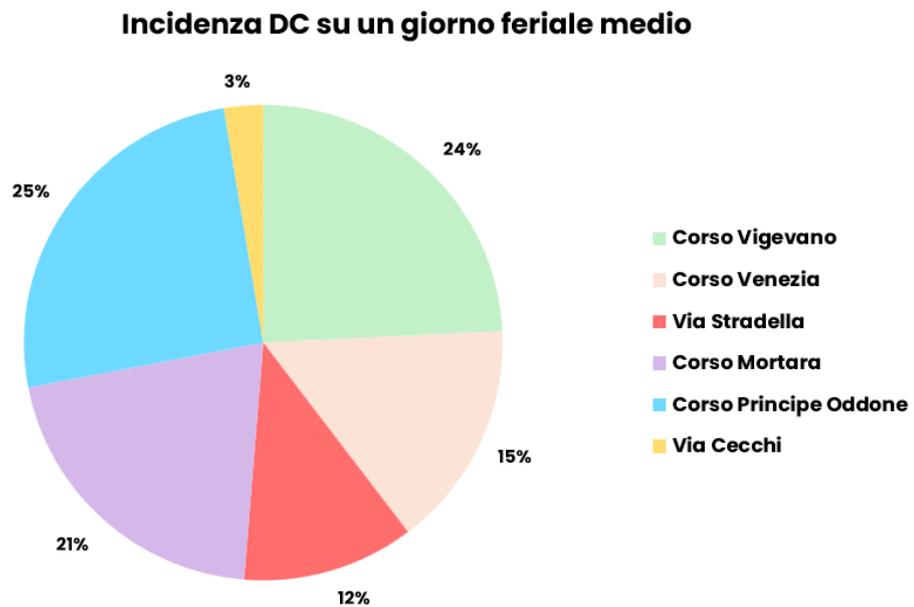


Figura 4-1: Incidenza del costo del ritardo per ogni confluente di Piazza Baldissera rispetto al totale in un giorno feriale medio [elaborazione propria]

Analizzando i dati presenti all'interno di questo grafico è possibile notare che al fine di ridurre l'impatto economico complessivo relativo ai ritardi è necessario concentrare l'attenzione sui rami viari

caratterizzati da una maggiore capacità e da elevati flussi di traffico, in particolare su corso Principe Oddone, corso Vigevano e corso Mortara. Questi ultimi risultano infatti essere i principali contributori al costo complessivo associato alla congestione stradale, generando insieme circa il 70% della spesa totale correlata ai ritardi in ingresso a Piazza Baldissera.

Si sottolinea inoltre l'esistenza di una relazione non sempre lineare tra i costi dovuti ai ritardi e i tempi di attesa rilevati: l'incidenza economica, infatti, non dipende unicamente dalla domanda e dalla capacità dell'infrastruttura, ma è influenzata anche da altri fattori come la geometria dell'intersezione e i conflitti tra i flussi. Corso Principe Oddone, pur presentando la più alta incidenza in termini di discrepanza domanda-capacità, non registra il tempo medio di coda più elevato. Ciò potrebbe essere indice di una gestione più efficiente dei flussi veicolari. Al contrario, in corso Mortara, si riscontrano evidenti criticità nello smaltimento del traffico legato ad una minore capacità dell'asse viario, pur senza un corrispondente aumento dei costi legati ai ritardi. Per quanto riguarda gli altri confluenti, si osserva una sostanziale coerenza tra l'incidenza del ritardo e quella della domanda/capacità.

**Incidenza tempo di coda dt su un giorno feriale medio**

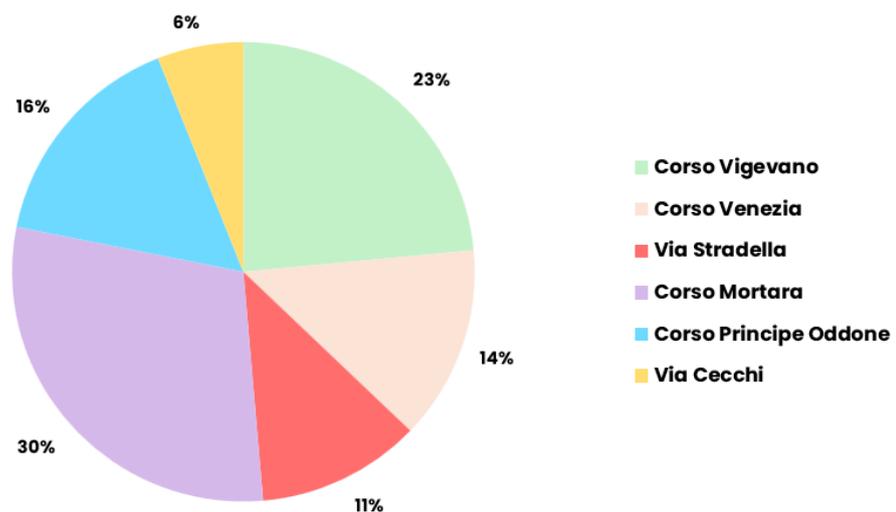


Figura 4-2: Incidenza del tempo di coda dt per i diversi affluenti viari di Piazza Baldissera in un giorno feriale medio [elaborazione propria]

Viene successivamente calcolato il dato annuo relativo al costo della congestione stradale, considerando i 254 giorni feriali dell'anno 2024:

	<b>CCS [€ 2024/anno]</b>
	Piazza Baldissera
Anno 2024	<b>9 601 068</b>

Tabella 4-9: Costi di congestione annui dell'anno 2024 [*elaborazione propria*]

## **4.2. Costi dell'inquinamento atmosferico**

I costi dell'inquinamento atmosferico (CIA) sono rappresentati dalle spese e dalle conseguenze economiche legate al peggioramento della qualità dell'aria a causa delle emissioni inquinanti prodotte dai veicoli su strada. Questi costi sono derivanti dagli effetti negativi dell'inquinamento che possono essere diretti, come il deterioramento della qualità dell'aria, o indiretti, come gli impatti sulla salute umana, i danni agli edifici o ai materiali.

Per quanto riguarda questo capitolo, non si terrà conto delle emissioni dei gas serra, cioè delle sostanze che contribuiscono al riscaldamento globale dato che, anche a livello europeo, l'analisi di questi gas viene effettuata in relazione ai costi economici legati cambiamenti climatici.

I costi dell'inquinamento atmosferico vengono calcolati stimando gli impatti economici legati alle emissioni degli inquinanti nell'aria, principalmente derivanti dal traffico veicolare. Questo calcolo si basa su vari fattori, tra cui la quantità di inquinanti emessi. Di conseguenza, per il presente studio, si terrà conto della classe ambientale Euro delle autovetture e della loro cilindrata.

### **► Quantificazione e monetizzazione**

All'interno del presente studio vengono calcolati i costi di inquinamento atmosferico dovuti solamente alle autovetture, per questo motivo i veicoli presi in considerazione durante la fase di rilevamento sono appartenenti solamente a questa categoria. L'identificazione del numero delle autovetture circolanti in piazza Baldissera suddivise per classe ambientale e cilindrata viene effettuata andando a considerare i dati relativi al parco circolante veicolare delle autovetture della provincia di Torino forniti dall'ACI – Open Parco Veicoli.

Di seguito vengono riportati i dati appena descritti con le relative percentuali che successivamente si applicano al numero totale di autovetture rilevate in piazza Baldissera.

ALIMENTAZIONE	FASCIA CC	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	ND	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	63247	9402	38259	58028	137913	73612	219865	499	600825
	1401 - 2000	18926	6546	13841	8564	19272	8275	28791	80	104295
	Oltre 2000	3455	784	1322	1209	2539	709	2670	11	12699
	Non definito	13	/	/	/	/	/	/	1	14
<b>Totale</b>		<b>85641</b>	<b>16732</b>	<b>53422</b>	<b>67801</b>	<b>159724</b>	<b>82596</b>	<b>251326</b>	<b>591</b>	<b>717833</b>
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	2260	372	1814	2373	40085	29482	79722	2	156110
	1401 - 2000	2963	1008	2581	1738	7116	5354	21167	2	41929
	Oltre 2000	257	113	257	208	592	58	15	/	1500
	Non definito	19	2	/	1	6	/	/	/	28
<b>Totale</b>		<b>5499</b>	<b>1495</b>	<b>4652</b>	<b>4320</b>	<b>47799</b>	<b>34894</b>	<b>100904</b>	<b>4</b>	<b>199567</b>
BENZINA E METANO	Fino a 1400	83	18	49	142	8631	3786	3577	/	16286
	1401 - 2000	73	20	68	257	1557	8	14	1	1998
	Oltre 2000	9	4	4	1	40	5	/	/	63
<b>Totale</b>		<b>165</b>	<b>42</b>	<b>121</b>	<b>400</b>	<b>10228</b>	<b>3799</b>	<b>3591</b>	<b>1</b>	<b>18347</b>
ELETTRICITA'	Non contemplato	/	/	/	/	/	/	/	8332	8332
<b>Totale</b>		<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>8332</b>	<b>8332</b>
GASOLIO	Fino a 1400	1708	105	35	4345	31940	23159	19007	/	80299
	1401 - 2000	6385	1900	8407	29077	52261	73047	144911	1	315989
	Oltre 2000	4531	1306	4840	8397	8934	7716	13541	2	49267
<b>Totale</b>		<b>12624</b>	<b>3311</b>	<b>13282</b>	<b>41819</b>	<b>93135</b>	<b>103922</b>	<b>177459</b>	<b>3</b>	<b>445555</b>
IBRIDO BENZINA	Fino a 1400	/	/	/	/	26	160	78529	/	78715
	1401 - 2000	/	/	/	/	121	1208	35809	/	37138
	Oltre 2000	/	/	/	/	55	36	3595	/	3686
<b>Totale</b>		<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>202</b>	<b>1404</b>	<b>117933</b>	<b>/</b>	<b>119539</b>
IBRIDO GASOLIO	Fino a 1400	/	/	/	/	/	/	1	/	1
	1401 - 2000	/	/	/	/	/	50	4307	/	4357
	Oltre 2000	/	/	/	/	/	12	1202	/	1214
<b>Totale</b>		<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>62</b>	<b>5510</b>	<b>/</b>	<b>5572</b>
METANO	Fino a 1400	4	/	1	/	9	302	1107	/	1423
	1401 - 2000	3	2	4	10	198	85	409	/	711
	Oltre 2000	1	/	/	/	2	/	3	/	6
<b>Totale</b>		<b>8</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>209</b>	<b>387</b>	<b>1519</b>	<b>/</b>	<b>2140</b>
<b>ALTRE/ND</b>		<b>50</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>2</b>	<b>/</b>	<b>2</b>	<b>/</b>	<b>13</b>	<b>67</b>
<b>TOTALE</b>		<b>103987</b>	<b>21582</b>	<b>71482</b>	<b>114352</b>	<b>311297</b>	<b>227066</b>	<b>658242</b>	<b>8943</b>	<b>1516951</b>

Tabella 4-10: Parco veicolare circolante delle autovetture in provincia di Torino distinte per classe Euro e fascia di cilindrata [da ACI - Open Parco Veicoli]

ALIMENTAZIONE	FASCIA CC	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	ND	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	4,2%	0,6%	2,5%	3,8%	9,1%	4,9%	14,5%	0,0%	39,6%
	1401 - 2000	1,2%	0,4%	0,9%	0,6%	1,3%	0,5%	1,9%	0,0%	6,9%
	Oltre 2000	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,8%
	Non definito	0,0%	/	/	/	/	/	/	0,0%	0,0%
<b>Totale</b>		<b>5,6%</b>	<b>1,1%</b>	<b>3,5%</b>	<b>4,5%</b>	<b>10,5%</b>	<b>5,4%</b>	<b>16,6%</b>	<b>0,0%</b>	<b>47,3%</b>
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	0,1%	0,0%	0,1%	0,2%	2,6%	1,9%	5,3%	0,0%	10,3%
	1401 - 2000	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,5%	0,4%	1,4%	0,0%	2,76%
	Oltre 2000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	/	0,10%
	Non definito	0,0%	0,0%	/	0,0%	0,0%	/	/	/	0,00%
<b>Totale</b>		<b>0,4%</b>	<b>0,1%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>3,2%</b>	<b>2,3%</b>	<b>6,7%</b>	<b>0,0%</b>	<b>13,2%</b>
BENZINA E METANO	Fino a 1400	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,2%	0,2%	/	1,1%
	1401 - 2000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
	Oltre 2000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	/	/	0,0%
<b>Totale</b>		<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,7%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,2%</b>	<b>0,0%</b>	<b>1,2%</b>
ELETTRICITA'	Non contemplato	/	/	/	/	/	/	/	0,5%	0,5%
	<b>Totale</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>0,5%</b>	<b>0,5%</b>
GASOLIO	Fino a 1400	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%	2,1%	1,5%	1,3%	/	5,3%
	1401 - 2000	0,4%	0,1%	0,6%	1,9%	3,4%	4,8%	9,6%	0,0%	20,8%
	Oltre 2000	0,3%	0,1%	0,3%	0,6%	0,6%	0,5%	0,9%	0,0%	3,2%
<b>Totale</b>		<b>0,8%</b>	<b>0,2%</b>	<b>0,9%</b>	<b>2,8%</b>	<b>6,1%</b>	<b>6,9%</b>	<b>11,7%</b>	<b>0,0%</b>	<b>29%</b>
IBRIDO BENZINA	Fino a 1400	/	/	/	/	0,0%	0,0%	5,2%	/	5,2%
	1401 - 2000	/	/	/	/	0,0%	0,1%	2,4%	/	2,4%
	Oltre 2000	/	/	/	/	0,0%	0,0%	0,2%	/	0,2%
<b>Totale</b>		<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,1%</b>	<b>7,8%</b>	<b>/</b>	<b>7,9%</b>
IBRIDO GASOLIO	Fino a 1400	/	/	/	/	/	/	0,0%	/	0,0%
	1401 - 2000	/	/	/	/	/	0,0%	0,3%	/	0,3%
	Oltre 2000	/	/	/	/	/	0,0%	0,1%	/	0,1%
<b>Totale</b>		<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,4%</b>	<b>/</b>	<b>0,37%</b>
METANO	Fino a 1400	0,0%	/	0,0%	/	0,0%	0,0%	0,1%	/	0,09%
	1401 - 2000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	/	0,05%
	Oltre 2000	0,0%	/	/	/	0,0%	/	0,0%	/	0,00%
<b>Totale</b>		<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,1%</b>	<b>/</b>	<b>0,14%</b>
<b>ALTRE/ND</b>		<b>0,0%</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>0,0%</b>	<b>/</b>	<b>0,0%</b>	<b>/</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,00%</b>
<b>TOTALE</b>		<b>6,9%</b>	<b>1,4%</b>	<b>4,7%</b>	<b>7,5%</b>	<b>20,5%</b>	<b>15,0%</b>	<b>43,4%</b>	<b>0,6%</b>	<b>100,0%</b>

Tabella 4-II: Percentuale di parco veicolare di autovetture in provincia di Torino distinte per classe Euro e fascia di cilindrata [da ACI - *Open Parco Veicoli*]

ALIMENTAZIONE	FASCIA CC	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	ND	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	3055	454	1848	2803	6663	3556	10622	24	29026
	1401 - 2000	914	316	669	414	931	400	1391	4	5039
	Oltre 2000	167	38	64	58	123	34	129	1	613
	Non definito	1	/	/	/	/	/	/	0	1
<b>Totale</b>		<b>4137</b>	<b>808</b>	<b>2581</b>	<b>3275</b>	<b>7716</b>	<b>3990</b>	<b>12142</b>	<b>29</b>	<b>34679</b>
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	109	18	88	115	1937	1424	3851	0	7542
	1401 - 2000	143	49	125	84	344	259	1023	0	2026
	Oltre 2000	12	5	12	10	29	3	1	/	72
	Non definito	1	0	/	0	0	/	/	/	1
<b>Totale</b>		<b>266</b>	<b>72</b>	<b>225</b>	<b>209</b>	<b>2309</b>	<b>1686</b>	<b>4875</b>	<b>0</b>	<b>9641</b>
BENZINA E METANO	Fino a 1400	4	1	2	7	417	183	173	/	787
	1401 - 2000	4	1	3	12	75	0	1	0	97
	Oltre 2000	0	0	0	0	2	0	/	/	3
<b>Totale</b>		<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>494</b>	<b>184</b>	<b>173</b>	<b>0</b>	<b>886</b>
ELETTRICITA'	Non contemplato	/	/	/	/	/	/	/	403	403
<b>Totale</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>403</b>	<b>403</b>
GASOLIO	Fino a 1400	83	5	2	210	1543	1119	918	/	3879
	1401 - 2000	308	92	406	1405	2525	3529	7001	0	15266
	Oltre 2000	219	63	234	406	432	373	654	0	2380
<b>Totale</b>		<b>610</b>	<b>160</b>	<b>642</b>	<b>2020</b>	<b>4499</b>	<b>5021</b>	<b>8573</b>	<b>0</b>	<b>21525</b>
IBRIDO BENZINA	Fino a 1400	/	/	/	/	1	8	3.794	/	3803
	1401 - 2000	/	/	/	/	6	58	1.730	/	1794
	Oltre 2000	/	/	/	/	3	2	174	/	178
<b>Totale</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>68</b>	<b>5.697</b>	<b>0</b>	<b>5775</b>
IBRIDO GASOLIO	Fino a 1400	/	/	/	/	/	/	0	/	0
	1401 - 2000	/	/	/	/	/	2	208	/	210
	Oltre 2000	/	/	/	/	/	1	58	/	59
<b>Totale</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>266</b>	<b>0</b>	<b>269</b>
METANO	Fino a 1400	0	/	0	/	0	15	53	/	69
	1401 - 2000	0	0	0	0	10	4	20	/	34
	Oltre 2000	0	/	/	/	0	/	0	/	0
<b>Totale</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>73</b>	<b>0</b>	<b>103</b>
ALTRE/ND		2	/	/	0	/	0	/	1	3
<b>TOTALE</b>		<b>5024</b>	<b>1043</b>	<b>3453</b>	<b>5524</b>	<b>15039</b>	<b>10970</b>	<b>31800</b>	<b>432</b>	<b>73285</b>

Tabella 4-12: Parco veicolare circolante delle autovetture in Piazza Baldissera distinte per classe Euro e fascia di cilindrata [elaborazione propria]

La Tabella seguente è una tabella riassuntiva della Tabella 4-11, utilizzata per effettuare i calcoli della valorizzazione. Sono stati esclusi i veicoli della categoria non definito.

Parco veicolare circolante in Piazza Baldissera								
Fascia cc	Classe Euro	Benzina	Benzina e gas liquido	Benzina e metano	Gasolio	Ibrido benzina	Ibrido Gasolio	Metano
Fino a 1400	Euro 0	3055	109	4	83	/	/	/
	Euro 1	454	18	1	5	/	/	/
	Euro 2	1848	88	2	2	/	/	/
	Euro 3	2803	115	7	210	/	/	/
	Euro 4	6663	1937	417	1543	1	/	/
	Euro 5	3556	1424	183	1119	8	/	15
	Euro 6	10622	3851	173	918	3794	/	53
Da 1401 a 2000	Euro 0	914	143	4	308	/	/	/
	Euro 1	316	49	1	92	/	/	/
	Euro 2	669	125	3	406	/	/	/
	Euro 3	414	84	12	1405	/	/	/
	Euro 4	931	344	75	2525	6	/	10
	Euro 5	400	259	0	3529	58	2	4
	Euro 6	1391	1023	1	7001	1730	208	20
Oltre 2000	Euro 0	167	12	0	219	/	/	/
	Euro 1	38	5	0	63	/	/	/
	Euro 2	64	12	0	234	/	/	/
	Euro 3	58	10	0	406	/	/	/
	Euro 4	123	29	2	432	3	/	/
	Euro 5	34	3	0	373	2	1	/
	Euro 6	129	1	/	654	174	58	/
Totale		34650	9640	886	21525	5775	269	102

Tabella 4-13: Riassunto parco veicolare circolante delle autovetture in Piazza Baldissera [elaborazione propria]

Infine, si riportano i valori in euro su passeggeri al chilometro [€/pass\*km] dei costi delle emissioni inquinanti anch'essi distinti per classe Euro e cilindrata, ricavati dalle linee guida europee espresse all'interno dell'*Handbook on the external costs of transport*.

<b>Costi emissioni inquinanti [€/pass*km]</b>								
<b>Fascia cc</b>	<b>Classe Euro</b>	<b>Benzina</b>	<b>Benzina e gas liquido</b>	<b>Benzina e metano</b>	<b>Gasolio</b>	<b>Ibrido benzina</b>	<b>Ibrido Gasolio</b>	<b>Metano</b>
Fino a 1400	Euro 0	2,69	0,65	/	6,83	/	/	/
	Euro 1	0,55	0,65	/	2,56	/	/	/
	Euro 2	0,37	0,31	/	2,39	/	/	/
	Euro 3	0,19	0,19	/	1,90	/	/	/
	Euro 4	0,17	0,17	/	1,70	0,06	0,06	0,17
	Euro 5	0,13	0,15	/	1,04	0,06	0,06	0,14
	Euro 6	0,14	0,15	/	0,86	0,06	0,06	0,14
Da 1401 a 2000	Euro 0	3,04	0,65	/	7,05	/	/	/
	Euro 1	0,55	0,65	/	2,56	/	/	/
	Euro 2	0,37	0,31	/	2,39	/	/	/
	Euro 3	0,19	0,19	/	1,90	/	/	/
	Euro 4	0,17	0,17	/	1,70	0,06	0,06	0,17
	Euro 5	0,13	0,15	/	1,04	0,06	0,06	0,14
	Euro 6	0,14	0,15	/	0,86	0,06	0,06	0,14
Oltre 2000	Euro 0	3,77	0,65	/	7,27	/	/	/
	Euro 1	0,55	0,65	/	2,56	/	/	/
	Euro 2	0,37	0,31	/	2,40	/	/	/
	Euro 3	0,19	0,19	/	1,90	/	/	/
	Euro 4	0,17	0,17	/	1,70	0,06	0,06	0,17
	Euro 5	0,13	0,15	/	1,04	0,06	0,06	0,14
	Euro 6	0,14	0,15	/	0,86	0,06	0,06	0,14

Tabella 4-14: Valori dei costi delle emissioni di sostanze inquinanti delle autovetture distinte per classe Euro e cilindrata [da *Handbook on the external costs of transport*]

### ► Valorizzazione

Per calcolare i costi dovuti alle emissioni delle sostanze inquinanti (CIA) per tutte le categorie di autovetture che circolano in Piazza Baldissera è stata utilizzata la seguente espressione, all'interno della quale il pedice  $i$  indica tutte le categorie di veicoli distinte per classe Euro e cilindrata:

$$CIA_i[\text{€}] = (n^\circ \text{veicoli}_i) * (\text{costo emissione inquinanti}_i) * (n^\circ \text{passeggeri}) * (\text{km percorsi})$$

Il numero di passeggeri è stato assunto come un passeggero per veicolo e per i chilometri percorsi si è considerata una distanza di circa 300m come percorrenza rappresentativa, equivalente a circa la circonferenza della rotatoria, per poter effettuare un confronto con i dati acquisiti nel 2020 dall'Ing. Topatigh all'interno della sua tesi. Per rendere più realistico il risultato finale, si considera anche una distanza percorsa di circa 150m per poter considerare il fatto che generalmente le autovetture non percorrono tutta la rotatoria, ma solamente parte di essa, uscendo quindi da un confluente diverso rispetto a quello di immissione.

Di seguito i CIA giornalieri delle autovetture distinti per classe Euro e per cilindrata.

Costi inquinamento atmosferico CIA [€] – 300m								
Fascia cc	Classe Euro	Benzina	Benzina e gas liquido	Benzina e metano	Gasolio	Ibrido benzina	Ibrido Gasolio	Metano
Fino a 1400	Euro 0	2465,78	21,29	/	169,07	/	/	/
	Euro 1	74,95	3,50	/	3,90	/	/	/
	Euro 2	205,16	8,15	/	1,21	/	/	/
	Euro 3	159,79	6,53	/	119,65	/	/	/
	Euro 4	339,79	98,76	/	786,95	0,02	/	/
	Euro 5	138,69	64,09	/	349,07	0,14	/	0,61
	Euro 6	446,11	173,31	/	236,90	68,29	/	2,25
Da 1401 a 2000	Euro 0	833,86	27,91	/	652,40	/	/	/
	Euro 1	52,18	9,50	/	70,49	/	/	/
	Euro 2	74,22	11,60	/	291,21	/	/	/
	Euro 3	23,58	4,79	/	800,69	/	/	/
	Euro 4	47,48	17,53	/	1287,62	0,11	/	0,49
	Euro 5	15,59	11,64	/	1101,03	1,05	0,04	0,17
	Euro 6	58,42	46,02	/	1806,18	31,14	3,75	0,83
Oltre 2000	Euro 0	188,78	2,42	/	477,41	/	/	/
	Euro 1	6,25	1,06	/	48,46	/	/	/
	Euro 2	7,09	1,15	/	168,35	/	/	/
	Euro 3	3,33	0,57	/	231,23	/	/	/
	Euro 4	6,26	1,46	/	220,12	0,05	/	/
	Euro 5	1,34	0,13	/	116,30	0,03	0,01	/
	Euro 6	5,42	0,03	/	168,78	3,13	1,05	/
Totale		5154,07	511,46	0,00	9107,01	103,95	4,84	4,35
Totale giornaliero		<b>14 886</b>						

Tabella 4-15: Costi dell'inquinamento atmosferico giornaliero distinto per classe Euro e cilindrata delle autovetture, con distanza percorsa di 300m [elaborazione propria]

Costi inquinamento atmosferico CIA [€] - 150m								
Fascia cc	Classe Euro	Benzina	Benzina e gas liquido	Benzina e metano	Gasolio	Ibrido benzina	Ibrido Gasolio	Metano
Fino a 1400	Euro 0	1232,89	10,65	/	84,54	/	/	/
	Euro 1	37,47	1,75	/	1,95	/	/	/
	Euro 2	102,58	4,08	/	0,61	/	/	/
	Euro 3	79,90	3,27	/	59,82	/	/	/
	Euro 4	169,90	49,38	/	393,47	0,01	/	/
	Euro 5	69,35	32,05	/	174,54	0,07	/	0,31
	Euro 6	223,06	86,66	/	118,45	34,14	/	1,12
Da 1401 a 2000	Euro 0	416,93	13,96	/	326,20	/	/	/
	Euro 1	26,09	4,75	/	35,25	/	/	/
	Euro 2	37,11	5,80	/	145,60	/	/	/
	Euro 3	11,79	2,39	/	400,35	/	/	/
	Euro 4	23,74	8,77	/	643,81	0,05	/	0,24
	Euro 5	7,80	5,82	/	550,51	0,53	0,02	0,09
	Euro 6	29,21	23,01	/	903,09	15,57	1,87	0,41
Oltre 2000	Euro 0	94,39	1,21	/	238,70	/	/	/
	Euro 1	3,12	0,53	/	24,23	/	/	/
	Euro 2	3,54	0,58	/	84,18	/	/	/
	Euro 3	1,66	0,29	/	115,61	/	/	/
	Euro 4	3,13	0,73	/	110,06	0,02	/	/
	Euro 5	0,67	0,06	/	58,15	0,02	0,01	/
	Euro 6	2,71	0,02	/	84,39	1,56	0,52	/
Totale		2577,04	255,73	0,00	4553,51	51,97	2,42	2,17
Totale giornaliero		<b>7 443</b>						

Tabella 4-16: Costi dell'inquinamento atmosferico giornaliero distinto per classe Euro e cilindrata delle autovetture, con distanza percorsa di 150m [elaborazione propria]

### ► Osservazioni

Considerando il parco veicolare circolante in Provincia di Torino rappresentato dalla Figura 2-2, si nota che la maggioranza delle autovetture sono alimentate a benzina (il 47% del totale) e le autovetture a gasolio compongono il 30% del totale.

Analizzando parallelamente l'incidenza dei costi dovuti all'inquinamento atmosferico, si osserva che il contributo principale è dato dalle autovetture alimentate a gasolio, con circa il 61% sul totale. Al contrario, i costi delle categorie alimentate a metano e le ibride sono trascurabili in quanto molto bassi.

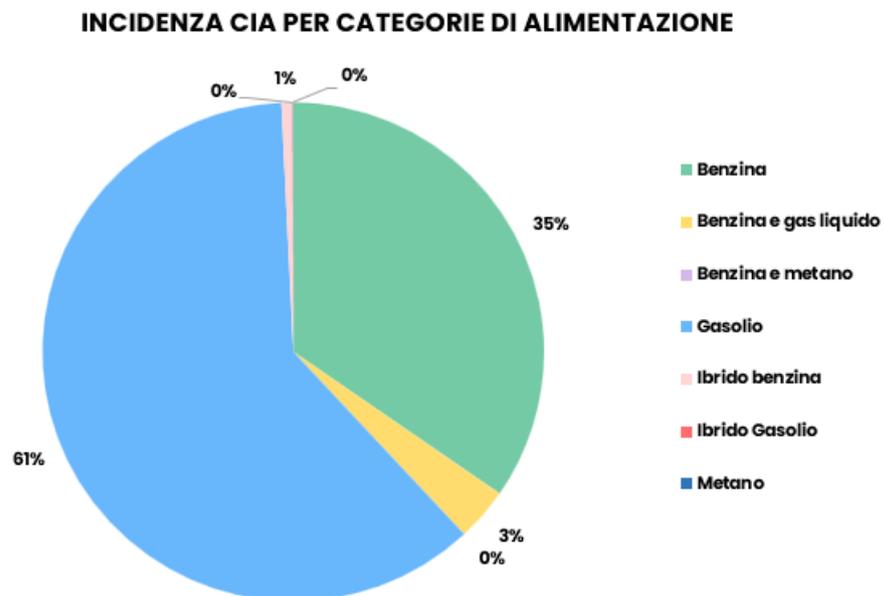


Figura 4-3: Incidenza CIA per categoria di alimentazione delle autovetture  
[elaborazione propria]

Questa tendenza è intuitiva se si considera che il costo medio per le emissioni inquinanti è maggiore per la categoria del gasolio in quanto è la più inquinante.

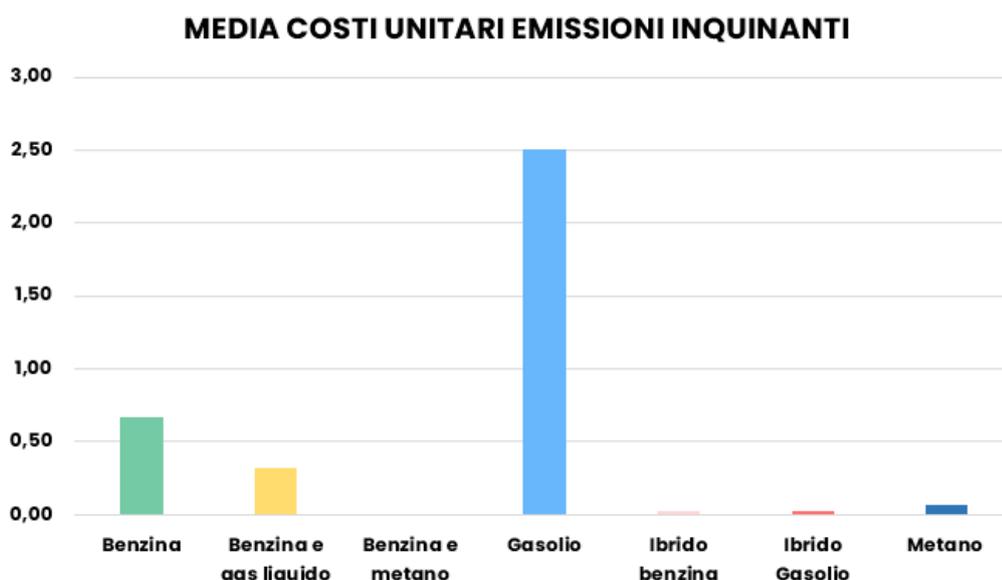


Figura 4-4: Media dei costi unitari per emissioni inquinanti [elaborazione propria]

Infine, è stato calcolato il costo dell'inquinamento atmosferico annuale, considerando 254 giorni lavorativi nel 2024:

<b>CIA [€ 2016/anno]</b>		
	Piazza Baldissera	
Anno 2016	300 m	<b>3 780 964</b>
	150 m	<b>1 890 482</b>

Tabella 4-17: Costi di inquinamento atmosferico annui dell'anno 2016 [elaborazione propria]

I valori dei costi delle emissioni inquinanti reperiti dalle linee guida europee sono riferiti all'anno 2016, quindi così come per i costi della congestione stradale, è necessario attualizzare i costi dell'inquinamento atmosferico all'anno 2024 tramite l'indice FOI relativo, ottenendo il seguente risultato.

<b>CIA [€ 2024/anno]</b>		
	Piazza Baldissera	
Anno 2024	300 m	<b>4 781 8 07</b>
	150 m	<b>2 285 988</b>

Tabella 4-18: Costi di inquinamento atmosferico annui dell'anno 2024 [elaborazione propria]

### **4.3. Costi dei cambiamenti climatici**

I costi relativi ai cambiamenti climatici (CCC) vengono definiti come i costi associati agli effetti del riscaldamento globale, i quali possono essere ad esempio l'innalzamento del livello del mare, la perdita di biodiversità, i problemi di gestione delle risorse idriche, gli eventi meteorologici sempre più frequenti e improvvisi. Questi impatti sono causati principalmente da diversi gas serra quali CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>, emessi in parte anche dai veicoli circolanti su strada, e contribuiscono in modo ingente al cambiamento climatico.

Per poter effettuare una stima dei CCC, viene utilizzato un parametro che comprende e va a rappresentare le emissioni totali dei gas serra per ogni veicolo. Vengono utilizzati i costi medi delle emissioni equivalenti di CO<sub>2</sub> dei veicoli distinti per classe ambientale Euro e cilindrata, considerando che in questi costi vengono compresi anche quelli riferiti alle emissioni di N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>, oltre a quelli dell'anidride carbonica.

#### **► Quantificazione e monetizzazione**

Seguendo lo stesso iter operativo utilizzato per i CIA, vengono calcolati i CCC considerando solamente la categoria di autovetture circolanti in Piazza Baldissera. Di conseguenza, viene utilizzata la Tabella 4-12 e i seguenti costi unitari riguardanti i cambiamenti climatici estratti dalle linee guida europee ed espressi in euro su passeggero al chilometro [€/pass\*km].

Costi emissioni CO <sub>2</sub> equivalenti [€/pass*km]								
Fascia cc	Classe Euro	Benzina	Benzina e gas liquido	Benzina e metano	Gasolio	Ibrido benzina	Ibrido Gasolio	Metano
Fino a 1400	Euro 0	1,53	1,03	/	1,10	/	/	/
	Euro 1	1,06	1,03	/	1,10	/	/	/
	Euro 2	1,05	1,03	/	1,17	/	/	/
	Euro 3	1,05	1,03	/	1,11	/	/	/
	Euro 4	1,09	1,03	/	1,11	0,44	0,44	0,89
	Euro 5	1,09	0,98	/	1,11	0,44	0,44	0,85
	Euro 6	1,09	0,93	/	1,11	0,44	0,44	0,81
Da 1401 a 2000	Euro 0	1,80	1,03	/	1,29	/	/	/
	Euro 1	1,29	1,03	/	1,29	/	/	/
	Euro 2	1,25	1,03	/	1,33	/	/	/
	Euro 3	1,26	1,03	/	1,31	/	/	/
	Euro 4	1,29	1,03	/	1,31	0,44	0,44	0,89
	Euro 5	1,29	0,98	/	1,31	0,44	0,44	0,85
	Euro 6	1,29	0,93	/	1,31	0,44	0,44	0,81
Oltre 2000	Euro 0	2,21	1,03	/	1,49	/	/	/
	Euro 1	1,66	1,03	/	1,49	/	/	/
	Euro 2	1,70	1,03	/	1,49	/	/	/
	Euro 3	1,54	1,03	/	1,50	/	/	/
	Euro 4	1,89	1,03	/	1,50	0,44	0,44	0,89
	Euro 5	1,89	0,98	/	1,50	0,44	0,44	0,85
	Euro 6	1,89	0,93	/	1,50	0,44	0,44	0,81

Tabella 4-19: Valori dei costi delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalenti delle autovetture distinte per classe Euro e cilindrata [da *Handbook on the external costs of transport*]

### ► Valorizzazione

Per calcolare i costi dovuti al cambiamento climatico (CCC) per tutte le categorie di autovetture che circolano in Piazza Baldissera è stata utilizzata la seguente espressione, all'interno della quale il pedice  $i$  indica tutte le categorie di veicoli distinte per classe Euro e cilindrata:

$$CIC_i[\text{€}] = (n^\circ \text{veicoli}_i) * (\text{costo emissione CO}_2 \text{ equivalente}_i) * (n^\circ \text{passeggeri}) * (\text{km percorsi})$$

Il numero di passeggeri è stato assunto come un passeggero per veicolo e per i chilometri percorsi si è considerata una distanza di circa 300m come percorrenza rappresentativa, equivalente a circa la circonferenza della rotatoria. Per lo stesso motivo esplicitato nel capitolo precedente, si calcolano i CCC considerando come distanza percorsa anche circa 150m.

Di seguito i CCC giornalieri delle autovetture distinti per classe Euro e per cilindrata.

Costi cambiamenti climatici CCC [€] - 300 m								
Fascia cc	Classe Euro	Benzina	Benzina e gas liquido	Benzina e metano	Gasolio	Ibrido benzina	Ibrido Gasolio	Metano
Fino a 1400	Euro 0	1402,47	33,74	/	27,23	/	/	/
	Euro 1	144,44	5,55	/	1,67	/	/	/
	Euro 2	582,22	27,08	/	0,59	/	/	/
	Euro 3	883,06	35,42	/	69,90	/	/	/
	Euro 4	2178,68	598,39	/	513,83	0,17	/	/
	Euro 5	1162,89	418,74	/	372,57	1,02	/	3,72
	Euro 6	3473,32	1074,54	/	305,77	500,78	/	13,00
Da 1401 a 2000	Euro 0	493,73	44,23	/	119,37	/	/	/
	Euro 1	122,38	15,05	/	35,52	/	/	/
	Euro 2	250,75	38,53	/	162,05	/	/	/
	Euro 3	156,39	25,94	/	552,06	/	/	/
	Euro 4	360,31	106,23	/	992,23	0,77	/	2,55
	Euro 5	154,71	76,04	/	1386,87	7,70	0,32	1,05
	Euro 6	538,28	285,30	/	2751,28	228,35	27,47	4,80
Oltre 2000	Euro 0	110,66	3,84	/	97,85	/	/	/
	Euro 1	18,86	1,69	/	28,20	/	/	/
	Euro 2	32,57	3,84	/	104,52	/	/	/
	Euro 3	26,98	3,11	/	182,55	/	/	/
	Euro 4	69,55	8,84	/	194,22	0,35	/	/
	Euro 5	19,42	0,82	/	167,74	0,23	0,08	/
	Euro 6	73,14	0,20	/	294,38	22,93	7,67	/
Totale		12254,81	2807,11	0,00	8360,40	762,30	35,53	25,12
Totale giornaliero		<b>24 245</b>						

Tabella 4-20: Costi del cambiamento climatico giornaliero distinto per classe Euro e cilindrata delle autovetture, con distanza percorsa di 300m [elaborazione propria]

Costi cambiamenti climatici CCC [€] - 150 m								
Fascia cc	Classe Euro	Benzina	Benzina e gas liquido	Benzina e metano	Gasolio	Ibrido benzina	Ibrido Gasolio	Metano
Fino a 1400	Euro 0	701,23	16,87	/	13,61	/	/	/
	Euro 1	72,22	2,78	/	0,84	/	/	/
	Euro 2	291,11	13,54	/	0,30	/	/	/
	Euro 3	441,53	17,71	/	34,95	/	/	/
	Euro 4	1089,34	299,19	/	256,92	0,08	/	/
	Euro 5	581,44	209,37	/	186,28	0,51	/	1,86
	Euro 6	1736,66	537,27	/	152,89	250,39	/	6,50
Da 1401 a 2000	Euro 0	246,87	22,12	/	59,69	/	/	/
	Euro 1	61,19	7,52	/	17,76	/	/	/
	Euro 2	125,37	19,26	/	81,03	/	/	/
	Euro 3	78,20	12,97	/	276,03	/	/	/
	Euro 4	180,16	53,11	/	496,11	0,39	/	1,28
	Euro 5	77,36	38,02	/	693,43	3,85	0,16	0,52
	Euro 6	269,14	142,65	/	1375,64	114,18	13,73	2,40
Oltre 2000	Euro 0	55,33	1,92	/	48,92	/	/	/
	Euro 1	9,43	0,84	/	14,10	/	/	/
	Euro 2	16,29	1,92	/	52,26	/	/	/
	Euro 3	13,49	1,55	/	91,27	/	/	/
	Euro 4	34,77	4,42	/	97,11	0,18	/	/
	Euro 5	9,71	0,41	/	83,87	0,11	0,04	/
	Euro 6	36,57	0,10	/	147,19	11,46	3,83	/
Totale		6127,41	1403,56	0,00	4180,20	381,15	17,76	12,56
Totale giornaliero		<b>12 123</b>						

Tabella 4-21: Costi del cambiamento climatico giornaliero distinto per classe Euro e cilindrata delle autovetture, con distanza percorsa di 150m [elaborazione propria]

### ► Osservazioni

Analizzando l'incidenza dei costi dovuti al cambiamento climatico, si osserva che il contributo principale è dato dalle autovetture alimentate a benzina, con circa il 51% sul totale. Al contrario, i costi delle categorie alimentate a metano e le ibride sono trascurabili in quanto molto bassi. La tendenza evidenziata all'interno di questo grafico conferma quella che caratterizza la numerosità di autovetture suddivisa per categoria di alimentazione della Figura 2-2.

**INCIDENZA CCC PER CATEGORIE DI ALIMENTAZIONE**

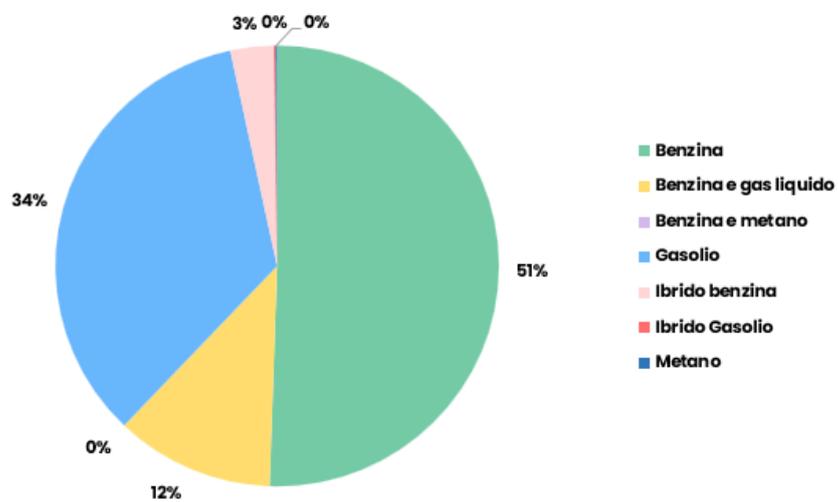


Figura 4-5: Incidenza CCC per categoria di alimentazione [elaborazione propria]

Di seguito, si può osservare che in questo caso la media dei costi unitari per emissione è molto più uniforme e non c'è una categoria che prevale sulle altre come nel caso dei costi unitari per emissioni di inquinanti.

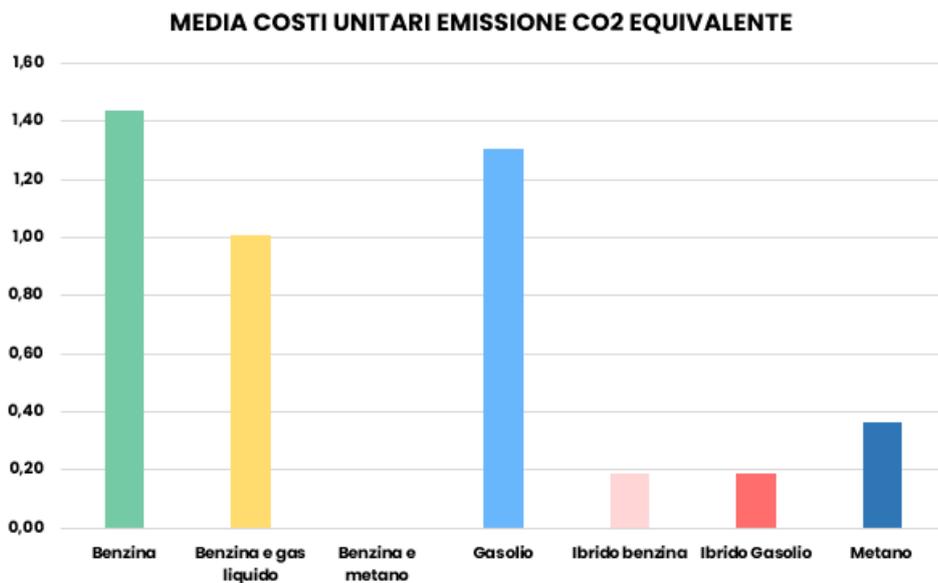


Figura 4-6: Media dei costi unitari per emissione CO<sub>2</sub> equivalente [elaborazione propria]

Questi dati sono confermati dai valori di emissione di CO<sub>2</sub> disponibili sul sito dell'ISPRA all'interno della banca dati dei fattori di emissioni medi del trasporto stradale. Analizzandoli, si può osservare che le emissioni di CO<sub>2</sub> delle autovetture alimentate a benzina sono superiori in quasi tutti i casi rispetto a quelle alimentate a gasolio.

Fattori di emissione CO <sub>2</sub> [g/km]								
Fascia cc	Classe Euro	Benzina	Benzina e gas liquido	Benzina e metano	Gasolio	Ibrido benzina	Ibrido Gasolio	Metano
Fino a 1400	Euro 0	184,39	168,64	/	174,94	/	/	/
	Euro 1	158,61	164,56	/	159,43	/	/	/
	Euro 2	160,51	168,96	/	168,96	/	/	/
	Euro 3	168,54	169,73	/	162,70	/	/	/
	Euro 4	151,66	175,98	/	180,50	132,94	132,94	126,90
	Euro 5	148,54	169,87	/	177,94	132,94	132,94	123,35
	Euro 6	151,34	130,29	/	191,91	132,91	132,91	117,65
Da 1401 a 2000	Euro 0	230,24	168,64	/	170,75	/	/	/
	Euro 1	199,01	164,56	/	157,87	/	/	/
	Euro 2	199,42	168,96	/	166,98	/	/	/
	Euro 3	205,02	169,73	/	161,04	/	/	/
	Euro 4	202,42	175,98	/	159,62	136,99	136,99	161,78
	Euro 5	195,19	169,87	/	155,17	136,99	136,99	123,35
	Euro 6	193,46	164,38	/	152,70	136,96	136,96	118,18
Oltre 2000	Euro 0	268,89	168,64	/	170,75	/	/	/
	Euro 1	251,31	164,56	/	214,61	/	/	/
	Euro 2	265,46	169,64	/	217,83	/	/	/
	Euro 3	238,69	171,04	/	220,64	/	/	/
	Euro 4	353,65	182,54	/	244,74	144,42	144,42	162,50
	Euro 5	343,16	182,54	/	230,02	144,42	144,42	123,35
	Euro 6	308,63	166,24	/	217,72	144,39	144,39	118,18

Tabella 4-22: Fattori di emissione di CO<sub>2</sub> autovetture per classe ambientale Euro e categoria di alimentazione [da *Banche dati dell'ISPRA*]

Infine, è stato calcolato il costo dei cambiamenti climatici, considerando 254 giorni lavorativi nel 2024:

<b>CCC [€ 2016/anno]</b>		
	Piazza Baldissera	
Anno 2016	300 m	<b>6 158 299</b>
	150 m	<b>3 079 149</b>

Tabella 4-23: Costi del cambiamento climatico annui dell'anno 2016 [*elaborazione propria*]

Di seguito l'attualizzazione dei costi dei cambiamenti climatici dall'anno 2016 all'anno 2024 tramite l'indice FOI.

<b>CCC [€ 2024/anno]</b>		
	Piazza Baldissera	
Anno 2016	300 m	<b>7 788 437</b>
	150 m	<b>3 723 336</b>

Tabella 4-24: Costi del cambiamento climatico annui dell'anno 2024 [*elaborazione propria*]

#### **4.4. Costi dell'incidentalità**

Sotto il profilo dei vantaggi collettivi evidenziabili tramite un'analisi costi benefici, vi è la riduzione del numero di incidenti stradali, espressa in particolare attraverso la previsione di un calo del numero di vittime della strada a seguito della diminuzione di veicoli privati circolanti. A questo fine, vanno definiti i costi dell'incidentalità che rispecchiano le spese che un certo incidente può provocare. Le cause preponderanti di queste esternalità, nel settore dei trasporti via strada, sono legate in particolare alle caratteristiche dei veicoli coinvolti, quindi alla loro velocità e di conseguenza alla densità del traffico, ma anche alle condizioni metereologiche e allo stato di manutenzione delle infrastrutture.

I principali elementi che determinano il costo degli incidenti includono i danni ai beni materiali, le spese amministrative, i costi sanitari, le perdite dovute all'interruzione della produzione e la valutazione economica del rischio. Tutti questi possono essere classificati come costi materiali, stimabili in maniera alquanto semplice attraverso i prezzi di mercato. Esistono però anche i costi immateriale, dovuti ad esempio all'interruzione di una vita umana; quindi, al dolore e alla sofferenza arrecati alla collettività, che sono molto più complessi da stimare in quanto è necessario determinare un valore economico della vita umana.

È importante considerare che una parte di questi costi viene internalizzata attraverso i premi assicurativi oppure tenendo conto dei rischi previsti; infatti, il manuale *Handbook on the external costs of transport* definisce come costi dell'incidentalità solamente quei costi sociali che non sono coperti da premi assicurativi basati sul rischio. All'interno di questo testo vengono determinate le principali componenti di questi costi:

##### **Costi umani**

I costi umani rappresentano una stima monetaria del dolore e della sofferenza causati dagli incidenti stradali. In caso di lesioni, includono il dolore e la sofferenza della vittima; invece, in caso di decesso, rappresentano la sua perdita di utilità. I costi umani causati da un utente su altri vengono considerati costi esterni; al contrario, quelli che

ricadono su loro stessi vengono considerati interni perché si ipotizza che essi siano consapevoli del fatto che la loro immissione nel traffico può comportare il rischio di un incidente; quindi, si presume che questo rischio venga già internalizzato.

### **Costi medici**

I costi medici sono le spese relative al trattamento sanitario e coprono il periodo che va dal momento dell'incidente fino alla completa guarigione o fino al decesso.

### **Costi amministrativi**

I costi amministrativi includono le spese dovute all'intervento della polizia, dei vigili del fuoco e di altri servizi di emergenza (esclusi quelli legati ai medici), ma anche le spese legate all'amministrazione della giustizia, come quelle dei procedimenti giudiziari e delle assicurazioni.

### **Costi delle perdite di produzione**

I costi delle perdite di produzione sono dovuti alla riduzione del tempo lavorativo e alla sostituzione del capitale umano nei casi in cui le vittime dell'incidente non possano tornare, per un periodo o per sempre, al lavoro. Viene tenuto in considerazione anche il mancato svolgimento di attività non remunerate come il lavoro domestico o il volontariato.

### **Costi dei danni materiali**

I costi dovuti ai danni materiali comprendono il valore monetario dei danni a veicoli, infrastrutture, merci e beni personali causati dagli incidenti.

Di seguito, viene riportata una tabella all'interno della quale vengono mostrati questi costi appena descritti all'interno dei diversi paesi dell'Unione Europea.

	Human costs			Production loss			Medical costs			Administrative costs		
	Fatality	Serious injury	Slight injury	Fatality	Serious injury	Slight injury	Fatality	Serious injury	Slight injury	Fatality	Serious injury	Slight injury
EU countries												
EU28	2,907,921	464,844	35,757	361,358	24,055	1,472	2,722	8,380	721	1,909	1,312	564
AT	3,202,976	532,685	40,976	393,002	26,161	1,600	2,960	9,114	784	2,076	1,427	614
BE	3,183,342	513,206	39,477	394,570	26,266	1,607	2,972	9,151	788	2,084	1,433	616
BG	1,553,981	226,042	17,388	172,290	11,469	702	1,298	3,996	344	910	626	269
HR	2,308,933	334,147	25,704	230,091	15,317	937	1,733	5,336	459	1,215	836	359
CY	1,504,105	285,078	21,929	319,468	21,266	1,301	2,406	7,409	638	1,687	1,160	499
CZ	2,789,348	406,295	31,253	236,108	15,717	962	1,778	5,476	471	1,247	858	369
DK	3,497,489	576,978	44,383	485,139	32,295	1,976	3,654	11,251	968	2,562	1,762	757
EE	2,653,497	391,365	30,105	264,696	17,620	1,078	1,994	6,139	528	1,398	961	413
FI	2,798,583	475,746	36,596	444,438	29,585	1,810	3,348	10,307	887	2,347	1,614	694
FR	2,721,569	449,900	34,608	395,712	26,342	1,612	2,981	9,177	790	2,090	1,437	618
DE	3,067,253	503,575	38,737	383,018	25,497	1,560	2,885	8,883	765	2,023	1,391	598
EL	2,026,599	328,432	25,264	296,552	19,741	1,208	2,234	6,877	592	1,566	1,077	463
HU	2,545,519	363,132	27,933	213,101	14,186	868	1,605	4,942	425	1,126	774	333
IE	4,681,432	710,688	54,668	398,560	26,531	1,623	3,002	9,243	796	2,105	1,448	622
IT	2,888,866	468,373	36,029	354,695	23,611	1,444	2,672	8,226	708	1,873	1,288	554
LV	2,091,145	314,437	24,187	244,097	16,249	994	1,839	5,661	487	1,289	887	381
LT	2,472,609	368,941	28,380	221,664	14,756	903	1,670	5,141	442	1,171	805	346
LU	6,048,974	955,627	73,510	436,719	29,071	1,779	3,289	10,128	872	2,307	1,586	682
MT	1,726,048	292,090	22,468	294,266	19,589	1,198	2,216	6,824	587	1,554	1,069	459
NL	3,144,379	506,503	38,962	400,833	26,683	1,632	3,019	9,296	800	2,117	1,456	626
PL	2,209,087	322,671	24,821	201,159	13,391	819	1,515	4,665	402	1,062	731	314
PT	2,249,642	359,065	27,620	287,703	19,152	1,172	2,167	6,672	574	1,520	1,045	449
RO	2,257,137	322,445	24,803	183,549	12,219	747	1,383	4,257	366	969	667	287
SK	2,602,350	381,986	29,384	240,873	16,034	981	1,814	5,586	481	1,272	875	376
SI	2,127,862	337,228	25,941	293,677	19,549	1,196	2,212	6,811	586	1,551	1,067	459
ES	2,690,282	427,815	32,909	325,423	21,663	1,325	2,451	7,547	650	1,719	1,182	508
SE	2,819,502	476,827	36,679	470,659	31,331	1,917	3,545	10,915	939	2,486	1,709	735
UK	2,448,105	442,196	34,015	420,407	27,986	1,712	3,167	9,750	839	2,220	1,527	656

Tabella 4-25: Valori dei costi esterni dell'incidentalità nei diversi paesi dell'Unione Europea in base alla gravità dell'incidente [da *Handbook on the external costs of transport*]

Il procedimento utilizzato per il calcolo dei costi legati agli incidenti stradali è basato sull'identificazione nel numero di incidenti, suddivisi in base alla loro gravità, e sulla stima dei costi esterni associati. In letteratura esistono diverse metodologie per effettuare questa stima. Quella riportata all'interno dell'*Handbook on the external costs of transport*, implica che i principali valori di input utilizzati siano il numero di vittime per categoria di veicolo e i costi per categoria. La stima effettiva del costo esterno degli incidenti viene effettuato andando a moltiplicare il numero di vittime per il costo per vittima (costituito dalle quattro categorie di costi esterni indicati nella Tabella 4-20) dal quale vengono detratti i trasferimenti provenienti dai sistemi assicurativi per responsabilità civile e varie indennità. È possibile effettuare questi calcoli andando a reperire le statistiche sugli incidenti legate al trasporto su strada provenienti dal *Community Road Accident Database (CARE)* dell'Unione Europea che fornisce

informazioni su decessi, feriti gravi e feriti lievi, in base al veicolo utilizzato dalle vittime e ad altri veicoli coinvolti nell'incidente, a livello nazionale.

All'interno di questo elaborato non verranno definiti i costi legati all'incidentalità poiché sarebbe necessario disporre di dati sugli incidenti, ma nel caso di analisi localizzate e puntuali come quella relativa a Piazza Baldissera, risultano di difficile reperibilità. Sarebbe possibile impiegare dati più generici a livello regionale o provinciale, come ad esempio le statistiche legate agli incidenti del PUMS o dell'ISTAT, ma ciò comporterebbe risultato poco affidabili e scarsamente rappresentabili.

#### **4.5. Costi dell'inquinamento acustico**

Per stimare i costi associati all'inquinamento acustico, è fondamentale stabilire una soglia di rumore, inteso come suono percepito involontariamente e con caratteristiche di intensità e durata variabili, che può avere ripercussioni sulla salute fisica e psicologica.

Le mappe di rumore elaborate dall'EEA adottano come riferimento il valore di 55 dB; tuttavia, i report suggeriscono che un livello di 50 dB sia più adeguato poiché permette di ridurre il rischio di sottostimare i danni dell'inquinamento acustico. Questi danni possono essere categorizzati in danni alla salute, quindi problemi fisici che possono nascere in seguito ad una lunga esposizione a forti rumori (es. ipertensione, infarti, altre malattie cardiache), e danni per disturbo, i quali rappresentano tutti quegli effetti residuali non causati direttamente dalle malattie (es. perdita di produzione).

Per calcolare il valore totale dei costi dell'inquinamento acustico è innanzitutto necessario conoscere il numero di persone esposte ad un determinato livello di rumore proveniente da una specifica modalità di trasporto. Questo valore si moltiplica per i costi del rumore per persona esposta che riflette la perdita di benessere che si verifica con un decibel aggiuntivo di rumore. Di seguito, si riporta una tabella con i valori annui a persona del costo del rumore del traffico in base al livello acustico continuo equivalente e alle diverse tipologie di infrastrutture di trasporto.

Lden (db(A))	Road transport			Rail transport			Aviation		
	Annoyance	Health	Total	Annoyance	Health	Total	Annoyance	Health	Total
50-54	14	3	17	14	3	17	34	5	39
55-59	28	3	31	28	4	32	68	6	74
60-64	28	6	34	28	6	34	68	9	77
65-69	54	9	63	54	9	63	129	12	141
70-74	54	13	67	54	13	67	129	16	145
≥ 75	54	18	72	54	18	72	129	21	150

Tabella 4-26: Costi del rumore da traffico [da *Handbook on the external costs of transport*]

La definizione del livello di rumore diurno o notturno caratterizzante una certa zona o tratto stradale è facilmente individuabile tramite i database di Arpa Piemonte. Risulta essere di più difficile reperibilità il numero di persone esposte ai diversi livelli di rumore. Questo dato si può consultare, per certe zone, all'interno delle *Noise Maps* dell'EEA dove vengono evidenziate le zone più colpite dall'inquinamento acustico, ma il dato viene espresso a livello provinciale, di conseguenza non risulta essere utile per una più approfondita analisi legata al caso specifico di Piazza Baldissera. Per questo motivo, all'interno di questo elaborato questo costo legato all'inquinamento acustico non verrà calcolato.

#### 4.6. Perdita di valore degli immobili

L'esternalità relativa alla perdita di valore degli immobili residenziali e commerciali viene spesso sottovalutata in fase progettuale, nonostante abbia un impatto economico significativo. Questo aspetto viene associata in generale ad una serie di fattori come l'aumento del traffico veicolare, quindi di conseguenza l'incremento del rumore e dell'inquinamento atmosferico, la ridotta accessibilità pedonale e ciclabile unita alla percezione di insicurezza dovuta alla complessità del nodo stradale, il peggioramento della qualità urbana e paesaggistica. Queste trasformazioni influenzano in maniera diretta i parametri che entrano nelle stime immobiliari, modificando di conseguenza il valore di mercato degli edifici interessati.

L'analisi costi benefici, a livello metodologico, può tenere conto di questa esternalità andando a stimare la variazione del valore di mercato degli immobili residenziali e commerciali prospicienti alla piazza in seguito alla realizzazione di importanti opere infrastrutturali.

Questo tipo di valutazione riguardante le dinamiche per le quali il valore di mercato cambia può essere di grande complessità in quanto richiede lo sviluppo di metodologie specifiche e affidabili per ottenere risultati aderenti alla realtà.

Uno dei metodi più utilizzati a livello empirico in questo ambito è il modello del prezzo edonico tramite cui è possibile misurare in quale modo le caratteristiche di un bene, quindi anche delle infrastrutture adiacenti, influenzano il valore dell'immobile. Per stimare il contributo di ciascuna caratteristica è necessario utilizzare l'analisi di regressione: si parte dall'ipotesi di realizzazione di un campione rappresentativo del mercato immobiliare all'interno di una certa area geografica, sulla quale poi viene applicata una regressione multivariata utilizzando immobili di cui siano noti sia i prezzi di mercato sia le caratteristiche specifiche.

In una prima fase, si crea una funzione tramite l'analisi di regressione che mette in relazione le diverse caratteristiche del bene con il suo prezzo, assegnando a ciascuna un valore monetario specifico. Successivamente, si determina il prezzo implicito (edonico) di ogni caratteristica, cioè il prezzo marginale. Questi prezzi rappresentano la disponibilità a pagare per una determinata qualità o attributo del bene.

## 5. Considerazioni finali

### 5.1. Il confronto con i dati acquisiti nel 2020

All'interno di questo capitolo si effettuerà un confronto con i dati analizzati tramite lo stesso iter operativo nel 2020 all'interno della tesi *"L'analisi costi benefici per la stima degli impatti delle infrastrutture. Il caso di piazza Generale Antonio Baldissera a Torino"* dell'ing. Matteo Topatigh.

#### Efficacia delle misure di limitazione del traffico

Nella seguente Tabella vengono riassunti i dati relativi alla limitazione del traffico e alla concentrazione di PM10 nel Comune di Torino nei periodi da dicembre 2018 a gennaio 2019 e poi da dicembre 2019 a gennaio 2020, analizzati dall'ing. Topatigh.

	dic-18		gen-19		dic-19		gen-20	
Giorni rilevati	27		31		30		29	
Media mensile concentrazione PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	76		80		49		81	
Giorni di sup. limite PM10 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24	89%	30	97%	15	50%	26	90%
Giorni limitazioni traffico liv. 1	11	41%	7	23%	3	10%	7	24%
Giorni limitazioni traffico liv.2	0	0%	7	23%	0	0%	13	45%
Giorni limitazioni traffico totali	11	41%	14	45%	3	10%	20	69%

Tabella 5-1: Dati riassuntivi delle limitazioni del traffico e delle concentrazioni di PM10 nei due periodi specificati [da Topatigh, M. (2020), *"L'analisi costi benefici per la stima degli impatti delle infrastrutture. Il caso di piazza Generale Antonio Baldissera a Torino"*, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile, Politecnico di Torino]

Dall'analisi comparativa della Tabella 2-10 e della Tabella 5-1, si può notare come la media mensile di concentrazione PM10 sia significativamente più alti nel periodo 2018-2020, con picchi di 81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , rispetto ai dati più attuali, che mostrano un abbassamento generalizzato dei livelli, con un valore massimo di 53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Allo stesso modo, il numero di giorni in cui viene superato il limite normativo di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nel gennaio 2019 corrisponde al 97% dei giorni di rilevamento, mentre nello stesso mese dell'anno 2025 questo valore scende 38%.

Di conseguenza, anche il totale dei giorni soggetti alle limitazioni del traffico si riduce drasticamente: mentre a gennaio del 2020 si registrava il 69% dei giorni rilevati soggetti a limitazione, a febbraio del 2025 il valore scende a solo il 25% dei giorni rilevati. Inoltre, è importante sottolineare che le limitazioni di livello 2 (rosso), associate a condizioni di emergenza ambientale, scompaiono completamente nel periodo più recente, sottoposto solo a limitazioni di livello 1 (arancione).

Si può dunque evidenziare una tendenza significativa nella riduzione della concentrazione di PM10 e nella conseguente diminuzione delle limitazioni al traffico veicolare tra i due periodi analizzati. Questo calo può essere interpretato generalmente come indicativo di una migliorata qualità dell'aria urbana, attribuibile ad un insieme di fattori, tra cui le politiche di contenimento del traffico e il rinnovamento del parco veicolare.

D'altro canto, è da tenere in considerazione il fatto che l'intervallo temporale di osservazione, limitato a solo due mesi per anno nel periodo invernale, che è generalmente il più sfavorevole per la qualità dell'aria a causa della stagnazione atmosferica e dell'incremento delle fonti emissive da riscaldamento, è rappresentativa di una criticità metodologica. In effetti, al fine di poter effettuare una valutazione più realistica sarebbe necessaria un'analisi su base annuale oppure stagionale estesa in modo da evitare le distorsioni dovute alla variabilità meteorologica intermensile.

## Caratteristiche del tessuto urbano e abitativo

È possibile osservare come, sotto il profilo demografico, non si siano verificati cambiamenti rilevanti né per quanto riguarda il numero di residenti nelle varie zone statistiche analizzate, né per la percentuale residente di cittadinanza straniera.

Dal punto di vista del mercato immobiliare, all'interno dei seguenti grafici è possibile osservare la differenza dei valori medi degli immobili tra l'anno 2019 e l'anno 2023 per ogni quartiere analizzato.

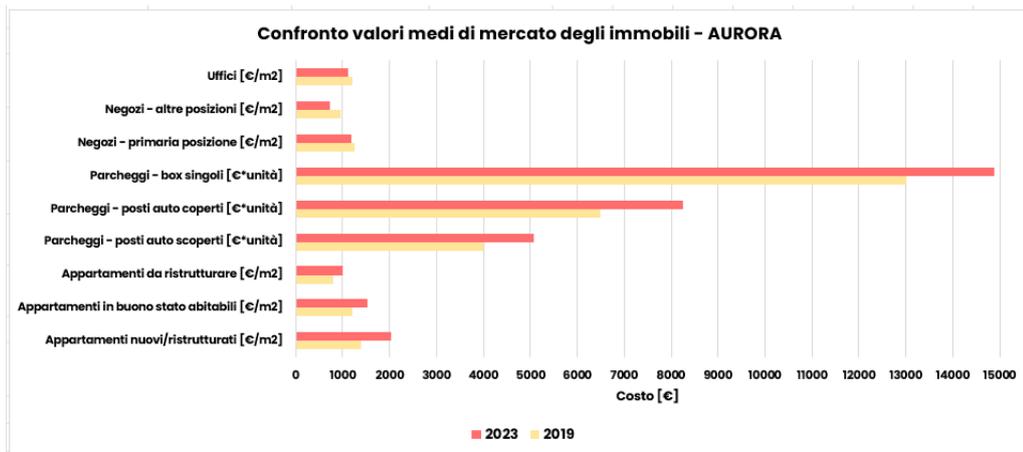


Figura 5-1: Confronto valori medi di mercato degli immobili tra 2019 e 2023 in Aurora [da Osservatorio FIAIP]

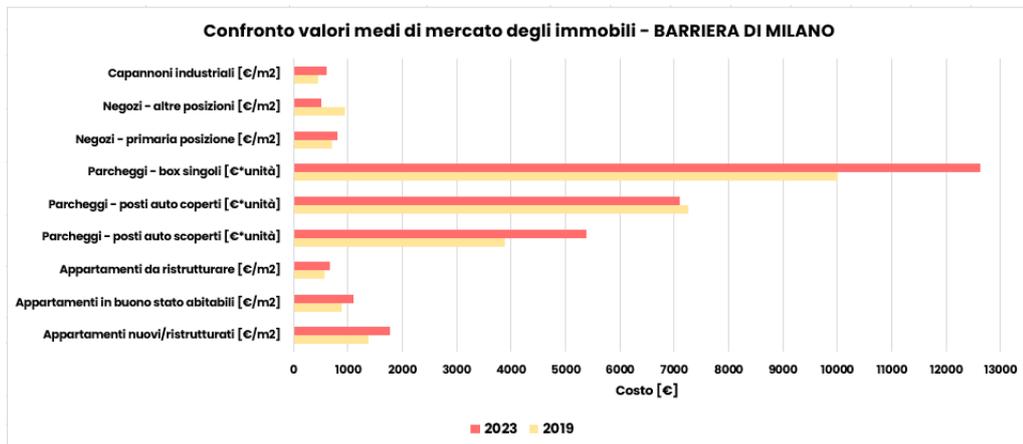


Figura 5-2: Confronto valori medi di mercato degli immobili tra 2019 e 2023 in Barriera di Milano [da Osservatorio FIAIP]

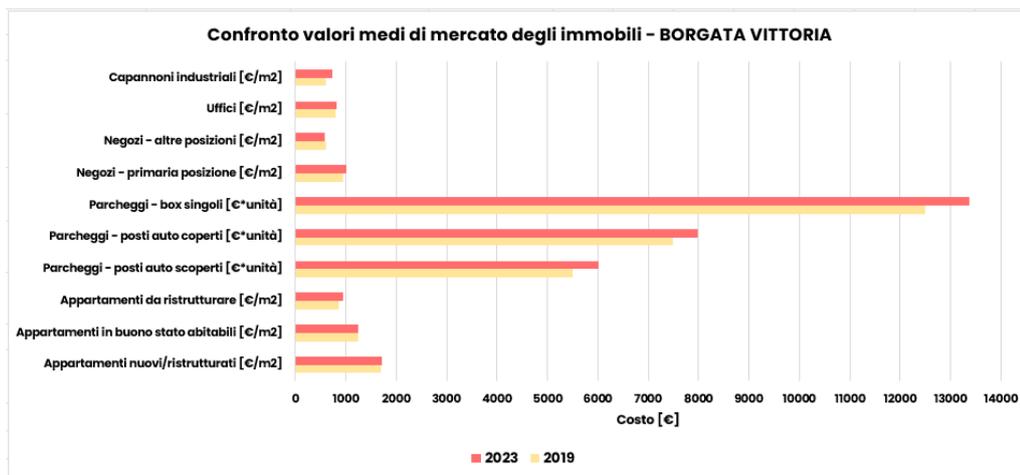


Figura 5-3: Confronto valori medi di mercato degli immobili tra 2019 e 2023 in Borgata Vittoria [da Osservatorio FIAIP]

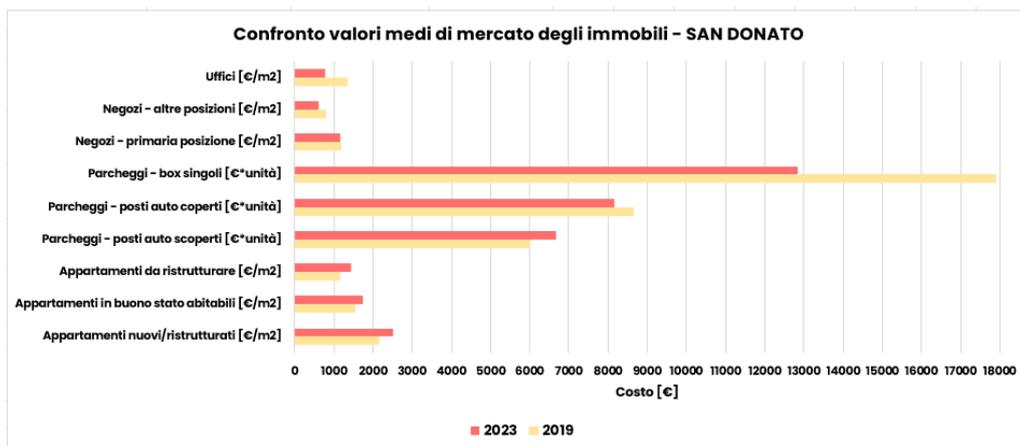


Figura 5-4: Confronto valori medi di mercato degli immobili tra 2019 e 2023 in San Donato [da Osservatorio FIAIP]

L'analisi dei grafici evidenzia che, nel settore residenziale, i valori medi di mercato hanno registrato un incremento, rispetto al 2019, in tutti e quattro i quartieri adiacenti a piazza Baldissera. L'incremento più rilevante è stato osservato nel quartiere Aurora, con un aumento massimo pari al 31%, superiore a quello rilevato negli altri ambiti territoriali. Per quanto riguarda i parcheggi, l'andamento dei valori medi risulta più disomogeneo: si registra un aumento generale nei quartieri Aurora e Borgata Vittoria, mentre in Barriera di Milano si rileva una lieve inflessione dei prezzi dei posti auto coperti e, in San Donato, una diminuzione del 28,3% del valore dei box singoli. Il valore medio degli uffici è diminuito col passare degli anni in tutti i quartieri dove è stato possibile analizzare questo dato, ad eccezione di Borgata Vittoria

dove ha subito una leggera crescita. Il costo dei negozi diminuisce in generale in qualsiasi quartiere per qualsiasi posizione considerata, tranne che per la posizione primaria in Borgata Vittoria e Barriera di Milano dove subisce un incremento. Infine, il valore medio dei capannoni aumenta in entrambi i quartieri in cui è stato analizzato.

### **Caratteristiche dell'assetto delle infrastrutture di trasporto**

Per quanto riguarda l'assetto infrastrutturale del sistema dei trasporti, si evidenziano due principali cambiamenti: la dismissione della stazione ferroviaria Dora e l'apertura del raccordo autostradale tra corso Venezia e l'aeroporto di Caselle, come descritto nel capitolo 1.2.

### **Costi della congestione stradale, dell'inquinamento atmosferico e del cambiamento climatico**

Di seguito viene effettuato un confronto con i costi legati alle esternalità calcolati tramite lo stesso iter operativo adottato dall'ing. Matteo Topatigh nel 2020. È necessario tenere in considerazione che i costi dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici utilizzati per il confronto sono quelli calcolati per un tragitto di circa 300m, anche se la stima più realistica è quella basata su un percorso di 150m, il che ridurrebbe i valori considerati della metà.

	<b>2019</b>	<b>2024</b>	<b>Variazione</b>
<b>CCS</b>	5.455.895,00 €	9.601.068,00 €	<b>75,98%</b>
<b>CIA</b>	2.738.474,00 €	4.781.807,00 €	<b>74,62%</b>
<b>CCC</b>	4.951.418,00 €	7.788.437,00 €	<b>57,30%</b>

Tabella 5-2: Confronto tra i costi delle esternalità relativi agli anni 2019 e 2024  
[elaborazione propria]

La Tabella 5-2 evidenzia con chiarezza una variazione significativa delle principali voci di impatto economico e ambientale associato al trasporto su gomma. Questa tendenza crescente riflette l'insostenibilità dell'attuale assetto infrastrutturale e gestionale dell'intersezione di Piazza Baldissera, la quale si conferma essere un nodo critico per l'intero sistema viario torinese.

Il valore più preoccupante riguarda l'aumento dei costi legati alla congestione stradale, attribuibile a molteplici fattori come, ad esempio, l'aumento monetario del tempo perso e gli effetti ricorrenti di incidenti e manutenzione ritardata. In primo luogo, l'inflazione registrata negli ultimi anni in Italia ha aumentato in modo sostanziale il valore monetario attribuito al tempo: le ore perse in coda rappresentano infatti un danno crescente per imprese e cittadini poiché ogni minuto di inattività stradale viene oggi calcolato con un valore orario del lavoro più elevato, riflesso dell'aumento delle retribuzioni medie e dei costi aziendali. In tal senso, il tempo perso nel traffico non rappresenta più una perdita individuale, ma un danno collettivo economicamente rilevante, con ricadute tangibili sulla produttività urbana.

A questa dimensione temporale si somma quella legata ai costi energetici, poiché l'aumento del prezzo dei carburanti ha influito direttamente sul costo complessivo della mobilità privata. Il nodo di Piazza Baldissera, soggetto a elevati volumi di traffico, ne risente in modo amplificato: la combinazione tra inflazione, congestione e incremento del prezzo dei carburanti ha contribuito all'aumento sensibile dei CCS registrati nella tabella di riferimento.

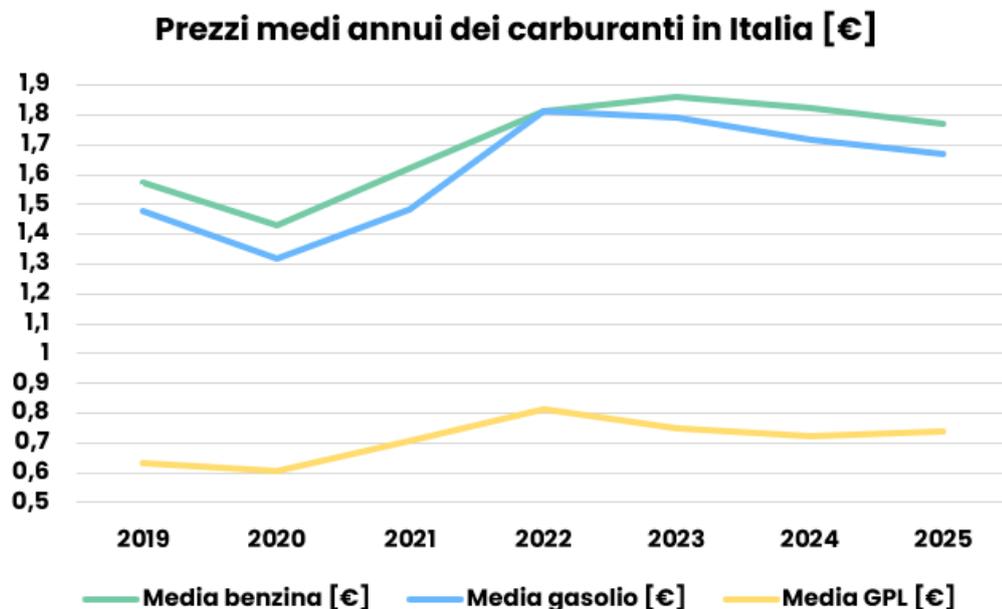


Figura 5-5: Prezzi medi annui dei carburanti in Italia dal 2019 al 2025 [da *Ministero dello Sviluppo Economico - Analisi e statistiche energetiche e minerarie*]

Un ulteriore elemento critico è costituito dagli eventi ricorrenti che determinano ritardi imprevedibili: si tratta non solo di incidenti o tamponamenti, ma anche di micro-interruzioni infrastrutturali causate da buche, dissesti o manutenzioni differite, che rallentano il flusso veicolare anche in condizioni di traffico non eccessivo. Tali eventi generano rallentamenti a catena che peggiorano le performance complessive dell'intersezione con ricadute su tutte le componenti di costo: oltre all'aumento del CCS per il tempo perso, si osserva anche un incremento dei costi dell'inquinamento atmosferico e dei costi legati ai cambiamenti climatici. Infatti, i cicli di guida a basse velocità e con frequenti arresti e ripartenze – tipici delle congestioni urbane – comportano maggiori emissioni per chilometro percorso.

Parallelamente, va evidenziato come, nonostante i progressi nel rinnovo del parco veicolare circolante, la maggioranza dei veicoli privati continua a essere alimentata da motori a combustione interna prevalentemente a benzina o gasolio. Tali veicoli, oltre a essere meno efficienti in condizioni urbane congestionate, risultano ancora più impattanti sotto il profilo ambientale e sanitario, contribuendo in misura maggiore sia all'inquinamento atmosferico che alle emissioni che alterano il clima. Inoltre, le alimentazioni tradizionali comportano anche valori monetari più elevati nella stima dei costi esterni rispetto a veicoli ibridi o elettrici.

## **5.2. Proposte di alternative progettuali**

Rappresentando uno dei principali nodi di interscambio della mobilità cittadina torinese, Piazza Baldissera è interessata da un numeroso flusso veicolare giornaliero. Come si è potuto constatare dalle analisi precedenti, la sua configurazione attuale, basata su una rotatoria centrale, ha generato nel tempo problemi di congestione e insicurezza stradale, rendendo necessaria la pianificazione di una profonda riqualificazione.

A questo scopo, negli ultimi anni sono state proposte alcune alternative progettuali. Di seguito verrà proposta una loro descrizione e verrà effettuata un'ipotetica analisi costi benefici considerando solamente il contributo dell'esternalità legata alla congestione. Si utilizzerà un tasso di ammortamento del 3% e un ipotetico costo complessivo dell'investimento per andare a calcolare gli anni di abbattimento dei costi derivanti appunto dalla congestione veicolare.

### **5.2.1. La proposta del sottopasso**

Una delle soluzioni più significative proposte per alleviare la congestione viaria è stata la realizzazione di un sottopasso per collegare corso Vigevano e corso Mortara<sup>55</sup>, con l'obiettivo di separare i flussi e migliorare quindi la fluidità e i tempi di percorrenza. Questa idea è stata quasi subito abbandonata per motivi economici, in quanto le stime indicavano una cifra che fu considerata insostenibile per il bilancio comunale<sup>56</sup>, soprattutto in assenza di finanziamenti ministeriali. Inoltre, anche la complessità tecnica dell'opera, i tempi di realizzazione molto lunghi e l'impatto sul traffico durante la cantierizzazione hanno contribuito ad optare per altre soluzioni più sostenibili e rapide da implementare.

---

<sup>55</sup> Riefolo, D., (2022), *"Torino, il comune creerà un sottopasso in piazza Baldissera e alla rotonda Maroncelli"*, in Moleventiquattro.

<sup>56</sup> Tropeano, M., (2022), *"Per il sottopasso Baldissera tre anni di cantieri. La Città studia un piano meno pesante e costoso"*, in La Stampa.

## Impatti economici

Il costo considerato per la realizzazione di questo sottopassaggio ha un valore di circa 40 milioni di euro<sup>57</sup>. Di seguito il calcolo effettuato per definire gli anni di ammortamento di questo costo, considerando solamente i costi derivanti dalla congestione stradale.

Tempo [trimestri]	Anno	DC [mln €]	i [%]	Investimento [mln €]	Quota ammort. [€]	Quota ammort. [%]
0			\	40,00	0	
1	2025	2,40	0,0074	37,60	2,40	6,00%
2	2025	2,42	0,0074	35,18	4,82	12,05%
3	2025	2,44	0,0074	32,75	7,25	18,14%
4	2025	2,45	0,0074	30,29	9,71	24,27%
5	2026	2,47	0,0074	27,82	12,18	30,45%
6	2026	2,49	0,0074	25,33	14,67	36,68%
7	2026	2,51	0,0074	22,82	17,18	42,95%
8	2026	2,53	0,0074	20,29	19,71	49,27%
9	2027	2,55	0,0074	17,75	22,25	55,64%
10	2027	2,57	0,0074	15,18	24,82	62,05%
11	2027	2,58	0,0074	12,60	27,40	68,51%
12	2027	2,60	0,0074	9,99	30,01	75,02%
13	2028	2,62	0,0074	7,37	32,63	81,58%
14	2028	2,64	0,0074	4,73	35,27	88,18%
15	2028	2,66	0,0074	2,07	37,93	94,84%
16	2028	2,68	0,0074	-0,62	40,62	101,54%

Tabella 5-3: Ammortamento CCS con investimento di 40 mln di € dovuto al sottopasso [elaborazione propria]

Si nota che l'ammortamento dell'investimento potrebbe avvenire in poco meno di 4 anni.

<sup>57</sup> Osservatorio Territoriale Infrastrutture (OTI) Piemonte.

### **5.2.2. La proposta dell'incrocio semaforizzato**

Nell'ultimo periodo, è stato promosso dalla Città di Torino un'alternativa progettuale differente dal sottopasso, il cui progetto di fattibilità tecnico economica è stato affidato al Politecnico di Torino e successivamente il progetto esecutivo alla società di ingegneria Samep Mondo Engineering Srl. A seguito di una serie di analisi quantitative condotte sulla domanda di trasporto e al riscontro delle criticità della situazione corrente della piazza, l'alternativa progettuale proposta prevede la rimozione della rotatoria attuale e la creazione di un incrocio semaforizzato regolato da un sistema intelligente di controllo dei flussi veicolari, pedonali e ciclabili. Attualmente, questo progetto di riqualificazione è in corso di attuazione.

#### **Descrizione tecnica dell'intervento di riqualificazione di Piazza Baldissera**

L'intervento ha come scopo la risoluzione delle criticità legate alla congestione del traffico, all'inefficienza del sistema di smistamento veicolare e alla sicurezza degli utenti della strada, soprattutto durante le ore più critiche della giornata.

L'attuale rotatoria centrale, caratterizzata da un flusso veicolare caotico e disomogeneo, verrà completamente rimossa per dare spazio ad un incrocio semaforizzato a sei bracci, tanti quanti i confluenti alla piazza, gestito da un sistema intelligente di controllo del traffico. Questo sistema sarà dotato di sensori e algoritmi di adattamento in tempo reale per permettere una modulazione dinamica dei cicli semaforici in funzione delle condizioni di traffico e garantire, quindi, una maggiore fluidità riducendo sensibilmente i tempi di attesa agli incroci e aumentando la sicurezza.

Parallelamente alla riorganizzazione viaria, il progetto prevede anche il ripristino del transito viario lungo l'asse nord-sud con la reintegrazione della linea 10. Il tracciato tranviario sarà realizzato in sede protetta, con binari integrati nel nuovo assetto stradale lungo via Cecchi, via Chiesa della Salute e via Bibiana. L'obiettivo è quello di incentivare la mobilità collettiva e ridurre l'impatto ambientale derivante dal traffico veicolare.

Grazie alla rimozione della rotatoria e alla realizzazione di questo incrocio che avrà un diametro ridotto a 60 m, sarà possibile l'introduzione, negli spazi tra le strade convergenti nell'intersezione, di marciapiedi allargati, aiuole alberate, parcheggi per le biciclette e i monopattini e nuove aree di sosta attrezzate per i pedoni. Tutte queste aree saranno caratterizzate da pavimentazioni filtranti, quindi ad alta permeabilità, e attrezzate con illuminazione pubblica adeguata. È prevista la messa in opera di percorsi tattili per ipovedenti all'installazione di semafori acustici al fine di garantire la piena accessibilità agli utenti più vulnerabili.

Ciascun confluyente alla piazza, inoltre, sarà provvisto di una corsia dedicata alla svolta a destra, posizionata prima dell'intersezione, in modo da permettere l'esecuzione della manovra verso il ramo adiacente senza dover attraversare l'incrocio principale.

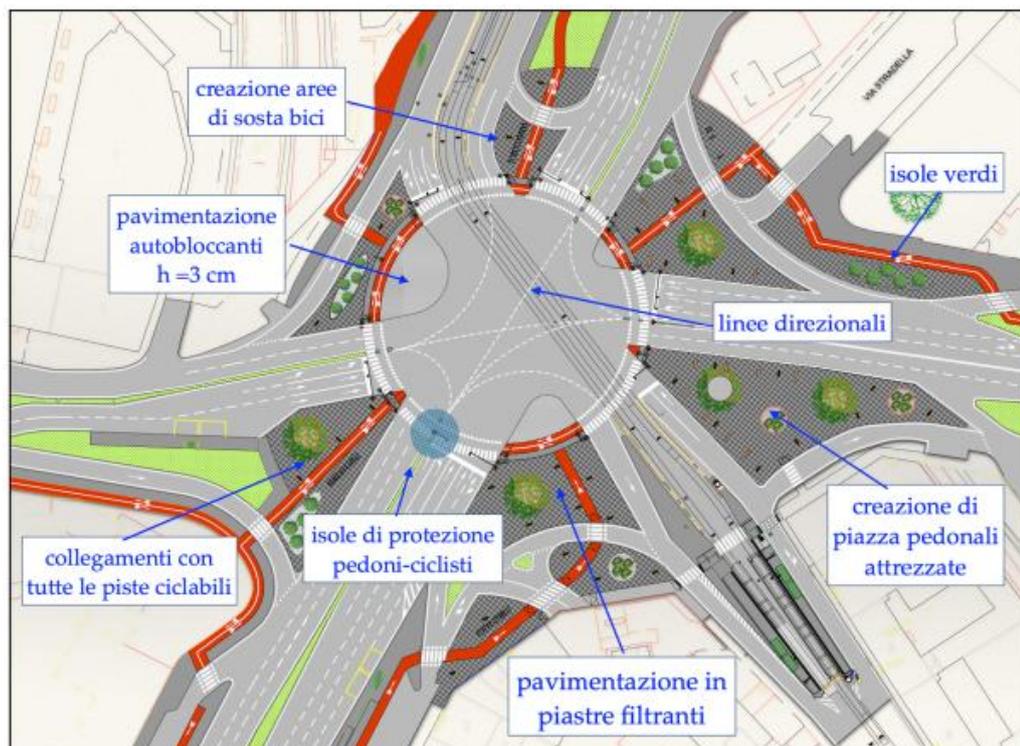


Figura 5-6: Planimetria di progetto con gli interventi previsti [da *Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera*]

### **Impatti ambientali e sociali dell'intervento**

Uno degli obiettivi principali dell'intervento risulta essere la mitigazione delle emissioni inquinanti, attualmente ancora elevate a causa dell'alta intensità del traffico e delle frequenti situazioni di

congestione. L'eliminazione della rotatoria e l'introduzione di un impianto semaforico intelligente permetteranno la riduzione dei fenomeni di stop-and-go migliorando l'efficienza della circolazione. Inoltre, anche il ripristino del transito tranviario rappresenta un'alternativa sostenibile al traffico su gomma, contribuendo ad una riduzione complessiva del carico emissivo in termini di CO<sub>2</sub> e PM10.

Anche il livello di inquinamento acustico risulterà essere attenuato grazie alla razionalizzazione dei flussi veicolari e all'integrazione di barriere verdi e pavimentazioni fonoassorbenti, previste in corrispondenza dei marciapiedi e delle aree di sosta pedonali.

Dal punto di vista sociale, il progetto introduce elementi di valorizzazione dello spazio pubblico volti a trasformare Piazza Baldissera da semplice nodo viabilistico a luogo urbano fruibile e vivibile. La previsione di marciapiedi allargati, attraversamenti sicuri, spazi ombreggiati e aree di sosta attrezzate ha l'obiettivo di restituire centralità agli utenti della strada e promuovere l'inclusività anche dei fruitori più deboli. Questa è garantita tramite soluzioni dedicate come percorsi tattili per l'orientamento dei non vedenti, semafori acustici, rampe a norma per carrozzine e arredo urbano ergonomico rendendo l'infrastruttura accessibile a tutta la collettività.

Un intervento di rigenerazione come questo ha effetti diretti e indiretti anche sul contesto urbano circostante, portando ad un possibile incremento del valore degli immobili situati in prossimità dell'area riqualificata come conseguenza al miglioramento della qualità ambientale, della sicurezza e della fruibilità degli spazi. Sul piano sociale, infatti, la creazione di uno spazio urbano più accessibile, ordinato e sicuro, può ridurre il senso di marginalità e degrado percepito da residenti e frequentatori dell'area, stimolando dinamiche di rigenerazione commerciale e aggregazione sociale.

### **Impatti economici**

Il costo considerato per la realizzazione di questa alternativa progettuale ha un valore di circa 7,5 milioni di euro<sup>58</sup>. Di seguito il calcolo effettuato per definire gli anni di ammortamento di questo

---

<sup>58</sup> Comunicato stampa della Città di Torino del 20/02/2025.

costo, considerano solamente i costi derivanti dalla congestione stradale.

<b>INCROCIO SEMAFORIZZATO</b>						
<b>Tempo [mesi]</b>	<b>Anno</b>	<b>DC [mln €]</b>	<b>i [%]</b>	<b>Investimento [mln €]</b>	<b>Quota ammort. [€]</b>	<b>Quota ammort. [%]</b>
0		\	\	7,500	0	0,00%
1	2025	0,80	0,00247	6,70	0,80	10,67%
2	2025	0,80	0,00494	5,90	1,60	21,36%
3	2025	0,81	0,00494	5,09	2,41	32,11%
4	2025	0,81	0,00494	4,28	3,22	42,91%
5	2025	0,81	0,00494	3,47	4,03	53,76%
6	2025	0,82	0,00494	2,65	4,85	64,67%
7	2025	0,82	0,00494	1,83	5,67	75,63%
8	2025	0,83	0,00494	1,00	6,50	86,65%
9	2025	0,83	0,00494	0,17	7,33	97,71%
10	2025	0,83	0,00494	-0,66	8,16	108,84%

Tabella 5-4: Ammortamento CCS con investimento di 40 mln di € dovuto al sottopasso [elaborazione propria]

Si nota che l'ammortamento dell'investimento potrebbe avvenire in 9 mesi e mezzo.

### **5.3. Osservazioni**

L'analisi dei dati aggiornati, messi a confronto con i dati del 2020, ha permesso di valutare l'evoluzione delle esternalità relative a Piazza Baldissera nel corso di cinque anni. Si è registrato un aumento generalizzato dei costi esterni, relativi nello specifico alla congestione e all'inquinamento atmosferico. Questo incremento è dovuto a fattori sia strutturali, come ad esempio l'apertura del raccordo autostradale con corso Venezia, sia a elementi con influenza esterna legati alla ripresa della mobilità post-pandemia.

I dati, in generale, confermano come l'attuale configurazione infrastrutturale di Piazza Baldissera non riesca a contenere né i livelli di congestione né quelli di impatto ambientale, nonostante la moderata modernizzazione del parco veicolare circolante. Le stime economiche suggeriscono che interventi meno onerosi, come l'incrocio semaforizzato, potrebbero risultare più efficienti. L'analisi considera però solamente i costi legati alla congestione stradale, tralasciando quelli legati all'inquinamento atmosferico e ai cambiamenti climatici, che potrebbero modificare sensibilmente il tempo di ammortamento e la preferibilità dell'investimento. Inoltre, non sono state considerate in alcun caso le esternalità legate al cantiere, il quale avrà degli effetti negativi anche sulle altre arterie della città dove il flusso veicolare verrà in parte reindirizzato. Il sottopasso, per sua natura, richiede delle opere sensibilmente più invasive, dei tempi più lunghi e delle interruzioni alla circolazione più incisive. Al contrario, la realizzazione dell'incrocio semaforizzato ha dei tempi molto più brevi e con disturbi nettamente inferiori alla mobilità urbana.

Nella seguente tabella sono state riassunte le varie criticità attuali della piazza con l'eventuale risoluzione da parte delle proposte progettuali presentate. Non sono presenti i tempi di lavoro e l'impatto economico già commentati precedentemente.

Legenda:

✓ - Risolta in maniera efficace

! - Non completamente risolvibile dalla soluzione

✗ - Non risolvibile

<b>Criticità attuali</b>	<b>Sottopasso</b>	<b>Incrocio semaforizzato</b>
Congestione stradale	✓	!
Incidenti e rischio viabilistico	✓	✓
Elevate emissioni inquinanti	!	!
Rumore del traffico	!	✓
Disomogeneità dei flussi veicolari	!	!
Accessibilità per ciclisti e pedoni	✓	✓
Difficile gestione in caso di eventi straordinari (traffico anomalo)	✗	✗
Difficile immissione nella rotonda	✓	✓

Tabella 5-5: Criticità attuali risolvibili tramite le due alternative progettuali proposte  
[elaborazione propria]

La criticità più evidente è la congestione veicolare, come possono confermare i dati riguardanti i tempi di coda e i costi esterni. Entrambe le alternative hanno come obiettivo la risoluzione di questo problema: il sottopasso garantisce una separazione fisica dei flussi, mentre

l'impianto semaforico una regolazione dinamica e adattiva. Nella prima soluzione il traffico veicolare circolante a raso diminuisce nettamente quindi è maggiormente probabile che le code e i tempi di ritardo si annullino; invece, nella seconda alternativa deve comunque essere prevista una gestione dei flussi che nel tempo potrebbero ancora aumentare. Come viene evidenziato nella già menzionata relazione redatta dalla Samep Srl, l'installazione di un incrocio semaforico non consente l'eliminazione completa di ritardi e code, ma ne permette soltanto una riduzione. A tal proposito, è stato effettuato un confronto tra i dati rilevati nel 2022 e una simulazione del nuovo incrocio, basata su un ciclo semaforico articolato in sei fasi. La seguente tabella mostra i miglioramenti previsti per le direttrici principali:

Confluente	Ritardo medio per veicolo [s]		Variazione percentuale
	Anno 2022	Nuovo incrocio	
Corso Venezia	114	64	-44%
Corso Mortara	295	85	-71%
Corso Principe Oddone	172	105	-39%
Corso Vigevano	392	105	-73%

Tabella 5-6: Quadro comparativo sui tempi di ritardo [da *Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera*]

La configurazione attuale della rotatoria crea numerosi punti in cui sono possibili incidenti stradali. La semplificazione del nodo consentirebbe una maggiore chiarezza nell'organizzazione della viabilità e dei flussi veicolari, ciclabili e pedonali. Sia il sottopasso, tramite l'eliminazione degli incroci a raso, che l'impianto semaforico che coordinerebbe i movimenti con fasi dedicate, contribuirebbero a ridurre l'incidentalità. Anche dal punto di vista dell'accessibilità ciclopedonale, le criticità risulterebbero essere risolte tramite l'implementazione di entrambe le alternative in quanto, attraverso la frammentazione dei flussi o la loro miglior gestione, aumenterebbe la sicurezza e l'accessibilità degli utenti deboli.

Al contrario, nessuna delle due soluzioni potrebbe incidere sulla composizione del parco veicolare circolante, quindi la diminuzione delle emissioni avverrebbe solamente grazie all'incidenza data dalla riduzione dei tempi di permanenza in coda. Allo stesso modo, anche l'inquinamento acustico subirebbe una diminuzione parziale grazie alla scorrevolezza della circolazione, specialmente nei punti di arresto e ripartenza. Nella soluzione relativa all'incrocio semaforizzato, è previsto l'inserimento di barriere acustiche e pavimentazioni fonoassorbenti.

Il problema legato allo squilibrio nella distribuzione dei flussi, dovuto al fatto che alcuni assi sono soggetti a carichi eccessivi, non verrebbe risolto in maniera permanente da nessuna delle due soluzioni. Sarebbe, infatti, necessario intervenire ad una scala urbana più ampia rimodulando i percorsi preferenziali, limitando l'accesso a certe direttrici in alcune fasce orarie, installando semafori intelligenti per regolarizzare gli incroci nelle zone adiacenti alla piazza.

Dal punto di vista della flessibilità in caso di traffico anomalo, dovuto ad esempio a manifestazioni o deviazioni temporanee, nessuna delle due alternative garantiscono piena affidabilità in caso di condizioni straordinarie. Il sottopasso è caratterizzato da una rigidità infrastrutturale che ne limita l'adattabilità: in caso di incidenti, guasti o allagamenti, lo spazio ristretto e la mancanza di vie alternative rendono difficile la gestione dell'emergenza e l'intervento dei soccorsi. L'impianto semaforico, pur offrendo maggiore flessibilità di regolazione, dipende da sistemi elettronici centralizzati che possono diventare vulnerabili a guasti o ritardi nella gestione manuale oppure non adattarsi in tempo reale a eventi anomali.

L'analisi evidenzia quindi che le due soluzioni risultano complessivamente equivalenti in termini quantitativi, sia per quanto riguarda i problemi risolti sia per quelli solo parzialmente superati. Appare però evidente che la scelta ricada sull'opzione meno onerosa, ovvero l'incrocio semaforizzato, che pur avendo un costo inferiore, non affronta in maniera efficace la criticità di maggior impatto sociale ed economico, ossia la congestione stradale. Quest'ultima infatti è la voce che incide maggiormente sui costi esterni, la cui soluzione sarebbe più incisiva con la realizzazione del sottopasso.

## 6. Conclusioni

L'analisi costi benefici effettuata sul nodo infrastrutturale di Piazza Baldissera ha avuto l'obiettivo di valutare, in maniera sistematica, l'efficacia dell'intervento realizzato nell'ambito del più ampio progetto della Spina Centrale, tramite un confronto tra la situazione rilevata nel 2020 e quella attuale, aggiornata al 2024. Questa analisi si è basata su dati socioeconomici, ambientali e trasportistici e ha cercato di restituire una visione dell'impatto generato dall'infrastruttura sia in termini di costi che di benefici per la collettività.

Fina dalla sua realizzazione e messa in esercizio, la rotatoria attuale ha rappresentato un nodo critico per la circolazione torinese. Essendo un raccordo tra sei confluenti viari, si è rivelata inadeguata a gestire dei flussi veicolari di tale entità e complessità. Le criticità emerse, quali congestione cronica, rallentamenti, incidenti, esposizione all'inquinamento atmosferico e acustico, sono state solamente in parte mitigate da interventi correttivi successivi.

L'aggiornamento e il confronto con i dati acquisiti nel 2020 dall'Ing. Topatigh e nel 2022 dalla Samep Srl, ha permesso un'analisi accurata dell'evoluzione delle esternalità negative connesse alla piazza. L'aumento del volume del traffico veicolare ha aggravato le condizioni di circolazione e ha evidenziato le criticità già presenti, compromettendo maggiormente la vivibilità dell'area e la sicurezza degli utenti di passaggio. Il flusso medio giornaliero è aumentato del 34,8% rispetto al 2019 contribuendo in maniera rilevante all'aumento dei costi sociali legati alla mobilità urbana.

A differenza della tesi di Topatigh, in cui i dati del traffico sono stati ricavati tramite rilievi manuali, sia nella presente tesi che nella relazione della Samep Srl, le rilevazioni sono state effettuate utilizzando i filmati della telecamera della 5T Srl. Questa scelta ha introdotto significativi vantaggi operativi poiché ha consentito una maggiore accuratezza nella raccolta dei dati, una possibilità di analisi continuativa nel tempo, una più rapida elaborazione dei flussi veicolari e una visione generale della piazza. L'integrazione di tecnologie di rilevamento automatico rappresenterebbe un'opportunità concreta per supportare le amministrazioni pubbliche nelle scelte future.

Il confronto effettuato all'interno di questo elaborato ha consentito di validare e aggiornare le stime precedenti rafforzando il ruolo strategico di uno strumento come l'analisi costi benefici, in grado di misurare oggettivamente l'impatto di un'opera pubblica sulla collettività. L'analisi costi benefici, affinché sia effettivamente efficace, dovrebbe essere una metodologia da utilizzare come supporto decisionale nella fase di pianificazione di nuovi interventi. In Italia, purtroppo, la tendenza è quella di utilizzare questo strumento ex-post, andando a effettuare delle valutazioni su un intervento già realizzato, soprattutto quando esso non funziona come previsto.

Nell'ambito in cui l'analisi costi benefici sia utilizzata come strumento decisionale per orientare scelte progettuali alternative e pianificare in maniera consapevole l'evoluzione di un nodo urbano, si collocano le due proposte di riprogettazione analizzate: la realizzazione di un sottopasso e la trasformazione della rotatoria in un incrocio semaforizzato.

Il sottopasso, per quanto tecnicamente valido ed efficace nella riduzione dei tempi di percorrenza e di fluidificazione del traffico, comporta un investimento economico rilevante e presenta problematiche legate all'impatto ambientale e alla complessità esecutiva che porterebbe ad una temporanea interruzione della viabilità durante la fase dei lavori. La proposta relativa all'incrocio semaforizzato risulta essere l'alternativa meno invasiva e sostenibile, sotto un profilo sia finanziario che operativo. Essa si integra meglio con il contesto circostante ed è compatibile con le esigenze di mobilità pedonale e ciclabile.

In conclusione, i risultati dell'analisi condotta evidenziano l'importanza di adottare strumenti di valutazione rigorosi, come l'analisi costi benefici, per la pianificazione e la gestione delle trasformazioni urbane. L'esperienza di Piazza Baldissera dimostra che le scelte devono essere supportate da dati, analisi e previsioni attendibili che considerino i molteplici aspetti della sostenibilità: economica, ambientale e sociale.

Il futuro dovrebbe essere quindi caratterizzato dalla promozione di una nuova cultura nella progettazione pubblica, orientata alla trasparenza e alla misurabilità degli impatti. In questa prospettiva, si ritiene

fondamentale prevedere una nuova campagna di rilevazioni al termine dei lavori attualmente in corso, con l'obiettivo di verificare sul campo l'effettiva efficacia dell'alternativa progettuale adottata. Rimane ancora, infine, un aspetto spesso trascurato: il monitoraggio dei disservizi generati durante la fase di cantiere. La congestione aggiuntiva, l'aumento temporaneo dell'inquinamento atmosferico e acustico, così come il disagio per la popolazione residente, rappresentano effetti collaterali significativi che raramente vengono rilevati o inclusi nelle valutazioni ufficiali. Considerare anche questi elementi consentirebbe una lettura più completa degli impatti dell'intervento, restituendo maggiore equilibrio tra i benefici attesi e i costi effettivamente sostenuti dalla collettività

## 7. Fonti

### 7.1. Bibliografia

- Horowitz, H.L., (1982), *"Air quality analysis for urban transportation planning, MIT press"*, Cambridge Massachusetts.
- Catalano, G., Lombardo, S., (1995), *"L'analisi costi-benefici nelle opere pubbliche ed elementi di analisi multicriteri"*, Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- Ferraro, R., (1999), *"La valutazione di Impatto Ambientale applicata alle infrastrutture lineari di trasporto. Il caso della tratta A.V. Bologna-Firenze"*, Roma.
- Gallo, M., (2002), *"Appunti di: Tecnica ed Economia dei Trasporti"*.
- Campbell, H., Brown, R., (2003), *"Benefit-cost analysis. Financial and economic appraisal using spreadsheets"*, Cambridge University Press, Cambridge (UK).
- Neonato, F., (2005), *"Nuove trame per la città"*, estratto da ACER – Il Verde Editoriale Milano.
- Falvo, A., Marabucci, A., (2008), *"L'analisi costi benefici applicata alle infrastrutture di trasporto"*, in Working Paper n°87, Dipartimento di Economia, Università degli Studi Roma Tre.
- Mantecchini, L., (2010), *"Emissioni inquinanti da traffico veicolare: metodologia CORINAIR e programma COPERT 4"*, Tesi di Laurea in Teoria e Tecnica della Circolazione, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.
- Ciufegni, S., Cuppone, P., Richiardone, M., Sacchi, F., (2011), *"Il passante ferroviario di Torino"*, Quarry & Construction, Consiglio Nazionale Ingegneri.
- Maffi, S., Parolin, R., (2011), *"Infrastrutture di trasporto e accettabilità: il ruolo della valutazione economica nella riduzione dei conflitti"*, in trimestrale del Laboratorio Territorio Mobilità e Ambiente – TeMALab, vol. 4, n°4.
- IRES Piemonte, (2012), *"Metamorfosi della Città. Torino e la Spina 3"*.
- Aspromonte, D., Molocchi, A., (2014), *"Sì alle infrastrutture, ma quando sono utili e sostenibili. Come l'analisi costi-benefici può contribuire all'efficacia della spesa pubblica italiana"*, in Nuova Energia, n.6, pp. 40-47.

- CNH Industrial, (2014), *"Piano degli spostamenti casa-lavoro. Comprensorio di Torino Stura"*.
- Commissione Europea, (2014), *"Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020"*, Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea, Bruxelles.
- Guadagnano, F., (2015), *"Emissioni inquinanti prodotte dal traffico veicolare: modellizzazione e interventi best practices per migliorare la qualità dell'ambiente"*, Tesi di dottorato in Tecnica ed Economia dei Trasporti, Università degli Studi di Palermo.
- Gitto, F., (2016), *"Qualità della vita urbana e traffico stradale: il caso olandese"*, Tesi di laurea in Economia Internazionale, Università degli Studi di Padova.
- Pompigna, A., (2016), *"L'analisi Costi Benefici"*, in *Valutazione di impatto ambientale*, cap. 22, Hoepli.
- Pompigna, A., (2016), *"La calibrazione del diagramma fondamentale e la valutazione del livello di servizio operativo sulle autostrade italiane"*, Tesi di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.
- Santagata, F.A., (2016), *"Strade. Teoria e tecnica delle costruzioni stradali"*, Pearson.
- Cabodi, C., Caruso, N., Mela, S., Pede, E., Rossignolo, C., Saccomani, S., Loi, E., Di Gagni, E., Martinengo, S., Risaj, S., Padovano, F., Orlova, A., Pelissero, D., (2017), *"Sguardi su Aurora. Tra centro e Periferia"*, Rapporto di Ricerca del DIST – Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio.
- Marabucci, A., (2017), *"Le Analisi Costi Benefici applicate alle infrastrutture di trasporto: il problema della sovrastima dei benefici"*, in *Rivista Scientifica della Società Italiana di Economia dei Trasporti e della Logistica*, n°2, articolo 1.
- Ministero delle Infrastrutture dei Trasporti, (2017), *"Linee Guida per la Valutazione degli investimenti delle Opere Pubbliche"*.
- CNH Industrial, (2018), *"Piano degli spostamenti casa-lavoro stabilimento di Torino via Plava"*.

- Marabucci, A., (2018), *"Il tasso sociale di sconto nelle Analisi Costi Benefici applicate ai trasporti: una proposta alternativa"*, in Rivista di Economia e Politica dei Trasporti (R.E.P.O.T.).
- Commissione Europea, (2019), *"Handbook on the external costs of transport: version 2019"*, Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea, Bruxelles.
- Nicoletto, S., (2020), *"La valutazione degli impatti ambientali nell'ambito dell'Analisi Costi Benefici dei progetti pubblici d'investimento"*, Tesi di laurea magistrale in Economia e Diritto, Università degli Studi di Padova.
- Topatigh, M., (2020), *"L'analisi costi benefici per la stima degli impatti delle infrastrutture. Il caso di Piazza Generale Antonio Baldissera a Torino"*, Tesi di laurea magistrale in Ingegneria Edile, Politecnico di Torino.
- Commissione Europea, (2021), *"Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 – General Principles and Sector Applications"*.
- Creaco, S., (2021), *"L'analisi costi-benefici. Origini teoria e pratica con particolare riguardo all'esperienza italiana"*, A&G - CUECM, Catania.
- Berselli, G., (2022), *"Modelli di traffico per la formazione della congestione su una rete stradale"*, Dipartimento di Fisica e Astronomia, Alma Mater Studiorum Università di Bologna.
- Creaco, S., (2022), *"L'analisi costi benefici. Origini teoria e pratica con particolare riguardo all'esperienza italiana"*, A&G Cuecm, Catania.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, (2022), *"Linee Guida Operative per la Valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale"*.
- Redazione Meta e Terraria, (2022), *"Piano Urbano della Mobilità Sostenibile"*, Città metropolitana di Torino.
- Riefolo, D., (2022), *"Torino, il comune creerà un sottopasso in piazza Baldissera e alla rotonda Maroncelli"*, in Moleventiquattro.
- Tropeano, M., (2022), *"Per il sottopasso Baldissera tre anni di cantieri. La Città studia un piano meno pesante e costoso"*, in La Stampa.
- Barbieri, S., (2023), *"Un modello edonico spaziale per la valutazione di interventi di trasformazione urbana: il caso delle università nella"*

- città di Torino”, Tesi di laurea in Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico-ambientale, Politecnico di Torino.
- Città di Torino, (2023), *“Osservatorio Condizione Abitativa – XX Rapporto”*, Dipartimento servizi sociali sociosanitari e abitativi, Divisione edilizia residenziale pubblica.
  - Redazione di Piemonte Economy, (2024), *“Immobiliare a Torino”*. <https://piemonteeconomy.it/immobiliare-a-torino-i-dati-del-2023/> (ultima visione: 14/04/2024).
  - Gatta, A., (2024), *“Rfi pubblica il bando per attivare i due snodi pronti dal 2009. L’assessora Foglietta: “Saranno centrali per la mobilità urbana”*”, su La Repubblica.
  - Zangola, M., (2024), *Torino: i “luoghi” con maggiore disagio sociale. Una città divisa in due”*.

## 7.2. Sitografia

- ACI, Open Parco Veicoli: <https://opv.aci.it/WEBDMCircolante/>
- ARPA Piemonte: <https://www.arpa.piemonte.it/>
- InformAmbiente: <http://www.comune.torino.it/ambiente/>
- MuseoTorino: <https://www.museotorino.it/>
- Osservatorio Territoriale Infrastrutture: <https://www.otipiemonte.it/>
- Osservatorio Torino Ceres: <https://osservatoriotorinoceres.wordpress.com/>
- Progettazione Baldissera: <https://progettazionebaldissera.wordpress.com/il-progetto-2/>
- Treccani: <https://www.treccani.it/>
- Ufficio Statistica - Comune di Torino: <http://www.comune.torino.it/statistica/>
- UrbanLab Torino: <https://urbanlabtorino.it/>

## Indice delle Figure

Figura 1-1: Nuova viabilità della città di Torino [da Metamorfosi della Città. Torino e la Spina 3].....	10
Figura 1-2: Estratto del Piano Regolatore del 1908 con indicazione della zona dell'attuale Piazza Baldissera [da Ufficio Tecnico Municipale dei Lavori Pubblici, Pianta della Città di Torino coll'indicazione del Piano Regolatore e di Ampliamento, 1906, Roma, 5 aprile 1908. ASCT, Serie IK, Decreti Reali, Piani Regolatori, 1899- 1911, n.14, all. 3 e successive varianti] .....	12
Figura 1-3: Vista aerea da nord della sopraelevata di corso Mortara [da MuseoTorino] .....	13
Figura 1-4: Piazza Baldissera nel 2007, con ancora visibile una parte della sopraelevata su corso Mortara, in fase di demolizione [da Google Earth].....	14
Figura 1-5: Piazza Baldissera nel 2011 [da Google Earth].....	14
Figura 1-6: Piazza Baldissera nel 2017, con corso Venezia ancora non completato [da Google Earth] .....	14
Figura 1-7: Modifiche della linea Torino-Ceres per collegamento con il passante ferroviario torinese [da Osservatorio Territoriale Infrastrutture] .....	16
Figura 1-8: Posizione della nuova stazione Dora [da Osservatorio Torino Ceres] .....	17
Figura 1-9: Raccordo tra corso Venezia e l'autostrada Torino-Caselle [da Google Earth].....	18
Figura 2-1: Fasi dell'ACB [elaborazione propria] .....	24
Figura 2-2: Struttura dell'analisi finanziaria [da Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020].....	29
Figura 2-3: Periodi di riferimento per settore di investimento [da Regolamento delegato (UE) N. 480/2014 del 03/03/2014].....	30
Figura 2-4: Diagramma di Greenshields [da Gallo, M. (2002), "Appunti di: Tecnica ed Economia dei Trasporti"] .....	42
Figura 2-5: Congestione stradale dipendente dalla condizione di rete [da Handbook on the external costs of transport: version 2019].....	46
Figura 2-6: Autovetture per categoria di alimentazione provincia di Torino [da ACI - Open Parco Veicoli].....	59

Figura 2-7: Autovetture per categoria di alimentazione relativo al totale nazionale [da ACI - Open Parco Veicoli] .....	59
Figura 2-8: Limitazioni strutturali al traffico per la Città di Torino [da Ord. n. 7398 del 20/12/2024] .....	62
Figura 2-9: Limitazioni temporanee al traffico per la Città di Torino – allerta di 1° livello [da Ord. n. 7398 del 20/12/2024] .....	63
Figura 2-10: Limitazioni temporanee al traffico per la Città di Torino – allerta di 2° livello [da Ord. n. 7398 del 20/12/2024] .....	64
Figura 2-11: Autovetture per categoria ambientale provincia di Torino [da ACI - Open Parco Veicoli] .....	65
Figura 2-12: Autovetture per categoria ambientale relativo al totale nazionale [da ACI - Open Parco Veicoli] .....	66
Figura 2-13: Andamento concentrazioni medie giornaliere PM10 a gennaio 2024 [da InformAmbiente] .....	70
Figura 2-14: Andamento concentrazioni medie giornaliere PM10 a gennaio 2025 [da InformAmbiente] .....	70
Figura 2-15: Andamento concentrazioni medie giornaliere PM10 a febbraio 2024 [da InformAmbiente] .....	71
Figura 2-16: Andamento concentrazioni medie giornaliere PM10 a febbraio 2025 [da InformAmbiente] .....	71
Figura 3-1: Inquadramento territoriale di Piazza Baldissera [da Google Earth] .....	75
Figura 3-2: Piazza Baldissera con i 6 confluenti viari [da Google Earth] .....	76
Figura 3-3: I 4 quartieri di cui piazza Baldissera è intersezione [da Geoportale] .....	77
Figura 3-4: Zone statistiche in cui ricade Piazza Baldissera [da Geoportale] .....	78
Figura 3-5: Reddito imponibile IRPEF medio per contribuente [da Geoportale della Città di Torino] .....	88
Figura 3-6: Mercati nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da Geoportale] .....	90
Figura 3-7: Scuole di vario livello nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da Geoportale] .....	91
Figura 3-8: Principali servizi sanitari nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da Geoportale] .....	92

Figura 3-9: Aree verdi e zone pedonali nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da UrbanLab Torino Maps].....	93
Figura 3-10: Piste ciclabili e zone pedonali nelle vicinanze di Piazza Baldissera [da UrbanLab Torino Maps].....	94
Figura 3-11: Trasporto pubblico locale nei pressi di Piazza Baldissera [da “Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera”].....	95
Figura 3-12: Linea metro 1 e parte della futura Linea metro 2 [da Infra.To].....	95
Figura 3-13: Grafico con andamento orario del traffico confluyente in Piazza Baldissera durante un giorno feriale [elaborazione propria]...	99
Figura 3-14: Istogramma con andamento orario del traffico confluyente in Piazza Baldissera durante un giorno feriale [elaborazione propria] .....	99
Figura 3-15: Flussi complessivi giornalieri confluenti in Piazza Baldissera per ogni asse viario [elaborazione propria].....	100
Figura 3-16: Grafico con tempi di coda dei veicoli per ogni confluyente viario di Piazza Baldissera in un giorno feriale [elaborazione propria] .....	102
Figura 3-17: Area di intervento con le principali intersezioni [da “Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera”].....	103
Figura 3-18: Mappatura della regolamentazione delle intersezioni dell’area di intervento [da “Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera”].....	104
Figura 3-19: Schema di circolazione dell’area di intervento [da “Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera”].....	105
Figura 4-1: Incidenza del costo del ritardo per ogni confluyente di Piazza Baldissera rispetto al totale in un giorno feriale medio [elaborazione propria] .....	119
Figura 4-2: Incidenza del tempo di coda dt per i diversi affluenti viari di Piazza Baldissera in un giorno feriale medio [elaborazione propria] .....	120
Figura 4-3: Incidenza CIA per categoria di alimentazione delle autovetture [elaborazione propria].....	131

Figura 4-4: Media dei costi unitari per emissioni inquinanti [elaborazione propria] .....	132
Figura 4-5: Incidenza CCC per categoria di alimentazione [elaborazione propria] .....	138
Figura 4-6: Media dei costi unitari per emissione CO <sub>2</sub> equivalente [elaborazione propria] .....	139
Figura 5-1: Confronto valori medi di mercato degli immobili tra 2019 e 2023 in Aurora [da Osservatorio FIAIP] .....	150
Figura 5-2: Confronto valori medi di mercato degli immobili tra 2019 e 2023 in Barriera di Milano [da Osservatorio FIAIP] .....	150
Figura 5-3: Confronto valori medi di mercato degli immobili tra 2019 e 2023 in Borgata Vittoria [da Osservatorio FIAIP].....	151
Figura 5-4: Confronto valori medi di mercato degli immobili tra 2019 e 2023 in San Donato [da Osservatorio FIAIP] .....	151
Figura 5-5: Prezzi medi annui dei carburanti in Italia dal 2019 al 2025 [da Ministero dello Sviluppo Economico - Analisi e statistiche energetiche e minerarie].....	153
Figura 5-6: Planimetria di progetto con gli interventi previsti [da Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera] .....	158

## Indice delle Tabelle

Tabella 2-1: Livelli di Servizio [da Transportation Research Board (2000), "HCM 2000: Highway Capacity Manual", Washington DC.] .....	43
Tabella 2-2: Livelli di concentrazione ammissibili [da D.Lgs. 155/10] ...	50
Tabella 2-3: Valori limite e caratteristiche dei principali inquinanti atmosferici [da D.Lgs. 155/10] .....	53
Tabella 2-4: Parco veicolare circolante per categorie di veicoli [da ACI - Open Parco Veicoli].....	57
Tabella 2-5: Parco veicolare circolante delle autovetture per categoria di alimentazione [da ACI - Open Parco Veicoli].....	58
Tabella 2-6: Data di entrata in vigore in relazione alle classi Euro [da Regolamento (UE) 2018/858] .....	61
Tabella 2-7: Parco veicolare circolante delle autovetture per categoria ambientale [da ACI - Open Parco Veicoli].....	65
Tabella 2-8: Confronto delle limitazioni del traffico relative ai due periodi presi in considerazione [da Ord. n. 7398 del 20/12/2024 e Ord. n. 5539 del 27/09/2023].....	68
Tabella 2-9: Concentrazioni di PM10 (acquisite dalla stazione Torino-Rebaudengo) e livello di limitazione del traffico nei periodi considerati [da InformAmbiente] .....	69
Tabella 2-10: Dati riassuntivi dell'analisi delle concentrazioni di PM10 e delle limitazioni del traffico nei due periodi considerati [elaborazione propria].....	73
Tabella 3-1: : Popolazione residente e popolazione residente straniera per zona statistica [da Ufficio Statistica – Comune di Torino].....	79
Tabella 3-2: Incidenza popolazione straniera nei quartieri limitrofi [da Ufficio Statistica – Comune di Torino] .....	80
Tabella 3-3: Valori medi di mercato degli immobili nel quartiere Aurora di Torino [dall'Osservatorio FIAIP] .....	83
Tabella 3-4: Valori medi di mercato degli immobili nel quartiere San Donato di Torino [dall'Osservatorio FIAIP] .....	84
Tabella 3-5: Valori medi di mercato degli immobili nel quartiere Borgo Vittoria di Torino [dall'Osservatorio FIAIP] .....	85
Tabella 3-6: Valori medi di mercato degli immobili nel quartiere Barriera di Milano di Torino [dall'Osservatorio FIAIP].....	86

Tabella 3-7: Caratteristiche dei confluenti di Piazza Baldissera [elaborazione propria] .....	96
Tabella 3-8: Flusso del traffico dei vari confluenti entranti in Piazza Baldissera nei giorni feriali [elaborazione propria] .....	98
Tabella 3-9: Tempi di coda per fasce orarie nei vari confluenti di Piazza Baldissera [elaborazione propria] .....	101
Tabella 3-10: Ritardo medio per veicolo in funzione del livello di servizio [da Transportation Research Board (2000), "HCM 2000: Highway Capacity Manual", Washington DC.] .....	106
Tabella 3-11: Incrementi relativi al traffico confluyente in Piazza Baldissera tra 2020 e 2025 [elaborazione propria] .....	108
Tabella 3-12: Confronto del flusso dei veicoli nell'ora di punta mattiniera tra i vari anni [elaborazione propria] .....	109
Tabella 3-13: Confronto del flusso dei veicoli nell'ora di punta pomeridiana tra i vari anni [elaborazione propria] .....	109
Tabella 3-14: Confronto del tempo di coda nell'ora di punta mattiniera tra i vari anni [elaborazione propria] .....	110
Tabella 3-15: Confronto del tempo di coda nell'ora di punta pomeridiana tra i vari anni [elaborazione propria] .....	110
Tabella 4-1: Valori del tempo per motivo dello spostamento e classe di distanza [da Valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale del 2022] .....	114
Tabella 4-2: Valori del tempo presi in considerazione per la presente analisi [da Valutazione delle Opere Pubbliche – Settore Stradale del 2022] .....	114
Tabella 4-3: Indici FOI nazionale e per la provincia di Torino per la categoria trasporti [da ISTAT] .....	115
Tabella 4-4: Valori del tempo aggiornati al 2024 [elaborazione propria] .....	115
Tabella 4-5: Percentuale dei motivi di spostamento per fascia oraria [elaborazione propria] .....	116
Tabella 4-6: Costi del ritardo DC per fasce orarie in ogni confluyente di Piazza Baldissera [elaborazione propria] .....	117
Tabella 4-7: Costi del ritardo DC per fasce orarie in ogni affluente viario della piazza [elaborazione propria] .....	118
Tabella 4-8: Costi del ritardo DC per un giorno feriale medio [elaborazione propria] .....	119

Tabella 4-9: Costi di congestione annui dell'anno 2024 [elaborazione propria].....	121
Tabella 4-10: Parco veicolare circolante delle autovetture in provincia di Torino distinte per classe Euro e fascia di cilindrata [da ACI – Open Parco Veicoli].....	123
Tabella 4-11: Percentuale di parco veicolare di autovetture in provincia di Torino distinte per classe Euro e fascia di cilindrata [da ACI – Open Parco Veicoli] .....	124
Tabella 4-12: Parco veicolare circolante delle autovetture in Piazza Baldissera distinte per classe Euro e fascia di cilindrata [elaborazione propria].....	125
Tabella 4-13: Riassunto parco veicolare circolante delle autovetture in Piazza Baldissera [elaborazione propria].....	126
Tabella 4-14: Valori dei costi delle emissioni di sostanze inquinanti delle autovetture distinte per classe Euro e cilindrata [da Handbook on the external costs of transport] .....	127
Tabella 4-15: Costi dell'inquinamento atmosferico giornaliero distinto per classe Euro e cilindrata delle autovetture, con distanza percorsa di 300m [elaborazione propria] .....	129
Tabella 4-16: Costi dell'inquinamento atmosferico giornaliero distinto per classe Euro e cilindrata delle autovetture, con distanza percorsa di 150m [elaborazione propria].....	130
Tabella 4-17: Costi di inquinamento atmosferico annui dell'anno 2016 [elaborazione propria] .....	132
Tabella 4-18: Costi di inquinamento atmosferico annui dell'anno 2024 [elaborazione propria] .....	132
Tabella 4-19: Valori dei costi delle emissioni di CO <sub>2</sub> equivalenti delle autovetture distinte per classe Euro e cilindrata [da Handbook on the external costs of transport] .....	134
Tabella 4-20: Costi del cambiamento climatico giornaliero distinto per classe Euro e cilindrata delle autovetture, con distanza percorsa di 300m [elaborazione propria] .....	136
Tabella 4-21: Costi del cambiamento climatico giornaliero distinto per classe Euro e cilindrata delle autovetture, con distanza percorsa di 150m [elaborazione propria].....	137

Tabella 4-22: Fattori di emissione di CO2 autovetture per classe ambientale Euro e categoria di alimentazione [da Banche dati dell'ISPRA].....	140
Tabella 4-23: Costi del cambiamento climatico annui dell'anno 2016 [elaborazione propria] .....	141
Tabella 4-24: Costi del cambiamento climatico annui dell'anno 2024 [elaborazione propria] .....	141
Tabella 4-25: Valori dei costi esterni dell'incidentalità nei diversi paesi dell'Unione Europea in base alla gravità dell'incidente [da Handbook on the external costs of transport] .....	144
Tabella 4-26: Costi del rumore da traffico [da Handbook on the external costs of transport] .....	146
Tabella 5-1: Dati riassuntivi delle limitazioni del traffico e delle concentrazioni di PM10 nei due periodi specificati [da Topatigh, M. (2020), "L'analisi costi benefici per la stima degli impatti delle infrastrutture. Il caso di piazza Generale Antonio Baldissera a Torino", Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile, Politecnico di Torino] .	148
Tabella 5-2: Confronto tra i costi delle esternalità relativi agli anni 2019 e 2024 [elaborazione propria] .....	152
Tabella 5-3: Ammortamento CCS con investimento di 40 mln di € dovuto al sottopasso [elaborazione propria] .....	156
Tabella 5-4: Ammortamento CCS con investimento di 40 mln di € dovuto al sottopasso [elaborazione propria] .....	160
Tabella 5-5: Criticità attuali risolvibili tramite le due alternative progettuali proposte [elaborazione propria] .....	162
Tabella 5-6: Quadro comparativo sui tempi di ritardo [da Modifica viabile con analisi del traffico in simulazione per il nodo Piazza Baldissera].....	163