



**Politecnico
di Torino**

Collegio di Pianificazione e Progettazione

Laurea Magistrale in

**Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico-
Ambientale**

Curriculum: Planning for the Global Urban Agenda

Tesi di Laurea Magistrale

**Valutazione delle esternalità generate
da infrastrutture urbane:**

Il caso della Linea 2 della metropolitana di Torino

Relatrice:

Prof.ssa Marta Carla Bottero

Candidato:

Riccardo Sempio

Correlatori:

Prof Marco Santangelo

Dott. Federico Dell'Anna

Settembre 2022

INDICE

ABSTRACT (Italiano)	1
ABSTRACT (English)	3
1. INTRODUZIONE	5
1.1. Domande e obiettivi della tesi.....	10
1.2. Struttura della tesi.....	11
2. ANALISI DELLA LETTERATURA STATO DELL'ARTE	14
2.1. Analisi del caso studio - La città di Torino	17
3. L'EVOLUZIONE DEL TRASPORTO PUBBLICO A TORINO	20
3.1. La metropolitana in Italia	21
3.1.1. Sviluppi futuri della rete di metropolitana italiana	23
3.2. Storia della metropolitana torinese	24
3.3. Finalmente la Linea 1.....	28
3.4. L'inizio dei lavori	30
3.5. La metropolitana leggera	31
3.5.1. Il sistema VAL.....	32
3.5.2. Il materiale rotabile della metropolitana di Torino	34
3.6 Stazioni e accessibilità.....	35
3.7. Arte in metropolitana	37
3.8. I prolungamenti della Linea 1.....	39
3.9. La Linea 1 in numeri	43

4. GENESI DELLA LINEA 2 DI METROPOLITANA.....	46
4.1. Variante 200.....	47
4.1.2. Opere di riqualificazione Variante 200	51
4.2. Sviluppo progettuale ed amministrativo della Linea 2	51
4.3. Caratteristiche generali dell'opera	56
4.4. Il tracciato principale e i prolungamenti.....	57
4.4.1. Tratta centrale	58
4.4.2. Tratta nord.....	62
4.4.3. Tratta Sud	62
4.5. Parcheggi d'interscambio.....	63
4.6. Domanda di mobilità potenziale della Linea 2.....	69
4.7. Architettura delle stazioni.....	72
5. VALUTAZIONE DELLE ESTERNALITA' PRODOTTE DALLA LINEA 1 DI METROPOLITANA.....	81
5.1. Il metodo dei prezzi edonici	81
5.2. Definizione del campione di dati.....	84
5.3. Regressione multipla lineare	97
5.4. Risultati della valutazione.....	105
6. PROIEZIONE DEI RISULTATI SULLA LINEA 2 DI METROPOLITANA	113
6.1. Approfondimento stazione Santa Rita.....	118

6.1.1. Introduzione storica dell'area nei pressi della stazione	120
6.1.2. Ubicazione della stazione	121
6.1.3. Inquadramento geografico, demografico e socioeconomico	121
6.2. Approfondimento stazione Università.....	126
6.2.1. Introduzione storica dell'area nei pressi della stazione	128
6.2.2. Ubicazione della stazione	129
6.2.3. Inquadramento geografico, demografico e socioeconomico	130
6.3 Approfondimento stazione Giulio Cesare.....	134
6.3.1. Introduzione storica dell'area nei pressi della stazione	136
6.3.2. Ubicazione della stazione	137
6.3.3. Inquadramento geografico, demografico e socioeconomico	137
7. CONCLUSIONI	141
7.1. Sviluppi futuri della ricerca	141
7.2. Cattura del valore - come internalizzare le esternalità	142
7.2.1. Cattura del valore - Il caso della Variante 200 a Torino.....	146
BIBLIOGRAFIA.....	147
SITOOGRAFIA.....	152

ABSTRACT (Italiano)

Le infrastrutture di trasporto rappresentano il complesso di opere che consente il movimento di passeggeri ed il trasferimento di merci. Esse ricoprono un ruolo di prim'ordine all'interno della società e per questo motivo generano esternalità sia positive che negative. Nel corso del tempo numerosi studiosi hanno indagato l'impatto di queste infrastrutture sullo sviluppo del territorio, ed in particolare sul valore immobiliare. Quest'ultimo viene infatti considerato come una misura dei benefici diretti ed esterni di un'infrastruttura (Small, 1998).

La relazione che intercorre tra valore immobiliare ed infrastrutture di trasporto è quasi sempre di tipo positivo anche se fortemente influenzata dalla variabile della distanza. Gli immobili localizzati vicino a specifiche infrastrutture di trasporto tendono a registrare un valore di mercato più elevato rispetto a quelli localizzati distanti dalle stesse infrastrutture. In particolare, i sistemi di trasporto di massa hanno un effetto significativo sui valori degli immobili per via del fatto che aumentano l'accessibilità all'interno delle aree urbane da essi servite.

Il lavoro di tesi svolto mira a stimare le esternalità, espresse in valori monetari (€ ed €/m²), generate dalla realizzazione della seconda linea di metropolitana di Torino. Essendo la Linea 2 di metropolitana (M2) ancora in fase di progettazione preliminare, la ricerca si è basata in un primo momento sul calcolo delle esternalità prodotte dalla Linea 1 di metropolitana (M1). In un secondo momento i risultati ottenuti sono stati proiettati sul patrimonio immobiliare situato nell'area in cui è prevista la costruzione delle future stazioni della M2. Le analisi appena descritte sono state portate avanti attraverso l'impiego combinato di modelli di prezzi edonici e strumenti GIS. Nel lavoro di tesi è stato impiegato il metodo dei prezzi edonici che permette di individuare i valori delle caratteristiche intrinseche ed estrinseche che compongono i beni immobiliari. Tra le caratteristiche estrinseche viene solitamente inclusa la distanza che separa gli immobili da determinati servizi o luoghi che generano utilità all'individuo, come per esempio una stazione della metropolitana. L'applicazione del modello dei prezzi edonici ha richiesto la costruzione di un campione rappresentativo del mercato immobiliare dell'area di studio. Il dataset utilizzato per l'analisi di valutazione, composto da un totale di 74068 unità statistiche, è stato autoprodotta unendo dati forniti direttamente dal Politecnico di Torino e dal portale immobiliare Immobiliare.it.

In seguito, il dataset è stato elaborato attraverso il software di statistica SPSS in modo tale da ottenere il risultato finale della valutazione. L'analisi dei dati ha rivelato che una migliore

accessibilità e quindi una distanza minore tra stazioni di metropolitana ed immobili ha un impatto positivo sul valore delle proprietà. Più precisamente il valore delle abitazioni aumenta del 2,4% quando localizzate a meno di 250 metri da una stazione della M1 e del 2,2% quando localizzate a una distanza compresa tra 250 e 500 metri da una stazione della M1. Per concludere, i risultati ottenuti sono stati proiettati su tre stazioni della futura M2 per quantificare e stimare l'aumento del valore totale di una parte del patrimonio immobiliare torinese. Pertanto, si può concludere che l'investimento pubblico in infrastrutture di trasporto di massa porta ad un aumento del valore degli immobili intorno alle aree in cui sono situate le stazioni. Questo aumento di valore non è però generato dalla presenza della singola stazione o dell'infrastruttura quanto più dall'aumento di accessibilità dell'area in questione.

ABSTRACT (English)

Transportation infrastructure represents the set of works that enable the movement of passengers and the transfer of goods. They play a major role within society and for this reason they generate both positive and negative externalities. Over time, numerous scholars have investigated the impact of these infrastructures on land development, and on real estate value. The latter is considered as a measure of the direct and external benefits of an infrastructure (Small, 1998).

The relationship between real estate value and transportation infrastructure is almost always positive even though it is strongly influenced by the distance variable. Properties located close to specific transportation infrastructure tend to have a higher market value than those located distant from the same infrastructure. Mass transportation systems have a significant effect on property values since they increase accessibility within the urban areas served by them.

The aim of the thesis work is to estimate the externalities, expressed in monetary values (€ and €/m²), generated by the construction of the second metro line in Turin. Since Metro Line 2 (M2) is still in the preliminary design phase, the research was based at first on the calculation of the externalities produced by Metro Line 1 (M1). In a second step, the results obtained were projected onto the real estate located in the area where the future M2 stations are planned to be built. The analyses just described were carried out through the combined use of hedonic pricing models and GIS tools. In the thesis work, the hedonic pricing method was employed to identify the values of intrinsic and extrinsic features that make up real estate assets. Extrinsic features usually include the distance separating properties from certain services or places that generate utility to the individual, such as a subway station. The application of the hedonic price model required the construction of a representative sample of the real estate market in the study area. The dataset used for the valuation analysis, consisting of a total of 74068 statistical units, was self-produced by combining data provided directly by the Polytechnic University of Turin and the real estate portal Immobiliare.it.

Then, the dataset was processed through SPSS statistical software to obtain the result of the evaluation. The data analysis revealed that better accessibility and thus a shorter distance between subway stations and properties has a positive impact on the value of properties. More specifically, the value of homes increases by 2.4 % when located less than 250 meters from an M1 station and by 2.2 % when located between 250 and 500 meters from an M1 station. To conclude, the results obtained were projected onto three stations of the future M2 to quantify and estimate the increase in the total value of a portion of Turin's housing stock. Therefore, it

can be concluded that public investment in mass transportation infrastructure leads to an increase in the value of real estate around the areas where the stations are located. However, this increase in value is not generated by the presence of the individual station or infrastructure as much as by the increase in accessibility of the area in question.

1. INTRODUZIONE

Fin dagli albori della storia dell'uomo la possibilità di spostarsi all'interno dello spazio ha ricoperto un ruolo fondamentale nella vita di tutti i giorni. Nel corso dei secoli si sono sviluppati metodi e tecnologie per rendere il trasporto di cose e persone più rapido, confortevole, efficace, efficiente e sicuro. In questo senso lo sviluppo tecnologico non è riferito solamente ai mezzi di trasporto ma anche e soprattutto a tutte le infrastrutture a servizio dello spostamento. L'esempio più semplice e lampante sono le strade, diffuse su tutta la superficie terrestre, anche nelle aree più remote ed inaccessibili. La presenza e la quantità di queste infrastrutture, a servizio dei diversi metodi di spostamento, permettono di definire un territorio come più o meno accessibile. Il concetto di accessibilità viene spiegato in maniera estremamente efficace dall'Enciclopedia Treccani. *“La possibilità di facile accesso di un luogo è un fattore che condiziona sensibilmente l'insediamento, l'utilizzazione delle risorse naturali e la localizzazione di alcune infrastrutture di trasporto. Essa diminuisce al crescere della distanza itineraria e, soprattutto, della distanza economica e risulta influenzata da elementi fisici, soprattutto morfologici (le aree montane sono per natura scarsamente accessibili), e da elementi dovuti all'azione umana, come la fittezza e l'efficienza delle vie di comunicazione. Pertanto, l'accessibilità muta, di solito crescendo, con il passare del tempo, in conseguenza, per esempio, della costruzione di trafori stradali e ferroviari che facilitano enormemente l'attraversamento di catene montuose. Un elevato grado di accessibilità è in genere un fattore positivo per lo sviluppo, mentre una ridotta accessibilità comporta gli svantaggi dell'isolamento.”* Come si percepisce dalla definizione sopra riportata l'accessibilità influenza sensibilmente la presenza di un insediamento umano. Questo accade perché una città o più in generale una superficie di territorio con una buona accessibilità è facilmente raggiungibile da beni e persone; conseguentemente una maggiore accessibilità favorisce lo sviluppo di quella stessa area.

Nel passato l'accessibilità era garantita dalla presenza di strade, coste e corsi d'acqua navigabili. Non a caso gran parte delle principali città storiche erano e sono situate in luoghi strategici, ben accessibili e connessi con il territorio circostante. Nel corso del tempo lo sviluppo tecnologico ha permesso di costruire infrastrutture, a sostegno degli spostamenti di beni e persone, in aree sempre più complesse ed inospitali. A seconda dell'importanza e del ruolo dell'infrastruttura, gli effetti da essa generati possono diffondersi su una superficie di territorio più o meno ampia. Questi effetti si rivelano sia positivi che negativi e in ambito scientifico vengono definiti

esternalità¹. Come abbiamo compreso da questa breve introduzione i trasporti ricoprono un ruolo di prim'ordine all'interno della società e pertanto influenzano la vita delle persone coinvolte. Per questo motivo le pianificazioni dei trasporti devono sempre tenere in considerazione gli effetti diretti e indiretti generati da una determinata scelta progettuale; quindi, è necessario, tramite analisi approfondite, prevedere l'impatto della scelta fatta.

Per fare un esempio, il tunnel di base del Brennero, attualmente in costruzione, permetterà di migliorare lo spostamento di beni e persone sull'intero territorio europeo. L'opera, una volta completata, sarà caratterizzata da un tunnel ferroviario ad alta velocità di 55 chilometri che collegherà il comune di Fortezza in Italia e la città di Innsbruck in Austria, permettendo di ridurre considerevolmente il tempo di attraversamento di una grande sezione dell'arco alpino (Malerba, 2017). Gli effetti positivi dell'opera si verificheranno, principalmente, nei pressi dei due punti di accesso al tunnel di base (Fortezza e Innsbruck) e a livello sovra-locale perché agevolerà lo spostamento di merci e persone all'interno del territorio europeo. Al contrario gli effetti negativi si verificheranno in quegli spazi che possiamo definire come intermedi o di attraversamento; essi sono rappresentati dalla fascia di territorio attraversata fisicamente dal tunnel ferroviario. Le stesse dinamiche si possono ripetere anche a scala locale, per esempio nel caso della costruzione di una nuova linea di metropolitana al servizio di una qualsiasi città. I benefici maggiori saranno riscontrabili nelle strette vicinanze delle stazioni; ovvero quelle aree in cui gli effetti positivi prodotti dall'infrastruttura si propagano. Al contrario, le aree non servite dalla metropolitana, lontane dalle stazioni, risulteranno maggiormente isolate e di conseguenza meno accessibili e penalizzate rispetto al resto del territorio. All'interno delle aree urbane gli effetti, positivi o negativi, generati da semplici decisioni possono influenzare la vita di milioni di persone. Per questo motivo ogni decisione presa deve essere ponderata. La componente dei trasporti e della mobilità è da sempre strettamente interconnessa con la pianificazione del territorio. Nel corso della storia lo sviluppo delle città è spesso andato di pari passo con lo sviluppo delle tecnologie e delle infrastrutture di trasporto. Nel passato gli spostamenti interni alle città erano effettuati principalmente senza l'uso di nessun mezzo di trasporto e di conseguenza tutti i luoghi di maggiore interesse dovevano essere facilmente raggiungibili a piedi. In seguito all'invenzione e alla progressiva diffusione di mezzi di trasporto pubblico e privato le città hanno iniziato ad espandersi e a raggiungere dimensioni che fino a qualche tempo prima sembravano impossibili.

¹ In economia le esternalità sono definite come l'insieme degli effetti esterni connessi a un'attività produttiva (di beni o servizi), che possono essere positive (incremento del valore immobiliare) oppure negative (inquinamento).

Nel mondo contemporaneo uno degli esempi più celebri è quello di Tokyo, capitale del Giappone. La Grande Area di Tokyo ha una popolazione di oltre 38 milioni di abitanti distribuiti su di una superficie di circa 13.500 chilometri quadrati, praticamente la stessa estensione della regione Campania². Questo enorme agglomerato urbano può esistere grazie ad un'organizzazione impeccabile e alla presenza di tecnologie ed infrastrutture che permettono uno spostamento rapido ed efficace.

Al giorno d'oggi, all'interno delle nostre città, esistono numerosi modi con cui le persone possono decidere di spostarsi nello spazio. Questa scelta da parte dell'utente è legata a innumerevoli fattori, tra cui quello culturale, e non sempre risulta essere la scelta più efficace ed efficiente. Proprio per questo motivo quando si analizzano gli spostamenti degli utenti si considera il costo percepito per effettuare lo spostamento e non quello effettivo. Il costo percepito racchiude al suo interno numerosi fattori soggettivi come, per esempio, il confort e invece non considera i costi indiretti per effettuare lo spostamento. Per analizzare i valori del contesto italiano ci affidiamo ad ISTAT³ e al rapporto "Spostamenti quotidiani e nuove forme di mobilità" (2017). Dal rapporto emerge come l'automobile sia il modo di trasporto prediletto dagli italiani, utilizzata dal 69,2% degli occupati come conducenti e dal 37,0% degli studenti come passeggeri. L'utilizzo dei Trasporti Pubblici Locali (TPL) è invece molto limitato; gli occupati che usano solamente i mezzi pubblici sono il 7,0% e il 4,1% coloro che usano mezzi sia pubblici sia privati. Tra gli studenti la percentuale è superiore, il 26,6% utilizza esclusivamente mezzi pubblici e il 6,1% sia mezzi pubblici che privati. Se la stessa analisi venisse fatta a scala locale ogni comune otterrebbe dei risultati diversi, influenzati dalla tipologia e dallo sviluppo delle infrastrutture di trasporto distribuite sul territorio. Per fare un esempio virtuoso, la Città di Milano nel corso degli anni ha costruito una rete di metropolitana che ad oggi si estende nel sottosuolo cittadino per oltre 96 chilometri e un totale di 113 stazioni. I dati dell'Azienda Trasporti Milanesi (ATM) del 2019 ci dicono che la rete di metropolitana di Milano accoglie ogni giorno circa 1 milione di passeggeri e nell'intera città circa il 29% degli spostamenti vengono effettuati tramite TPL (metro, autobus

² Grande Area di Tokyo

https://it.wikipedia.org/wiki/Grande_Area_di_Tokyo#:~:text=%C3%88%20la%20pi%C3%B9%20popolata%20area,con%20popolazione%20sei%20volte%20maggiore.

³ L'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) è un ente di ricerca pubblico. È presente dal 1926 ed è il principale produttore di statistica ufficiale a supporto dei cittadini e dei decisori pubblici.

<https://www.istat.it/>

e tram)⁴. La rete è in continua espansione e nel 2030, come dichiarato da ATM, dovrebbe raggiungere il 130 chilometri di lunghezza diventando l'ottava rete metropolitana per estensione in Europa. In ambito urbano la metropolitana risulta essere uno dei modi di spostamento più efficaci perché non deve tenere in considerazione il problema dei flussi di traffico. Allo stesso tempo è però un'opera molto dispendiosa e non sempre le casse comunali possono permettersela. Anche la città di Torino ha in programma l'espansione della sua rete metropolitana, ad oggi composta da una sola linea. Infra.to ha dichiarato che lavori di costruzione dovrebbero iniziare nei primi mesi del 2025 per terminare intorno al 2032. Al termine dei lavori la rete di metropolitana cittadina raggiungerebbe un'estensione di circa 50 chilometri distribuiti su due linee. Nello specifico, la costruzione di una linea di metropolitana all'interno di una qualsiasi città modifica, in senso positivo, il grado di accessibilità delle aree da essa servite. L'introduzione di strutture di trasporto pubblico urbano in una regione spesso crea un'opportunità significativa per accelerare il processo di sviluppo, influenzando anche i valori delle proprietà immobiliari e commerciali. Un migliore accesso, più opzioni di mobilità e minori costi di trasporto sono fattori importanti che aumentano i valori fondiari di tali aree, specialmente nei quartieri degradati e poveri (Kheyroddin et al., 2014). Questo incremento dello sviluppo si può tradurre, in termini scientifici, come un'esternalità positiva a favore dei residenti, dei commercianti e della stessa Città. Allo stesso tempo è però necessario tenere in considerazione che l'incremento dell'accessibilità e dello sviluppo, nei pressi di una stazione della metropolitana o più in generale di un'infrastruttura di trasporto, può anche generare degli effetti negativi che si riflettono su alcune aree della città e sulle classi sociali più in difficoltà. I fenomeni maggiormente citati dalla letteratura sono quelli dell'isolamento e della gentrificazione.

Nonostante possa sembrare facile muoversi all'interno delle aree urbane grazie alla fitta rete stradale esistono aree considerare più facilmente accessibili di altre. Questa differenza di accessibilità può essere una conseguenza collaterale e non voluta dell'attuazione di politiche sociali e urbanistiche; un esempio potrebbe proprio essere la costruzione di un'infrastruttura di trasporto al servizio di un parte limitata della città. Questa situazione può portare ad un fenomeno che viene comunemente chiamato "*isolamento*" che si esplicita in una limitazione dello sviluppo economico e del valore immobiliare e commerciale di una determinata area. Solitamente le aree più isolate delle nostre città sono quelle più periferiche, ai margini dei confini comunali e distanti

⁴ I dati sono stati pubblicati all'interno della "Carta della Mobilità ATM 2020" dove vengono dichiarati i risultati raggiunti nell'anno passato e formulati gli obiettivi per l'anno in corso.

<https://www.atm.it/>

dalle zone centrali. Questo stesso fenomeno può anche verificarsi ad una scala territoriale più ampia e portare all'isolamento di intere regioni. Gli effetti dell'isolamento spaziale si riflettono sulla popolazione residente che è costretta ad utilizzare una maggiore quantità di risorse (tempo e denaro) per muoversi. In seconda battuta, la costruzione di una nuova linea di metropolitana può causare fenomeni di gentrificazione, un effetto negativo che si riflette sulla popolazione e sulle attività commerciali più in difficoltà. Il termine "*gentrificazione*" è un'italianizzazione della parola inglese *gentrification*, inventata nel 1964 dalla sociologa Ruth Glass per descrivere quello che stava succedendo a Londra in quartieri operai come Islington, dove a partire dagli anni Sessanta si trasferirono molte persone delle classi più agiate. Glass individuò una stretta relazione tra i nuovi abitanti del quartiere e le modifiche che essi apportavano alle case. La parola deriva da "*gentry*", che in inglese significa "*piccola nobiltà*" (Bozzi, 2018). Nei decenni successivi, la gentrificazione è stata un fenomeno sempre più comune ed evidente, che ha interessato molte grandi città europee ed americane. Il fenomeno è stato ampiamente studiato da economisti, urbanisti e sociologi, che hanno proposto spiegazioni diverse e complesse. Con il termine gentrificazione si intende la trasformazione di un quartiere popolare in quartiere signorile in seguito ad operazioni di riqualificazione e rinnovamento. Il risultato di queste azioni porta all'aumento del prezzo degli affitti e degli immobili, e alla conseguente migrazione degli abitanti originari verso altre zone urbane. Molto spesso le cause sono diverse e si differenziano a seconda della cultura, della città e dalla nazione in cui ci troviamo. A differenza del contesto americano ed inglese, in Italia si è iniziato a parlare di questo fenomeno circa quarant'anni più tardi. La prima occorrenza del termine "*gentrificazione*" all'interno della letteratura e dei giornali risale ai primi anni Novanta. Ad oggi, in Italia, la città di Milano è sicuramente il luogo in cui questo fenomeno è stato analizzato maggiormente come nel caso di via Paolo Sarpi (Manzo, 2016) e del quartiere Isola (Caselli e Ferrari, 2013).

Come già accennato la gentrificazione può avere origine dalla costruzione di determinate infrastrutture all'interno del territorio che acquistano la funzione di volano per l'economia locale. Un esempio è la costruzione di una nuova linea di metropolitana che va a modificare l'accessibilità di una parte della città, rendendola più facilmente raggiungibile e conseguentemente appetibile per gli investimenti e in generale per lo sviluppo. Nel caso di una linea di metropolitana la gentrificazione può verificarsi nelle vicinanze delle stazioni, fino a dove si estendono i benefici dell'infrastruttura. Questo fenomeno non si verifica solamente nelle periferie, quanto e soprattutto nei centri storici e nei quartieri centrali, nelle zone con un certo degrado da un punto di vista edilizio e con costi abitativi bassi. L'incremento dell'accessibilità,

sommato ad interventi di riqualificazione e rinnovamento tendono a far affluire nuovi abitanti ad alto reddito e ad espellere i vecchi abitanti a basso reddito. Lo stesso si verifica anche per quanto riguarda le attività commerciali che con il tempo vengono sostituite con tipologie di negozi differenti e più vicine alle necessità dei nuovi residenti.

Quando si decide di costruire un'infrastruttura è essenziale che all'interno della fase progettuale sia presente una sezione dedicata all'analisi dello stato di fatto e di come questa situazione muterà in seguito alla costruzione dell'opera in questione. È estremamente importante tenere in considerazione le esternalità positive ma soprattutto negative che l'infrastruttura genererà nei confronti del territorio e della popolazione che lo abita. Grazie a numerosi metodi di valutazione, come per esempio quello dei prezzi edonici (MPE), è possibile quantificare in termini numerici ed economici alcune delle esternalità prodotte dalla costruzione di infrastrutture urbane. La questione si fa più complessa quando le esternalità da valutare sono di carattere sociale e non economico. *“La metodologia dei prezzi edonici di fronte ad un bene composito è in grado di scomporre il valore globale di un bene nel valore di ogni caratteristiche che lo compone, e di ottenere così il contributo che ogni singola caratteristica apporta al valore finale del bene”* (Mauri, 2019, pag. 59).

1.1. Domande e obiettivi della tesi

L'intento di questo lavoro è quello di sviluppare, tramite l'uso combinato di strumenti GIS⁵ e il MPE, un modello per poter valutare le esternalità generate dalla realizzazione della seconda linea di metropolitana di Torino (M2) in termini di incremento dei prezzi immobiliari.

Ad oggi le aree urbane rappresentano il cuore dell'attività umana e al loro interno sono in atto trasformazioni rapide e continue. Il tasso di urbanizzazione è in continua crescita ed entro il 2030 è previsto che il 61% della popolazione mondiale vivrà in città (Domout, 2010). Questa crescita è necessariamente accompagnata dalla costruzione di numerose infrastrutture che generano un impatto sulla popolazione residente e no. Nel caso delle infrastrutture di trasporto si cerca di intervenire sull'incremento di accessibilità di una data area. Come abbiamo già visto l'incremento di accessibilità rende un territorio più facilmente raggiungibile da persone e

⁵ Geographic Information System (GIS) è un sistema che crea, gestisce, analizza e mappa tutti i tipi di dati. Il GIS collega i dati a una mappa, integrando i dati sulla posizione con informazioni di tipo descrittivo. Ciò fornisce una base per la mappatura e l'analisi utilizzata nella scienza e in quasi tutti i settori.

<https://www.esri.com/it-it/what-is-gis/overview>

investimenti e conseguentemente ne favorisce lo sviluppo. L'obiettivo principale della tesi è quindi di quantificare in termini monetari come la costruzione della nuova linea di metropolitana influenzerà il valore degli immobili all'interno della fascia di accessibilità delle stazioni previste dal progetto preliminare della M2 di Torino.

1.2. Struttura della tesi

Il lavoro di tesi è suddiviso in sette capitoli, ognuno dei quali ci permette di ricostruire e comprendere al meglio il modello di valutazione sviluppato ed infine applicato al patrimonio immobiliare torinese.

Dopo l'introduzione sopra riportata l'elaborato prosegue con l'analisi dello stato dell'arte, capitolo 2. Tramite l'uso di database specializzati come Scopus by Elsevier⁶ e motori di ricerca come Google Scholar⁷ è stato possibile valutare il punto in cui sono arrivate le ricerche in relazione alla valutazione di esternalità prodotte da infrastrutture urbane tramite l'uso del metodo dei prezzi edonici. L'analisi della letteratura ha cercato di identificare quelle pubblicazioni che più ricalcavano gli obiettivi e le domande della tesi. Il materiale reperito e analizzato fa riferimento agli effetti e alle esternalità generate dalle linee di metropolitana localizzate in tutti e cinque i continenti. La maggior parte dei documenti analizza il contesto asiatico dove negli ultimi anni sono state costruite e sono in fase di costruzione numerose linee di metropolitana. Come dichiara l'ansa⁸, ad oggi, le aree urbane cinesi ospitano un totale di 6730 chilometri di linee di metropolitana più di qualunque altro Stato nel mondo. Al contrario, per quanto riguarda il contesto italiano è stato trovato un solo articolo, redatto da Gallo (2018) che analizza le esternalità, in relazione al patrimonio immobiliare, generate dalla metropolitana di Napoli. Di conseguenza, lo studio portato avanti all'interno della tesi potrebbe andare a colmare, anche se solo in parte, il buco all'interno della letteratura specializzata in relazione al contesto italiano.

Nel capitolo 3, "*L'evoluzione del trasporto pubblico a Torino*", si tenta di descrivere come si sono evoluti i trasporti pubblici all'interno del capoluogo piemontese nel corso degli anni. Partendo dai primi anni dell'800 si racconta brevemente la storia delle prime linee di trasporto

⁶ <https://www.scopus.com/>

⁷ <https://scholar.google.com/>

⁸ Agenzia Nazionale Stampa Associata (ANSA) è la prima agenzia di informazione multimediale in Italia e tra le prime nel mondo.

<https://www.ansa.it/>

pubblico, quando ancora venivano utilizzati omnibus ed ippovie. Si prosegue poi con la travagliata storia che ha portato, solamente nel 2006 all'inaugurazione della prima linea di metropolitana della Città.

La tesi prosegue con il capitolo 4 che affronta e descrive il progetto preliminare, presentato al Comune di Torino, in relazione alla M2 che attraverserà Torino e alcuni comuni della prima cintura da nord a sud. Per quanto riguarda la descrizione della M2 sono stati utilizzati i documenti ufficiali resi pubblici dal Comune di Torino. Questa parte della tesi, principalmente di carattere descrittivo, è utile per contestualizzare e conoscere al meglio l'area di studio e l'infrastruttura oggetto di valutazione.

La tesi procede con il capitolo 5, "*Valutazione delle esternalità generate dalla Linea 1 - L'incremento del valore immobiliare*". Come possiamo comprendere dal titolo del capitolo l'analisi studia gli effetti che sono stati generati dalla linea M1 nel corso degli anni, dalla sua entrata in funzione nel 2006 fino ad oggi. Questi stessi effetti, in un secondo momento, saranno poi proiettati nelle aree della città che saranno attraversate dalla futura M2. Non è stato possibile valutare direttamente le esternalità generate dalla linea M2 perché ancora in fase di progettazione, per questo motivo gli effetti generati dall'infrastruttura non sono ancora riscontrabili e quantificabili. I valori ottenuti saranno quindi relativi alle esternalità generate dalla linea M1 in favore del patrimonio immobiliare torinese. Il capitolo si articola con una prima parte dedicata alla descrizione del modello di prezzi edonici, utilizzato per la valutazione delle esternalità. "Il metodo dei prezzi edonici si fonda sull'idea che un prodotto, in questo caso una abitazione, è caratterizzato dalle sue proprietà costitutive e che il valore di un bene può essere calcolato sommando i valori stimati dalle sue singole proprietà" (Herath e Maier, 2010, pag. 41). All'interno del capitolo 5 sono inoltre descritte le diverse fasi che hanno portato alla creazione del dataset su cui si basa la valutazione e l'applicazione del MPE. Il dataset utilizzato è costituito da oltre 70mila compravendite immobiliari, avvenute tra il 2014 e il 2021. Ognuno degli immobili residenziali inseriti all'interno del dataset è descritto da una serie di variabili. La parte conclusiva del capitolo mostra i risultati dei modelli di regressione multipla lineare utilizzati per stimare il contributo delle variabili al prezzo finale di vendita degli immobili. In questo modo è stato possibile valutare e quantificare numericamente l'incremento dei prezzi immobiliari generati dalla linea M1.

Successivamente, all'interno del capitolo 6, "*Proiezione dei risultati ottenuti sulla Linea 2*", i risultati precedentemente ottenuti sono stati proiettati sul patrimonio immobiliare residenziale localizzato nelle vicinanze di tre stazioni (Santa Rita, Università, Giulio Cesare) della futura M2

torinese. In questo modo è stato possibile prevedere e quantificare, in termini economici e numerici, le esternalità generate dalla costruzione della M2. Il capitolo in questione si occupa di esporre e spiegare brevemente i risultati e le risposte alle domande della ricerca. Inoltre, per ognuna delle tre stazioni selezionate è stato fatto un breve inquadramento territoriale ispirandosi all'atlante Torino Atlas⁹, realizzato da UrbanLabTo¹⁰ e Rapporto Giorgio Rota¹¹ in collaborazione con IED¹². La tesi si conclude con il capitolo 6, “*Conclusioni*”, dove vengono esposti i risultati della tesi e i possibili sviluppi futuri. Il capitolo inizia con una breve discussione riguardante l'intero lavoro svolto e i principali risultati ottenuti per poi concludersi con i possibili sviluppi futuri.

⁹ Torino Atlas consiste in un insieme di mappe relative al territorio metropolitano torinese realizzato con l'obiettivo di raccontare il territorio metropolitano attraverso la messa a sistema di mappe, rappresentazioni cartografiche, dati statistici e infografiche.

<https://urbanlabortorino.it/pubblicazioni/torino-atlas-3/>

¹⁰ Urban Lab To nasce con l'obiettivo di diventare luogo di confronto tra gli attori economici, sociali e culturali implicati nei processi di trasformazione della città.

<https://urbanlabortorino.it/urban-lab/>

¹¹ Il Rapporto Giorgio Rota su Torino accompagna dal 2000 la trasformazione della città, cercando ogni anno di leggerne successi e fallimenti, traguardi raggiunti e nuovi obiettivi.

<https://www.rapporto-rota.it/storia-del-rapporto.html>

¹² l'Istituto Europeo di Design (IED) è una scuola professionale privata italiana di disegno industriale, moda e arti visive.

<https://www.ied.it/chi-siamo>

2. ANALISI DELLA LETTERATURA

STATO DELL'ARTE

Il MPE è stato utilizzato all'interno della tesi per valutare le esternalità prodotte dalla costruzione della M2 in termini di incremento del valore immobiliare. Il metodo in questione ha un'enorme letteratura grazie anche alla sua applicazione in diversi campi. La maggior parte dei paper analizzati sono stati reperiti all'interno del database Scopus by Elsevier e dal motore di ricerca Google Scholar che hanno permesso di ottenere una panoramica dei risultati della ricerca accademica a livello internazionale.

L'obiettivo primario del MPE è quello di estrapolare, partendo dal prezzo di mercato, il valore implicito delle diverse caratteristiche che compongono un bene composito. In questo senso la metodologia è stata sperimentata in numerosi campi compreso quello immobiliare con cui è stata riscontrata una forte affinità. Rosen comprende come le abitazioni sono formate da una serie di caratteristiche che possiamo definire come interne (superficie, classe energetica, stato dell'immobile, piano, ecc.) ed esterne (distanza da una stazione di metropolitana, distanza da area verde, quartiere, ecc.) al bene stesso. Le caratteristiche specifiche di un immobile possono essere valutate dal costo di costruzione, mentre le caratteristiche relative al contesto riflettono vantaggi di localizzazione, tradotti in termini monetari come rendite fondiari sulla base della disponibilità a pagare (*"willingness to pay"*) implicita per poter godere di questi vantaggi (Camagni, 2012). Per quanto riguarda gli immobili la componente dell'accessibilità ricopre un ruolo fondamentale nella determinazione del loro valore finale o prezzo di mercato. *"Infatti, poiché le infrastrutture di trasporto generano un aumento dell'accessibilità, esse fanno sì che, a livello microeconomico, la posizione delle abitazioni e delle attività commerciali ivi localizzate si rivalifichi e di conseguenza il loro valore aumenti"* (Milotti e Patumi, 2009, pag. 3).

La valutazione edonica volta a calcolare le esternalità generate da infrastrutture di trasporto, a favore del mercato immobiliare, è ben consolidata dalla letteratura scientifica ma, nonostante ciò, non siamo stati in grado di reperire o identificare valutazioni di questo tipo per il contesto torinese. In questo senso il lavoro di tesi svolto è andato a coprire un buco nella letteratura. Uno dei primi studiosi a valutare la variazione di valore dei terreni in prossimità di una infrastruttura di trasporto fu l'americano Spengler nel 1930; esso esaminò gli effetti generati dalle nuove stazioni ferroviarie, costruite all'inizio del XX secolo a New York, sul valore dei terreni nelle aree circostanti. I risultati mostrarono come le linee ferroviarie tendessero a spostare il valore della

terra, registrando un incremento positivo per quei territori a poca distanza dalle stazioni (Milotti e Patumi, 2009). Esiste una vasta ricerca empirica che esamina l'impatto della vicinanza di infrastrutture ferroviarie sui prezzi della terra e degli immobili. Gran parte di questi studi si concentra sull'analisi delle reti locali o interregionali di sistemi ferroviari convenzionali, spesso indicati come ferrovie di tipo pesante (Nelson, 1992; Bowes and Ihlanfeldt, 2001). Con il tempo però, in seguito all'aumento di importanza della metropolitana come una sorta di ferrovia urbana veloce, l'attenzione si è rapidamente spostata sul ruolo che ricoprono le stazioni di metropolitana all'interno dell'ambiente urbano. I risultati ottenuti da numerosi studi di livello internazionale, che esaminano esplicitamente l'effetto della vicinanza delle stazioni di metropolitana sui prezzi degli immobili, rivelano perlopiù un impatto positivo e quindi un aumento del valore totale. Nonostante ciò, alcuni studi, anche se in maniera limitata, riportano impatti deboli, non significativi o in certi casi addirittura negativi.

La maggior parte degli studi inerenti a questa materia si concentra sull'impatto delle stazioni di metropolitana sui prezzi delle proprietà a loro vicine. Diversamente, alcuni studi, come quello di Bae et al. (2003) e Chun-Chang et al. (2020), esaminano gli effetti anticipatori legati all'apertura delle stazioni di metropolitana. Essi hanno cercato di comprendere, temporalmente parlando, quando avveniva l'aumento del valore delle proprietà considerando la definizione del progetto, l'inizio dei lavori di costruzione e infine l'apertura e l'effettiva entrata in funzione della stazione. Bae et al. (2003) hanno condotto il loro studio a Seoul (Corea del Sud) e hanno riscontrato il maggiore impatto della metropolitana sui prezzi degli immobili prima dell'effettiva apertura della linea. Chun-Chang et al. (2020), che analizzano la metropolitana di Taipei, trovano un impatto negativo significativo della metropolitana dopo l'inizio della sua costruzione e nessun effetto significativo dopo la sua apertura. Al contrario, Lin e Hwang (2004) riportano un effetto positivo della vicinanza della metropolitana sui prezzi degli immobili anche dopo il lancio della stazione della metropolitana (Taipei, Taiwan). Essi mostrano inoltre che l'impatto varia a seconda della posizione dell'immobile (centro o periferia), del tipo di immobile (residenziale o commerciale) e di altri fattori (ad esempio la disponibilità di altre linee della metropolitana).

Tutta la letteratura analizzata ha utilizzato il MPE per valutare le esternalità generate dalle stazioni di metropolitana. Nonostante l'approccio alla ricerca sia simile e utilizzi la stessa metodologia i dati utilizzati differiscono in molti aspetti. Una delle differenze principalmente riscontrate è la diversa estensione nell'area in cui sono stati considerati gli effetti prodotti dalle stazioni. Questa differenza può essere data sia dai dati a disposizione per effettuare la ricerca ma anche dal contesto analizzato. Nel caso di Napoli, analizzato da Gallo (2018), non viene

specificato quanto la metropolitana sia lontana dalle proprietà ma viene semplicemente detto, tramite l'uso di una variabile binaria, se la metropolitana rientra o meno all'interno di una data zona. I dati della metropolitana sono associati alle zone OMI¹³ senza andare a specificare la distanza che intercorre tra le stazioni di metropolitana e gli immobili. Una stazione di metropolitana è associata a una zona se contenuta all'interno della stessa o se il confine della zona non dista più di 250 metri dalla stazione (Gallo, 2018). Totalmente diverso è l'approccio utilizzato da Pengtao Li e Dongming Xu (2019) nel loro studio relativo all'influenza della Linea 2 di metropolitana di Luoyang sul prezzo degli immobili; essi considerano la distanza tra immobili e stazioni come variabile a cui assegnare il valore. All'interno del modello da loro costruito ed utilizzato hanno inserito ben quattro variabili che descrivono la distanza:

- M0 quando l'immobile è collocato a meno di 500 metri dalla stazione di metropolitana;
- M1 quando l'immobile è collocato ad una distanza compresa tra 500 e 1000 metri dalla stazione di metropolitana;
- M2 quando l'immobile è collocato ad una distanza compresa tra 1000 e 2000 metri dalla stazione di metropolitana;
- M3 quando l'immobile è collocato ad una distanza compresa tra 2000 e 3000 metri dalla stazione di metropolitana.

Nel complesso, esiste una ricca letteratura sul tema di come i sistemi di trasporto di massa influenzano i prezzi degli immobili. I primi studi effettuati in materia si sono concentrati principalmente sulle città degli Stati Uniti e su alcuni Paesi europei. Più recentemente la letteratura ha iniziato ad utilizzare come casi studio città asiatiche, principalmente su suolo cinese, grazie all'enorme sviluppo infrastrutturale avvenuto negli ultimi 20 anni. L'aspetto comune della letteratura esistente è che si tratta per lo più di casi studio in cui la rete metropolitana è ben sviluppata (Torzewski, 2020). Di conseguenza i prezzi delle abitazioni potrebbero essere influenzati in modo diverso in quelle città in cui la linea di metropolitana è poco sviluppata soprattutto rispetto ad altri mezzi di trasporto, come nel caso di Torino.

¹³ Osservatorio Mercato Immobiliare (OMI) produce semestralmente le quotazioni immobiliari per ogni zona territoriale omogenea di ciascun comune, un intervallo minimo/massimo, per unità di superficie in € ed €/m², dei valori di mercato e locazione, per tipologia immobiliare e stato di conservazione.
<https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/web/guest/schede/fabbricatiterreni/omi/banche-dati/quotazioni-immobiliari>

2.1. Analisi del caso studio - La città di Torino

La tesi utilizza come caso studio la città di Torino, una delle più importanti all'interno del territorio italiano e la quarta per numero di abitanti¹⁴. Geograficamente è collocata al limite occidentale della Pianura Padana, tra le Alpi che le fanno da corona a ovest e le colline a est. Torino sorge in una ottima posizione geografica, presso lo sbocco delle grandi strade provenienti dai trafori alpini e dai valichi. La storia della città inizia in epoca romana da cui ha ereditato importanti caratteristiche come l'organizzazione a griglia della rete viaria e degli isolati che la rende riconoscibile in tutto il mondo.

Nel 1563 diventa capitale del Ducato di Savoia e da quel momento il suo ruolo all'interno del panorama italiano ed europeo cambia drasticamente. Nel 1861 Torino sarà incorata prima capitale d'Italia anche se lo rimarrà per soli 4 anni fino al 1865. Tra il XIX e il XX secolo la città conoscerà una rapida espansione guidata dal settore industriale cittadino, fortemente sviluppato ed incentrato sulla produzione meccanica e tessile. Inoltre, in questi anni la città diventa meta di importanti fenomeni migratori, caratterizzati perlopiù da persone provenienti dal sud Italia, che faranno crescere vertiginosamente la popolazione cittadina fino a toccare gli 1,2 milioni di abitanti negli anni Settanta. Primaria industria torinese è quella meccanica e metallurgica, specialmente nel settore automobilistico, che vede nei grandi gruppi come FIAT e Lancia i rappresentanti della massima industria automobilistica nazionale ed europea. All'interno della città si diffondono velocemente numerosi edifici industriali, tra i più celebri quello del Lingotto e di Mirafiori.

Tra gli anni Ottanta e Novanta il settore industriale entrò in crisi causando numerose ripercussioni sul livello di occupazione¹⁵. Nel giro di pochi anni numerose aziende si trovarono a dover chiudere o ridurre drasticamente il personale e la città entrò in una profonda crisi economica e demografica che durerà per oltre venti anni e di cui gli effetti sono visibili ancora oggi. La città cerca subito di rimettersi in moto e trova la sua nuova vocazione nella cultura, nella ricerca e nell'istruzione.

¹⁴ Secondo il "Bilancio demografico anno 2022" (31/05/2022) la città di Torino conta un totale di 844.990 abitanti.

¹⁵ La crisi del settore industriale fu causata dalla crisi petrolifera del 1973-1974 durante la quale i paesi dell'OPEC imposero l'embargo, per la vendita del petrolio, verso i Paesi occidentali filoisraeliani. Il mercato dell'automobile nel giro di pochi anni si ridusse di oltre il 30%.



Immagine 1: Veduta di Torino dal monte dei Cappuccini (fonte Google Immagini)

Ad oggi molti degli spazi che un tempo erano dedicati alla produzione sono diventati motore dello sviluppo cittadino grazie ad importanti processi di riqualificazione. Gli interventi di maggior importanza e che hanno avuto il maggior impatto sono sicuramente quello del Parco Dora¹⁶, un tempo occupato dagli stabilimenti FIAT e Michelin, e del passante ferroviario¹⁷. Tra la fine del XX e l'inizio del XXI secolo la città è anche andata in contro a numerosi interventi infrastrutturali, tra cui spicca la realizzazione della prima linea di metropolitana cittadina inaugurata nel 2006 in occasione dei XX Giochi olimpici invernali. Essa è la prima metropolitana italiana ad essere caratterizzata dalla guida autonomistica, negli anni successivi sarà seguita da Brescia e Milano. Attualmente la linea 1 è caratterizzata da 23 stazioni in servizio più 4 in costruzione e da una lunghezza totale del tracciato pari a 15,1 chilometri. Come riporta GTT ogni giorno più di 150 mila passeggeri usufruiscono di questo servizio per un totale di 42,5 milioni di passeggeri

¹⁶ Il Parco Dora è un parco post-industriale di 456.000 m² di estensione sorto nel 2012 sulle ceneri di una delle più grandi aree industriali della città.

¹⁷ Il passante ferroviario è la più grande infrastruttura realizzata a Torino dal dopoguerra e attraversa tutta la città da nord a sud, dal Lingotto alla stazione Stura. Il progetto ha portato al completo interrimento del transito dei treni da corso Turati a corso Grosseto, e la conseguente realizzazione in superficie del grande viale alberato della Spina Centrale. Questa grande opera ha consentito di riunire e ricollegare due parti della città un tempo separate dalla ferrovia.

all'anno¹⁸. Rispetto ad altre città europee ed italiane la rete metropolitana di Torino è piuttosto carente, la causa principale è sicuramente collegata con lo sviluppo tardivo dell'infrastruttura. Ad oggi la seconda linea di metropolitana è in fase di progettazione e i lavori di costruzione dovrebbero iniziare nei primi mesi del 2025.

¹⁸ Rapporto decennale GTT relativo alle prestazioni delle Linea 1 di metropolitana “2006-2016: 10 anni di metropolitana a Torino”.

<https://web.archive.org/web/20171020135849/http://www.gtt.to.it/cms/notizie-eventi-e-informazioni/2443-2006-2016-10-anni-di-metropolitana-a-torino-3>

3. L'EVOLUZIONE DEL TRASPORTO PUBBLICO A TORINO

La crescita del Regno di Sardegna e del suo settore industriale, sempre più predominante all'interno dell'economia sabauda, provocano un rapido sviluppo urbanistico ed economico e all'interno della capitale il bisogno di re-pianificare le infrastrutture di trasporto si fa sempre più necessario.

La prima ipotesi di un servizio di trasporto pubblico al servizio della città di Torino e dei suoi abitanti risale al 1835 quando Adriano Toaran di Lione presentò, all'Amministrazione Comunale, una richiesta formale per la concessione di un servizio di trasporto urbano. Dopo lunghe discussioni, tuttavia, la richiesta non fu accolta. Le ragioni da parte dell'Amministrazione Comunale furono queste: *“sicuramente la creazione di un servizio di trasporto pubblico avrebbe aiutato la popolazione ma non gli imprenditori”*. La situazione stava però maturando, infatti, solo dieci anni più tardi si decise di realizzare, all'interno delle strade cittadine, una rete di trasporto pubblico composta da due linee. La concessione fu assegnata al Signor Risone di Moncalieri, che da alcuni anni svolgeva con successo un servizio di collegamento tra Torino e Moncalieri (Davico, 2005).



Immagine 2: Foto storica di Torino - Tram a cavallo in Piazza Statuto (fonte Google Immagini)

I due percorsi si snodavano lungo gli assi storici della città con un incrocio in Piazza Castello,

fulcro della vita cittadina. Sebbene fosse inteso come un servizio alla popolazione, il trasporto pubblico, almeno inizialmente, non poteva essere considerato alla portata di tutti a causa del costo molto elevato dei biglietti. A partire dalla seconda metà dell'800 si accese una forte concorrenza tra le varie società private che avevano ottenuto una concessione da parte dell'Amministrazione Comunale. Le società di maggior successo erano però due: la Società Anonima dei Tramway di Torino e la Società Torinese Tramway e Ferrovie Economiche. Nel 1890, dopo circa quarantacinque anni dalla concessione delle prime due linee, le strade cittadine erano percorse da diciotto linee per un totale di 58 chilometri di binari. In concomitanza con la fine del secolo lo sviluppo tecnologico fa passi da gigante e grazie alle invenzioni di Nikola Tesla e Thomas Edison iniziamo a vedersi edifici o parti circoscritte di città alimentate dall'energia elettrica. Nel giro di pochi anni questa grande invenzione sarebbe stata sfruttata anche nel mondo dei trasporti. Infatti, nel 1897 il Comune decise di elettrificare l'intera rete tranviaria cittadina. Nello stesso anno la Società Anonima dei Tramway di Torino e la Società Torinese Tramway e Ferrovie Economiche si unirono sotto un'unica gestione e diedero inizio alla completa riorganizzazione della rete tranviaria. Negli stessi anni, la città di Torino concesse la concessione di otto nuove linee alla neonata Società Anonima Elettricità Alta Italia. Sulla base di questa società, nel 1907, il Comune formerà l'Azienda Tranviaria Municipale (ATM)¹⁹ con l'intento di soddisfare costantemente le esigenze di espansione della Città e migliorare la gestione dei servizi. L'ATM nonostante le numerose difficoltà iniziali decise di potenziare la propria rete soprattutto nelle aree periferiche e nelle vicinanze dei nuovi insediamenti produttivi. Nel 1922 il Comune riscattò anche le linee appartenenti alla Società per Azioni Torino Tramway in quanto riteneva pressante la necessità di gestire il trasporto urbano in modo pubblico e universale. A questo punto si è resa necessaria una nuova e totale riorganizzazione della rete tranviaria cittadina; la contemporanea presenza di più concedenti aveva creato non poco disordine nelle vie cittadine. L'opera di unificazione e razionalizzazione dei percorsi fu lenta e difficile e si concluse solo nel 1928 (Davico, 2005).

3.1. La metropolitana in Italia

Nonostante in Italia si sia parlato di progetti per la costruzione di linee metropolitane già dagli

¹⁹ L'ATM è stata l'azienda di trasporto pubblico locale del comune di Torino dal 1906 fino al 2003, anno in cui è confluita, assieme alla SATTI, all'interno del neonato Gruppo Torinese Trasporti.
[https://it.wikipedia.org/wiki/ATM_\(Torino\)](https://it.wikipedia.org/wiki/ATM_(Torino))

ultimi anni dell'800 è necessario attendere il 1955 per vedere la realizzazione della prima linea ferroviaria classificabile come metropolitana. Si tratta della Linea 1 di Roma, oggi meglio conosciuta come metro B, che collega la stazione Termini con il quartiere EUR. A circa 10 anni di distanza dall'apertura della metropolitana romana, nel 1964, venne inaugurata la Linea 1 di Milano. Seguiranno nel 1993 Napoli, nel 1999 Catania a cui bisogna aggiungere le metropolitane leggere costruite a Genova nel 1990, Torino nel 2006 e Brescia nel 2013. La rete di metropolitane in Italia ha un'estensione totale di 231,7 chilometri di cui 96,8 nella sola città di Milano.

CITTA'	N° LINEE	N° STAZIONI	ESTENSIONE	APERTURA
Brescia	1	17	13,7 km	2013
Catania	1	11	8,8 km	1999
Genova	1	8	7,1 km	1990
Milano	4	113	96,8 km	1964
Napoli	2	19	20,3 km	1993
Roma	3	75	56,4 km	1955
Torino	1	23	15,1 km	2006

Tabella 1: Estensione metropolitana in Italia (autoprodotta)

Portando avanti un'analisi su scala territoriale più ampia, a livello europeo, si evidenzia un divario tra lo sviluppo della rete metropolitana italiana e quella degli altri paesi europei con caratteristiche economiche e demografiche simili all'Italia.

STATO	POPOLAZIONE	ESTENSIONE METRO	km METRO OGNI 100.000 ABITANTI
Francia	68.303.234	363,2 km	0,53 km
Germania	83.237.124	365,2 km	0,44 km
Italia	60.285.761	231,7 km	0,38 km
Spagna	49.769.864	699,1 km	1,40 km

Tabella 2: Km di metropolitana ogni 100.000 abitanti in Francia, Germania, Italia e Spagna (autoprodotta)

Andando a calcolare i chilometri di metropolitana ogni cento mila abitanti dei quattro principali paesi dell'Unione Europea (Francia, Germania, Italia e Spagna) si nota come l'Italia sia in coda al gruppo guidato con distacco dalla Spagna. Infatti, la rete metropolitana spagnola, con un totale

di 699,1 chilometri, è la più estesa in Europa; essa è composta dalle linee di Barcellona, Bilbao, Madrid, Palma di Maiorca, Siviglia e Valencia. Per ridurre quasi totalmente questo divario sarebbe necessario aumentare l'estensione totale della rete metropolitana in Italia di quasi quattro volte rispetto allo stato attuale.

3.1.1. Sviluppi futuri della rete di metropolitana italiana

Lo sviluppo di una nuova linea o più semplicemente l'ampliamento di una linea di metropolitana richiede una grande sforzo economico da parte delle Amministrazioni Comunali. Per questo motivo i Comuni vengono quasi sempre aiutati tramite degli investimenti provenienti dal Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibile (MIMS). Ad oggi, in Italia, gli unici progetti per quanto riguarda il trasporto rapido di massa sono localizzati in quelle città, prima citate, già dotate di almeno una linea di metropolitana. I progetti in questione sono in gran parte finanziati dal Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)²⁰. Come riferito da un comunicato ufficiale del Governo, visionabile all'interno del sito web governo.it, la Conferenza Unificata ha dato il via libera a tre decreti per un investimento totale di 6,7 miliardi di euro destinati al miglioramento del trasporto rapido di massa e al miglioramento del parco autobus in cinque grandi città italiane. I fondi destinati al miglioramento del trasporto rapido di massa ammontano a 4,7 miliardi sui 6,7 dell'investimento totale. Il finanziamento è ripartito in quindici progetti totali e le città interessate sono: Roma, Milano, Torino, Napoli e Genova.

Il capoluogo piemontese si colloca al secondo posto per quanto riguarda l'ammontare dei finanziamenti previsti dal PNRR potendo beneficiare di una cifra superiore al miliardo di euro. Questi fondi, assieme a quelli già stanziati nel 2020 dal Governo, permetteranno a Torino di costruire la sua seconda linea di metropolitana leggera. La nuova linea collegherà 32 stazioni attraverso un percorso complessivo di 27 chilometri, suddiviso in tre tratte principali: una centrale di 16 km che prevede 23 stazioni; un prolungamento in direzione sud per un totale di 5 stazioni e 6 chilometri di percorso; un prolungamento a nord di 6 chilometri di lunghezza, composto da 4 fermate. La nuova infrastruttura andrà ad agevolare notevolmente gli spostamenti all'interno dell'area urbana grazie alla presenza di una stazione di interscambio con la Linea 1 della metropolitana e ben quattro stazioni di interscambio con le stazioni ferroviarie metropolitane. Inoltre, saranno raggiungibili con la metropolitana luoghi centrali della città di Torino come la

²⁰ Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) è il piano approvato nel 2021 dall'Italia per rilanciare l'economia dopo la pandemia di COVID-19, al fine di permettere lo sviluppo verde e digitale del Paese.

sede del Politecnico di Torino o l'ospedale San Giovanni Bosco.

3.2. Storia della metropolitana torinese

Nei primi anni del 900 il centro storico di Torino si riconferma come elemento accentratore delle attività finanziarie e terziarie. La città sta subendo numerosi cambiamenti, non solo in termini di espansione spaziale ma anche dal punto di vista delle trasformazioni urbane all'interno della città esistente. Uno degli esempi principali è quello di via Pietro Micca, che fu realizzata nel periodo 1885 - 1897. La strada parte da piazza Castello e arriva fino a Piazza Solferino attraversando la griglia ortogonale della città in maniera obliqua. Le ragioni di questo sventramento in stile Haussmann²¹ erano di tipo economico, sociale e sanitario. Gli isolati tra piazza Castello e piazza Solferino erano e sono di impianto medioevale costruiti senza alcun regolamento edilizio o urbanistico. Oltre a non consentire una buona circolazione ai veicoli, in una parte nevralgica della città, le condizioni igienico-sanitarie non erano delle migliori. Infatti, a causa delle strade strette e delle case alte, il ricircolo dell'aria e il passaggio della luce erano scarsi. Grazie a questo intervento di trasformazione si passò da un tessuto urbano gravemente degradato ad una zona con forti rendite. La stessa cosa fu fatta nella prima metà del '900 lungo l'asse della Via Roma. Proprio in questa circostanza la città di Torino fu accostata per la prima volta alla parola metropolitana. I lavori per lo sventramento e la successiva riorganizzazione di Via Roma iniziarono nel 1931 dopo molti anni di discussione e dibattito. I lavori furono divisi in due sezioni, la prima da Piazza Castello a Piazza San Carlo e la seconda da Piazza San Carlo a Piazza Carlo Felice. Trovandoci in epoca fascista il Duce è fortemente interessato a questo imponente cantiere. Per quanto riguarda la seconda sezione dello sventramento della Via Roma, il lavoro fu affidato a Marcello Piacentini perché l'Amministrazione Comunale non riuscì a trovare un'alternativa a causa dei numerosi progetti presentati. Piacentini decise di utilizzare un'architettura in stile razionalista che si distingueva in modo molto importante dall'ambiente circostante. In una relazione del 18 aprile 1932, conservata presso l'Archivio Storico della città di Torino si dice che: *“L'esecuzione della galleria sotterranea del tratto in questione, ovvero tra piazza San Carlo e via Bertola, di circa 100 metri di lunghezza, è necessaria indipendentemente dal fatto che verrà utilizzata o meno come futura tramvia o metropolitana”* (Ravera, 2005).

²¹ Celebre architetto, urbanista e politico francese autore dei grandi piani di ristrutturazione di Parigi tra il 1853 e il 1870. I lavori da lui svolti all'interno della capitale francese si possono considerare i primi esempi di urbanistica moderna.

Ulteriore evidenza si trova su un documento pubblicato dall'Ufficio Tecnico Lavori Pubblici il 21 marzo 1935, in cui si afferma che: *“La nuova Via Roma è quindi da considerarsi una strada a due piani con strade inferiori e superiori. La via superiore, delimitata ai lati dai muri frontali degli edifici, sarà valorizzata commercialmente dall'apertura di vetrine per il commercio, nei locali sotterranei che si affacciano su di essa transiteranno anche tram con presa elettrica aerea”* (ASCT, Delibera del capo ingegnere del servizio tecnico LLPP alla Regia Prefettura, 21 marzo 1935).

La presentazione di un progetto di tale portata e tipologia in questo preciso periodo storico deve obbligatoriamente ottenere l'approvazione del Comitato Centrale Interministeriale per la Protezione degli Aeromobili (CCIPAA). Si prevede infatti che una galleria sotterranea debba essere in grado di soddisfare anche i requisiti di ricovero antiaereo. L'Amministrazione Comunale avvia quindi studi molto approfonditi per capire se le due destinazioni potessero essere compatibili all'interno del tunnel di via Roma. Il risultato è che i due usi sono considerati *"tecnicamente non idonei"* (ASCT, Delibera del Podestà di Torino al Presidente CCPIAA di Roma, 5 novembre 1935) per diverse cause strutturali. Si interrompe così il primo tentativo della città di costruire la sua prima linea metropolitana, che sarebbe stata anche la prima in territorio italiano.

Lo sviluppo economico, industriale, sociale e demografico del secondo dopoguerra vede un boom senza precedenti. Se all'inizio del secolo solo il 10% dell'intera popolazione mondiale viveva nelle aree urbane, nel 1950 questa percentuale salì al 30% e nel contesto europeo i valori erano ancora più elevati. Questi dati possono farci capire come le aree urbane stessero diventando sempre più congestionate e caotiche e la necessità di un servizio di trasporto pubblico efficiente ed efficace era sempre più impellente anche a Torino. La risposta tecnologica a queste necessità è il trasporto rapido di massa in sede propria, quella che oggi viene più comunemente chiamata metropolitana. Questa soluzione si rivela essere molto efficace in quanto viaggiando al di sotto della superficie non risente di problemi quali traffico e congestione. Tra le città che pensavano di costruire una linea metropolitana c'era anche Torino; essa ci aveva già provato nella prima metà del 900 ma senza successo. A partire dagli anni Cinquanta, la città conobbe una crescita senza precedenti trainata dal predominante settore industriale. In molti pensarono che questo potesse essere il momento giusto per la realizzazione di una linea metropolitana, utile per collegare le zone residenziali della e i principali stabilimenti industriali come quello di FIAT Mirafiori. La prima proposta avanzata in questi anni venne presentata da una Commissione della Compagnia Tranviaria Comunale che propone una semplice ristrutturazione della rete tranviaria. Era un'idea semplice non supportata da alcun tipo di indagine tecnica approfondita in grado di dimostrare

la fattibilità tecnica ed economica dell'opera. L'indicazione proposta era quella di realizzare un insieme di sottopassaggi per velocizzare lo spostamento dei veicoli nell'area centrale e semicentrale della città di Torino. L'idea fu abbandonata poco dopo la sua creazione e fu sostituita da una proposta innovativa guidata dal continuo sviluppo cittadino e dalle concomitanti celebrazioni per il centenario dell'Unità d'Italia. Tra le varie ipotesi fu presentata anche quella di costruire una rete sopraelevata ispirata a quella realizzata da Alweg in occasione dell'Esposizione Internazionale del Lavoro e la contestuale celebrazione del centenario dell'Unità d'Italia. L'idea progettuale fu quasi subito bocciata a causa dei problemi che l'infrastruttura avrebbe generato all'ambiente estetico della città.

Nel 1962 fu redatto da ATM e dal Comune di Torino il primo documento ufficiale di massima per un progetto di metropolitana interamente sotterranea²². L'obiettivo del progetto era quello di creare un collegamento rapido tra le diverse parti della città e di liberare le strade di superficie da installazioni fisse. Al citato documento, redatto da ATM nel 1962, seguì l'approvazione del bando per la progettazione della Linea 1, che avrebbe dovuto attraversare la città in direzione nord-sud. Il concorso si svolse regolarmente e si concluse nel 1967.

Pochi anni prima dell'istituzione del concorso, nel 1964 fu condotto dalla Società De Lauw uno studio sul crescente problema del traffico a Torino e la necessità di un sistema di trasporto pubblico aggiornato e moderno. Nella relazione finale si afferma che: *“Da diversi anni la congestione del traffico cittadino rappresenta un serio problema sia per il trasporto pubblico che per il traffico commerciale e privato, che ne sono gravemente colpiti. La situazione continua a peggiorare a un ritmo considerevole a causa dell'aumento della popolazione e del traffico automobilistico. Per alleviare i problemi creati dalla congestione del traffico, sono necessarie notevoli spese per implementare nuovi servizi di trasporto per il pubblico e tutte le altre forme di traffico”* (De Leuw, 1967). Dopo la conclusione del concorso, nel 1969, venne presentato al Ministero dei Trasporti un primo progetto per la realizzazione dell'infrastruttura. Tutto ciò fu necessario per ottenere i contributi economici al fine di finanziare il 70% del costo totale dell'opera. Infatti, senza il sostegno dello Stato il Comune non sarebbe stato in grado di coprire la totalità dei costi di costruzione. L'approvazione del Ministero arriva due anni dopo con annessa la richiesta di alcune modifiche progettuali. Solamente tre anni dopo l'invio del progetto al Ministero dei Trasporti, nel 1972, viene emanato il decreto sullo stanziamento dei fondi per dare

²² Città di Torino, Commissione tecnica ATM la metropolitana per la città di Torino, progetto di massima per tre soluzioni diverse, Torino 1962.

ufficialmente il via alla costruzione della prima linea metropolitana della città di Torino (Ravera, 2005). I tempi sembravano maturi ma la situazione politica ed economica della città di Torino era fortemente mutata rispetto ai primi anni Sessanta e i margini di consenso sul lavoro si erano drasticamente ridotti. FIAT e Torino erano in un momento di crisi dopo aver attraversato molti anni di continua crescita e sviluppo, la città, come il resto del Paese, fu colpita dall'inflazione e dai problemi generati dalla crisi petrolifera. In risposta al calo dei consensi, il Consiglio Comunale decise di far realizzare nel 1974 uno studio di valutazione sui rapporti costi-benefici del sistema metropolitano, ritenuto utile per rivedere le decisioni prese nell'ambito del progetto iniziale (Castagnoli, 1995). Questa analisi portò alla conclusione che i benefici derivanti dalla realizzazione dell'infrastruttura sarebbero stati pari alla metà dei costi necessari per la sua realizzarla. A chiudere definitivamente il progetto fu poi l'intervento di diverse istanze sociali legate alle politiche e agli interessi economici. La Regione, in alternativa, propose un'ipotesi di sviluppo infrastrutturale diversa e più economica. Ovvero, la realizzazione di un "*Premetro*", una linea tranviaria che percorre dei sottopassaggi. A parità di spesa, questa ipotesi consentirebbe di costruire più chilometri e implementare una maggiore diffusione territoriale dell'accessibilità. Ma anche questa proposta non ebbe nessun seguito.

Analizzando il periodo compreso tra la fine degli anni Cinquanta e la prima metà degli anni Settanta, è possibile identificare come ci fosse poca integrazione tra pianificazione territoriale e pianificazione dei trasporti. Si è infatti deciso di privilegiare lo sviluppo del trasporto privato, andando a peggiorare sempre più i problemi di traffico e congestione che affliggevano l'area urbana torinese. La metropolitana sarebbe stata l'unico tipo di trasporto in grado di smaltire elevati volumi di persone ad alta velocità e su base regolare, alleggerendo così il traffico di superficie. La città di Torino abbandona definitivamente questo progetto nel 1978 quando vide la nascita del Progetto Metropolitana Leggera (CITTA' DI TORINO, Atm, metropolitana automatica linea 1, progetto di massima, Torino 1992). Esso prevedeva due linee organizzate sugli assi Nord-Sud ed Est-Ovest. Per la prima volta, all'interno di un documento pubblico, si afferma l'importanza dell'uso da parte della popolazione del trasporto pubblico a discapito del trasporto privato. Gli anni Ottanta sono anni di grande trasformazione per la città, almeno sulla carta, grazie alla redazione, nel 1980, del nuovo Piano Regolatore Generale (PRG). Solo un anno più tardi viene pubblicato anche il Piano dei Trasporti Pubblici (PTP) dove viene messo in evidenza come il sistema di trasporti torinese necessiti di un aggiornamento completo. All'interno del Piano dei Trasporti Pubblici viene citata anche la possibilità di dotare la città di ben cinque linee di metropolitana; un'ipotesi non molto concreta. Con l'avvicinarsi dei Mondiali di Italia 90,

il governo stanziava fondi e stabilisce procedure agevolate per le città che ospiteranno l'evento. Queste sovvenzioni possono essere utilizzate per avviare rapidamente progetti che altrimenti richiederebbero anni. L'unica condizione posta dal governo è che quanto attuato debba essere in funzione dell'evento sportivo previsto (Ravera, 2005). Questa rappresenta una grande opportunità per la città di Torino, che può portare a termine progetti che fino ad ora erano rimasti solo all'interno degli uffici comunali. L'Amministrazione Comunale decise di puntare sul progetto della Linea 4 che doveva collegare Porta Nuova allo Stadio delle Alpi. La linea doveva svilupparsi in parte interrata, principalmente nelle zone centrali della città, e in parte fuori terra. Il Consiglio Comunale approvò il progetto e la scelta del percorso fu comunicata a Roma il 20 novembre 1988. Nonostante il tutto sembrasse essere già finalizzato, due giorni dopo, il Consiglio Comunale bocciò il progetto a causa dei costi ritenuti troppo elevati. Alla fine, si optò solo per la realizzazione di un sottopassaggio sotto piazza della Repubblica così da completare la linea 3 della metropolitana leggera e rendere l'opera parte delle opere finanziate dal decreto Mondiali. A causa dei ritardi da parte del governo, che non aveva ancora approvato la legge per stanziare i fondi, il progetto sembrava essere sempre più in dubbio. Nel febbraio del 1989 si decise di non firmare la delibera di apertura dei cantieri e ancora una volta un progetto a un passo dalla conclusione viene bloccato sul nascere. Tutto si conclude il 18 marzo 1989 quando per troppa incertezza e lunghi ritardi il progetto della metropolitana leggera di Torino arriva al capolinea circondato da numeri critici (Gianotti, 1989, pag. 2). Il Comune si concentrerà esclusivamente sulla costruzione dello Stadio delle Alpi, che pochi mesi dopo ospiterà i Mondiali di calcio. La struttura sarà collegata al centro di Torino solo dalla Linea 9, costruita autonomamente da ATM.

3.3. Finalmente la Linea 1

Come è stato descritto nei capitoli precedenti l'intenzione di costruire una linea di metropolitana nel sottosuolo torinese sussiste dai primi anni del XX secolo. Nel 1990 la Giunta Comunale delibera la realizzazione di una linea di metropolitana leggera per collegare il Lingotto con il complesso industriale FIAT Mirafiori. Ma nuovamente il progetto viene sospeso a causa di fondi insufficienti.

Il vero e proprio momento di svolta arriva nel 1998 quando la Società Torinese Trasporti Intercomunali (SATTI) viene incaricata della progettazione, della realizzazione e della successiva gestione della futura metropolitana di Torino. La SATTI da qui a poco si fonderà con la Azienda Torinese di Mobilità (ATM) andando a formare l'attuale Gruppo Torinese Trasporti (GTT). Un

anno dopo, più precisamente il 19 giugno 1999, i XX giochi olimpici invernali vengono assegnati al capoluogo piemontese; essi rappresentano una grande opportunità di crescita e sviluppo per Torino e la sua area metropolitana. La città ha la possibilità di risollevarsi dopo un grande periodo di crisi causato dalla graduale deindustrializzazione. Il passato cittadino è fortemente legato alla produzione industriale, per oltre cento anni Torino è stata la principale “*factory town*” italiana, simbolo del lavoro, diventata forte e grande grazie all’industria. La nuova Torino non è più una “*factory town*” ma può essere definita “*knowlwdge town*” che punta sulla ricerca, sull’innovazione, sulla formazione e sulla cultura. Sicuramente, le Olimpiadi invernali del 2006 hanno ricoperto un ruolo estremamente importante in questa transizione.

La fase di progettazione della metropolitana viene poi affidata all’ATI Sydstra-Geodata, mentre alle aziende Matra Transport International, Fiat Ferroviaria e Siemens è chiesta la fornitura dei veicoli e del materiale rotabile. Sempre nel 1999 viene firmata la delibera CIPE che aumenta dal 35 al 60% la quota di finanziamento garantita dal Governo centrale per la realizzazione della metropolitana. In definitiva, la linea si estenderà per un totale di 14,2 chilometri dal Comune di Collegno fino ad arrivare al Lingotto. I lavori saranno divisi in due tratti: il primo compreso di 15 stazioni per 9,6 chilometri totali collegherà Collegno a Porta Nuova, il secondo di soli 4,6 chilometri e sei stazioni metterà in contatto Porta Nuova e il Lingotto.

Come viene specificato all’interno del documento “*Il sistema VAL*” redatto dal Comune di Torino et al. il Comune di Torino ha optato per una metropolitana di tipo automatico senza conducente e per la sua organizzazione ha selezionato la tecnologia Véhicule Automatique Léger (VAL). L’esigenza era innanzitutto quella di mettere in opera un sistema che fosse già collaudato e rispondesse a criteri di efficienza e sicurezza. I risultati di tali studi hanno portato a individuare come modello il sistema VAL, progettato e sviluppato da Matra Transport (Gruppo Siemens), sulla base delle più moderne tecnologie di automazione e sicurezza, e allo stesso tempo delle esperienze delle metropolitane in servizio con il medesimo sistema da oltre 30 anni. Il sistema è stato scelto, oltre che per l’affidabilità e la sicurezza anche perché ritenuto particolarmente adatto alle caratteristiche e ai requisiti della Metropolitana Automatica di Torino in termini di capacità di trasporto (con una portata massima per direzione, prevista in 15.000 passeggeri/ora), facilità di integrazione nell’ambiente urbano grazie alle contenute dimensioni del treno (largo 2,08 m) e flessibilità ed economicità dell’esercizio. Il sistema, completamente automatizzato, è controllato per mezzo di telecomandi e telemisure dal Posto di Controllo e di Comando (PCC). Gli operatori possono intervenire per modificare lo stato del sistema, il numero di treni in linea, i parametri di funzionamento e molto altro. Per la localizzazione del PCC è stato scelto il Comprensorio

tecnico di Collegno dove sono situati anche il Deposito, l'Officina e la pista di prova.

3.4. L'inizio dei lavori

Grazie al documento "*La storia della metropolitana*"²³, scaricabile dal sito web del Comune di Torino, è stato possibile risalire in maniera accurata ai momenti più importanti nel processo di progettazione, costruzione ed entrata in servizio di questa importantissima infrastruttura.

I lavori iniziarono ufficialmente il 19 dicembre 2000 con l'intenzione di portare a termine il progetto e inaugurare la prima tratta della linea in tempo per l'inizio dei giochi olimpici invernali del 2006. A circa quattro anni dall'inizio dei lavori di scavo, il 17 giugno del 2004, la talpa arriva a Principi d'Acaja concludendo lo scavo del tratto di galleria da Collegno all'attuale Porta Susa. A novembre dello stesso anno viene anche consegnato il primo treno VAL 208²⁴ dallo stabilimento Siemens di Praga; in questo modo una volta ultimato il tracciato sarà possibile iniziare il collaudo. Un anno più tardi, il 18 marzo del 2005, la talpa, che nel frattempo aveva continuato a scavare ininterrottamente, arriva nella stazione di Porta Nuova andando ufficialmente a completare il primo tratto della metropolitana di Torino. Il tratto in questione è intervallato da 11 stazioni per un percorso totale di 9,6 chilometri. Inoltre, a dicembre, nel tratto tra la stazione XVIII Dicembre e la stazione Massaua, viene realizzato il primo viaggio prova con le autorità cittadine a bordo del convoglio. Il cronoprogramma del progetto aveva previsto l'inaugurazione del primo tratto, da Fermi (stazione di Collegno) fino a Porta nuova, prima dell'inizio della XX edizione delle olimpiadi invernali. Sfortunatamente, a causa di alcuni ritardi verificatisi nella fase di cantiere il raggiungimento dell'obiettivo prefissato deve obbligatoriamente essere posticipato. In occasione delle Olimpiadi verrà fatta un'apertura parziale del primo tratto della M1 che parte da Fermi fino ad arrivare alla stazione XVIII Dicembre nei pressi della stazione ferroviaria Torino Porta Susa. Il 4 febbraio del 2006 viene inaugurata a Torino la prima tratta della M1 della prima metropolitana automatica d'Italia. Il 20 marzo viene trasportato il primo milione di passeggeri e dieci giorni dopo iniziano, in via Nizza, i lavori per la realizzazione del secondo tratto della linea 1 per collegare Porta Nuova a Lingotto. Per l'entrata in servizio dell'intero primo tratto bisognerà attendere l'ottobre del 2007, con circa un anno di ritardo sul cronoprogramma. L'intera M1 verrà poi ultimata nel 2011 con l'inaugurazione del secondo tratto da Porta Nuova a Lingotto. La M1 si inserisce all'interno del gruppo di opere infrastrutturali promosse dal Piano Urbano del Traffico

²³ <http://www.comune.torino.it/torinoinstrada/metro/storia.pdf>

²⁴ VAL 208 è il modello del materiale rotabile selezionato per il servizio di metropolitana di Torino.

del 2001 e del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile del 2010. Lo scopo di questi due Piani è quello di migliorare l'offerta di mobilità torinese e incentivare l'utilizzo del trasporto pubblico da parte dei cittadini. Per fare ciò si punta su nuovi interventi strategici e sull'ottimizzazione delle infrastrutture ed i servizi già esistenti. I due interventi strategici previsti dai due Piani all'interno della Città Metropolitana di Torino sono la M1 e il Sistema Ferroviario Metropolitano (SFM). Questi due progetti sono considerati la colonna portante per lo sviluppo della mobilità dell'intera area metropolitana torinese e grazie alla loro realizzazione sarà possibile migliorare, in maniera consistente, l'accessibilità tra le diverse aree della città e i principali comuni della cintura.

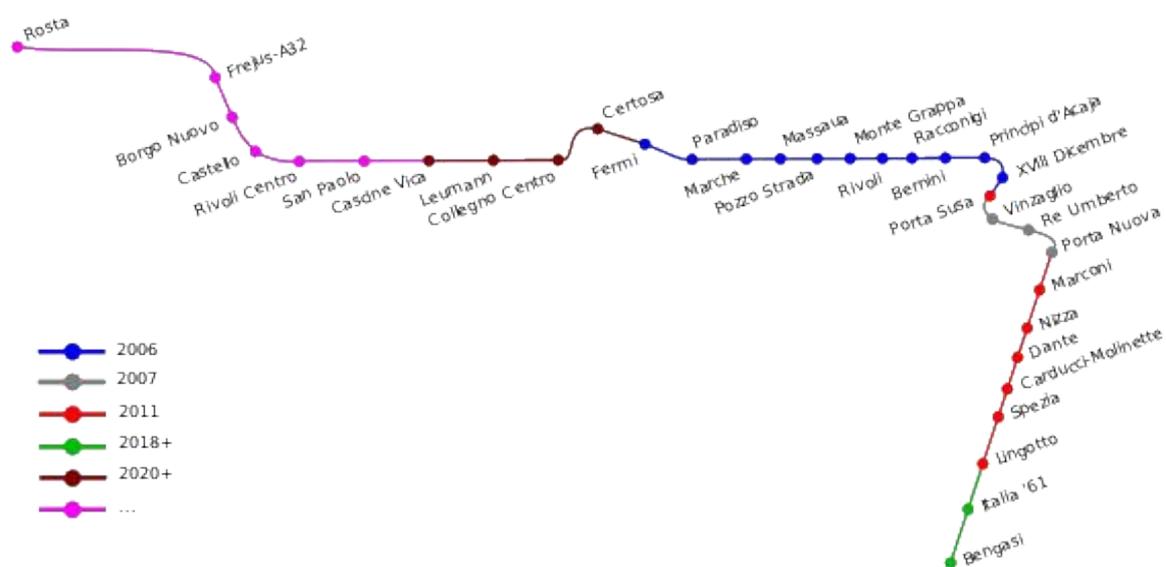


Immagine 3: Tracciato della Linea 1 di metropolitana di Torino (fonte Google Immagini)

3.5. La metropolitana leggera

A differenza delle principali città italiane dotate di almeno una linea di metropolitana, Torino non ha optato per una metropolitana pesante ma per una metropolitana di tipo leggero, ritenendola una scelta più adatta al contesto cittadino. Questa scelta è stata fatta anche in funzione ai costi da sostenere per la costruzione dell'infrastruttura. La norma UNI 8379-2000²⁵ definisce la metropolitana leggera come un sistema di trasporto rapido di massa che mantiene le caratteristiche della metropolitana classica, ad eccezione della portata oraria, che risulta ridotta a causa della limitata capacità dei convogli. La norma fornisce alcuni parametri caratteristici per le

²⁵ La norma UNI 8379-2000 definisce i parametri standard secondo cui si definiscono i sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia). <http://www.sancristoforo.concorrimi.it/allegati/113%20UNI%208379.pdf>

metropolitane leggere:

- portata potenziale minima per senso di marcia: 8000 passeggeri/ora;
- cadenza potenziale minima: 3 minuti;
- capacità di ogni convoglio: 400 persone;
- distanza media stazioni/fermate: 500 – 800 m;
- velocità commerciale minima: 25 km/h;
- lunghezza massima del convoglio: 80 m.

Si tratta in definitiva di un trasporto rapido di elevata capacità molto simile alla classica metropolitana, di cui conserva le caratteristiche di totale separazione o assenza di interferenza con altri sistemi di trasporto, la cui circolazione è regolata da segnali e sistemi di sicurezza. Rispetto però alla metropolitana pesante, vengono utilizzati rotabili di dimensioni minori e di minore capacità oraria di trasporto di persone. Caratteristiche dei tratti di metropolitana leggera sono anche il passaggio in galleria in aree fortemente urbanizzate e tratti sopraelevati per l'eliminazione d'incroci sullo stesso livello. I rotabili ricevono l'energia motrice tramite trolley da linea elettrica o specie nei tratti in galleria da rotaie percorse da corrente.

3.5.1. Il sistema VAL

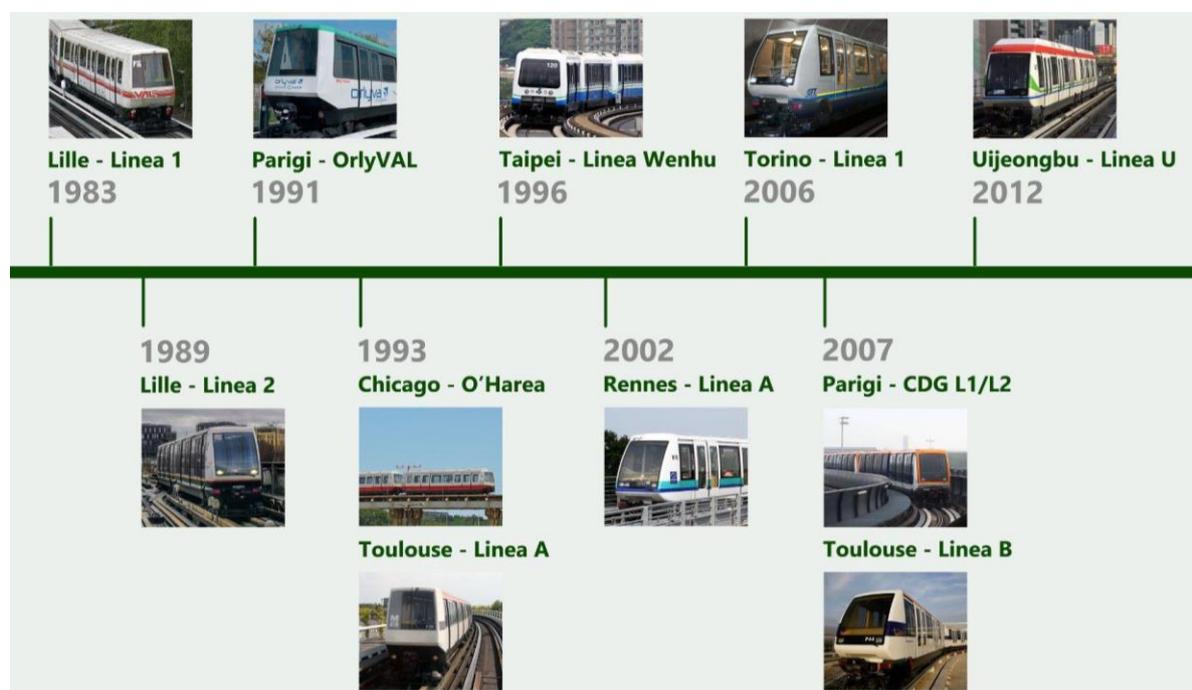


Immagine 4: I sistemi VAL nel mondo – Data inaugurazione e città di servizio (autoprodotta)

Essendo una delle ultime metropolitane costruite in Italia; la M1 di Torino ha potuto usufruire di tutte le tecnologie di ultima generazione che il mercato metteva a disposizione. Come già accennato precedentemente, il Comune di Torino ha deciso di utilizzare il sistema denominato VAL.

La storia del sistema VAL nasce in Francia nella seconda metà nel XX secolo. Esso è il risultato di numerose ricerche fatte nei laboratori dell'università di Lille che portarono al rilascio del brevetto il 31 luglio 1971. Dopo numerose sperimentazioni nel 1983, nella città di Lille in Francia, venne inaugurata la prima linea di metropolitana automatica su pneumatici al mondo. Essa fu progettata dalla ditta francese Matra che verrà poi assorbita dalla Siemens. Successivamente, questo sistema vincente verrà adottato in altre città. Inizialmente, solo all'interno del territorio francese per poi espandersi anche all'estero ²⁶. Ad oggi il sistema VAL è presente in nove città e in totale vi sono oltre 120 chilometri di linee VAL in servizio o in corso di realizzazione (Comune di Torino et al., s.d. a).

Il sistema VAL è stato progettato in modo da garantire la massima sicurezza dei passeggeri e della linea. Esso utilizza il sistema di Controllo Automatico dei Treni (ATC) che è stato progettato specificatamente per questo tipo di veicoli e beneficia delle caratteristiche più avanzate nel settore:

- esercizio ad automazione integrale (assenza di personale fisso sui treni e in stazione);
- elevata capacità di gestione dei guasti con ridondanza degli equipaggiamenti;
- intervallo minimo dei treni che può raggiungere i 69 secondi;
- telesorveglianza e telemisurazione del servizio (treni, impianti di linea e di stazione);
- protezione dei treni contro il rischio di collisioni, eccesso di velocità e altri problemi generici. Questa protezione è fornita dalla funzione Automatic Train Protection (ATP).

La sicurezza del sistema prevede inoltre una serie di ulteriori dispositivi di sicurezza. Primo tra tutti il design e la conformazione delle stazioni. Le stazioni delle metropolitane che utilizzano il sistema VAL sono dotate di porte automatiche di banchina. Queste porte sono comandate in maniera automatica e il loro funzionamento, come quello di tutto il sistema è monitorato dal

²⁶ Al giorno d'oggi la sezione Mobility dell'azienda Siemens si occupa della produzione dei sistemi CityVAL e AirVAL. All'interno del suo sito web sono state raccolte informazioni relative alla storia del sistema VAL e alle caratteristiche dei sistemi VAL attualmente in funzione.

<https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/rolling-stock/val-systems.html>

PCC. Queste porte automatiche di banchina servono per evitare cadute accidentali. Esse si aprono solamente una volta che il veicolo si è fermato alla banchina per far salire a bordo i passeggeri. Questo sistema è poi stato adottato da tutte le metropolitane di nuova generazione. Come possiamo comprendere il sistema VAL è molto complesso e necessita di una supervisione continua per far sì che tutto funzioni alla perfezione. Il tutto viene controllato, tramite l'uso di telecomandi e telemisure, all'interno del PCC. Esso non gestisce solamente i sistemi di sicurezza ma anche l'inserimento e ritiro dei treni dalla linea. In caso di necessità gli operatori del PCC dispongono di sistemi di videosorveglianza e di comunicazione interfonica per informare i passeggeri. In assenza di un intervento degli operatori il sistema funziona in modo completamente automatico (Comune di Torino et al., s.d. a).

3.5.2. Il materiale rotabile della metropolitana di Torino

TRENI VAL 208			
N° treni	29	Posti a sedere tot.	76 + 48 strapuntini
Lunghezza	52	Velocità massima	80 km/h
Larghezza	2,08 m	Velocità media	33 km/h
Posti totali	440	Tempo di attesa	69 sec.

Tabella 3: Caratteristiche treni VAL 208 (autoprodotta)

Come materiale rotabile per la metropolitana di Torino sono stati scelti i treni VAL 208 che dal 2001 hanno sostituito i più vecchi VAL 206. I treni che percorrono la linea 1 di Torino sono lunghi 52 metri e larghi appena 2,08 metri. Ciascun treno può trasportare in totale fino a 440 passeggeri ed è composto da 2 veicoli bidirezionali da 26 metri, formati a loro volta da 2 vetture tra di loro agganciate in modo permanente. Ogni vettura è dotata di tre porte su entrambi i lati e offre un'ampia modularità di posti a sedere: può trasportare 31 passeggeri seduti e 49 in piedi con gli strapuntini aperti, oppure 19 seduti e 61 in piedi con gli strapuntini chiusi. Le vetture rispondono a esigenze di praticità e velocità di trasporto: sono infatti studiate in modo da facilitare le operazioni di salita e discesa dei passeggeri (il tempo stimato di fermata del treno in stazione è di 15 secondi). Il convoglio è dotato di ruote di gomma che scorrono su guide d'acciaio: questo consente una maggiore aderenza e sicurezza in caso di frenate di emergenza, oltre a permettere al treno di superare maggiori pendenze rispetto alle normali metropolitane con ruote

in ferro. Le accelerazioni e le decelerazioni sono controllate e costanti in modo anche da diminuire contraccolpi che i passeggeri possono avvertire: l'accelerazione e decelerazione di servizio è pertanto contenuta automaticamente in +/- 1,3 m/sec². L'uso di pneumatici permette inoltre una notevole riduzione delle vibrazioni e un conseguente aumento di confort per tutti i passeggeri. L'esercizio della M1 prevede una frequenza di passaggi dei treni ogni 2 minuti in orario di punta e ogni 4/6 minuti nelle restanti ore della giornata (Comune di Torino et al., s.d. b). Gli allestimenti interni sono invece opera della nota azienda italiana Pininfarina Extra Design, così come la mascotte Orsetto Metro Torino, presente sugli adesivi informativi che segnalano i posti dedicati ai bambini e la chiusura delle porte dei treni²⁷.



Immagine 5: Treno VAL 208 in azione all'interno della metropolitana di Torino (fonte Google Immagini)

3.6 Stazioni e accessibilità

Ad oggi la linea è composta da 23 stazioni, le quali sono strutturate seguendo tutte la medesima idea progettuale, adattata a seconda dei diversi contesti. Il progetto architettonico è stato affidato allo Studio Bernard Kohn & Associati che ha deciso di utilizzare la tecnica della stazione tipo. La stazione tipo ha una lunghezza di 60 metri, una larghezza di 19 e il piano banchina si trova a una profondità di circa 15 metri rispetto al livello stradale. Tutte le stazioni sono composte dagli spazi esterni, il piano atrio dove sono presenti i tornelli e le biglietterie automatiche, il piano intermedio e la banchina separata dai binari per mezzo di un tunnel vetrato. A differenza di molte stazioni di metropolitana di altre città, quelle torinesi, al loro interno non presentano

²⁷ <https://www.infrato.it/il-sistema-val/>

nessun tipo di servizio se non quello offerto dall'infrastruttura stessa. *“Nel concepire il progetto della stazione tipo si è privilegiata la valenza trasportistica e quindi l'alta frequenza dei passaggi e tempi di attesa ridotti”* (Comune di Torino et al., s.d. c, pag. 1). Proprio in considerazione di ciò sono stati eliminati tutti gli elementi accessori (servizi igienici, bar, spazi commerciali), privilegiando invece la velocità del flusso dei passeggeri, semplicità dell'esercizio e una maggiore fruibilità degli spazi per sicurezza, qualità e comfort. Le stazioni sono state concepite con l'obiettivo di razionalizzare e minimizzare i percorsi all'interno e nei corridoi di uscita, prevedendo volumi interni il più possibile ampi e aperti, in grado di garantire un'accessibilità ottimale ad ogni tipo di utente durante le diverse ore del giorno. Delle 23 stazioni in funzione ben 15 presentano la stessa organizzazione ed architettura; questo come l'utilizzo della tecnologia VAL (metropolitana di tipo leggero) ha permesso di ridurre i costi di costruzione e gestione (Comune di Torino et al., s.d. c).

Al centro dell'architettura delle stazioni troviamo il concetto di accessibilità, questione fondamentale per aumentare il più possibile la fruizione delle stazioni da parte di tutte le categorie di utenti. Per agevolare la popolazione ipovedente sono stati apposti, nelle aree interne ed esterne, percorsi tattili a pavimento percepibili attraverso il contatto con il piede e con la punta del bastone. Questi percorsi permettono di guidare il cammino dell'utente sia in entrata che in uscita dalla stazione e indirizzare le persone ipovedenti alla banchina della metropolitana o alla fermata dell'autobus più vicina. Il tutto è coordinato con la messaggistica Braille in rilievo lungo i corrimani delle scale fisse delle stazioni (Comune di Torino et al., s.d. c). Nella progettazione delle stazioni si è anche tenuto conto degli utenti con disabilità motorie che possono accedere alla stazione utilizzando gli ascensori che portano dal piano strada alla banchina. Questo percorso, per ovvie ragioni, è diviso in due. Il primo ascensore porta l'utente dal piano strada al primo atrio dove è necessario passare la linea di controllo per poter accedere al secondo ascensore che porta alle banchine. Una volta saliti a bordo dei treni sono presenti delle postazioni dedicate alle carrozzine, come previsto da normativa. Le postazioni sono segnalate da un'apposita segnaletica e sono dotate di cinture di sicurezza per garantire stabilità durante la marcia del veicolo. All'occorrenza questi spazi possono essere anche utilizzati dai passeggeri (Comune di Torino et al., s.d. c).

La dotazione dei servizi di sicurezza e accessibilità si completa con gli avvisi acustici e luminosi che segnalano l'apertura e la chiusura delle porte di banchina e del treno. Essendo il VAL un sistema totalmente automatico, all'interno delle stazioni e dei treni non è presente alcun tipo di personale di servizio. Per mettersi in contatto diretto con il PCC è necessario utilizzare gli

appositi interfonni posizionati all'interno dei treni e delle stazioni²⁸.

3.7. Arte in metropolitana

Le stazioni della metropolitana sono la parte dell'infrastruttura di trasporto, che più di tutte, si mostra agli utenti. Per questo motivo GTT e Infra.To hanno deciso di rendere le stazioni della Metropolitana di Torino non solo spazi funzionali alla mobilità locale, ma anche luoghi d'arte, comunicazione e incontro. Seguendo questa ideologia è nato il progetto Museo nel Metrò che trasforma le stazioni in una infrastruttura artistica per la città. Per fare ciò è stato chiesto l'intervento di un noto artista torinese Ugo Nespolo. Le rappresentazioni artistiche sono collocate sulle pareti delle banchine in modo tale da essere visibili durante la salita e la discesa dai treni. Per adornare le vetrate di banchina delle stazioni, Nespolo ha realizzato una serie di decorazioni su vetro, dette vetrofanie, che stabiliscono un legame visivo e simbolico tra la metropolitana e la città. Le grafiche ideate dall'artista partono dal nome della stazione e cercano di raccontare, in maniera semplice ed essenziale, i luoghi, i personaggi e gli avvenimenti più importanti della storia civile e culturale di Torino. Ad oggi le decorazioni sono presenti in quasi tutte le stazioni e verranno installate anche nelle future fermate del prolungamento ad ovest. Solamente la stazione di Porta Nuova è sprovvista di vetrofania²⁹.

Come visto precedentemente nella sezione dedicata all'architettura delle stazioni, a livello strutturale e architettonico quasi tutte le stazioni sono uguali. Se dal punto di vista progettuale questa scelta ha portato numerosi vantaggi, primo tra tutti il risparmio economico, ha anche reso gli ambienti delle fermate relativamente impersonali. L'utilizzo delle vetrofanie ha aiutato a rendere le singole stazioni riconoscibili, caratterizzandole con dei segni distintivi in grado di rappresentarle. Di seguito sono rappresentate e descritte alcune delle vetrofanie presenti all'interno delle stazioni della M1. Le immagini e le rispettive descrizioni sono state reperite all'interno del sito web di Infra.To nella sezione "*Arte in metropolitana*".

XVIII DICEMBRE - La vetrofania è dedicata al tema del lavoro, in ricordo dei caduti del 18 dicembre 1922, con il Quarto Stato di Pellizza da Volpedo che avanza sotto lo sguardo di esponenti della cultura torinese tra le due guerre mondiali (Levi Montalcini, Cesare Pavese).

²⁸ <https://www.infrato.it/le-stazioni/>

²⁹ All'interno del sito di Infra.To sono descritte le caratteristiche principali della M1 di Torino. In particolare, esiste una sezione dedicata all'arte in metropolitana.

<https://www.infrato.it/larte-in-metropolitana/>



Immagine 6: Vetrofania stazione XVIII Dicembre (fonte Infra.To)

PORTA SUSA - Luogo di arrivi e partenze con la nuova stazione integrata tra ferrovie e metropolitana. La vetrofania di Porta Susa rappresenta i diversi convogli che attraversano la stazione, il nuovo grattacielo di Intesa San Paolo, la sede del Tribunale e le vicine OGR.



Immagine 7: Vetrofania stazione Porta Susa (fonte Infra.To)

MARCONI - La vetrofania è incentrata sull'imponente figura del castello del Valentino, sede dell'università di Architettura. I richiami arborei indicano la presenza del parco mentre la radio rappresenta un omaggio al suo inventore Guglielmo Marconi.



Immagine 8: Vetrofania stazione Marconi (fonte Infra.To)

CARDUCCI / MOLINETTE - Nella vetrofania della stazione Carducci – Molinette, è centrale il tema dell’Ospedale, con l’effigie dello storico edificio e dei suoi medici. Anche in questo caso non manca un omaggio al poeta e scrittore Giosuè Carducci.



Immagine 9: Vetrofania stazione Carducci/Molinette (fonte Infra.To)

ITALIA 61 / REGIONE PIEMONTE - Nella vetrofania il passato rappresentato dalla Monorotaia di Italia 61 ed il Pala Vella si intreccia con il moderno grattacielo della Regione Piemonte.



Immagine 10: Vetrofania stazione Italia 61/Regione Piemonte (fonte Infra.To)

3.8. I prolungamenti della Linea 1

Il primo ampliamento proposto e in seguito approvato fu quello del prolungamento in direzione sud da Lingotto a Piazza Bengasi. Come riportato nel Bollettino Ufficiale numero 15 del 16 aprile 2009³⁰, pubblicato dalla Regione Piemonte, il Comitato interministeriale per la programmazione economica e lo sviluppo sostenibile (CIPESS) ha approvato i lavori di prolungamento della linea 1 fino a Piazza Bengasi. Un estratto del Bollettino Ufficiale ci permetterà di conoscere le

³⁰ <http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2009/15/siste/00000055.htm>

caratteristiche di questo prolungamento: *“il progetto presentato è relativo alla realizzazione della tratta 4 denominata Lingotto–Bengasi della Linea 1 della Metropolitana automatica di Torino, quale prolungamento Sud della tratta Porta Nuova–Lingotto, già autorizzata e in fase di realizzazione, si estende su un tracciato completamente in galleria per metri 1927 verso l'area Sud del Comune di Torino; l'intervento in esame prevede inoltre la realizzazione di 2 stazioni (Italia '61 e Bengasi), 2 pozzi di ventilazione (PB1 e PB2), un pozzo terminale di fine tratta (PBT) ed un manufatto di bivio”*. Attorno a queste due stazioni, in particolare quella denominata Bengasi, ci sono state molte critiche e discussioni a causa dei continui ritardi sulla sua apertura al pubblico. Inizialmente, l'attivazione della stazione e del servizio era prevista per la fine del 2015 ma a causa di numerosi problemi l'apertura è stata rimandata per ben cinque volte. Tutto ciò ha generato non pochi disagi alla mobilità ma soprattutto alla popolazione e ai commercianti della zona che hanno convissuto per nove anni con un cantiere quasi sempre fermo. Gli scavi erano iniziati nel 2012 e i lavori si sono conclusi solamente il 23 aprile del 2021. Come disse la ex-sindaca di Torino Chiara Appendino durante l'inaugurazione della stazione: *“Un'opera strategica per la nostra mobilità attesa troppo a lungo”*.

Il secondo ampliamento della linea, questa volta in direzione ovest, riguarda il tratto dalla stazione Fermi a quella di Cascine Vica. La nuova tratta attraverserà in galleria il territorio dei comuni di Collegno e Rivoli, per una lunghezza complessiva di 3,4 chilometri. Il nuovo tracciato della metropolitana sarà composto da quattro nuove stazioni: Certosa, Collegno Centro, Leumann e Cascine Vica. Ad oggi i lavori sono in corso di realizzazione e sembrano proseguire rispettando il cronoprogramma prefissato da Infra.To. Il 2 dicembre 2021 sono stati completati 1050 metri di galleria dalla Certosa alla fermata Collegno Centro ed è caduto l'ultimo muro nel tunnel alla presenza delle principali autorità coinvolte. In totale i lavori, partiti a dicembre del 2019, dovrebbero durare quattro anni andando a cambiare totalmente il volto e l'accessibilità da e per la zona ovest della prima cintura torinese. Questa grande opera porterà numerosi cambiamenti anche nelle abitudini della popolazione dando valore alla mobilità sostenibile. Al completamento dei lavori il centro di Torino sarà raggiungibile in appena 20 minuti. L'obiettivo prefissato dalle autorità dalle ditte incaricate dei cantieri è di terminare i lavori entro il dicembre 2023. Partendo da questa data sarà poi necessario svolgere tutti i collaudi e definire gli ultimi dettagli, specialmente all'interno delle stazioni. La linea sarà quindi attiva e utilizzabile dai cittadini tra

febbraio e marzo 2024³¹. Tra le quattro nuove stazioni in costruzione quelle di Certosa e Cascine Vica sono le due più interessanti da analizzare. La fermata Certosa costituirà un nuovo nodo di interscambio con il SFM e con la stazione ferroviaria di Collegno. Il collegamento tra le due infrastrutture sarà caratterizzato da un percorso pedonale di circa 300 metri attualmente in fase di progettazione dall'Amministrazione comunale di Collegno. Allo stesso tempo le peculiarità architettoniche della fermata la renderanno unica all'interno di tutta la linea. Grazie alle caratteristiche dell'area urbana in cui sorgerà, con una maggiore disponibilità di spazio, la stazione Certosa sarà solo parzialmente interrata. L'atrio è infatti previsto in superficie, all'interno di una struttura coperta in vetro e acciaio, che garantirà un'illuminazione naturale dello spazio e il recupero dell'energia solare mediante pannelli fotovoltaici³².



Immagine 11: Render stazione di metropolitana Certosa (fonte Comune di Torino)

³¹ La descrizione del progetto e gli aggiornamenti relativi allo stato di avanzamento del cantiere di costruzione della tratta Fermi-Cascine Vica sono consultabili all'interno del sito web della Città Metropolitana di Torino.

http://www.cittametropolitana.torino.it/speciali/2021/metropolitana_torino/#:~:text=Una%20volta%20terminati%20i%20lavori,tra%20febbraio%20e%20marzo%202024

³² <https://www.infrato.it/stazione-certosa/>

La seconda stazione che ricoprirà un ruolo di primaria importanza sarà quella di Cascine Vica, situata all'interno del Comune di Rivoli lungo l'asse di Corso Francia. La stazione diventerà il nuovo capolinea ad ovest della M1 di Torino. Anche per questo motivo, in prossimità della stazione sarà costruito un parcheggio di interscambio. La struttura ospiterà 328 posti auto suddivisi su tre livelli sotterranei. La costruzione del parcheggio sarà accompagnata dalla riqualificazione urbana dell'area circostante andando ad aumentare le aree verdi ad oggi presenti³³.



Immagine 12: Render nuovo parcheggio d'interscambio stazione di metropolitana Cascine Vica (fonte Infra.To)

I cantieri del prolungamento ovest della metropolitana non sono ancora terminati ma si sta già parlando di un ulteriore prolungamento, sempre in direzione ovest. Tramite un comunicato stampa del 15 dicembre 2021 il Comune di Rivoli ha annunciato che Infra.To è stata incaricata della redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE). La redazione del PFTE è stata consegnata come da programma durante il mese di marzo 2022. Gli aggiornamenti, in tempo reale, relativi allo stato di avanzamento del progetto sono pubblicati nella sezione “*Metropolitana, News*” all'interno della pagina web della Città di Rivoli. Il nuovo prolungamento a Ovest della linea 1 prevede una galleria di 2,3 km lungo corso Francia, 2 stazioni (San Paolo e

³³ <https://www.infrato.it/stazione-cascine-vica/>

Rivoli Centro), 2 pozzi di ventilazione ed un pozzo terminale. Parte delle attività previste dal PFTE sono state una serie di sondaggi per verificare le caratteristiche del terreno e la profondità della falda acquifera. L'attività di cantiere ha avuto una durata approssimativa di un mese, al termine del quale sono stati elaborati i dati necessari per supportare la progettazione. Al momento non è ancora chiaro quando potranno effettivamente iniziare i lavori e di conseguenza quando la tratta entrerà in funzione.

Un ultimo accenno va fatto per la possibilità di un ulteriore prolungamento in direzione di Nichelino e Moncalieri partendo dalla stazione di Piazza Bengasi. Il Comune di Nichelino ha espresso interesse per il prolungamento della linea attraverso il suo territorio. Nel corso degli anni precedenti sono stati presentati diversi documenti politici che hanno portato, a metà del 2020, al mandato ad Infra.To per uno studio di fattibilità dell'estensione della linea all'interno del comune di Nichelino. Tale ipotesi prevederebbe nuove fermate e l'interscambio con la linea 2 del servizio ferroviario metropolitano. Al 30 luglio 2021 è stato presentato il masterplan relativo al prolungamento sud. Il tracciato si dovrebbe sviluppare dall'odierna stazione di Bengasi attraverso il comune di Moncalieri con una fermata in via Sestriere, e tre nel comune di Nichelino ubicate in via Torino, via Matteotti e per finire il capolinea in via Debouchè. Il costo complessivo ipotizzato è pari a 480 milioni. Ad oggi però non è ancora noto se e quando i lavori si faranno (La Stampa, 2021).

3.9. La Linea 1 in numeri

La M1, nella sua configurazione finale avrà uno sviluppo complessivo di 18,4 chilometri con 27 stazioni. Ad oggi il tracciato ha una lunghezza di 15,1 chilometri e le stazioni in attività sono 23. Il primo tratto della metropolitana, quello da Fermi a XVIII Dicembre, è entrato in funzione il 4 febbraio del 2006. L'ultimo prolungamento, quello da Lingotto a Bengasi, è attivo da poco più di un anno. La linea è percorsa da 29 treni VAL 208 che viaggiano sotto corso Francia, corso Vittorio Emanuele e via Nizza, con una frequenza di 2 minuti. La costruzione di questa infrastruttura ha cambiato notevolmente il sistema della mobilità torinese andando ad accrescere l'accessibilità di numerose aree della città un tempo parzialmente isolate. L'opera, per come si presenta oggi ha avuto un costo complessivo di quasi 1,5 miliardi di euro, senza contare i quasi 500 milioni per il prolungamento da Fermi a Cascine Vica. Dalla sua inaugurazione la metropolitana ha avuto una continua crescita di passeggeri. L'incremento si è verificato soprattutto in occasione dell'entrata in funzione dei prolungamenti a Porta Nuova e a Lingotto.

All'interno della pagina web GTT è possibile trovare i numeri del servizio svolto dalla metropolitana a partire dall'inaugurazione fino al 2015. Particolarmente significativo è proprio il dato del 2015 che mostra un incremento del 3,3% dei passeggeri rispetto all'anno precedente. La costruzione della metropolitana non ha solamente portato un nuovo servizio di trasporto all'interno della città; una conseguenza dell'opera è stata la completa riorganizzazione del trasporto pubblico di superficie. Infatti, sono state modificate le linee che condividevano lo stesso percorso con la metropolitana favorendo l'interscambio tra bus e metro attraverso variazioni di numerose linee³⁴. I dati di seguito riportati sono stati estrapolati dalla pagina internet di GTT.

ANNO	N° PASSEGGERI
2006 (da febbraio tratta Fermi-XVIII Dicembre)	7 milioni 880 mila
2007 (da ottobre prolungamento fino a Porta Nuova)	12 milioni 433 mila
2008	20 milioni 509 mila
2009	21 milioni 980 mila
2010	21 milioni 984 mila
2011 (da marzo prolungamento Porta Nuova-Lingotto)	34 milioni 238 mila
2012	38 milioni 635 mila
2013	38 milioni 748 mila
2014	39 milioni 815 mila
2015	41 milioni 119 mila
2016	42 milioni
2017	41 milioni 970 mila
2018	42 milioni 500 mila
2019	42 milioni 800 mila

Tabella 4: Numero passeggeri Linea 1 di metropolitana di Torino dal 2006 al 2019 (fonte GTT)

Si è deciso di non rappresentare i dati relativi agli anni 2020 e 2021 perché ritenuti “*ouliers*” a

³⁴<https://web.archive.org/web/20171020135849/http://www.gtt.to.it/cms/notizie-eventi-e-informazioni/2443-2006-2016-10-anni-di-metropolitana-a-torino-3>

causa della pandemia di COVID-19. I trasporti pubblici, come numerose altre realtà, sono stati fortemente colpiti dalla pandemia ed è stato necessario ridurre frequenza e capacità. A dimostrazione di ciò, durante la settimana dal 16 al 22 marzo 2019 sono state registrate, da parte di GTT, circa 77 mila validazioni contro le 884 mila registrate l'anno precedente nello stesso periodo. I dati sopra riportati, relativi ai passeggeri della Linea 1 di metropolitana, mostrano un incremento costante dei passeggeri dal 2006 fino al 2019. Siamo passati da 7,8 milioni nel primo anno, oltre 20 milioni nel 2008 con il completamento della tratta a Porta Nuova e 34 milioni nel 2011 con l'arrivo della metro a Lingotto. Dopo l'apertura della Stazione Lingotto si è assistito negli anni a un progressivo aumento dell'utenza, che è arrivata nel 2019 a quasi 43 milioni di passeggeri, segno di un servizio efficiente e apprezzato dai cittadini. Nel 2021 è stato inaugurato anche il nuovo tratto che collega il Lingotto con Piazza Bengasi; questo prolungamento di circa 2 chilometri si stima possa portare un incremento di circa 6 milioni di passeggeri ogni anno e ridurre ulteriormente il numero di veicoli per le strade. I lavori di prolungamento della linea 1 stanno ora procedendo verso ovest per 3,4 km e si prevede entro il 2024 di vedere realizzate le stazioni Certosa, Collegno Centro e Cascine Vica. Se le previsioni verranno rispettate, questo ulteriore ampliamento della linea potrà portare i passeggeri annui a più 60 milioni.

L'aumento di passeggeri ha anche portato a una diminuzione del traffico privato su strada. Si stima che le persone che hanno rinunciato all'auto privata per il mezzo pubblico siano state circa 12.000 nel 2006 e altre 10.000 con il prolungamento da XVIII Dicembre a Porta Nuova. Ogni giorno più di 150 mila persone, tra Torino e la sua cintura, decidono di utilizzare la metropolitana a discapito di altri mezzi di trasporto³⁵. Negli anni la metropolitana si è dimostrata un mezzo di trasporto efficace, efficiente, sostenibile e soprattutto capace di rispondere alle esigenze e ai bisogni dei cittadini.

³⁵ <http://www.muoversincitta.it/2006-2016-10-anni-metropolitana-torino/>

4. GENESI

DELLA LINEA 2 DI METROPOLITANA

Lo studio “*Scenario strategico del trasporto pubblico torinese*” redatto dalla Comune di Torino di concerto con l’Agenzia per la Mobilità metropolitana e il Gruppo Trasporti Torinese nel 2006 ha approfondito diversi scenari alternativi per il tracciato della seconda linea di metropolitana, in relazione ai carichi urbanistici attuali e futuri e all’offerta di servizio di trasporto pubblico rispetto alla domanda. Ancora prima del completamento del primo tratto della M1 si pensava già a come poter espandere ulteriormente il sistema della metropolitana torinese. Si cerca quindi di capire quali aree della Città necessitassero maggiormente di un miglioramento della componente trasportistica. Dai numerosi studi ed indagini portati avanti è emerso che le zone di Torino più carenti di offerta di linee di trasporto di forza risultassero essere quelle dei quadranti sud-ovest e nord-est. Di conseguenza, la Città ha considerato prioritario e funzionalmente opportuno definire un tracciato in grado di servire queste due parti della città. Partendo da questi presupposti le ipotesi trasportistiche sono state poi approfondite nello Studio di Fattibilità redatto e approvato in linea tecnica dalla Giunta Comunale nel giugno 2008 (mecc. 2008 03426/022).

Nella definizione del tracciato vengono prese in considerazione le trasformazioni dello scenario trasportistico dell’area metropolitana a cui andrà incontro la città nei prossimi vent’anni. I progetti principali riguardano il completamento della M1 da Cascine Vica a piazza Bengasi, del Passante Ferroviario da stazione Lingotto, a stazione Stura, nonché del nuovo tracciato della linea ferroviaria Torino-Ceres, previsto interrato sotto corso Grosseto con inserimento sul passante ferroviario della nuova stazione Rebaudengo. La lunghezza totale del tracciato nel territorio urbano di Torino misurerà circa 14,8 Km, mentre da Torino a Orbassano circa 6 Km, per un totale complessivo di circa 21 km. “*Il tracciato, pensato nei primi anni 2000, si sviluppa dal settore nord-est al settore sud-ovest della città: dalla nuova stazione Rebaudengo sul Passante Ferroviario, si inserisce nel ex scalo ferroviario Vanchiglia, utilizzando la trincea tra le vie Gottardo-Sempione, percorre corso Regio Parco, attraversa la Dora, Giardini Reali, piazza Castello, devia in via Pietro Micca, si immette in piazza Solferino, percorre i corsi Re Umberto e Stati Uniti, devia su corso Trento, percorre corso Duca degli Abruzzi per immettersi su corso Orbassano fino al Cimitero Parco, in corrispondenza del confine comunale*” (Comune di Torino, 2016).

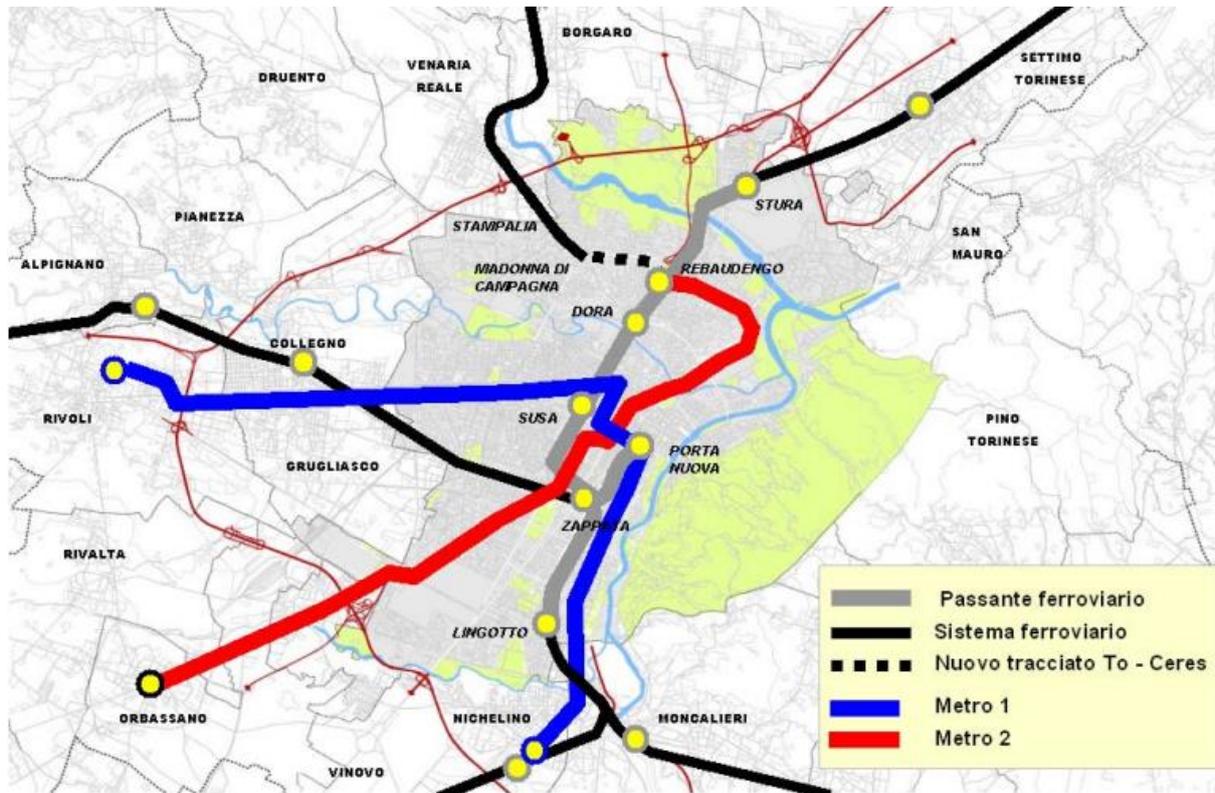


Immagine 13: Scenario presente e futuro sistema di trasporto Città Metropolitana di Torino (fonte Comune di Torino)

Il percorso studiato prevede di mettere in collegamento numerosi poli di servizi in parte esistenti, in parte di prossima realizzazione. Allo stesso tempo il progetto si propone come motore della riqualificazione urbana dando nuova vita ad aree abbandonate come l'ex scalo ferroviario Vanchiglia e il trincerone ferroviario. Il costo complessivo dell'opera è stato stimato, utilizzando i parametri già usati per la M1, in circa 1,2 miliardi di euro. Data la notevole estensione del tracciato e il volume di capitale necessario a finanziare le opere si è pensato potesse essere più appropriato suddividere l'infrastruttura in due lotti funzionali rispettivamente da 600 milioni (nord) e 580 milioni (sud) (Comune di Torino, 2008). Il primo lotto si dovrebbe estendere dalla stazione SFM Rebaudengo fino all'asse di Corso Vittorio dove lo "Studio di fattibilità" (2008) ha previsto l'interscambio con la M1. Nel secondo lotto il tracciato si prevede proseguiva fino al Cimitero Parco in prossimità del confine comunale.

4.1. Variante 200

Se parliamo della linea 2 di metropolitana di Torino non possiamo non citare la Variante strutturale al PRG numero 200. Lo strumento urbanistico in questione è frutto di un articolato processo di elaborazione delle ipotesi di riqualificazione fisica, ambientale, funzionale e sociale

dei quartieri della zona nord Barriera di Milano e Regio Parco. I progetti da essa proposti sono collegati da un unico filo conduttore, la linea 2 di metropolitana. La Variante deriva dalle riflessioni del documento "Indirizzi di politica urbanistica" elaborato dall'Assessorato all'Urbanistica del Comune di Torino nel giugno 2008 e dal successivo Documento Programmatico della Variante numero 200 al PRG con deliberazione del Consiglio Comunale del 15 giugno 2009. La Variante in questione ha ripreso e riutilizzato molti degli obiettivi proposti dal Programma Territoriale Integrato (PTI)³⁶ denominato Barriera Mobile. Il Programma si proponeva di analizzare e migliorare le infrastrutture e la qualità della vita nel quadrante nord-est di Torino. Anche in questo caso viene citata la possibilità di costruire una seconda linea di metropolitana che attraversi la città da nord a sud e viceversa. Nell'insieme il progetto di trasformazione urbana nel quadrante nord-est, promosso dalla Variante, si propone due obiettivi principali (Comune di Torino, 2010):

- la riqualificazione e sviluppo di un'area di circa 130 ettari, prevedendo la realizzazione di circa 900.000 mq di superficie lorda pavimentabile (SLP);
- la realizzazione del primo tratto della linea 2 della metropolitana, lungo 7,2 km, che attraversa i territori coinvolti dalla trasformazione urbana.

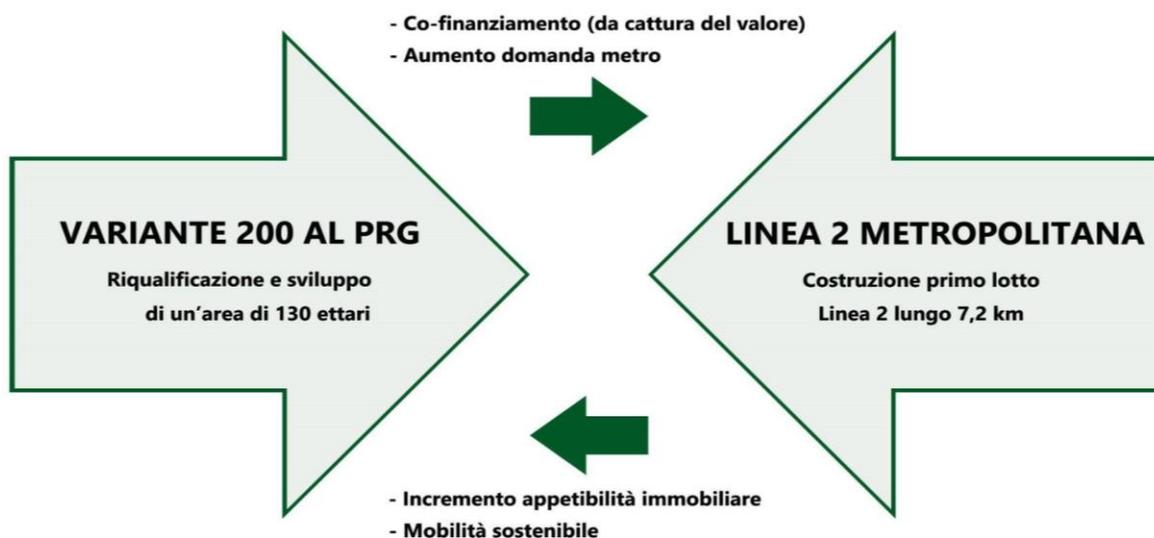


Immagine 14: Schema cattura di valore ipotizzato dalla Variante 200 (fonte Comune di Torino)

³⁶ I Programmi Territoriali Integrati (PTI) promuovono lo sviluppo sotto il profilo economico, ambientale, culturale e sociale, sono lo strumento con cui un insieme di attori interessati allo sviluppo strategico dei territori elaborano e realizzano progetti condivisi per valorizzare le potenzialità dei sistemi economici locali.

Il progetto oltre ad essere molto interessante per via delle grandi superfici coinvolte è anche estremamente innovativo. Si tratta di un'operazione di coordinamento tra sviluppo territoriale e infrastrutturale, di cui esistono pochi paragoni soprattutto all'interno del contesto italiano. L'idea alla base del PTI e della Variante è quella di catturare parte del valore prodotto dalla trasformazione urbana promossa dal Comune per contribuire in modo consistente al finanziamento dell'onerosa infrastruttura di trasporto. A causa della ridotta disponibilità di finanziamenti pubblici e la scarsa propensione agli investimenti dei privati si sono cercati metodi alternativi per finanziare i lavori di costruzione della M2 (Comune di Torino, 2010).

Lo scenario relativo alla M2 descritto all'interno della Variante 200 cerca di valorizzare il più possibile il patrimonio ferroviario esistente e l'interscambio con la M1. La Variante descrive in maniera generale l'intera linea 2 di metropolitana ma si concentra maggiormente sul tratto situato all'interno della sua area di studio. Come già spiegato dallo studio di fattibilità del 2008, la parte di tracciato tra l'ex scalo Vanchiglia e la stazione ferroviaria Rebaudengo si dovrebbe sviluppare all'interno del trincerone (tra via Sempione e via Gottardo). Inoltre, viene ipotizzata la possibilità di utilizzare materiale rotabile adatto a instradarsi nel Passante Ferroviario. In questo modo si consentirebbe di collegare l'area nord della città con le stazioni Porta Susa e Porta Nuova oltre che con Zappata e Dora. Questa alternativa viene ipotizzata principalmente per la possibilità di ridurre i costi e i tempi di costruzione del primo tratto (Comune di Torino, 2010). Lo studio di fattibilità del 2008 prevedeva la divisione del tracciato in due lotti funzionali. Differentemente rispetto a quel documento, la Variante 200 propone una suddivisione del tracciato in quattro lotti. La sezione del tracciato descritta pocanzi, tra l'ex scalo Vanchiglia e la stazione ferroviaria Rebaudengo, potrebbe essere considerato il primo tratto dell'infrastruttura di trasporto ad essere realizzato. Il secondo lotto della Linea 2, intesa come linea di metropolitana, coerentemente con il tracciato già approvato con la citata deliberazione del 2008, dovrebbe essere realizzato tra il deposito, in prossimità del Cimitero Parco, e la stazione Zappata, con l'obiettivo di collegare la zona sud della città con le linee del SFM. Segue il terzo lotto della linea; esso dovrebbe mettere in collegamento la stazione SFM Zappata con Porta Nuova, dove dovrebbe avvenire l'interscambio con la Linea 1. L'ultimo lotto, il quarto, prevede il collegamento tra la stazione ferroviaria Porta Nuova con l'ex scalo Vanchiglia (Comune di Torino, 2010). Il tracciato che si va a comporre unendo tutti e quattro i lotti funzionali ricalca perlopiù quello già approvato con delibera della Giunta Comunale nel 2008. Il nuovo tracciato proposto, rispetto al precedente, prevede due piccole variazioni:

- l'interscambio con la Linea 1 a Porta nuova e non a Re Umberto;
- l'instradamento dei mezzi all'interno del Passante Ferroviario in modo tale da rendere attivo da subito il primo lotto funzionale.

L'obiettivo principale che si pone la Variante 200 è quello di trasformare il quadrante nord-est della città, ad oggi povero di funzioni metropolitane, in un polo attrattivo per popolazione ed imprese. Essa vuole creare connessioni con il resto del sistema metropolitano e legami con forme di accompagnamento sociale a interventi di rigenerazione fisica del territorio. In tutto questo la M2 ricopre un ruolo essenziale. La nuova infrastruttura di trasporto viene concepita come una sorta di *"Promenade urbana"* in grado di fornire continuità all'ambiente cittadino. La costruzione delle stazioni di metropolitana e la realizzazione di nuovi ambiti e tessuti urbani favoriranno la creazione di nuove centralità. Inoltre, la possibile costruzione della futura linea 2 della metropolitana darà la possibilità a molte persone di abbandonare il mezzo di trasporto privato in favore del TPL generando importanti benefici dal punto di vista ambientale. *"La prevista diversione dei modi di spostamento consentirà nel contempo il decongestionamento della rete viaria e la possibile riduzione degli spazi per la circolazione privata, favorendo sia interventi per il miglioramento del TPL (priorità semaforica, separazione e protezione delle sedi riservate), sia il riutilizzo e la riqualificazione dello spazio pubblico a favore della pedonalità, delle aree verdi, della circolazione ciclabile, nonché interventi per la moderazione del traffico nella viabilità di quartiere"* (Comune di Torino, 2016, pag. 7).

Per incentivare l'utilizzo dell'infrastruttura, anche da parte della popolazione pendolare residente nell'area metropolitana torinese o proveniente da altre città, è necessario prevedere dei parcheggi di interscambio³⁷ dove poter parcheggiare il proprio mezzo privato per usufruire del TPL per il resto del viaggio all'interno della città. In questo senso, in aggiunta alla tratta principale prevista, con Delibera del 15 giugno 2009, il Comune ha indicato l'opportunità di valutare la fattibilità di una eventuale biforcazione della M2, nel tratto finale (quartieri Barca e Bertolla, e attestamento a Pescarito), per la costruzione di un eventuale parcheggio di interscambio. La zona di Pescarito è stata ritenuta ideale per la localizzazione della stazione di interscambio tra mezzo privato e pubblico.

³⁷ I parcheggi di interscambio sono generalmente situati nelle periferie delle aree metropolitane o lungo le tangenziali delle grandi città. Essi sono strutture di parcheggio collegate ai mezzi del TPL.

4.1.2. Opere di riqualificazione Variante 200

Per mettere a fuoco immagini possibili della trasformazione, raccogliere suggestioni e riflettere su proposte innovative per questa grande porzione di città, l'amministrazione torinese ha inoltre bandito, con la collaborazione dell'Ordine degli Architetti e dell'Urban Center Metropolitano, tra il 2009 e il 2010 un Concorso di idee denominato "*La Metamorfosi*" aperto a tutti i professionisti architetti e ingegneri. Il Concorso è stato articolato in tre ambiti Spina 4, Sempione-Gottardo (ex trincea ferroviaria) e scalo Vanchiglia. Esso ha avuto come obiettivo la costruzione di visioni progettuali capaci di rispondere alla complessità e alle grandi dimensioni dei temi proposti. Le idee contenute nei progetti vincitori e in quelli segnalati dovrebbero essere utilizzate dalla Città di Torino per costruire il progetto complessivo della trasformazione (Comune di Torino, 2010).

4.2. Sviluppo progettuale ed amministrativo della Linea 2

Grazie all'approvazione della Variante 200 la possibilità di dotare la Città di Torino di una seconda linea di metropolitana è sempre più una realtà. Conseguentemente alla relazione del documento, il 2 settembre del 2009 arriva il via libera della Giunta Regionale alla realizzazione della M2. L'atto prodotto dalla Giunta è estremamente importante perché consente di accedere ai finanziamenti statali previsti dalla legge 133 del 2008. L'Amministrazione Comunale si mette subito all'opera e dopo pochi giorni dal via libera da parte della Regione, il 29 settembre 2009, approva il progetto preliminare³⁸ della prima tratta del primo lotto funzionale. L'importo totale necessario alla sua realizzazione ammonta a circa cento milioni al netto dell'IVA, una cifra troppo elevata per i fondi pubblici a disposizione del Comune e della Regione. Per questo motivo il progetto, per andare in porto, necessita di fondi pubblici o privati che però tardano ad arrivare. Un barlume di speranza si accende qualche anno più tardi, nel 2013, con l'istituzione di un Bando pubblico, promosso dal Ministero dei Trasporti, e rivolto ai comuni interessati alla realizzazione di infrastrutture di trasporto. Torino riuscirà a candidarsi e a vincere il bando ma nonostante le buone intenzioni e i fondi che sembravano essere arrivati i lavori non prendono il via (Comune di Torino, 2016).

Il vero momento di svolta si ha il 30 dicembre 2014, data il cui tramite deliberazione della Giunta Comunale vengono approvate, in maniera definitiva, le modifiche al tracciato della M2 rispetto allo studio di fattibilità risalente a giugno del 2008; esse riguardano il luogo di interscambio con

³⁸ Il progetto preliminare è un elaborato prodotto in fase di progettazione, e rappresenta il primo dei tre livelli di definizione nella stesura di un progetto definiti dalla normativa italiana.

la Linea 1 e il possibile instradamento dei mezzi all'interno del passante ferroviario. Con la stessa deliberazione è stato anche approvato l'affidamento alla società Infra.To dell'incarico di effettuare gli studi e gli approfondimenti occorrenti alla verifica sulla fattibilità tecnica delle nuove soluzioni ipotizzate. La scelta è ricaduta sulla società Infra.To per via delle sue precedenti esperienze, estremamente positive, acquisite durante la progettazione, la costruzione e la gestione della M1. Nel corso del 2015 vengono consegnati al Comune i primi risultati relativi alla fattibilità delle nuove modifiche apportate alla M2. Per quanto riguarda la possibilità di instradare i convogli della futura M2 all'interno delle gallerie del Passante Ferroviario Infra.to ha lavorato a stretto contatto con la società RFI. Questa variazione di progetto ha richiesto uno studio approfondito per via del fatto che si andrebbe ad aumentare, in maniera sostanziale, il carico del Passante Ferroviario torinese. Tale approfondimento tecnico-trasportistico ha evidenziato che, nonostante l'ipotesi consenta una riduzione significativa dell'investimento per la realizzazione della prima tratta della M2 possa allo stesso tempo minacciare le prestazioni del SFM. Infatti, l'inserimento dei convogli ferroviari nel Passante Ferroviario rischierebbe di penalizzare eccessivamente le frequenze del SFM, che ha già quasi saturato la capacità dell'infrastruttura. All'interno di questa valutazione si è anche tenuto conto degli sviluppi futuri del sistema ferroviario torinese. In conclusione, mantenendo la programmazione attuale del SFM, le frequenze possibili per il lotto 1 (Rebaudengo-Vanchiglia) non potrebbero scendere sotto i 20 minuti. Queste prestazioni non sarebbero in linea con la qualità del servizio che si vuole offrire al territorio e alla sua popolazione. Dal punto di vista delle frequenze di passaggio, l'Assessorato alla Viabilità e Trasporti, con la società Infra.To e l'Agenzia per la Mobilità, ha ritenuto tali soluzioni non adeguate a soddisfare la domanda di mobilità (Agenzia per la mobilità metropolitana e regionale, 2015).

In seguito al Decreto-legge numero 133 del 12 settembre 2014, coordinato con la Legge di Conversione numero 164 dell'11 novembre 2014, la M1 di Torino è inserita tra le infrastrutture nazionali che beneficeranno della contribuzione statale. Conseguentemente, il Sindaco, al tempo Piero Fassino, ha potuto richiedere agli uffici ministeriali competenti di destinare una parte delle risorse complessive stanziare, per una cifra pari a 10 milioni di euro, per lo sviluppo della progettazione preliminare della M2. Il finanziamento, assegnato un anno più tardi, nel 2015, tramite il Decreto Sblocca Italia del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti di concerto con il Ministero dell'Economia e delle Finanze ha assegnato al sistema metropolitano di Torino un totale di 100 milioni di euro, di cui 90 milioni da utilizzare per il prolungamento della M1 da Collegno a Cascine Vica. Come richiesto dall'ex Sindaco Piero Fassino i restanti 10 milioni vengono invece destinati alla progettazione e alle prospezioni della M2. Arrivati a questo punto

si è reso necessario creare un gruppo di lavoro a cui affidare l'istruttoria e la definizione degli atti necessari alla pubblicazione del bando di gara per la progettazione preliminare dell'opera in oggetto. Le figure che troviamo al suo interno sono: rappresentanti degli uffici comunali della Direzione Servizi Tecnici per l'Edilizia Pubblica, Servizio Ispettorato Tecnico, della Direzione di Staff Controllo Strategico e Direzionale, Facility e Appalti, Area Appalti ed Economato, Servizio Centrale Avvocatura, della Direzione Territorio e Ambiente, del Servizio Pianificazione e della Direzione Infrastrutture e Mobilità che curerà il coordinamento delle attività, della società Infra.To e dell'Agenzia per la Mobilità metropolitana e regionale (Camera dei deputati, 2020). Il bando³⁹ viene pubblicato il 9 marzo 2016 con scadenza, per il ricevimento delle offerte il 9 maggio 2016. La gara svolta è organizzata sotto forma di competizione internazionale per la realizzazione del progetto preliminare della M2 di Torino. Tutti i documenti presentati dai partecipanti sono stati valutati in modo tale da poter scegliere l'ipotesi ritenuta migliore e più adatta. La commissione, incaricata della valutazione delle ipotesi progettuali, era composta da esperti di livello internazionale con competenze economiche, urbanistiche, trasportistiche, ambientali ed infrastrutturali e, compatibilmente con la normativa vigente. Alla gara hanno partecipato undici aziende provenienti da tutto il mondo, leader nel settore dei trasporti, che sono state valutate sulla base di sei criteri, ognuno con un peso differente. Le aziende classificatesi nelle prime tre posizioni hanno ottenuto un punteggio molto simile distaccandosi in maniera netta dalle altre partecipanti. Al termine del bando la società vincitrice è risultata essere la francese Systra⁴⁰, alla quale, il 30 agosto 2017 il Comune di Torino ha assegnato l'appalto per la progettazione preliminare dell'opera. Il progetto prodotto dalla società francese è risultato il più performante dal punto di vista della domanda potenziale, costi-benefici e sostenibilità ambientale ed economico finanziaria. *“L'impresa vincitrice si è impegnata a ridurre i tempi per la progettazione in tre mesi invece che 12 per rispettare la scadenza del 31 dicembre 2017 e non perdere i finanziamenti, offrendo altresì un ribasso del 50% rispetto alla base d'asta di 6,7 milioni”* (Camera dei deputati, 2020). I tecnici di Systra hanno anche apportate alcune modifiche migliorative al percorso previsto in origine dal bando. L'obiettivo da raggiungere con la costruzione della nuova

³⁹ http://bandi.comune.torino.it/sites/default/files/allegati/bandi/2016/11279/16_bando.pdf

⁴⁰ Systra è un'azienda multinazionale francese, con sede a Parigi, leader nel settore dell'ingegneria e consulenza nel campo della mobilità. L'azienda si occupa principalmente del trasporto urbano e del trasporto ferroviario. L'azienda grazie a numerose acquisizioni, principalmente avvenute a partire dai primi anni 2000, è stata eletta dalla rivista specialistica Engineering News-Record tra le tre migliori firme nel campo del Mass Transit and Rail, e tra le 30 più grandi società di ingegneria del mondo.

linea di metropolitana è chiaro e lo ha ribadito l'assessore alla Viabilità del Comune, Maria Lapietra: *“l’obiettivo è massimizzare la capacità trasportistica del percorso con un fondamentale incremento del bacino potenziale di utenti. È necessario rendere il trasporto appetibile e davvero alternativo all’uso dell’auto privata per gli spostamenti”*⁴¹.

Il 21 novembre 2018 si è definito il tracciato definitivo della nuova M2 con 32 fermate lungo un tracciato di 28 chilometri e mezzo. La M2 fermerà in piazza Santa Rita, toccherà lo stabilimento FIAT di Mirafiori, il Politecnico e si incrocerà con la linea 1 a Porta Nuova. La fermata del centro storico sarà sotto piazza Carlo Alberto, poi la metro proseguirà lungo i Giardini Reali e punterà verso il Campus Luigi Einaudi. La galleria correrà quindi sottovia Bologna e imbrocherà l'ex trincerone raggiungendo il vicino ospedale San Giovanni Bosco. Dal bivio Cimarosa Tabacchi partirà la deviazione verso l'area industriale di Pescarito e San Mauro. Gli interscambi con il Servizio Ferroviario Metropolitano sono previsti a Zappata, Porta Nuova e Rebaudengo, mentre i parcheggi di interscambio presso le stazioni di Orbassano, Anselmetti, San Mauro Aosta, San Mauro Piemonte/Pescarito e Rebaudengo. Bisognerà invece aspettare il 12 dicembre per la consegna del progetto preliminare della tratta Anselmetti – Rebaudengo (Comune di Torino, 2019, a). Date le numerose modifiche apportate al progetto a partire dal 2008 ad oggi, è stato necessario commissionare la redazione di un nuovo studio di fattibilità tecnica ed economica. Questo documento si riferisce non solo alla tratta principale ma anche alle diverse diramazioni proposte; esso permette di avere una valutazione sistemica delle caratteristiche, dei costi e dei possibili risultati del progetto sulla base di una idea preliminare di massima. Tale progetto è stato consegnato alla Città di Torino nel mese di maggio 2019 per la tratta centrale e nel mese di giugno 2019 per i prolungamenti verso Orbassano a Sud e San Mauro a Nord. Dopo una attenta fase di analisi e controllo da parte dei tecnici comunali, il 4 febbraio 2020, la Giunta Comunale ha deciso di approvare il progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'opera preparato dal gruppo di imprese che ha come capofila la francese Systra. Il tracciato sulla quale si è basato lo studio è quello che è stato definito dalla Città di Torino a novembre 2018 (OTI Piemonte, 2022).

Partendo dal 2014 sono stati fatti grandi passi avanti per quanto riguarda la progettazione e l'inizio dei lavori della M2 torinese. Tra il 2018 e il 2019 sono stati consegnati al Comune il progetto preliminare e lo studio di fattibilità. Conseguentemente, il 27 dicembre 2019, grazie alla Legge Finanziaria numero 160, il Governo ha finanziato a fondo perduto 828 milioni di euro per

⁴¹ <https://www.torinotoday.it/cronaca/tracciato-definitivo-metro-2.html>

la progettazione definitiva della tratta Rebaudengo-Politecnico e la realizzazione della tratta funzionale Rebaudengo-Novara comprensiva del materiale rotabile. I fondi saranno ripartiti nell'arco temporale che si estende dal 2020 al 2032 e permetteranno l'avvio dei lavori dell'infrastruttura. Essi non saranno sufficienti alla realizzazione dell'intero tracciato ma permetteranno di coprire circa il 50% dei costi di costruzione del tratto Rebaudengo-Politecnico. Infatti, il costo totale stimato, per la realizzazione di questo lotto funzionale è di circa 1,8 miliardi di euro. Il secondo pacco di finanziamenti è stato destinato alla M2 di Torino grazie alla Legge di Bilancio 2022. La cifra in questione ammonta a circa 1 miliardo di euro che, sommati agli 828 milioni precedentemente stanziati, consentirebbero di realizzare l'intera tratta Rebaudengo-Politecnico utilizzando solo fondi pubblici (OTI Piemonte, 2022). Nella giornata in cui è stato annunciato ai cittadini l'arrivo dei nuovi finanziamenti statali, il sindaco Lo Russo ha ribadito il ruolo della metropolitana all'interno dello sviluppo cittadino promosso dalla Variante 200 del PRG: *"Oggi è una giornata storica per la città. Ci abbiamo sempre creduto, abbiamo sempre pensato che la linea 2 è non solo una risposta strutturale alla questione mobilità, ma anche ai problemi della zona nord della città, uno straordinario strumento di riqualificazione e rigenerazione urbana"*⁴².

Il costo totale dell'opera dovrebbe ammontare intorno a 3,7 miliardi di euro, come comunica nel 2019 durante l'audizione in Commissione Trasporti di Systra. Ad oggi risulta disponibile circa la metà dei soldi necessario al completamento dell'intera tratta da San Mauro ad Orbassano. I soldi mancanti si pensa possano arrivare in parte da nuovi finanziamenti pubblici e in parte da finanziamenti privati (Città Agorà, 2019).

A novembre 2020 la Città di Torino ha affidato l'incarico della progettazione definitiva della M2 ad Infra.To, società in house specializzata nella progettazione, costruzione e gestione di infrastrutture di trasporto. La delibera di affidamento è stata approvata dalla Giunta comunale e riguarda l'intero tracciato di 28 chilometri da San Mauro a Orbassano, con 32 stazioni, depositi e parcheggi di interscambio (Camera dei deputati, 2021).

Di seguito, a gennaio 2021 è stato siglato il contratto di affidamento della progettazione da parte della Città di Torino nei confronti di Infra.To e a dicembre è stato consegnato alla Città di Torino il Progetto Definitivo per la Valutazione di Impatto Ambientale (OTI Piemonte, 2022).

⁴²<https://www.rainews.it/tgr/piemonte/articoli/2022/02/metro-governo-lo-russo-finanziamenti--infrastrutture-31ee60b4-7406-44e4-b02d-b1f89a301e87.html#:~:text=Oggi%20%2D%20aggiunge%20%2D%20C3%A8%20una%20giornata,di%20riqualificazione%20e%20rigenerazione%20urbana%22>.

A giugno dello stesso anno sono comparsi in città i primi cantieri della M2; non si tratta dell'inizio effettivo degli scavi ma più semplicemente delle analisi geognostiche preliminari. Con un comunicato, l'allora sindaca di Torino Chiara Appendino ha annunciato, sui suoi account social, un totale di circa 90 punti in cui verranno effettuati carotaggi con profondità fra i 15 e i 40 metri. La ormai ex-sindaca ha dichiarato che: *“le operazioni serviranno per verificare le caratteristiche del terreno e della falda acquifera sotterranea, prima dell'inizio dei lavori veri e propri per la costruzione della nuova infrastruttura”*.

In conclusione, a gennaio 2022 Infra.To ha consegnato alla Città di Torino il Progetto Definitivo del primo lotto funzionale ed entro la fine del 2022 è atteso il lancio dell'appalto integrato. Nel frattempo, il Comune sta lavorando per completare gli iter burocratici necessari, dall'approvazione della variante urbanistica al via libera al progetto definitivo da parte della conferenza dei servizi, per poi arrivare alla gara d'appalto. L'apertura dei cantieri è prevista nei primi mesi del 2025 e i lavori, secondo le stime di Infra.To, dovrebbero durare sette anni. Se i tempi saranno rispettati la linea entrerà in funzione nel 2032, praticamente in contemporanea con la Torino-Lione.

4.3. Caratteristiche generali dell'opera

La costruzione di questa enorme infrastruttura, la più grande nella storia della città, permetterà di rendere il sistema trasportistico locale più rapido ed efficiente; a beneficiarne sarà anche la qualità della vita e dell'ambiente cittadino. È stato infatti stimato che nel 2030 la nuova linea raccoglierà circa 300 mila spostamenti giornalieri, dei quali 170 mila sottratti all'utilizzo dell'auto, con una diminuzione delle emissioni di CO₂ nella misura di 300 mila tonnellate. La nuova linea è stata progettata in modo tale da permettere, nel miglior modo possibile, l'interscambio con la rete di bus, tram, piste ciclabili e il Servizio Ferroviario Metropolitano; essa servirà ad assorbire la futura domanda di spostamento torinese e della città metropolitana e permetterà lo spostamento dalla periferia al centro in pochi minuti (Penna, 2018).

La M2 di Torino avrà uno sviluppo totale di circa 28 chilometri intervallato da 32 stazioni a disposizione dell'utenza. La linea si disticherà da nord a sud della città mettendo in collegamento alcuni dei luoghi di maggior interesse della città coinvolgendo anche i comuni di Beinasco, Orbassano, Rivalta e San Mauro. Il tracciato è stato suddiviso in tre lotti funzionali per semplificare e ridurre le dimensioni dei lavori di costruzione; essi saranno analizzati con un dettaglio maggiore nei capitoli seguenti. Oltre alla tratta centrale sono previsti due prolungamenti, il primo, verso nord, in direzione San Mauro Pescarito e il secondo, verso sud, in direzione Orbassano.

- Tratta Centrale: estensione di circa 15700 metri e 23 stazioni;
- Tratta Nord: estensione di circa 6500 metri e 4 stazioni;
- Tratta Sud: estensione di circa 5700 metri e 5 stazioni.

Al suo completamento la linea presenterà una conformazione ad Y, data dalle due diramazioni che partono a nord della stazione Cimarosa/Tabacchi. In esito agli sviluppi della progettazione che hanno portato agli studi dei possibili prolungamenti, la lunghezza della tratta funzionale sarà approssimativamente di 28 chilometri, senza considerare i possibili rami di collegamento ai depositi. Essendo questo tracciato intervallato da 32 stazioni si sosta l'intestazione media, ovvero la distanza media tra due stazioni, sarà di circa 850 metri. La progettazione dell'infrastruttura è stata sviluppata a partire da quanto riportato nel Documento Preliminare alla Progettazione (DPP) posto a base dell'incarico di progettazione affidato all'RTP Systra, Systra, Neosia, Italferr, Arthème e AI Studio e Studium (Comune di Torino, 2018). Come nel caso della linea 1 anche la seconda linea di metropolitana sarà di tipo automatico leggero senza conducente. Al contrario si differenzierà dalla linea precedentemente esistente in termini di sistema ferroviario e di dimensioni dei rotabili; questo si è reso necessario per tener conto dello sviluppo tecnologico intervenuto. Come richiesto dal DPP, la linea guida progettuale è stata quella di stabilire una geometria delle stazioni e delle gallerie che potesse essere compatibile con tutti i principali sistemi di metropolitana automatica presenti sul mercato. In questo modo l'infrastruttura non sarà vincolata da nessuna specifica tecnica.

4.4. Il tracciato principale e i prolungamenti

L'intento della nuova linea di metropolitana è quello di fornire un servizio valido ed efficace alla popolazione. Il tracciato è stato disegnato cercando di mettere in collegamento sia i luoghi più importanti e frequentati della città ma anche le aree maggiormente isolate per quanto riguarda il TPL. In totale il tracciato definitivo avrà 7 interscambi tranviari, un interscambio con la linea 1 e numerosi collegamenti a piste ciclabili. Inoltre, quattro fermate saranno localizzate nei pressi di strutture universitarie e una vicina alla struttura ospedaliera San Giovanni Bosco. La nuova linea 2 può essere descritta come un'infrastruttura al servizio delle persone e del territorio. Per meglio descriverla e per meglio comprendere la sua organizzazione la linea è divisa in tre tratte distinte: la tratta centrale, la tratta nord e la tratta sud.

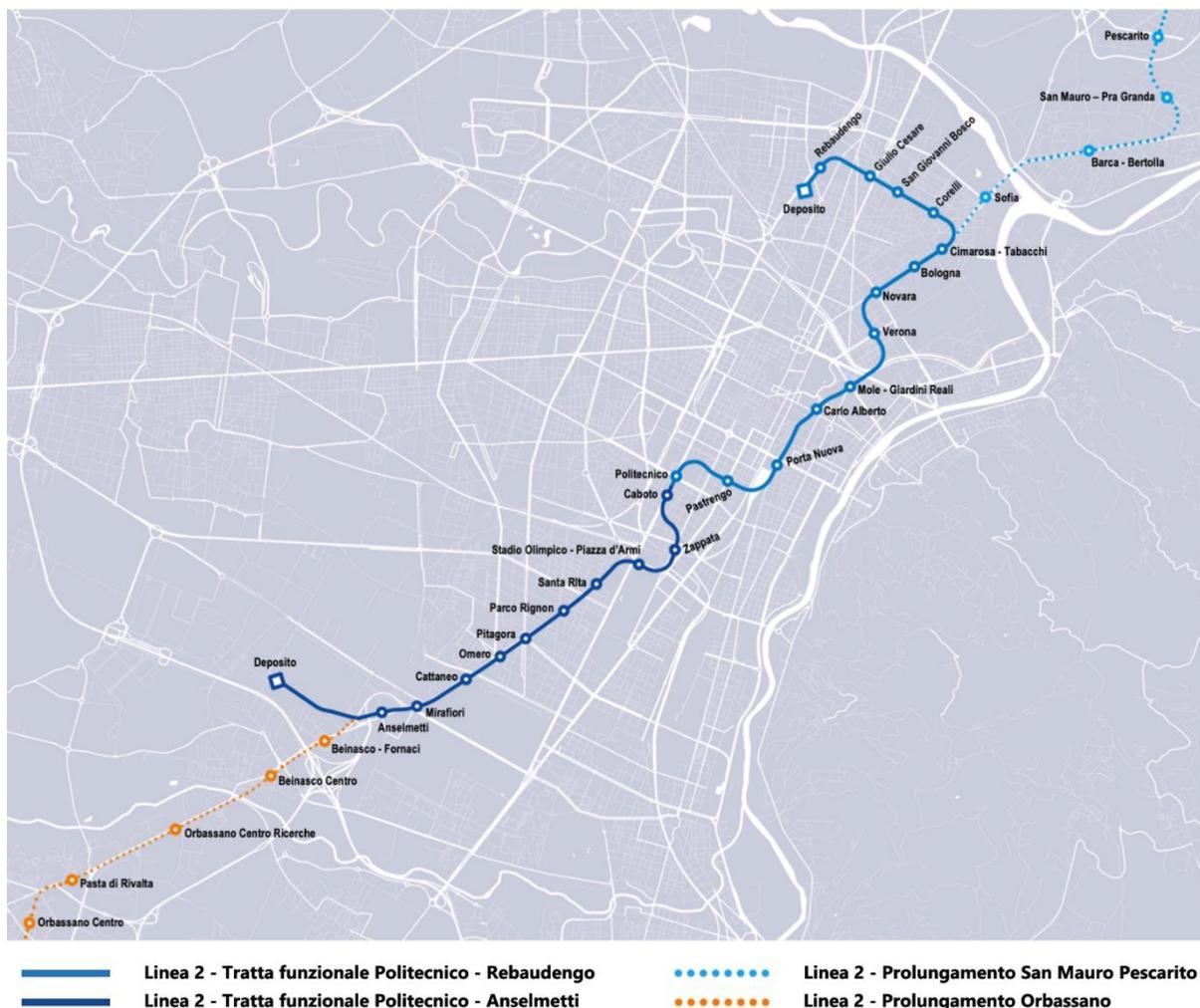


Immagine 15: Tracciato futura Linea 2 di metropolitana di Torino (fonte Comune di Infra.To)

4.4.1. Tratta centrale

La tratta centrale rappresenta la sezione principale della M2; essa si sviluppa totalmente all'interno del Comune di Torino per un totale di 15,7 chilometri e 23 stazioni. Durante la sua corsa all'interno della tratta centrale la M2 raggiunge numerosi servizi alla popolazione e luoghi di interesse storico-culturali. In questa sezione della tesi cercheremo di descrivere il percorso svolto dai futuri convogli che serviranno la nuova linea 2 in modo tale da comprendere lo sviluppo del tracciato all'interno del contesto torinese.

Tratta Rebaudengo - Università

Le stazioni: *Rebaudengo - Giulio Cesare - San Giovanni Bosco - Corelli - Cimarosa Tabacchi - Bologna - Novara - Università.*

Per descrivere la tratta centrale iniziamo da uno dei capolinea della linea, più precisamente quello a sud; stiamo parlando della stazione Rebaudengo. Essa è localizzata nei pressi della omonima stazione ferroviaria Rebaudengo Fossata. Questa fermata è da sempre stata un punto fermo della linea 2 di metropolitana. La vicinanza con la stazione ferroviaria permette l'interscambio tra metropolitana e il SFM e quindi la possibilità di raggiungere 93 fermate ferroviarie, suddivise in 8 linee, all'interno della città metropolitana di Torino. A pochi metri dalla stazione Rebaudengo è in costruzione anche la nuova stazione per autobus a lunga percorrenza della città di Torino. La costruzione di questo ulteriore impianto garantirà un sistema di interscambio rapido ed efficace tra autobus a lunga percorrenza, treni e metropolitana.

Dopo la fermata Rebaudengo la linea prosegue lungo gli assi di Via Sempione e Via Gottardo all'interno del tracciato del trincerone ferroviario. Su questo tratto che si estende per 2 chilometri troviamo la fermata San Giovanni Bosco, una delle più importanti nell'area nord della Città. Infatti, questa fermata della metropolitana servirà la vicina struttura ospedaliera San Giovanni Bosco; essa è il polo ospedaliero principale di riferimento per chi risiede nell'area nord di Torino e nelle aree confinanti.

A seguire, partendo dalla fermata Corelli il percorso della M2 è stato traslato verso nord, rispetto a quello proposto dal DPP, lungo Via Bologna al fine di servire meglio gli insediamenti esistenti e futuri dell'area interessata. In tal senso vengono considerate anche le future espansioni promosse dalla Variante 200. Precedentemente il DPP prevedeva il passaggio della M2 all'interno dell'ex Scalo ferroviario Vanchiglia. Questa modifica ha poi portato il tracciato al di sotto di Corso Verona in modo tale da raggiungere il Campus universitario Luigi Einaudi. L'edificio costruito su una ex area industriale dismessa, tra il 2009 e il 2012, non era stato considerato all'interno delle ipotesi di tracciato precedenti e infatti alla fermata originaria Verona è stata sostituita la nuova fermata Università (Comune di Torino, 2019, b). Il campus oltre ad essere entrato a far parte del patrimonio architettonico della Città e diventato un punto di riferimento per più di 8000 studenti (Università degli Studi di Torino, s.d.).

Tratta Università' - Porta Nuova

Le stazioni: *Università - Mole/Giardini Reali - Carlo Alberto - Porta Nuova.*

Dopo la fermata Università (ex Verona), per raggiungere la fermata Mole/Giardini Reali la linea deve attraversare il fiume Dora Riparia. Questa parte di tracciato, nel corso della definizione della M2, ha subito numerose variazioni a causa della numerosità dei luoghi di interesse e delle difficoltà costruttive. Entrando nel percorso centrale, superata la fermata Mole/Giardini Reali, la

linea si porta su Via Lagrange. La fermata Carlo Alberto sarà la fermata più comoda per il raggiungimento del centro storico torinese e di tutte le sue attrazioni culturali. A pochi metri dalla fermata, situata tra Palazzo Carignano e la Biblioteca Nazionale Universitaria di Torino, sono presenti i principali centri museali della Città; tra questi troviamo il Museo Egizio, Il Museo del Risorgimento e i Musei Reali. La tratta termina con la fermata Porta Nuova in posizione laterale e avanzata rispetto a quella prevista dal DPP sotto il giardino Sambuy. Questo cambiamento è stato apportato tenendo in considerazione le difficoltà legate alla presenza di alberi di eccezionale pregio nel giardino ed alle accertate preesistenze archeologiche. La nuova fermata sarà localizzata all'angolo nord-est della stazione, all'incrocio tra Corso Vittorio e Via Nizza (Comune di Torino, 2019, b). La fermata Porta Nuova, probabilmente, sarà tra le più importanti e trafficate della linea; basti pensare che la sola stazione ferroviaria accoglie, ogni giorno, più di 190 mila passeggeri⁴³. La fermata Porta Nuova oltre a fungere da interscambio con il SFM e la Rete Ferroviaria Italiana (RFI) sarà l'unica stazione di interscambio con la linea 1 della metropolitana.

Tratta Porta Nuova - Santa Rita

Le stazioni: *Porta Nuova - Pastrengo - Politecnico - Caboto - Zappata - Stadio Olimpico/Piazza d'Armi - Santa Rita.*

Dopo la fermata Porta Nuova la linea 2 prosegue in direzione Santa Rita. La tratta si estende al disotto dei binari, parallela a Via Nizza, per poi girare lungo l'allineamento di Via Pastrengo. Di seguito la M2 curva a 90 gradi, con un raggio di circa 250 metri, per portarsi sull'asse di Corso Duca degli Abruzzi. All'angolo tra Corso Duca degli Abruzzi e Corso Luigi Einaudi sorgerà la fermata Politecnico che ageverà il raggiungimento dalla cittadella politecnica da parte di studenti, docenti e collaboratori. Il Politecnico di Torino con un totale di quasi 35 mila studenti e circa 2 mila dipendenti è tra le realtà torinesi che genera più spostamenti ogni giorno. La costruzione di una stazione di metropolitana a servizio della struttura permetterà di ridurre la congestione stradale nell'area circostante, specialmente durante le ore di punta.

Proseguendo in direzione sud si passa per la stazione Caboto per poi arrivare a Zappata, uno dei 4 interscambi della linea 2 di metropolitana con il SFM. La stazione di Torino Zappata è una

⁴³ Il sito web "Grandi Stazioni" gestito dal Gruppo Ferrovie dello Stato fornisce numerose informazioni, tra cui il numero di passeggeri giornalieri ed annui, delle principali stazioni ferroviarie italiane.
<https://web.archive.org/web/20110615063536/http://www.grandistazioni.it/cms/v/index.jsp?vnextoid=3ae94cb9ff09a110VgnVCM1000003f16f90aRCRD>

stazione sotterranea all'interno del passante ferroviario, attualmente realizzata al rustico. Il PNRR ha stanziato fondi per la conclusione della stazione pianificando la sua apertura entro il 2025, pena l'esclusione dal finanziamento e il conseguente rimborso (Città Agorà, 2020). La stazione, situata all'interno del quartiere Crocetta, servirà un'area con densità abitativa tra le più alte in città. Inoltre, a meno di 200 metri dalla sua locazione è presente la struttura ospedaliera Maurizia Umberto I.

A questo punto la linea effettua un'ulteriore svolta di 90 gradi per immettersi al disotto di Corso Monte Lungo dove sorgerà la fermata a servizio dello Stadio Olimpico e di Piazza d'Armi. All'interno di quest'area della città vengono spesso ospitati grandi eventi capaci di attirare nello stesso punto, in un arco di tempo limitato, decine di migliaia di persone. Le strutture utilizzate per ospitare i grandi eventi sono lo stadio Olimpico Grande Torino e il Pala Alpitour, impianto polifunzionale coperto. Infine, la linea si immette su Corso Orbassano che percorrerà per tutta la sua lunghezza fino al confine con il Comune di Beinasco. La fermata successiva è quella su Piazza Santa Rita, uno degli snodi viari principali nella parte sud di Torino (Comune di Torino, 2019, b).

Tratta Santa Rita - Anselmetti

Le stazioni: *Santa Rita - Parco Rignon - Pitagora - Omero - Cattaneo - Mirafiori - Anselmetti*.

In questa tratta il percorso corre lungo il tracciato definito nel DPP fino alla fermata Mirafiori, l'ultima all'interno dei confini comunali torinesi. La linea si sviluppa in maniera lineare sotto l'asse viario di Corso Orbassano. Il tracciato è stato progettato tenendo conto sia della situazione insediativa e viaria attuale, sia dei vincoli e dei programmi esistenti. In totale la tratta descritta ha una lunghezza totale di circa 3 chilometri e 5 fermate, senza contare quella di Santa Rita.

La quasi totalità di queste fermate sono localizzate all'interno di aree prettamente ad uso residenziale. La maggior parte dei servizi e delle infrastrutture presenti sono di livello locale, quindi al servizio della popolazione residente nell'area circostante. Le ultime due fermate, Cattaneo e Mirafiori, sono si differenziano maggiormente dalle altre perché inserite in un contesto fortemente industriale; entrambe sono situate nei pressi del complesso industriale FIAT Mirafiori. La fermata Mirafiori, oltre a servire l'impianto produttivo, sorgerà a pochi metri dalla Cittadella Politecnica del Design e della Mobilità Sostenibile⁴⁴. Assieme alle fermate Politecnico,

⁴⁴ Situata all'interno del complesso industriale FIAT Mirafiori, la Cittadella Politecnica del Design e della Mobilità Sostenibile è stata costruita tra il 2006 al 2011 riconvertendo fabbricati industriali in spazi di

Mole/Giardini Reali e Università, quella di Mirafiori sarà la quarta fermata della linea 2 di metropolitana ad essere collocata a pochi passi da un centro universitario. Dopo la fermata Mirafiori il tracciato prosegue con la fermata Anselmetti lungo l'allineamento del previsto prolungamento verso Orbassano. Anselmetti è l'unica fermata della tratta centrale al di fuori dei confini comunali torinesi. Infatti, essa si trova all'interno del comune di Beinasco (Comune di Torino, 2019).

4.4.2. Tratta nord

Le stazioni: *Sofia - Barca/Bertolla - San Mauro/Pra Granda - Pescarito*.

La tratta nord si stacca da quella centrale praticamente in corrispondenza della stazione Cimarosa/Tabacchi, proseguendo il suo corso lungo via Bologna, anziché ripiegare lungo l'ex trincea ferroviaria. Il prolungamento in questione presenterà due stazioni nel territorio comunale di Torino e due in quello di San Mauro Torinese. Provenendo da sud la prima stazione sorgerà all'interno di piazza Sofia in adiacenza al parcheggio di scambio GTT⁴⁵. In seguito, dopo aver attraversato la Stura, la linea proseguirà al di sotto di strada San Mauro dove sarà localizzata la stazione Barca/Bertolla. In corrispondenza della Strada Comunale Bertolla la linea effettuerà un'ampia curva per portarsi lungo via Aosta, dove è prevista la stazione San Mauro Pra Granda. Infine, proseguendo lungo via Domodossola e corso Piemonte, la linea termina con la stazione Pescarito. In corrispondenza di quest'ultima, è previsto il posizionamento del parcheggio di interscambio per l'utenza proveniente dai comuni limitrofi (Comune di Torino, 2019, b).

4.4.3. Tratta Sud

Le stazioni: *Beinasco/Fornaci - Orbassano Centro Ricerche - Pasta di Rivalta - Orbassano Centro*.

L'estensione della linea 2 verso Orbassano si svilupperà all'interno dei comuni di Beinasco, Rivalta e Orbassano. Il tracciato del prolungamento verso sud si svilupperà a partire dal manufatto Anselmetti, per proseguire lungo Strada Torino all'interno di una zona ricca di supermercati e negozi. Lungo l'asse di Strada Torino sono ubicate le stazioni Beinasco Fornaci e Beinasco

ricerca, didattica, biblioteca, espositivi, atri coperti e sistemazione a verde per il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino.

⁴⁵ Il parcheggio di piazza Sofia è situato sul lato est dell'omonima piazza. Il parcheggio automatizzato, aperto tutti i giorni per 24 ore al giorno, dispone di 278 posti auto, di cui 6 per le persone disabili.

<https://www.gtt.to.it/cms/parcheggi/31-barriera/rotazione/432-sofia>

Centro. La linea, dopo aver sottopassato il fiume Sangone, attraverserà il territorio comunale di Orbassano, dove si trova la stazione Orbassano Centro Ricerche, poi il territorio di Rivalta di Torino, dove è posizionata la stazione Pasta di Rivalta, e infine nuovamente il territorio di Orbassano con la stazione capolinea di Orbassano Centro, ubicata nell'area adiacente Piazza della Pace. In totale questo prolungamento conta 5 stazioni che si aggiungono alle 23 della tratta centrale e alle 4 del prolungamento in direzione nord. In corrispondenza della stazione Orbassano Centro Ricerche è ipotizzato il nodo di scambio con mezzi pubblici e privati, collegati ad esso tramite la SP6 e l'esistente svincolo della A55 Torino-Pinerolo.

4.5. Parcheggi d'interscambio

L'opera complementare dei parcheggi di interscambio in posizioni strategiche è necessaria per raggiungere la piena operatività della nuova linea di metropolitana di Torino. Questo tipo di strutture permetteranno di intercettare il flusso di pendolari che utilizzano l'automobile e provengono da fuori la Città. L'utente potrà quindi parcheggiare, in sicurezza, il proprio veicolo e usufruire della metropolitana e del TPL per spostarsi all'interno della Città.

Parcheggio Anselmetti

La volontà e la necessità di costruire queste infrastrutture è stata esplicitata anche all'interno del DPP: *“La realizzazione di un parcheggio d'interscambio nel tratto terminale sud-ovest del lotto a servizio delle provenienze automobilistiche da sud-ovest e tale aspetto dovrà essere adeguatamente sviluppato nel corso della progettazione rapportandosi con il contesto in profonda trasformazione urbanistica”* (Comune di Torino, 2019, c, pag. 85). Già nel DPP si era ipotizzato di collocare un parcheggio di interscambio vicino alla stazione Mirafiori. In seguito, con la redazione del progetto preliminare e l'analisi delle diverse alternative, si è deciso di optare per la collocazione del parcheggio nelle immediate vicinanze della stazione Anselmetti. Questa fermata è risultata essere più adatta perché in grado di intercettare le provenienze automobilistiche da sud e ovest, sia dalla viabilità ordinaria che da quella tangenziale (Comune di Torino, c, 2019). L'area su cui si colloca il parcheggio pertinenziale si trova a nord della Stazione Anselmetti, interclusa tra Corso Orbassano, via Bertani e la viabilità di raccordo per l'ingresso e l'uscita dalla Tangenziale. Attualmente l'area è attraversata da una viabilità in sterrato che da via Bertani porta in corso Orbassano nella corsia di ingresso in Torino. La scelta di quest'area è stata anche dettata dalle numerose possibilità di accesso. Il PRG vigente indica l'area come Area per Servizi Pubblici,

in questo senso è possibile realizzare parcheggi in struttura multipiano, in superficie o nel sottosuolo. L'area a disposizione per la costruzione del parcheggio ha una superficie totale di circa 29.500 metri quadrati sulla quale il progetto ha dimensionato 924 posti auto, con la possibilità di attrezzare 18 postazioni per la ricarica di auto elettriche. L'organizzazione dell'area è prevista totalmente in superficie, in questo modo è anche possibile contenere i costi e i tempi di costruzione dell'opera (Comune di Torino, c, 2019).

Parcheggio Pescarito

Come evidenziato nella relazione trasportistica, nella quale è stata individuata la collocazione del parcheggio in prossimità della stazione Pescarito, la localizzazione è stata scelta in modo da intercettare le provenienze automobilistiche da tutta l'area a nord, sia dalla viabilità ordinaria che da quella extraurbana proveniente dalla tangenziale. A pochi metri dall'area a parcheggio sarà anche collocato uno dei due depositi previsti per accogliere il materiale rotabile della M2. Secondo quanto espresso dal DPP e dal progetto preliminare il parcheggio dovrebbe essere posto lungo Corso Piemonte in prossimità dell'incrocio con Corso Lombardia. L'area si colloca all'interno dell'area industriale San Mauro Pescarito, a pochi metri da quella che sarà la fermata di metropolitana Pescarito, capolinea del prolungamento nord. Ad oggi l'area è parzialmente occupata da due capannoni industriali con una superficie totale di circa 13.180 mila metri quadrati. Per permettere la costruzione del parcheggio queste due strutture saranno obbligatoriamente da demolire. La scelta di collocare il futuro parcheggio di interscambio in questa zona è stata anche dovuta alla buona accessibilità veicolare dell'area tramite la SP11 Padana Superiore e lo svincolo di Corso Lombardia. Per incrementare e agevolare l'accessibilità il progetto prevede la realizzazione di un apposito svincolo anche su Corso Piemonte. La superficie totale dell'infrastruttura sarà di 32.500 metri quadrati all'interno dei quali saranno distribuiti 928 posti auto, di cui 50 auto adibite al trasporto di persone disabili e 18 auto elettriche in ricarica. In aggiunta sono previsti anche 156 stalli per cicli e motocicli (Comune di Torino, c, 2019).

Parcheggio Orbassano Centro Ricerche

Il progetto preliminare colloca la stazione Orbassano Centro Ricerche lungo l'asse viario di Strada Torino. Il Centro Ricerche FIAT è un centro di ricerca applicata dell'industria automobilistica, fondato nel 1978 come polo di riferimento per l'innovazione nelle aziende del gruppo Fiat. Esso è situato all'interno dei confini comunali di Orbassano, poco distante da Torino. A differenza

degli altri due parcheggi di interscambio, previsti dal progetto preliminare, questo è l'unico a non essere situato in una stazione di capolinea. L'area selezionata dà la possibilità di intercettare le provenienze automobilistiche da sud e ovest, sia dalla viabilità ordinaria che da quella autostradale della A55 Torino-Pinerolo. Posizionato a sud rispetto alla fermata della M2 oltre al parcheggio di interscambio sarà costruito anche un nodo di scambio intermodale, che permetterà lo scambio tra metropolitana e mezzi pubblici (Comune di Torino, c, 2019).

L'area dove sarà collocato il parcheggio è attualmente utilizzata come suolo per la produzione agricola, solo una piccola superficie risulta essere pavimentata. Infatti, il PRG vigente del Comune di Orbassano contrassegna l'area come Area Agricola; essa fa parte della categoria AP2 (Aree produttive agricole inserite nel contesto urbano). Uno degli obiettivi del PRGC del Comune di Orbassano è quello di mantenere gli usi del suolo in atto. La costruzione del nuovo parcheggio d'interscambio significherebbe, obbligatoriamente, cambiare la destinazione d'uso dell'area in oggetto. Per fare ciò, sarà necessario modificare le disposizioni attuali del PRGC per la diversa destinazione d'uso da attribuire all'area. Il parcheggio occuperà una superficie di circa 54000 metri quadrati, rendendolo il più grande tra i tre parcheggi d'interscambio previsti dal progetto preliminare. La dimensione più elevata, rispetto alle altre infrastrutture, è dovuta alla presenza del nodo di scambio intermodale. Il parcheggio, similmente alle aree Anselmetti e Pescarito, potrà ospitare 960 auto, 50 auto adibite al trasporto di persone disabili, 200 cicli e motocicli e 24 auto elettriche in ricarica. Il nodo intermodale permetterà lo scambio tra mezzi privati e pubblici garantendo un più facile accesso all'infrastruttura da parte della popolazione. Esso sarà in grado di raccogliere l'utenza proveniente dai comuni situati nel quadrante sud-ovest della Città Metropolitana di Torino.

La stazione prevede a livello strada anche una piccola area commerciale dotata di biglietteria in modo tale da acquistare in loco i biglietti delle differenti linee di autobus urbane ed extraurbani. L'area sarà anche attrezzata con stalli per l'arrivo e la partenza dei bus extraurbani e di una piccola officina al servizio dei mezzi. Per concludere, a ridosso della stazione sono stati anche considerati degli spazi per le fermate taxi e il parcheggio veloce, anche chiamato "*Kiss and ride*"⁴⁶ (Comune di Torino, c, 2019).

⁴⁶ La locuzione kiss & ride è nata negli Stati Uniti negli anni '50 del secolo scorso quando le mogli erano casalinghe e la mattina, con l'unica auto della famiglia, accompagnavano alla stazione i mariti che andavano al lavoro in città.

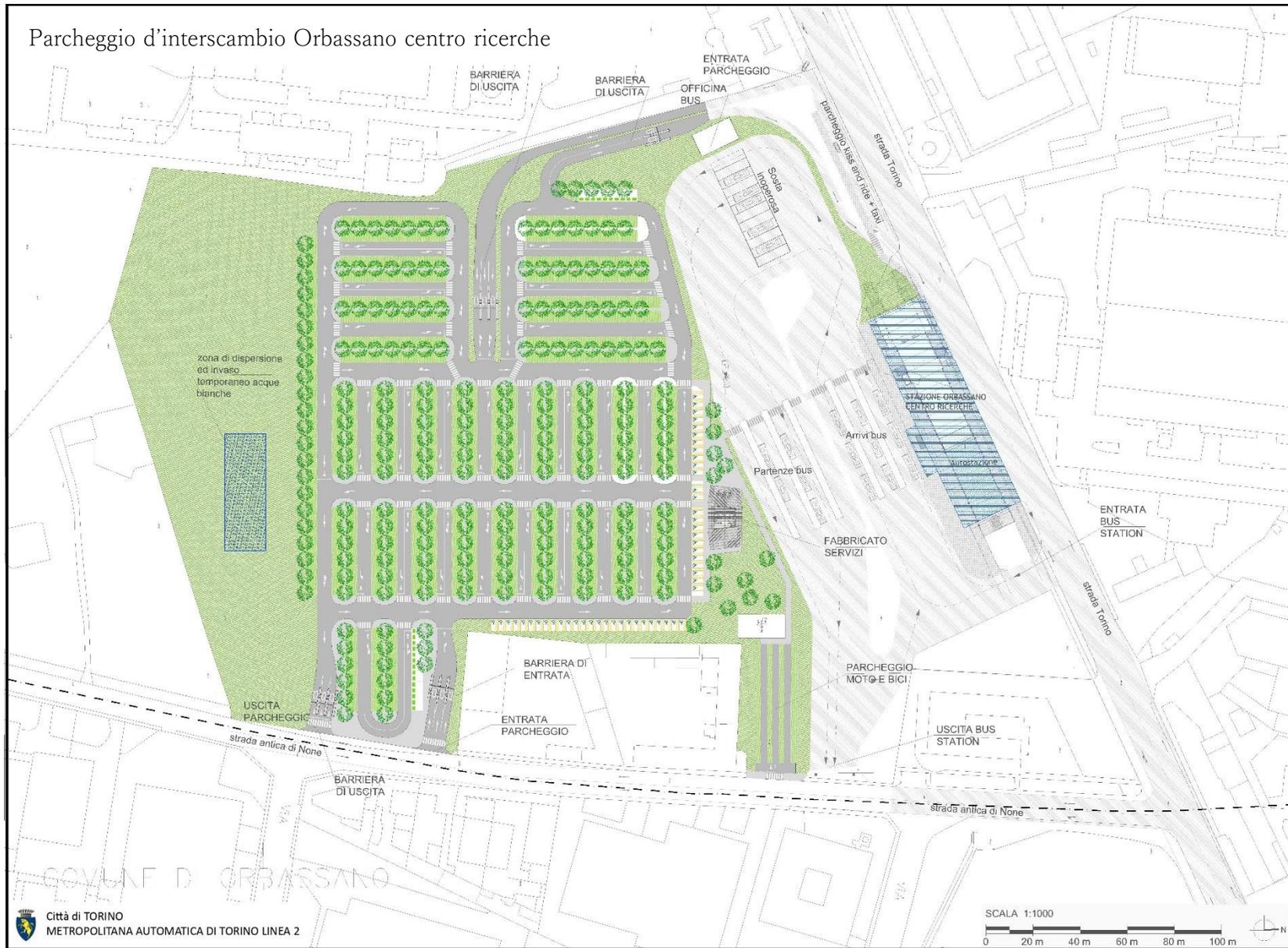
Parcheggio d'interscambio Anselmetti



Parcheggio e nodo d'interscambio San Mauro / Pescarito



Parceggio d'interscambio Orbassano centro ricerche



4.6. Domanda di mobilità potenziale della Linea 2

Al fine di supportare l'iter di progettazione della M2, si è resa necessaria l'analisi della domanda potenziale che sarà interessata a fruirne in un orizzonte temporale di medio e lungo periodo. La domanda potenziale è stata stimata e quantificata a partire dallo sviluppo di un modello matematico di simulazione strategica, tarato anche sulla base della disponibilità dei dati anonimizzati di telefonia mobile estratti dalla piattaforma CityForecast di TIM/Olivetti relativamente ad un giorno tipo feriale in periodo invernale lavorativo-scolastico. L'obiettivo di tale analisi è stato quello di stimare la suddetta domanda con un adeguato livello di confidenza, in un orizzonte temporale di medio, lungo e lunghissimo periodo (2018, 2028, 2038 e 2058) (Comune di Torino, 2019, d). Inoltre, i risultati ottenuti hanno permesso di supportare altre fasi del lavoro, tra loro consecutive, sequenziali:

- l'Analisi Costi Benefici (ACB);
- le analisi economico-finanziarie che confluiranno nel piano economico finanziario (PEF);
- le analisi di sostenibilità ambientale;
- le analisi per il dimensionamento delle stazioni di linea.

La finalità della costruzione del modello di domanda è stata quella di stimare in termini quantitativi la domanda di mobilità che insiste sul territorio comunale e sovra-comunale, al fine di poter analizzare l'interazione esistente tra domanda ed offerta, e stimare l'intensità d'uso delle diverse infrastrutture di trasporto, in termini di riparto modale, sia relativamente allo scenario base 2018 sia relativamente ai diversi orizzonti temporali successivi (Comune di Torino, 2019, d). È stata fatta prima un'analisi della domanda attuale di mobilità nell'area di studio in modo tale da comprendere lo stato di fatto della mobilità metropolitana. Tramite delle analisi sintetiche si è data evidenza delle grandezze in gioco e dell'entità della domanda che, nel suo complesso, insiste sul territorio della Città di Torino e sui comuni della prima cintura. In un secondo momento sono state analizzate le principali direttrici di accesso ed egresso alla Città di Torino e disposte lungo l'asse del tracciato della futura M2. È stato possibile identificare tre direttrici primarie da e verso Torino (Comune di Torino, 2019, d):

- l'asse nord-est da e per San Mauro;
- l'asse sud-ovest da e per Orbassano;

- l'asse nord-ovest da e per Venaria Reale.

Il quadrante sud-est da e per Moncalieri e Nichelino non viene considerato perché già servito dalla M1 grazie anche all'entrata in funzione del prolungamento da Lingotto a Bengasi nel 2021. Analizzando la domanda di mobilità che gravita lungo i tre assi prima citati è possibile stimare la domanda di mobilità potenziale nella punta del mattino che, a livello teorico, potrebbe relazionarsi in seguito alla costruzione e all'estratta in servizio della M2. L'analisi svolta ha fornito i seguenti risultati (Comune di Torino, 2019, d):

- zona cintura nord-est: circa 6,5 mila spostamenti ogni ora;
- zona cintura sud-ovest: circa 15,0 mila spostamenti ogni ora;
- zona cintura nord-ovest: circa 2,0 mila spostamenti ogni ora.

Questo sintetico approfondimento dell'analisi di domanda potenziale pone in evidenza il ruolo strategico sia della diramazione nord-est verso San Mauro-Pescarito sia, ancora di più, del prolungamento sud-ovest verso Orbassano centro al fine di captare quote di domanda significative deviandole verso la linea 2 di metropolitana, contribuendo così a ridurre il carico veicolare privato lungo gli assi viari interessati. Appare altresì come meno interessante un eventuale estensione in direzione Venaria in quanto i valori di mobilità sono nettamente inferiori. L'analisi svolta ha valutato la domanda potenziale relativa a sette scenari trasportistici, oltre a quello relativo alla situazione attuale, che rappresentano diverse ipotesi di sviluppo del tracciato della M2. Gli scenari analizzati differiscono l'uno dall'altro primariamente per l'estensione della linea, per il bacino di popolazione raggiungibile e, quindi, per la dimensione della domanda potenzialmente interessata a fruire della M2. Nello specifico analizzeremo solamente lo scenario numero 6; esso corrisponde alla configurazione definitiva identificata dal Comune di Torino (Comune di Torino, 2019, d). La linea presenta una configurazione ad Y che si estende nel sottosuolo torinese per circa 28 chilometri ed è servita da 32 stazioni totali.

All'orizzonte temporale del 2028, nell'ipotesi di entrata in esercizio dell'intera infrastruttura, la M2 sarà in grado di assorbire su base giornaliera oltre 284 mila passeggeri pari ad oltre 34,1 mila passeggeri nell'ora di punta del mattino compresa tra le ore 7:00 le ore 8:00. Su base annuale, al 2028, è possibile stimare che la linea 2 sarà in grado di assorbire tra i 76,68 e i 85,20 milioni di passeggeri all'anno. In termini di riparto modale stimato, all'anno 2028, la linea 2 dovrebbe essere in grado di assorbire il 13,1% della domanda di mobilità prevista nell'ora di punta all'interno

dell'area di studio, riducendo sensibilmente la quota modale del mezzo privato. La quota modale assorbita dalla linea 2 a trent'anni dalla data presunta di inizio servizio (2058) è prevista salire fino al 13,9% a fronte di un'ulteriore flessione del trasporto privato. Nella punta del mattino la domanda stimata al 2028 è maggiormente orientata in direzione sud con circa 18,0 mila passeggeri all'ora (pari al 52,8%) a fronte della direzione nord con circa 16,2 mila passeggeri all'ora. Come ci si poteva aspettare, grazie anche alla presenza dell'interscambio con la M1 e con il SFM, la stazione di linea maggiormente frequentata, in termini di passeggeri saliti e discesi, sarà la stazione di Porta Nuova con poco meno di 10 mila passeggeri all'ora seguita dalla stazione Politecnico (oltre 6,3 mila passeggeri all'ora) e Pastrengo (circa 4,3 mila passeggeri all'ora). Come abbiamo visto prima un numero elevato di spostamenti sono generati da quelle aree che saranno servite dai due prolungamenti, nord e sud, previsti dal progetto preliminare della M2. La sola tratta nord, in assenza della tratta sud, è in grado di generare, rispetto alla sola tratta centrale, circa il +11.3% di domanda addizionale potenzialmente interessata a fruire della linea 2; la sola tratta sud, invece, è in grado di generare una quota aggiuntiva di domanda pari al +15.3% circa. Questo significa che un passeggero su quattro proverrà o sarà diretto verso le aree servite dalle stazioni dei due prolungamenti (Comune di Torino, 2019, d). I grafici e le tabelle seguenti sono riportati dall'elaborato specifico MTO2PFLGTRACOMR001-00, dove gli studi effettuati per il calcolo della domanda potenziale dell'infrastruttura sono trattati in maniera approfondita.

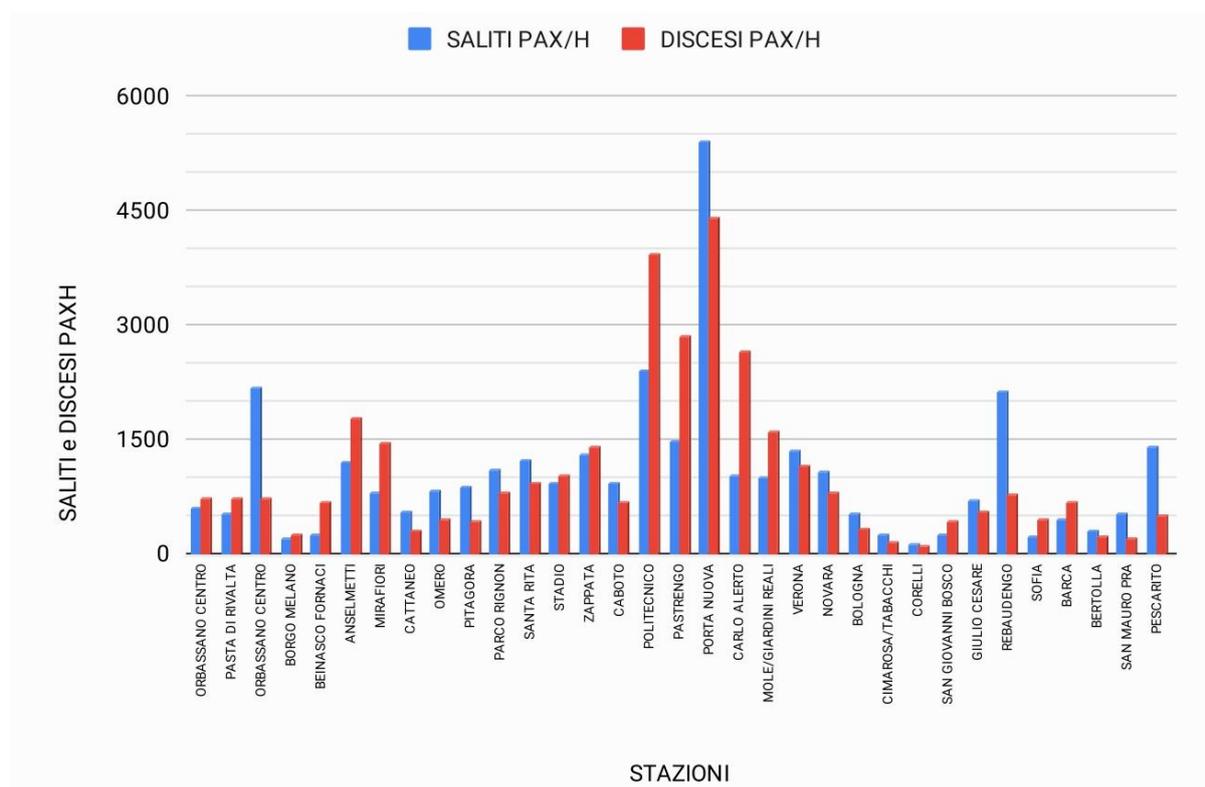


Grafico 1: Stima numero passeggeri-ora saliti e discesi - Linea 2 di metropolitana (autoprodotta)

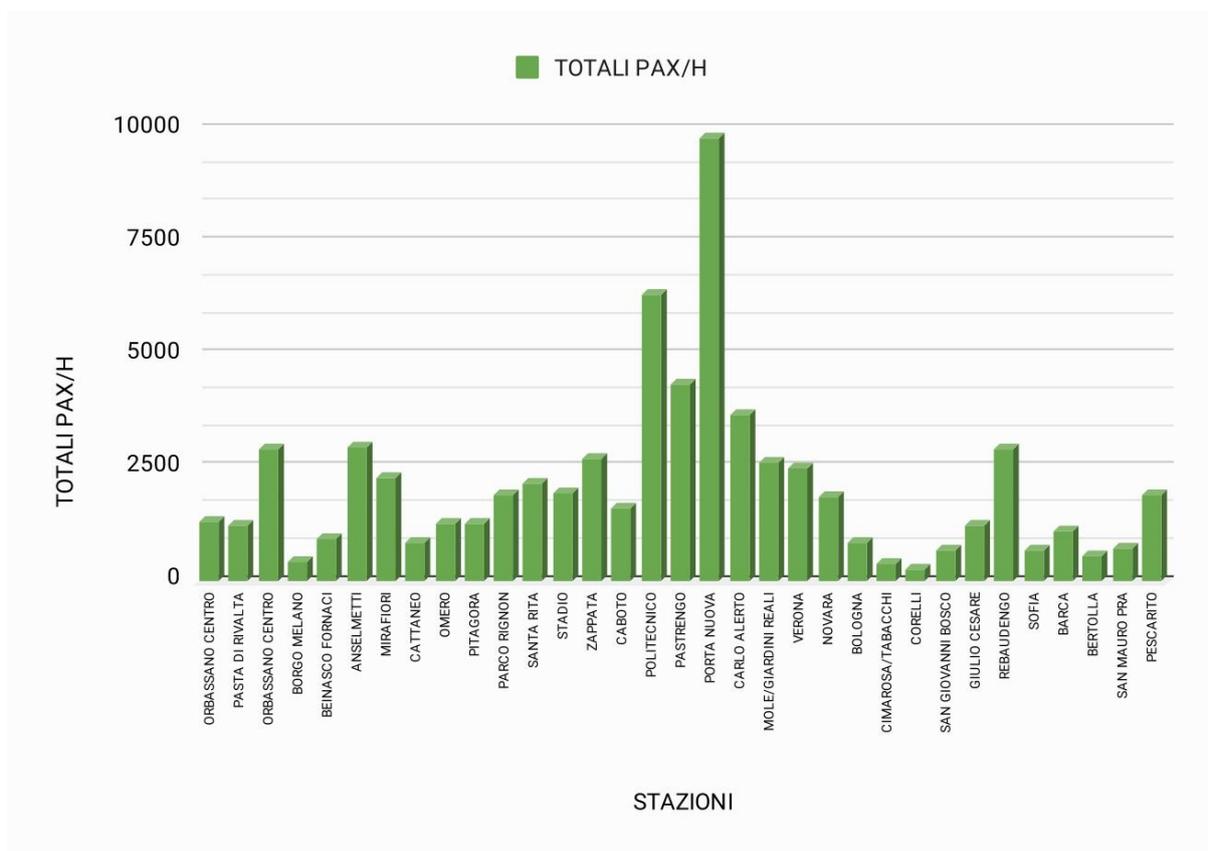


Grafico 2: Stima numero di passeggeri-ora totali - Linea 2 di metropolitana (autoprodotto)

4.7. Architettura delle stazioni

Per meglio definire, progettare e conoscere come si intende organizzare lo spazio delle stazioni è stata creata una “*Carta architettonica*” delle stazioni. Lo scopo della Carta è quello di fornire uno strumento di progettazione delle future stazioni della M2 di Torino che sia chiaro, definito e di facile comprensione per tutti. Altro obiettivo della Carta è quello di comprendere ed illustrare i principi perseguiti, per assicurarne la piena padronanza lungo tutte le fasi di sviluppo del progetto e per giungere ad una definizione condivisa con la committenza, con i progettisti coinvolti, con gli attori e con la comunità dei cittadini (Comune di Torino, 2019, e).

Una linea di metropolitana di questo tipo deve trovare la sua identità come collegamento intercomunale sulla scala dell'agglomerato urbano, inserendosi in siti e territori con caratteristiche diverse. Le stazioni della linea devono essere pensate con una logica comune, non solo per rendere più naturale e più efficiente il suo utilizzo, ma anche per costruire un comune senso di appartenenza. Il loro utilizzo deve essere razionale e relativamente standardizzato, affinché l'utente si senta in uno spazio riconoscibile e sicuro, progettato per permettergli di appropriarsi del funzionamento delle stazioni e della metropolitana (Comune di Torino, f, 2019).

Il percorso del viaggiatore segue una sequenza che deve essere accessibile, semplice, intuitiva e leggibile. Attraversare la stazione della metropolitana è uno dei momenti che sanciscono il suo viaggio e deve essere un'esperienza di qualità ed in tal senso l'organizzazione degli spazi e il loro allestimento devono consentire la massima leggibilità e fluidità. L'utilizzo delle stazioni deve essere razionale e standardizzato affinché l'utente si possa sentire in uno spazio conosciuto ed amico. Allo stesso tempo le stazioni non devono diventare degli spazi impersonali senza carattere e per questo motivo i progettisti hanno pensato di arricchire alcune delle stazioni con spazi espositivi ed in certi casi creare delle vere e proprie "stazioni museo"⁴⁷. Per quanto riguarda le stazioni del centro storico di Torino (in particolare per Porta Nuova e Carlo Alberto), si è pensato ad installazioni musicografiche alla luce delle scoperte archeologiche effettuate sul sito (vestigii romani, resti dei bastioni della Cittadella, delle gallerie di contromina, ecc.). Questa stessa pratica avviene già in numerose stazioni di metropolitana di tutto il mondo come la stazione Università a Napoli, la stazione Aeroporto di Lisbona o le stesse stazioni della M1 torinese con all'interno le vetrofanie realizzate da Ugo Nespolo (Comune di Torino, f, 2019).

Ogni territorio servito dalla linea deve essere in grado di esprimersi come uno spazio pubblico condiviso su scala metropolitana. Per alcune stazioni della M2, nella periferia di Torino o nei comuni limitrofi, il tessuto urbano in cui esse sono inserite è meno denso e per questo motivo sarebbe possibile inserire accessi più ampi portando uno spazio pubblico di qualità fino al livello dell'atrio della stazione. Questi spazi, progettato come una piazzetta bassa arricchiti dalla presenza di vegetali e alberi, con posti a sedere e, naturalmente, con le scale e gli ascensori necessari, potrebbe essere utilizzato come strumento di riqualificazione urbana, aprendo l'atrio alla luce, alla città, agli abitanti. Per alcune stazioni l'accesso potrebbe essere ampliato lateralmente per migliorare il rapporto tra interno ed esterno, rendendo la stazione più facilmente accessibile, così da ottenere una circolazione più fluida durante il suo orario di apertura. Il tema della riqualificazione urbana è chiaramente indicato come uno degli obiettivi cardine del progetto. Tale riqualificazione può riguardare zone di interconnessione, zone industriali dismesse da ripensare, zone da ri-vegetalizzare e può intervenire a diverse scale (dall'incrocio, alla piazza, al quartiere, fino al territorio metropolitano) (Comune di Torino, f, 2019).

⁴⁷ Le stazioni della metropolitana stanno mutando la loro destinazione primaria ed è sempre più frequente vedere al loro interno numerose funzioni accessorie. Un esempio sono quelle stazioni "museo" o arricchite dalla presenza di spazi espositivi. Tra gli esempi più virtuosi troviamo la stazione Louvre a Parigi e la stazione San Giovanni della Metro C a Roma.

Diversamente dalla M1 alcune stazioni della nuova linea di metropolitana saranno caratterizzate da un elemento architettonico edificato in superficie. Un esempio sono le tre stazioni che sorgeranno lungo l'asse dell'ex trincerone ferroviario (Giulio Cesare, Ospedale San Giovanni Bosco e Corelli); esse presenteranno le banchine posizionate al livello -1, con una copertura dell'atrio collocata al piano terra (quota marciapiede). Tale edificio sarà posizionato al di sopra del vano stazione che comprenderà spazi pubblici (controllati e non) e spazi tecnici ed operativi. Tutti questi spazi saranno raggruppati sotto una copertura sorretta da 5 file di pilastri a V, con le 2 campate centrali in gran parte vetrate verso il cielo per consentire l'illuminazione naturale e integrare i lucernari per l'estrazione dei fumi. Nel caso fosse possibile sarebbe opportuno integrare la presenza di verde nelle stazioni (Comune di Torino, f, 2019).

Più nello specifico la "*Carta architettonica*" ha individuato quattro tipologie di stazioni che si ripetono lungo tutta la linea a seconda delle necessità progettuali. Lo stesso era avvenuto per la costruzione delle stazioni della M1. In questo modo oltre a creare degli ambienti familiari e riconoscibili per l'utenza, migliorandone la fruizione, è anche possibile ridurre i costi di progettazione e costruzione. Le tipologie di stazione sono le seguenti (Comune di Torino, 2019, g):

- Stazione tipo a 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L);
- Stazione tipo 2 livelli interrati (S2L);
- Stazione tipo a 3 livelli interrati (S3L);
- Stazione tipo a 4 livelli interrati (S4L).

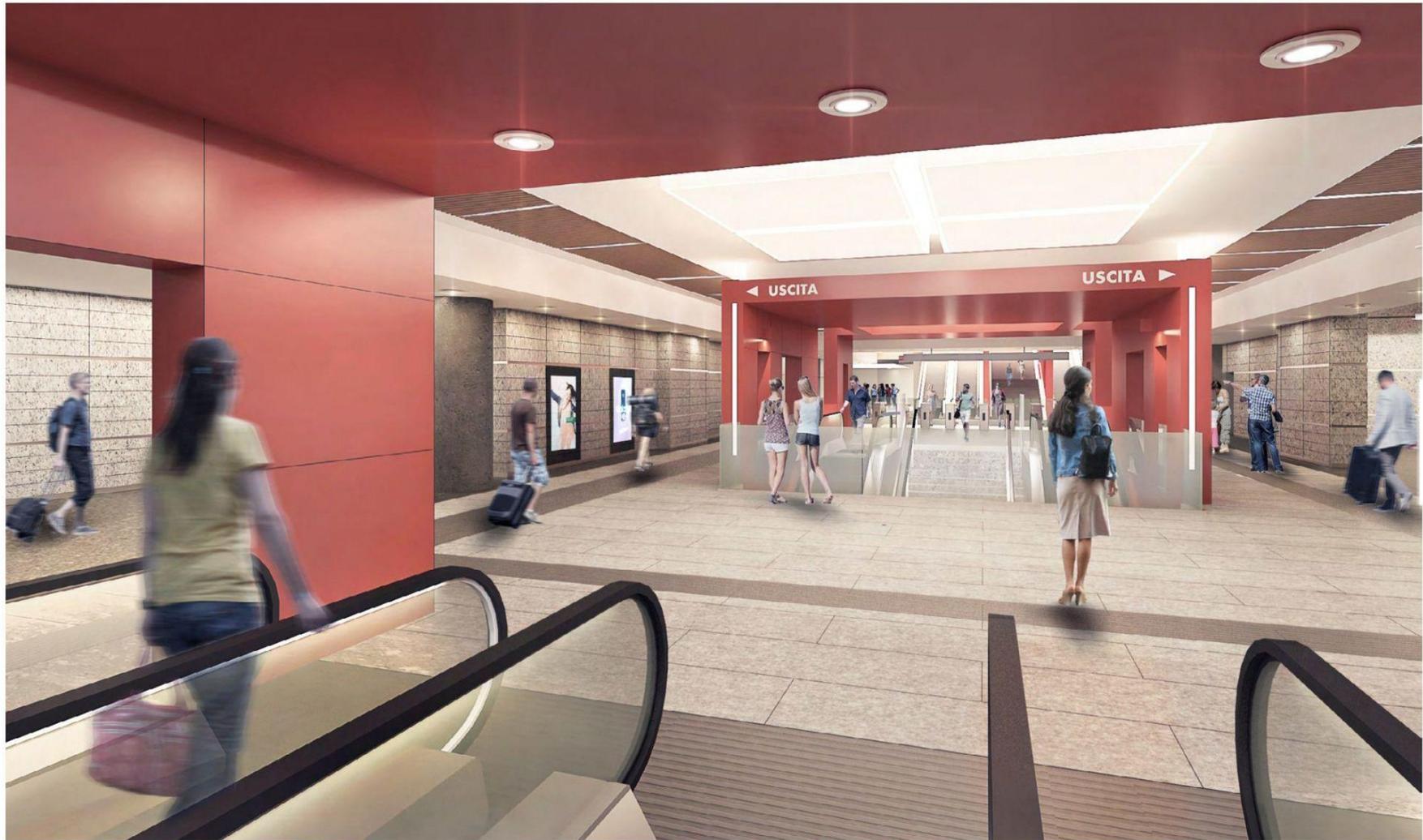
In conclusione, tutte le stazioni della linea sono progettate per consentire una caratterizzazione delle stazioni stesse, giocando sulla scelta di materiali specifici, dei colori in relazione all'ambiente locale e alla logica generale della linea. Questo fa parte di un lavoro che dovrà essere coordinato al fine di mantenere la coerenza stilistica dell'insieme, tenendo presente che l'identità della conurbazione torinese è il risultato di stratificazioni sociali, storiche e geografiche che segnano il territorio. La personalizzazione e la diversificazione di alcune caratteristiche delle singole stazioni permetteranno di renderle riconoscibili e contemporaneamente permetterà all'utente di comprendere dove si trova all'interno dell'ambiente urbano. All'interno della M1 questo è stato fatto tramite l'installazione di vetrofanie lungo le banchine, che stabiliscono un legame visivo e simbolico tra la metropolitana e la città, e rendono riconoscibili le stazioni.



STAZIONE S1L prospettiva interna
ATRIO A LIVELLO STRADA



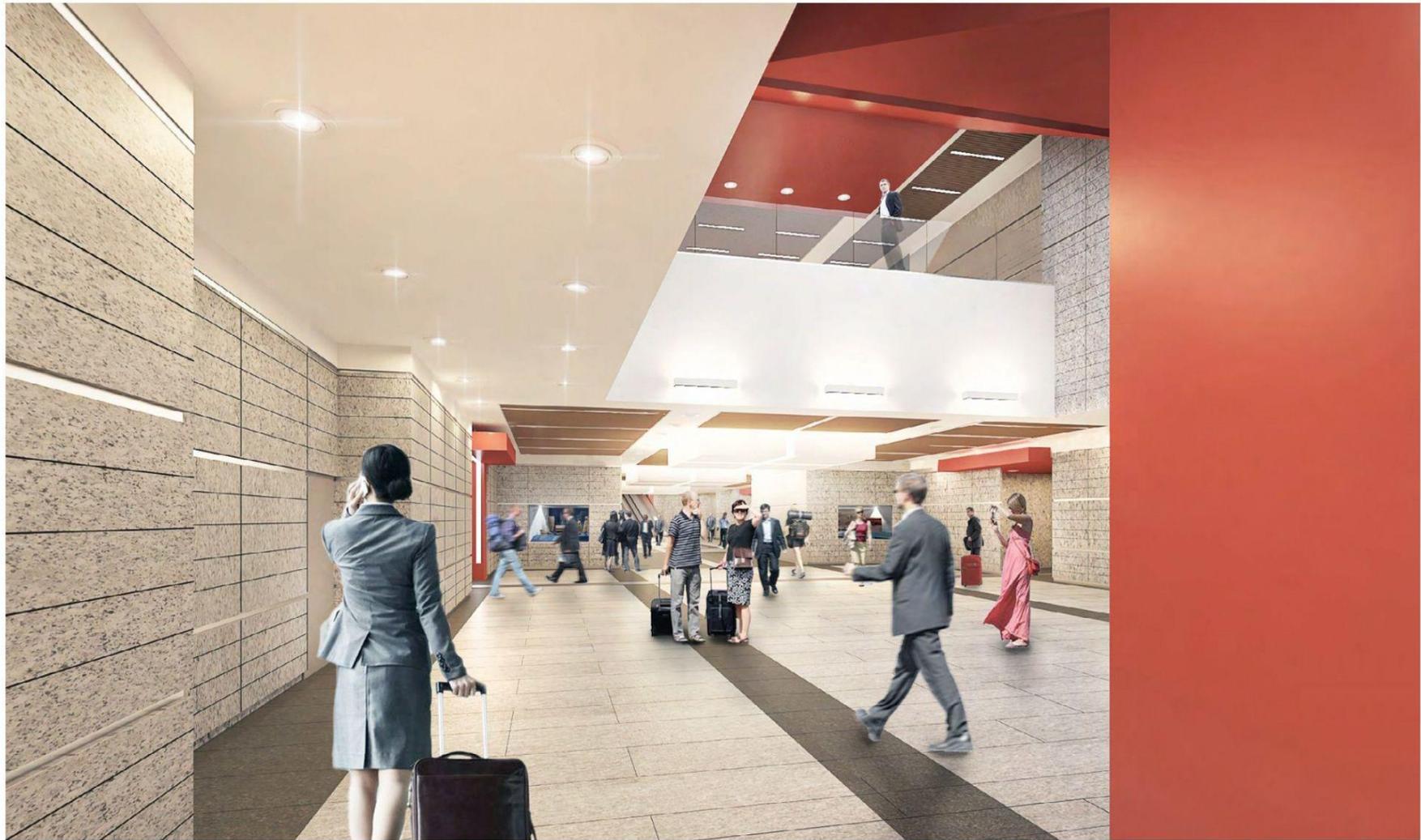
STAZIONE PORTA NUOVA
ACCESSO PRINCIPALE



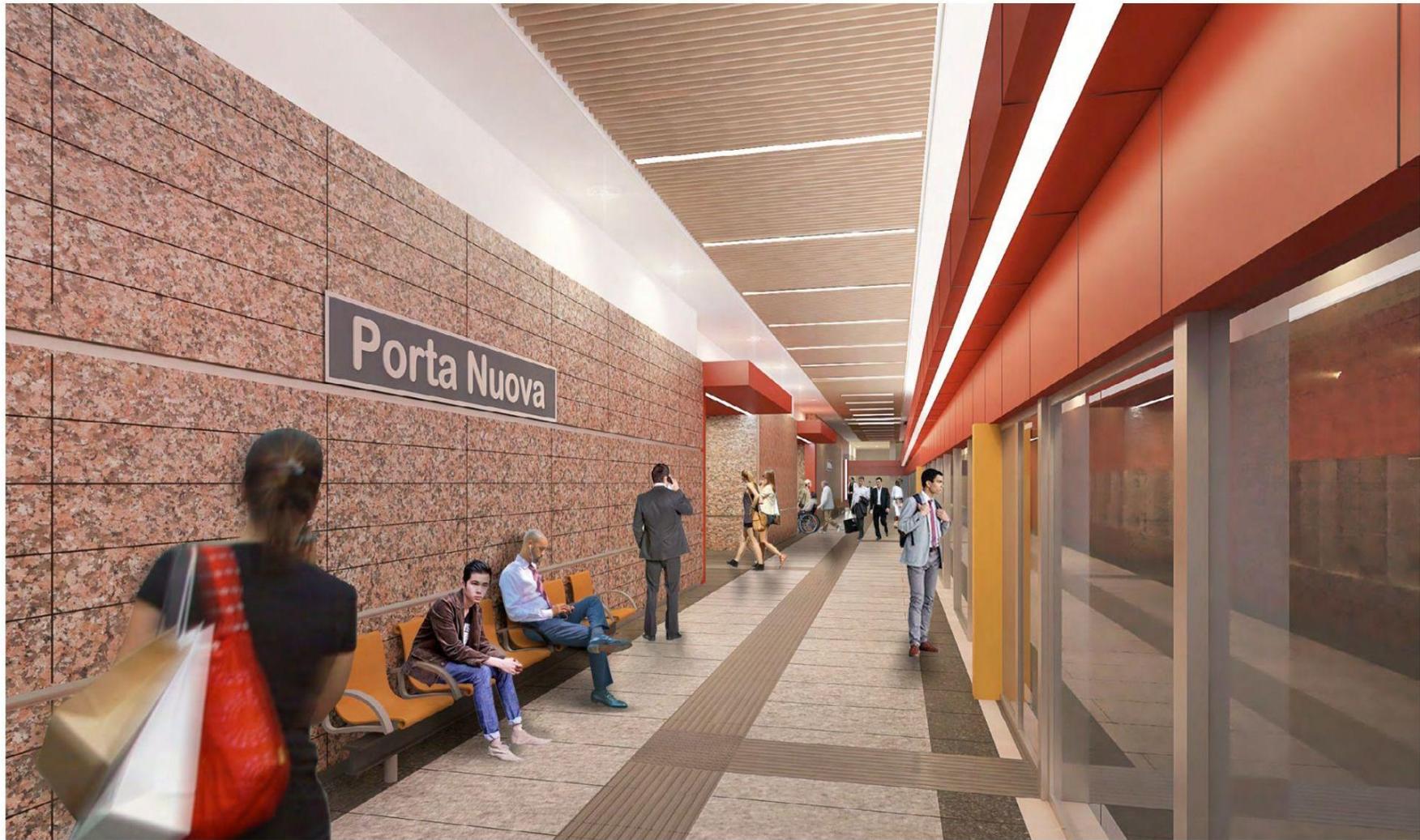
STAZIONE PORTA NUOVA
LIVELLO -1 / ATRIO LATO USCITA



STAZIONE PORTA NUOVA
LIVELLO -2 / PRIMO MEZZANINO



STAZIONE PORTA NUOVA
LIVELLO -3 / SECONDO MEZZANINO / PARTE CENTRALE



STAZIONE PORTA NUOVA
LIVELLO -4 / BANCHINA

5. VALUTAZIONE DELLE ESTERNALITA’ PRODOTTE DALLA LINEA 1 DI METROPOLITANA

Attraverso l'impiego combinato di modelli di Prezzi Edonici e strumenti GIS, il lavoro è finalizzato alla valutazione delle esternalità generate dalla realizzazione della M2 di Torino in termini di incremento dei prezzi immobiliari. La tesi cerca di prevedere e quantificare la variazione del prezzo degli immobili residenziali situati vicino alle future stazioni della nuova metropolitana torinese.

Ad oggi il progetto relativo alla M2 è ancora in fase di sviluppo e l'inizio dei lavori è previsto per i primi mesi del 2025; di conseguenza le esternalità, positive o negative, generate dall'infrastruttura non sono momentaneamente riscontrabili. Per questo motivo, per raggiungere l'obiettivo finale della tesi, sono state calcolate le esternalità generate dalla M1 di Torino, ormai in attività da circa 16 anni. In un secondo momento, i risultati ottenuti mediante l'uso di modelli di Prezzi Edonici sono stati proiettati sul patrimonio immobiliare residenziale localizzato nei pressi delle future stazioni della M2. Così facendo è stato possibile stimare l'entità delle esternalità, in termini di incremento dei prezzi immobiliari, generate dalla M2 di Torino prima della sua effettiva realizzazione. L'analisi svolta tiene in considerazione che le esternalità generate dalla M2 saranno almeno di pari misura rispetto a quelle prodotte dalla M1.

Negli ultimi decenni, un numero sempre crescente di studi teorici ed empirici ha affrontato la questione dei fattori determinanti i prezzi delle abitazioni ed il modello di determinazione dei Prezzi Edonici è senza dubbio uno dei più referenziati per questo tipo di studi. Tramite l'uso di questo metodo, accompagnato dalla regressione multivariata, è stato possibile isolare l'influenza che la distanza da una stazione della metropolitana ha sul prezzo finale di un immobile.

5.1. Il metodo dei prezzi edonici

Il metodo di valutazione economica dei Prezzi Edonici viene spesso utilizzato per ottenere una stima del valore di beni ambientali o pubblici. È molto complesso assegnare un valore monetario ad un bene pubblico o ambientale perché esso non ha un vero e proprio mercato di riferimento. In economia, un bene pubblico è un bene che è difficile, o impossibile, produrre per trarne un

profitto privato. Per questo motivo quando si effettua una valutazione economica di un bene pubblico o ambientale è necessario utilizzare un mercato surrogato, come quello immobiliare, all'interno del quale i beni vengono valutati indirettamente. Per fare ciò non serve valutare il bene in sé ma le preferenze individuali dei cittadini. I metodi di valutazione permettono di trasformare in termini monetari le preferenze degli individui. Da parte dell'individuo è molto complesso assegnare un valore monetario a qualcosa che non ha un mercato e che non si troverà mai ad acquistare. Il compito dell'analista è quindi quello di estrapolare informazioni indirette da comportamenti reali o ricreare situazioni sperimentali dove le preferenze sono raccolte nella maniera più realistica possibile.

Esistono diverse metodologie usate per valutare le preferenze individuali in termini di disponibilità a pagare. Per gli economisti la disponibilità a pagare rappresenta l'importo massimo che un individuo è disposto a pagare per ricevere un miglioramento o evitare una perdita all'interno del suo livello di benessere. Nel caso di un bene culturale, il modo più ovvio per identificare la disponibilità a pagare di un individuo è, per esempio, il prezzo del biglietto per poter entrare in un museo. Nella realtà questo non è mai un indicatore affidabile in quanto il prezzo del biglietto rappresenta il valore minimo che l'individuo è disposto a pagare.

In risposta, la letteratura propone diversi metodi per valutare e quantificare la disponibilità a pagare di un individuo per usufruire di un bene. Una prima distinzione dei metodi può essere fatta in base al procedimento di deduzione della disponibilità a pagare. I metodi diretti o metodi delle preferenze ricavano la valutazione economica individuale direttamente dalle dichiarazioni degli intervistati. Un secondo gruppo comprende i metodi che deducono la disponibilità a pagare indirettamente dai comportamenti degli individui; essi sono chiamati metodi indiretti o metodi delle preferenze rivelate. Il metodo dei Prezzi Edonici è un metodo indiretto e si basa sulla funzione che un bene e con lui il suo valore è costituito da un certo numero di attributi, fonte di utilità per il consumatore. Di conseguenza, le differenze di prezzo tra due beni appartenenti alla stessa categoria riflettono le diversità tra gli attributi che caratterizzano tali beni. Se due beni uguali in tutto tranne che per una caratteristica differiscono nel loro prezzo, tale differenza è definita come prezzo edonico dell'attributo. Questo concetto venne sviluppato nel 1966 da Lancaster⁴⁸ all'interno della "*teoria dell'utilità*". Nel corso degli anni il metodo dei prezzi edonici

⁴⁸ Economista statunitense di origine australiana, nato a Sydney il 10 dicembre 1924. Dopo aver studiato all'Università di Sydney prima e all'Università di Londra poi nel 1962 emigrò negli Stati Uniti dove ottenne la cittadinanza. È diventato celebre grazie ai suoi contributi alla teoria del consumo per la quale il suo approccio innovativo si distingue da quello tradizionale in quanto si pone al centro dell'analisi il fatto che

ha visto numerose applicazioni ma ad oggi viene principalmente utilizzato in campo immobiliare. Il metodo in questione è stato introdotto, per la prima volta, da Court nel 1938 con l'intento di confrontare i prezzi di auto prodotte in tempi diversi per comprendere come l'apprezzamento delle diverse componenti fosse variato nel tempo. Conseguentemente, il metodo è stato sperimentato in numerosi campi compreso quello immobiliare con cui è stata riscontrata una forte affinità. Partendo dagli anni Sessanta è diventato chiaro che il bene immobiliare è un bene multidimensionale e che il suo valore non è influenzato solamente dalle caratteristiche strutturali o intrinseche (dimensione, piano, classe energetica, stato, ecc.) ma anche dalle sue caratteristiche estrinseche, cioè che fanno riferimento alla vicinanza di determinati servizi o luoghi che generano utilità all'individuo.

Gli studi di Lancaster, precedentemente citati, sono il primo tentativo di creare una base teorica per il modello edonistico. Lancaster, infatti, durante gli anni ipotizzò una teoria sempre più precisa e referenziata. Lui sosteneva che il consumatore non acquista beni in quanto tali ma in quanto portatori di determinate caratteristiche. Secondo questa affermazione un oggetto non dovrebbe essere definito dalle sue proprietà fisiche ma dalle sue caratteristiche o attributi. Inoltre, secondo Lancaster gli individui non hanno preferenze per beni e servizi in quanto tali ma per alcune e limitate peculiarità che li contraddistinguono; essi ricavano utilità non dal consumo diretto di beni ma delle caratteristiche incorporate all'interno di essi. Il consumatore per massimizzare l'utilità non valuta il bene in sé ma le caratteristiche che lo compongono. In definitiva, la scelta dell'individuo ricade sul bene che gli fornisce la maggiore soddisfazione ed utilità. Nonostante Lancaster sia stato il primo ad avvicinarsi all'approccio edonico non ha mai applicato il metodo ai modelli di prezzo. Al contrario, Rosen⁴⁹ negli anni 70 fu il primo a presentare la teoria dei Prezzi Edonici per come la conosciamo oggi. Come Lancaster, egli sosteneva che un bene è valutabile come la somma delle utilità generate dalle sue caratteristiche ma aggiunse che il valore di quello stesso bene può essere calcolato sommando i valori stimati

l'utilità goduta dai consumatori deriva dalle caratteristiche possedute dai beni consumati piuttosto che dai beni stessi.

https://www.treccani.it/enciclopedia/kelvin-john-lancaster_%28Enciclopedia-Italiana%29/

⁴⁹ Rosen è stato un economista americano professore all'Università di Chicago, vissuto dal 1938 al 2001. L'anno della sua morte fu eletto presidente della American Economic Association nel 2001. La sua figura ha ricoperto un ruolo fondamentale nello sviluppo e nell'applicazione del metodo dei prezzi edonici. Uno dei suoi lavori più celebri è sicuramente "*Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition*" pubblicato nel 1974 all'interno del *The Journal of Political Economy*.

https://www.treccani.it/enciclopedia/sherwin-rosen_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/

delle sue singole proprietà che lo compongono. In ambito immobiliare la maggior parte dei primi modelli edonici dei prezzi delle abitazioni comprendeva solitamente le diverse caratteristiche strutturali delle unità abitative come variabili esogene. Successivamente, con l'utilizzo diffuso dei concetti di localizzazione e di quartiere all'interno degli studi economici urbani, si sono affermati i modelli edonici spaziali. Recentemente, in seguito alla crescente disponibilità di banche dati derivate da panel per la ricerca economica relativa al settore immobiliare e urbano, i modelli edonici sono stati ulteriormente estesi per includere la dimensione temporale. Il modello esteso tiene conto contemporaneamente delle dinamiche spaziali e di quelle temporali dei prezzi delle abitazioni. Tra le applicazioni di questo modello esteso, conosciuto come lo “*spatial panel model*”, si annoverano quelle di Mendelsohn ed altri (1992), Kim (1993), Baltagi e Chang (1994) (Agenzia delle Entrate, 2010).

5.2. Definizione del campione di dati

Il metodo dei Prezzi Edonici viene anche chiamato metodo dell'aggregazione edonica, perché per individuare i valori dei singoli attributi che compongono un bene si fa riferimento ad analisi di regressione. In termini econometrici il metodo dei Prezzi Edonici, applicato principalmente in campo immobiliare, presuppone la costruzione di un campione rappresentativo del mercato immobiliare dell'area di studio affinché sia poi possibile applicare analisi di regressione multivariata ai beni immobili osservati di cui si conoscono valore di mercato e caratteristiche. All'interno del campione gli attributi degli immobili che lo compongono sono rappresentati sotto forma di variabili cardinali, ordinali o nominali. Il valore delle abitazioni risulta essere la somma delle sue caratteristiche intrinseche ed estrinseche. Il metodo dei prezzi edonici può essere scomposto in due fasi distinte:

- All'interno della prima fase si determina l'equitazione edonica che descrive la relazione che occorre tra il valore del bene e le sue specifiche caratteristiche;
- la seconda fase è caratterizzata dal calcolo del prezzo implicito di ciascuna caratteristica.

Tramite il metodo della regressione multivariata si crea una funzione che determina la relazione tra le caratteristiche del bene e il suo prezzo. Successivamente si calcola il prezzo implicito di ciascuna caratteristica, chiamato anche prezzo marginale. Esso non è altro che il prezzo che definisce la funzione della domanda, ovvero della disponibilità a pagare per una certa

caratteristica di un centro bene. Per fare ciò è necessario inserire come variabile dipendente la variabile relativa al prezzo totale di vendita dell'immobile. L'idea principale alla base dei modelli edonistici è quella di scomporre i beni appartenenti alla stessa categoria merceologica nella loro caratteristiche principali (rappresentate dalle variabili esplicative o indipendenti) per poi assegnare loro un valore distinto. Pare subito chiaro che il metodo dei Prezzi Edonici si applica molto bene allo studio di un mercato caratterizzato da un alto tasso di differenziazione come quello immobiliare. Il dataset utilizzato per portare avanti la valutazione economica e conseguentemente l'intero progetto di tesi è stato autoprodotta unendo due dataset, uno fornito dal Politecnico di Torino e il secondo da Immobiliare.it⁵⁰. Ognuno dei due dataset descrive e rappresenta il mercato immobiliare torinese tramite l'uso delle compravendite immobiliari avvenute in un dato arco temporale. Ciascuna riga delle matrici rappresenta un'unità statistica (una compravendita immobiliare avvenuta all'interno dei confini comunali torinesi) mentre ciascuna colonna rappresenta una variabile (uno degli attributi che compongono l'immobile oggetto di compravendita).

Il primo dataset su cui abbiamo potuto lavorare, temporalmente parlando, è stato quello fornito dal Politecnico di Torino e creato dalla Professoressa Marina Bravi, docente specializzata nel campo delle valutazioni economiche presso il Politecnico di Torino. Il dataset in questione è composto da 15.288 unità statistiche che rappresentano la compravendita di appartamenti, loft, mansarde e attici nell'arco temporale che si estende dal 2014 al 2018; esso è stato anche utilizzato all'interno del paper "*Valutazione dell'efficienza energetica degli edifici con il metodo dei prezzi edonici: gli effetti spaziali sono rilevanti?*" redatto da Marta Bottero et al. Il campione utilizza 18 variabili, dipendenti ed esplicative, che hanno la funzione di descrivere e differenziare tra loro i 15.288 immobili oggetto di compravendita secondo le loro caratteristiche intrinseche. In seguito, il dataset è stato sottoposto ad un'analisi approfondita di tutte le sue componenti per comprendere se le unità statistiche descritte potessero essere utilizzate all'interno della valutazione economica. Questo ha portato alla cancellazione di 25 immobili oggetto di compravendita a causa della loro superficie (m², inferiore ai 28 metri quadrati imposti dall'articolo 2 e 3 del D.M. 5 luglio 1975. Di conseguenza, la numerosità del campione è stata ridotta a 15.261 immobili oggetto di compravendita.

⁵⁰ Immobiliare.it è il portale immobiliare numero uno in Italia; esso è stato lanciato con l'obiettivo di offrire la migliore piattaforma per la pubblicazione e la ricerca di annunci immobiliari.

<https://www.immobiliare.it/info/chi-siamo/>

ANNO	N° UNITA' STATISTICHE
2014	41
2015	517
2016	9674
2017	1126
2018	3905

Tabella 5: N° unità statistiche per anno di riferimento dataset Politecnico di Torino (autoprodotta)

VARIABILI	DESCRIZIONE	TIPO DI VARAIBILE
YEAR_18	Anno transazione (2018=1; altro=0)	Nominale
YEAR_17	Anno transazione (2018=1; altro=0)	Nominale
YEAR_16	Anno transazione (2018=1; altro=0)	Nominale
YEAR_15	Anno transazione (2018=1; altro=0)	Nominale
YEAR_14	Anno transazione (2018=1; altro=0)	Nominale
SURFACE	Dimensione abitazione (m ²)	Cardinale
IPE	Indice Prestazione Energetica (kWh/m ² Y)	Cardinale
ENERGY	Consumo energetico annuo (kWh/Y)	Cardinale
CLASS_N	Classe energetica (A=7; B=6; C=5; D=4; E=3; F=2; G=1)	Ordinale
FLOOR	Piano abitazione	Cardinale
ELEVATOR	Presenza ascensore (SI=1; NO=0)	Nominale
BOX	Presenza posto auto (SI=1; NO=0)	Nominale
STATUS	Stato di manutenzione (scarso/da ristrutturare=0; buono=1; ristrutturato=2; nuovo/in costruzione=3)	Ordinale

SEGMENT	Segmento di mercato (basso=0, economico=1, medio=2, alto=3, molto signorile=4)	Ordinale
PRICE	Prezzo di vendita (€)	Cardinale
CONS_YEAR	Anno di costruzione	Cardinale
PRICE_SM	(€/m ²)	Cardinale
LNPRICE	Logaritmo naturale del prezzo di vendita	Cardinale

Tabella 6: Elenco e descrizione variabili dataset Politecnico di Torino (autoprodotta)

Come accennato precedentemente per la valutazione delle esternalità generate dalla futura M2 di Torino sono stati utilizzati due set di dati. Il secondo dataset a disposizione è stato prodotto da Immobiliare.it e in seguito acquistato dal Politecnico di Torino. Il dataset fornito da Immobiliare.it è composto da un totale di 80.000 unità statistiche suddivise equamente in quattro anni, dal 2018 al 2021, ed interamente riferite alle compravendite di immobili avvenute all'interno dei confini comunali torinesi. Le variabili che descrivono il campione sono 16 e descrivono le caratteristiche intrinseche degli immobili. Il dataset prima di poter essere utilizzato necessita però di una pulizia, in modo tale da eliminare valori “*outliers*” e non conformi con la valutazione. Come nel caso precedente sono state eliminate tutte le unità statistiche con superficie (m²) inferiore a 28 metri quadrati e anche valori considerati “*outliers*” con superficie superiore a 1000 metri quadrati. Per quanto riguarda il prezzo al metro quadrato degli immobili si è deciso di cancellare tutte le unità statistiche con valore superiore a 9.900 e inferiore a 300 euro al metro quadrato. Per concludere la fase di pulizia del set di dati si è verificata la presenza di eventuali duplicati tra le unità statistiche e una volta identificati sono stati eliminati i dati cronologicamente meno recenti. In modo tale da uniformare parzialmente il dataset di Immobiliare.it con quello di produzione del Politecnico di Torino sono stati scartati tutti quegli immobili classificati con tipologia abitativa differente da appartamento, loft, mansarda e attico. Al termine di questo processo, interamente effettuato utilizzando il software Excel, il campione fornito da Immobiliare.it è passato da un totale di 80.000 osservazioni a 67.357. Il processo di pulizia o bonifica ha consentito di aumentare la qualità dei dati che verranno utilizzati per la valutazione economica e di conseguenza il risultato finale ottenuto sarà maggiormente credibile. Diversamente del dataset precedentemente analizzato, quello prodotto da Immobiliare.it è

composto da numerose variabili qualitative che dovranno essere necessariamente trasformate in variabili quantitative per poter essere utilizzate all'interno del modello. La tabella descrittiva delle variabili di seguito riportata mostra le variabili espresse mediante valori numerici e quindi già sottoposte alla trasformazione.

ANNO	N° UNITA' STATISTICHE PRIMA DELLA PULIZIA	N° UNITA' STATISTICHE DOPO LA PULIZIA
2018	20.000	16.000
2019	20.000	15.964
2020	20.000	15.968
2021	20.000	19.425

Tabella 7: N° unità statistiche per anno di riferimento dataset Immobiliare.it (autoprodotta)

VARIABILI	DESCRIZIONE	TIPO DI VARAIBILE
TIPOLOGIA	Tipo abitazione (appartamento=0; attico/mansarda=1; casa indipendente=2; loft/open space=3; palazzo=4; rustico=5; villa e villetta a schiera=6)	Ordinale
SUPERFICIE	Dimensione abitazione (m ²)	Cardinale
PREZZO	Prezzo di vendita (€)	Cardinale
PREZZO_MQ	€/m ²	Cardinale
LOCALI	N° locali abitazione	Cardinale
PIANO	Piano abitazione	Cardinale
ASCENSORE	Ascensore (SI=1; NO=0)	Nominale
N_BAGNI	N° bagni abitazione	Cardinale
ANNO_COSTRUZIONE	Anno di costruzione	Cardinale
CLASSE_EN	Classe energetica (A4/A3/A2/A1/A+/A=7; B=6; C=5; D=4; E=3; F=2; G=1)	Ordinale

N_PIANI	N° piani abitazione	Cardinale
BOX_AUTO	Posto auto (no=0; posto auto=1; doppio=2; singolo=3)	Ordinale
GIARDINO	Presenza giardino (SI=1; NO=0)	Nominale
TIPO_PROPRIETA'	Segmento di mercato (, economico=0, medio=1, alto=2, molto signorile=3)	Ordinale
STATO	Stato di manutenzione (scarso/da ristrutturare=0; buono=1; ristrutturato=2; nuovo/in costruzione=3)	Ordinale
ANNO	Anno transazione	Cardinale

Tabella 8: Elenco e descrizione variabili dataset Immobiliare.it (autoprodotta)

Lo step successivo riguarda l'unione dei due set di dati a disposizione in modo tale da creare un unico campione che verrà utilizzato come modello di base per la valutazione delle esternalità generate dalla M2 di Torino. Osservando le tabelle descrittive dei due dataset ci accorgiamo di alcune differenze tra le variabili che descrivono gli immobili oggetto di compravendita. Per questo motivo, prima di procedere con la fusione dei due campioni è necessario selezionare solamente quegli attributi comuni tra i due dataset e che tramite l'applicazione del MPE andranno a formare il prezzo degli immobili analizzati. Dopo un'attenta analisi le variabili selezionate sono 11 rispetto alle 18 di partenza del campione del Politecnico di Torino e alle 16 del campione di Immobiliare.it. Alcuni attributi anche se comuni non sono stati utilizzati perché considerati di poca utilità dal punto di vista della valutazione economica. Le variabili selezionate sono le seguenti:

- SUPERFICIE (m²);
- PREZZO DI VENDITA (€);
- PREZZO AL METRO QUADRATO (€/m²);
- PIANO;
- ASCENSORE;
- ANNO DI COSTRUZIONE;
- CLASSE ENERGETICA;

- BOX AUTO;
- TIPO PROPRIETA';
- STATO PROPRIETA';
- ANNO DI COMPRAVENDITA.

L'unione dei due dataset ne genera uno con al suo interno 79.361 unità statistiche che rappresentano gli immobili oggetto di compravendita dall'anno 2014 all'anno 2021. In seguito ad un'ulteriore bonifica, per eliminare nuovamente i duplicati, il campione si è ridotto a 74068 unità statistiche. Rispetto ai campioni e alle rispettive variabili precedentemente descritte le uniche modifiche apportate sono state fatte per quanto riguarda la variabile "PIANO" (che descrive il piano in cui è collocata l'abitazione all'interno dell'edificio), la variabile "ANNO_COSTRUZIONE" (che rappresenta l'anno in cui l'abitazione è stata costruita) e la variabile "ANNO" (relativa all'anno in cui è avvenuta la transazione di vendita dell'abitazione).

VARIABILE	DESCRIZIONE
SUPERFICIE	Dimensione abitazione (m ²)
PREZZO	Prezzo di vendita (€)
PREZZO_MQ	€/m ²
PIANO_L	seminterrato=-1; piano terra/rialzato=0; piano ammezzato/primo/secondo=1; piano terzo/quarto=2; piano ultimo/>5=3
PIANO_N	Piano abitazione (da -1 a 16)
ANNO_1	(anno di vendita-anno costruzione) +1
CLASSE_EN	A4/A3/A2/A1/A+/A=7; B=6; C=5; D=4; E=3; F=2; G=1
BOX_AUTO	SI=1; NO=0
ASCENSORE	SI=1; NO=0
TIPO_PROPRIETA'	economico=0, medio=1, alto=2, molto signorile=3
STATO_PROPRIETA'	scarso/da ristrutturare=0; buono=1; ristrutturato=2; nuovo/in costruzione=3

ANNO_14	Anno transazione (2014=1; altro=0)
ANNO_15	Anno transazione (2015=1; altro=0)
ANNO_16	Anno transazione (2016=1; altro=0)
ANNO_17	Anno transazione (2017=1; altro=0)
ANNO_18	Anno transazione (2018=1; altro=0)
ANNO_19	Anno transazione (2019=1; altro=0)
ANNO_20	Anno transazione (2020=1; altro=0)
ANNO_21	Anno transazione (2021=1; altro=0)

Tabella 9: Elenco e descrizione variabili selezionate per il dataset finale (autoprodotta)

Tutti i calcoli e le operazioni descritte fino a questo momento sono stati processati utilizzando i fogli elettronici di calcolo di Microsoft Excel. In un secondo momento i dati sono stati inseriti all'interno del software ArcGIS⁵¹ per poter calcolare alcune variabili estrinseche (per esempio la distanza tra gli immobili e le stazioni di metropolitana).

Come già ripetuto più volte l'obiettivo principale della tesi è quello di valutare le esternalità generate dalla realizzazione della M2 di Torino in termini di incremento dei prezzi immobiliari. Per fare ciò è necessario inserire all'interno del dataset unificato delle variabili capaci di descrivere il rapporto tra le stazioni di metropolitana della M1 e gli immobili oggetto di compravendita descritti all'interno del campione di dati. Fino a questo momento tutte le variabili che compongono il dataset sono di tipo intrinseco e quindi descrivono solamente le caratteristiche strutturali degli immobili. Tramite l'uso del software ArcGIS è stato possibile arricchire il dataset con ulteriori variabili, di tipo estrinseco, che fanno riferimento alla vicinanza di determinati servizi o luoghi che generano utilità all'individuo e di conseguenza influenzano il valore di un immobile. Utilizzando il tool "*Display XY Data*" e i dati di latitudine e longitudine associati a tutti gli immobili è stato possibile spazializzare i dati a nostra disposizione. Il risultato di tale operazione è uno shapefile che viene raffigurato, all'interno del software ArcGIS, sotto forma di punti ordinati nello spazio. Ognuno di questi punti corrisponde ad una ed una sola unità statistica del set di dati, più semplicemente ad un immobile.

⁵¹ ArcGis è un sistema informatico geografico (GIS) prodotto da ESRI che permette di lavorare con dati georeferenziati.

<https://www.esri.com/it-it/what-is-gis/overview>

Legenda

- Unità statistiche
- Zone di censimento (To)

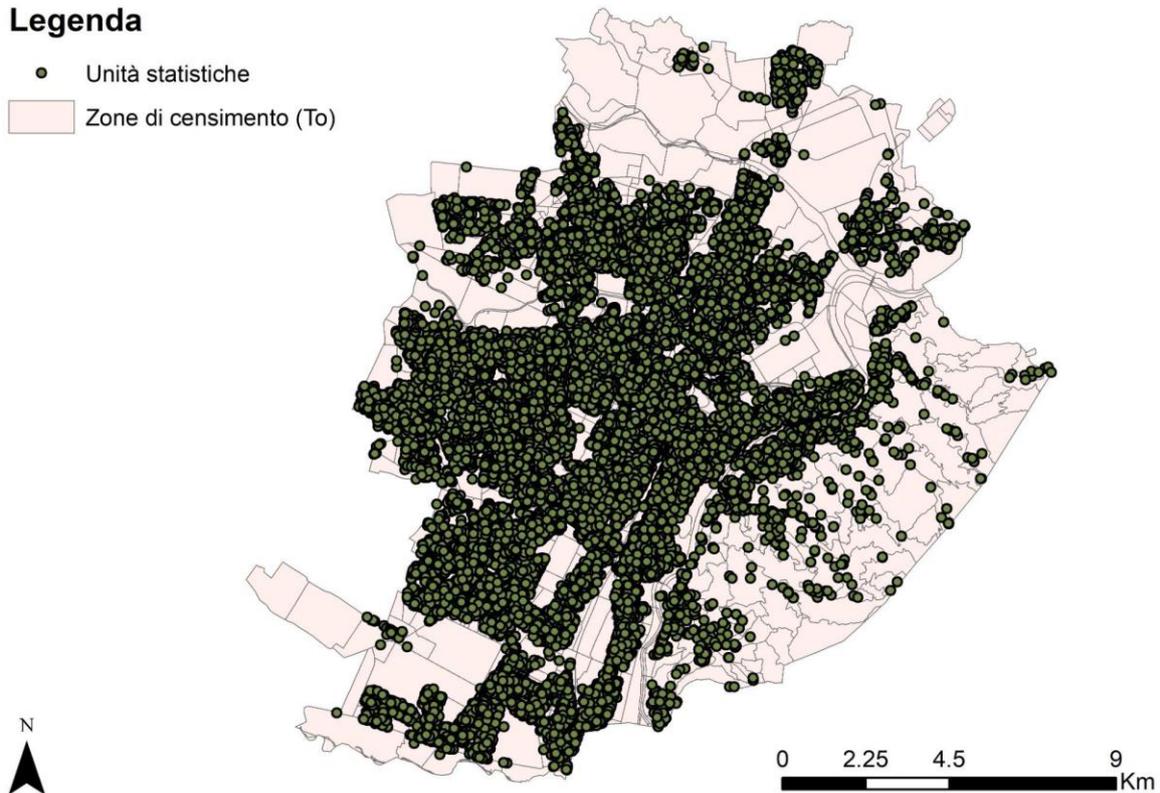


Immagine 16: Localizzazione delle osservazioni del campione (autoprodotta)

Successivamente, inserendo all'interno di ArcGIS gli shapefile relativi alle stazioni della metropolitana M1, delle aree verdi e degli svincoli autostradali è stato possibile calcolare la distanza che intercorre tra questi luoghi e gli immobili oggetto di analisi. La distanza che viene calcolata è quella tra il singolo immobile e la stazione della metropolitana, l'area verde e lo svincolo autostradale più vicino e quindi più facilmente accessibile. Per quanto riguarda stazioni di metropolitana e aree verdi sono state create due variabili; una relativa alla distanza euclidea e l'altra alla "walking distance". Al contrario nel caso degli svincoli autostradali, non essendo possibile o utile raggiungerli a piedi, è stata considerata solamente la distanza euclidea.

In matematica, la distanza euclidea viene definita come la distanza tra due punti, in particolare è la misura della lunghezza di un segmento avente per estremi quei due punti⁵². Possiamo quindi comprendere come la distanza euclidea calcolata all'interno di un ambiente urbano non tenga in considerazione della presenza di eventuali ostacoli. Il calcolo di tale distanza su ArcGis risulta essere molto semplice e necessita il solo utilizzo del tool "Near"; esso calcola la distanza e le informazioni di prossimità aggiuntive tra le entità geografiche di input (immobili) e l'entità geografica più vicina appartenente ad un'altra categoria (stazioni di metropolitana, aree verdi e

⁵² <https://www.treccani.it/vocabolario/ricerca/distanza-euclidea/>

svincoli autostradali)⁵³. I dati richiesti dal software, “*Input Features*” e “*Near Features*”, sono gli shapefile relativi ai due punti di cui si vuole calcolare la distanza. Il risultato di questa operazione sarà la distanza euclidea espressa in metri.

VARIABILE	DESCRIZIONE
DIST_METRO	m (distanza euclidea tra gli immobili e la stazione di metropolitana M1 ad essi più vicina)
DIST_VERDE	m (distanza euclidea tra gli immobili e l'area verde ad essi più vicina)
DIST_AUTO	m (distanza euclidea tra gli immobili e lo svincolo autostradale ad essi più vicino)

Tabella 10: Elenco e descrizioni variabili estrinseche relative alla distanza euclidea (autoprodotta)

Diversamente dalla distanza euclidea la “*walking distance*” rappresenta la distanza reale che separa due punti all’interno dell’ambiente urbano; essa tiene in considerazione eventuali ostacoli, come per esempio gli edifici, che una persona potrebbe incontrare sul suo percorso. Questo dato è stato calcolato solamente per quanto riguarda la distanza della stazione di metropolitana e dell’area verde più vicina ai singoli immobili presenti nel dataset; anche in questo caso è stato utilizzato il software AcrGIS. Il procedimento da seguire risulta essere più complicato di quello precedentemente descritto ed utilizzato per il calcolo della distanza euclidea. Lo shapefile relativo alle strade interne alla città è alla base di questo calcolo perché necessario per poter identificare il tragitto più rapido da percorrere per il raggiungimento della meta desiderata. Per poter calcolare in maniera rapida e precisa la “*walking distance*” utilizzando ArcGIS è necessario creare un “*Network Dataset*”; esso è lo strumento adatto per modellare le reti di trasporto tenendo in considerazione la complessità della rete stradale cittadina. La creazione di un “*Network Dataset*” ci consente di utilizzare numerose analisi utili ad organizzare, in maniera efficaci, la circolazione di merci, veicoli e persone all’interno di una rete di trasporto⁵⁴. In questa circostanza è stata usata l’analisi soprannominata “*New Closest Facility*”. Con essa è stato possibile calcolare il percorso migliore e più rapido per collegare tra loro quelle che il software chiama “*facilities*” (stazioni della

⁵³<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/commonly-used-tools/proximity-analysis.htm#:~:text=The%20Near%20tool%20calculates%20the,a%20set%20of%20tourist%20destination>

⁵⁴<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/help/analysis/networks/what-is-network-dataset.htm#:~:text=Network%20datasets%20are%20well%20suited,done%20on%20a%20network%20dataset.>

metropolitana M1 e aree verdi) e “*incidents*” (immobili oggetto di compravendita). A causa della numerosità degli immobili oggetto di compravendita, 74.068, l’esecuzione di questa analisi ha richiesto un tempo elevato; essa è stata eseguita due volte, una per quanto riguarda il collegamento con le stazioni di metropolitana e l’altra per il collegamento con le aree verdi. Ciò che otteniamo da questo procedimento sono due shapefile⁵⁵ di tipo lineare relativi alla strada, più rapida, da percorrere per raggiungere la stazione di metropolitana o l’area verde più vicina partendo dai singoli immobili. Infine, per il calcolo conclusivo della “*walking distance*” è stata utilizzata la funzione “*Calculate Geometry*” in modo tale da ottenere la lunghezza, espressa in metri, dei percorsi ottenuti utilizzando l’analisi “*New Closest Facility*”.

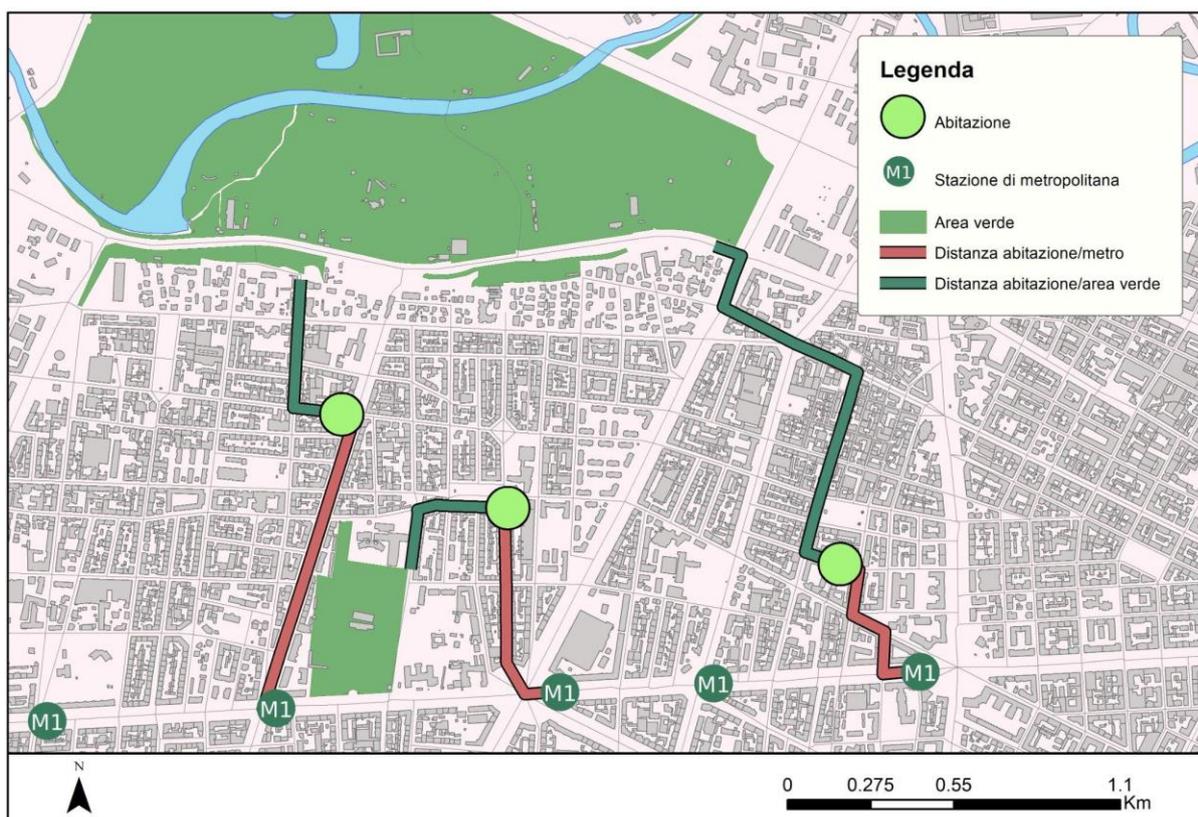


Immagine 17: Rappresentazione grafica della walking distance (autoprodotta)

VARIABILE	DESCRIZIONE
WALK_METRO	m (“ <i>walking distance</i> ” tra gli immobili e la stazione di metropolitana M1 ad essi più vicina)
WALK_VERDE	m (“ <i>walking distance</i> ” tra gli immobili e l’area verde ad essi più vicina)

⁵⁵ Uno shapefile è un formato di archiviazione di dati vettoriali ESRI per archiviare la posizione, la forma e gli attributi delle feature geografiche.

Tabella 11: Elenco e descrizioni variabili estrinseche relative alla walking distance (autoprodotta)

A questo punto il dataset da noi costruito e modellato può considerarsi concluso; esso è composto da 23 variabili esplicative, più il prezzo totale di compravendita considerato come variabile dipendente.

VARIABILI	DESCRIZIONE	TIPO VARAIBILE	MIN.	MAX.	MEDIA	DEV. STANDARD
SUPERFICIE	Dimensione abitazione (m ²)	Cardinale	28	1689	91,67	49,45
PREZZO	Prezzo di vendita (€)	Cardinale	12000	5.500.000	185.896,01	185.681,46
PREZZO_MQ	€/m ²	Cardinale	300	9.900	1.855,56	898,71
PIANO_L	Piano abitazione (seminterrato=-1; piano terra=0; piano primo/secondo=1; piano terzo/quarto=2; piano ultimo/>5=3)	Ordinale	-1	3	1,62	0,96
PIANO_N	Piano abitazione (da -1 a 16)	Ordinale	-1	16		
ANNO_1	(anno di vendita- anno costruzione) +1	Cardinale	-2	725	67,84	46,57
CLASSE_EN	Classe energetica (A4/A3/A2/A1/A+ /A=7; B=6; C=5; D=4; E=3; F=2; G=1)	Ordinale	1	7	2,91	1,68
BOX_AUTO	Posto auto (no=0; posto auto=1; doppio=2;	Ordinale	0	3	0,32	0,73

			singolo=3)			
ASCENSORE	Ascensore (SI=1; NO=0)	Nominale	0	1	0,72	0,45
TIPO_PROPRIETA'	Segmento di mercato (, economico=0, medio=1, alto=2, molto signorile=3)	Ordinale	0	3	1,37	1,05
STATO	Stato di manutenzione (scarso/da ristrutturare=0; buono=1; ristrutturato=2; nuovo/in costruzione=3)	Ordinale	0	3	1,44	0,87
ANNO_14	Anno transazione (2014=1; altro=0)	Nominale	0	1	0,0005	0,02
ANNO_15	Anno transazione (2015=1; altro=0)	Nominale	0	1	0,0068	0,08
ANNO_16	Anno transazione (2016=1; altro=0)	Nominale	0	1	0,13	0,33
ANNO_17	Anno transazione (2017=1; altro=0)	Nominale	0	1	0,01	0,12
ANNO_18	Anno transazione (2018=1; altro=0)	Nominale	0	1	0,24	0,42
ANNO_19	Anno transazione (2019=1; altro=0)	Nominale	0	1	0,18	0,38
ANNO_20	Anno transazione (2020=1; altro=0)	Nominale	0	1	0,18	0,39
ANNO_21	Anno transazione (2021=1; altro=0)	Nominale	0	1	0,23	0,42

DIST_METRO	Distanza euclidea abitazione/metro (m)	Cardinale	5,53	10.716,71	2.548,98	1.880,93
DIST_VERDE	Distanza euclidea abitazione/area verde (m)	Cardinale	0	4314,5	1.070,11	683,45
DIST_AUTO	Distanza euclidea abitazione/autostra da (m)	Cardinale	74,44	10.424,79	4.300,89	1.799,77
WALK_METRO	Walking distanze abitazione/metro (min)	Cardinale	0	115,86	26,07	18,61
WALK_VERDE	Walking distanze abitazione/area verde (min)	Cardinale	0	56,23	11,24	6,92

Tabella 12: Elenco e descrizioni variabili del dataset definitivo (autoprodotta)

5.3. Regressione multipla lineare

L'analisi di regressione nelle sue varie forme è una delle tecniche statistiche maggiormente utilizzate per spiegare la relazione che intercorre tra una variabile dipendente e una o più variabili indipendenti. Più nello specifico l'analisi di regressione aiuta a capire come il valore della variabile dipendente cambia al variare delle variabili indipendenti. L'analisi della regressione può essere usata per effettuare previsioni (ad esempio per prevedere dati futuri di una serie temporale), inferenza statistica, per testare ipotesi o per modellare delle relazioni di dipendenza. All'interno della tesi questa metodologia è stata utilizzata in campo immobiliare per valutare come il prezzo degli immobili (variabile dipendente) cambia a seconda della distanza dalla stazione di metropolitana più vicina (variabile indipendente). Nel mercato immobiliare la variabile dipendente è costituita dal prezzo di offerta o dal prezzo di vendita di un determinato immobile. Invece, le variabili indipendenti rappresentano le caratteristiche intrinseche ed estrinseche capaci di influenzare il prezzo degli immobili, in positivo e in negativo. Il metodo dei prezzi edonici, precedentemente analizzato e descritto, si basa sulla stima di un modello di regressione multipla in cui il prezzo osservato di un bene è spiegato dall'insieme delle caratteristiche che lo distinguono. In particolare, i coefficienti stimati spiegano il contributo positivo o negativo di

ciascuna delle caratteristiche del bene alla formazione del prezzo di mercato. Queste influenze vengono chiamate prezzi marginali.

Nel campo dell'estimo immobiliare, per un buon funzionamento di questi modelli è utile segmentare preventivamente il mercato immobiliare costituendo campioni accomunati da similarità incidenti sul valore degli immobili. Infatti, la similarità degli immobili e la numerosità del campione osservato si riflettono in un miglior valore di stima restituito dalla funzione valore. In base al numero di variabili indipendenti utilizzate, i modelli di regressione possono essere suddivisi in due gruppi:

- Modelli di regressione semplice, dove la funzione prezzo è spiegata da una singola variabile che può essere la superficie;
- Modelli di regressione multipla dove quindi la funzione prezzo viene spiegata da più variabili come la superficie, la luminosità, lo stato di conservazione, ecc. Questo tipo di regressione è quella più utilizzata in ambito immobiliare data la complessità del bene caratterizzato da attributi propri e attributi legati al contesto in cui è localizzato.

In merito alle analisi statistiche è importante precisare che la statistica opera sui grandi numeri, si occupa quindi di fenomeni collettivi o di massa, influenzati da un determinato numero di variabili chiamate anche inferenze. Il numero delle variabili a volte può essere elevatissimo come capita spesso anche all'interno dell'estimo immobiliare. Ogni analisi statistica affinché abbia un fondamento deve essere svolta su un numero di osservazioni ampiamente superiore a quello delle inferenze. Di conseguenza, all'aumentare dei casi osservati aumentano anche le possibilità di previsione dei modelli statistici. Le fasi preliminari dell'applicazione dei modelli basati sui prezzi edonici prevedono 3 steps fondamentali che necessitano di essere seguiti con molta cura:

- Come prima cosa è necessario definire il settore immobiliare che vogliamo valutare, la destinazione d'uso degli edifici e l'area di studio da analizzare. Per portare avanti un'analisi efficace è necessario che il campione sia composto da elementi simili tra loro, facili da confrontare. Non è quindi possibile comparare edifici residenziali ed industriali o edifici localizzati a Torino e edifici localizzati a Milano;
- In seguito, bisogna definire l'insieme di variabili e quindi delle caratteristiche che influenzano significativamente la formazione del prezzo del bene selezionato;

- L'ultimo step riguarda la costruzione del dataset tramite la raccolta di dati, riferiti alle vendite o agli affitti del segmento di mercato in esame.

La raccolta dei dati può avvenire o da annunci di vendita o da transazioni veramente avvenute. I modelli di regressione multipla, utilizzati per la stima immobiliare, esprimono la relazione presente tra un insieme di caratteristiche (x_1, x_2, \dots, x_n) possedute dagli immobili ed il prezzo per mezzo di una semplice equazione.

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + e$$

y = variabile dipendente che rappresenta quindi il valore dell'immobile

x = variabili indipendenti che contribuiscono alla formazione del valore del bene

e = errore casuale

In questa relazione le variabili esplicative (indipendenti) sono scomposte in una componente deterministica " $f(x)$ " e in un componente stocastica o casuale " e " a cui è affidato il compito di considerare tutti i fattori che impediscono alla relazione di essere una funzione matematica esatta. L'errore casuale racchiude le componenti che le variabili indipendenti, inserite nel modello, non riescono a spiegare. Per poter applicare questo metodo correttamente è indispensabile ipotizzare una forma funzionale per " f ". La teoria dei prezzi edonici non indica nulla di preciso sul particolare tipo di funzione da adottare per rappresentare in un modello econometrico la funzione dei prezzi edonici. In matematica i modelli di regressione sono classificati proprio in relazione al tipo di funzione che si usa per esplicitare il legame che intercorre tra variabile dipendente (y) e quelle indipendenti (x_n). Le categorie con le quali è possibile distinguere i modelli sono principalmente due:

- I modelli lineari che utilizzano una relazione di tipo lineare tra variabile dipendente e quelle indipendenti;
- I modelli non lineari che invece utilizzano una relazioni non lineare tra la variabile dipendente e quelle indipendenti.

All'interno della tesi, per valutare le esternalità generate dalla futura M2 di Torino, sono state usate funzioni di tipo lineare perché permettono una più facile interpretazione dei coefficienti.

Noto il valore "y" pari ad una grandezza esprimibile numericamente (che nel campo immobiliare sono gli €) e individuate le variabili "x" che lo hanno generato è necessario cercare la relazione funzionale che lega i valori di "x" e il valore di "y" in modo da poter vedere i valori della variabile "y" sulla scorta dei valori assoluti della variabile "x" nei casi concreti di un dato campione. Considerando un campione generico di osservazioni il modello di regressione multipla prende la seguente forma:

$$y_j = b_0 + b_1x_{j1} + b_2x_{j2} + \dots + b_nx_{jn} + e_j$$

$$j = (1, 2, \dots, k)$$

L'oggetto della ricerca sono i parametri " $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ ", le uniche componenti della funzione non conosciute, la cui funzione è legare le variabili esplicative alla variabile spiegata; essi rappresentano i coefficienti di regressione. La determinazione di tali coefficienti conduce quindi a specificare la relazione della retta e a posizionarla sul piano dove sono riportati i dati osservati. A fini estimativi " b_1, b_2, \dots, b_n " rappresentano prezzo marginale delle caratteristiche " x_1, x_2, \dots, x_n " e " b_0 " rappresenta il prezzo totale dell'immobile quando la generica caratteristica "x" è nulla. Come abbiamo già anticipato nella dinamica reale di un fenomeno scaturiscono una serie di effetti che non consentono alla relazione originale di rappresentare un perfetto legame teorico matematico. Per questo motivo è fondamentale tenere conto di una componente di indeterminazione "e" (componente stocastica o casuale) nella formulazione del modello. Nelle applicazioni la componente "e" viene tralasciata o quantomeno si cerca di minimizzarla tramite un'attenta costruzione del modello. Per fare ciò è possibile utilizzare diverse tipologie di forma funzionali o trasformare le variabili incluse nel modello, molto spesso viene usata la scala logaritmica. Ripetuta per ciascuna delle k osservazioni che compongono il campione casuale l'equazione può essere rappresentata anche in forma sintetica nella formula qui sotto riportata (dove al posto delle j è presente la lettera k).

$$y_j = b_0 + \sum_i b_i x_{ji} + e_j$$

$$j = 1, 2, \dots, k$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

Nel caso in cui la variabile esplicativa del prezzo sia unica il modello di regressione si dice semplice e assume la seguente forma:

$$y_j = b_0 + b_1 x_{j1} + e_j$$

In termini geometrici il modello di regressione semplice può essere rappresentato su di un piano cartesiano XY con una retta. Relativamente alla regressione multipla non è possibile invece ricorrere alla rappresentazione grafica in quanto si opera in uno spazio formato da $n + 1$ dimensioni, quella della variabile "y" e quelle delle variabili esplicative "xn".

Da un punto di vista puramente econometrico la scelta dei fattori che caratterizzano la scelta dell'abitazione pone il ricercatore davanti a tre principali problemi:

- La multicollinearità tra le variabili cioè la significatività delle variabili " x_1, x_2, \dots, x_n " introdotti nel modello.
- la bontà del modello, ovvero la bontà dell'accostamento della retta di regressione ai punti delle osservazioni campionarie.
- La significatività dei parametri " $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ " calcolati.

Se la funzione dei prezzi edonici è specificata da una funzione lineare multivariata le variabili esplicative dovrebbero essere indipendenti tra loro; se così non fosse siamo in presenza di multicollinearità. Infatti, la validità del modello di regressione non può prescindere dalla scelta delle variabili esplicative, le quali devono realmente influire sulla formazione del prezzo. Nell'analisi di regressione multipla la multicollinearità si verifica quando due o più variabili predittive sono altamente correlate tra loro, in modo tale da non fornire informazioni univoche o indipendenti al modello di regressione. La multicollinearità delle variabili è un grande problema perché quando alcune o tutte le variabili sono fortemente correlate le une con le altre risulta molto difficile, e talora impossibile, individuare separatamente l'influenza che esse hanno nei confronti della variabile dipendente. Alla presenza di questo fenomeno l'equazione che si utilizza non è significativa in quanto è difficile interpretare separatamente gli effetti delle singole variabili, le quali interferendo tra loro producono effetti distorti nei risultati della stima. Gli effetti generati dalla multicollinearità possono interessare la capacità di spiegazione del modello e la stima dei parametri. Considerando due variabili esplicative " x_1 " e " x_2 " in un diagramma a dispersione, se le variabili si distribuiscono casualmente sul piano esse sono incorrelate, se invece

le variabili seguono la distribuzione su di una retta ben riconoscibile esse sono correlate positivamente. Questo vuol dire che all'aumentare di una variabile anche l'altra cresce. Se invece la distribuzione segue una retta decrescente la correlazione sarà di tipo negativo e quindi all'aumentare di una variabile l'altra diminuisce. La soluzione pratica a questo problema è l'eliminazione dal modello delle variabili interessate da multicollinearità.

Esistono numerosi metodi per poter calcolare la multicollinearità di un modello; i più utilizzati sono la matrice di correlazione Z e l'indice Variance Inflation Factor (VIF). All'interno della tesi è stato utilizzato l'indice VIF capace di misurare la forza della correlazione tra le variabili predittive all'interno di un modello di regressione. Esso fornisce un indice che misura quanto la varianza (il quadrato della deviazione standard della stima) di un coefficiente di regressione stimato aumenta a causa della multicollinearità. Il valore minimo che l'indice VIF può restituire è pari ad 1, al contrario non ha un valore massimo. Un VIF elevato indica che la variabile indipendente associata è altamente collineare con le altre variabili nel modello. Generalmente un VIF superiore a cinque è indice di alta multicollinearità.

$$VIF_i = 1/(1 - R^2_{i_0})$$

Per la determinazione dei parametri e degli indici che esprimono la bontà dell'accostamento del piano interpolante ai punti delle osservazioni campionarie e la significatività dei parametri " $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ " è necessario introdurre il concetto di devianza. Come visto primo l'obiettivo della regressione è quello di individuare la migliore retta che approssima la distribuzione. La devianza è un indice di dispersione, tuttavia, tende ad aumentare con la numerosità del campione, perciò, per ottenere un indice stabile, occorre dividerla per la numerosità campionaria. Per questa ragione la devianza viene raramente usata come indicatore, quanto piuttosto come quantità propedeutica a calcoli ulteriori. Un esempio è proprio il calcolo dell'errore standard (SE) della stima; esso è pari al rapporto tra la devianza residua ed il numero K dei dati rilevati diminuito del numero delle inferenze compiute ($n + 1$). La differenza tra il numero K delle osservazioni e il numero di inferenze compiute è detto gradi di libertà del sistema. L'errore standard è un indicatore che rappresenta lo scostamento medio tra i dati osservati e i dati interpolati con il modello.

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_i (y_i - \hat{y})^2}{k - 2}}$$

Total deviance
 Degrees of freedom of the system
 (k is the number of the observations)

Tabella 11: Formula per il calcolo dell'errore standard (fonte Politecnico di Torino)

Il calcolo dell'errore standard consente, inoltre, di poter stimare l'errore percentuale del modello; esso è uguale al rapporto errore standard (SE) e la media delle variabili dipendenti (Ym). Questo rapporto permette di ottenere un indicatore di bontà confrontabile con dei valori limite che consentono di valutarne il comportamento. Secondo la letteratura specializzata l'errore percentuale non deve superare il 10%, mentre soglie del 3 o 5% garantiscono una migliore attendibilità nel modello.

$$e = SE / Ym$$

Una volta ottenuti i coefficienti del modello si pone il problema di verificare se la variabile X ha un senso nello spiegare la variabile Y. Il problema di verifica allora si scinde in un problema relativo alla misura della bontà di accostamento della retta e dei punti osservati e in un problema di significatività dei coefficienti del modello. Per verificare la significatività dei coefficienti e indirettamente del modello possiamo utilizzare il test della T di STUDENT. Questo indice mira a verificare la significatività del singolo coefficiente della regressione ad un prefissato livello di fiducia contro l'ipotesi nulla della casualità del rapporto con la variabile dipendente. Si adotta un intervallo prefissato di fiducia, o meglio di significatività, che prevede che i valori di T significativi siano al di fuori del range -1.95 e 1.95. Per valori di T DI STUDENT all'interno di questi valori si ritiene che non esista una relazione significativa tra variabili dipendenti e indipendenti. Per quanto riguarda la bontà dell'accostamento del modello di regressione all'insieme di dati del campione si utilizza l'indice di determinazione R²; esso misura la percentuale di devianza totale nella variabile dipendente che può essere spiegata tramite il modello di regressione. Si definisce indice di determinazione R²⁵⁶ il rapporto tra devianza spiegata e devianza totale. L'indice di

⁵⁶ R-squared (R²) è una misura statistica che rappresenta la proporzione della varianza per una variabile dipendente che viene spiegata da una o più variabili indipendenti in un modello di regressione. Mentre la

determinazione può assumere valori compresi tra 0 e 1, dove 0 rappresenta devianza spiegata nulla e 1 quando la devianza spiegata è paria alla devianza totale (quando tutti i dati osservati giacciono sulla retta interpolante perfetta). Il valore di R^2 aumenta ogni qualvolta che una nuova variabile esplicativa viene aggiunta all'equazione. Un aumento del numero di variabili indipendenti induce un progressivo aumento della quota di variabilità della variabile dipendente spiegata dal modello lineare. Questo comporta una sovrastima dell'accostamento dell'iperpiano al punto del campione. Per ovviare a questo problema si è introdotto l'indice di determinazione corretto o aggiustato che corregge la sovrastima in base ai gradi di libertà del modello (differenza tra il numero k delle osservazioni e il numero di inferenze compiute). Le variabili da prendere in esame cambiano a seconda del segmento di mercato oggetto d'indagine e dalla posizione geografica relazionata alle caratteristiche specifiche del patrimonio immobiliare.

In conclusione, per una semplificazione operativa e per un miglior funzionamento del modello statistico è opportuno ridurre quanto più possibile il numero delle variabili da utilizzare, verificando però che contemporaneamente la semplificazione non incida negativamente sul livello di qualità dei valori forniti dalla funzione valore. Se l'obiettivo della regressione consiste nell'esplorazione di una nuova teoria, non ancora soggetta a sperimentazioni, allora tutte le possibili variabili immobiliari rilevate possono essere tenute in considerazione nel modello al fine di verificarne il loro effetto sulla variabile dipendente. In questo caso anche le variabili non statisticamente significative possono essere tenute in considerazione per andare a spiegare il loro peso. Oppure, se l'obiettivo della regressione consiste in una stima (quindi di carattere predittivo) le variabili devono essere selezionate considerando i risultati dei test statistici di significatività. Andando quindi a selezionare le variabili che garantiscono l'indice R^2 massimo e che garantiranno il minor errore standard. Come detto precedentemente la statistica opera su grandi numeri per cui ogni analisi statistica perché abbia un fondamento deve essere svolta su un numero di osservazioni di fenomeni ampiamente superiore a quello delle inferenze. La letteratura nel campo statistico suggerisce diverse equazioni per calcolare il numero di osservazioni del modello di regressione in base al numero delle inferenze da considerare. Indipendentemente dal fenomeno indicato per l'applicabilità del modello di regressione multipla esistono delle condizioni

correlazione spiega la forza della relazione tra una variabile indipendente e una variabile dipendente, R -squared spiega la misura in cui la varianza di una variabile spiega la varianza della seconda variabile. Quindi, se R^2 di un modello è 0.50, allora circa la metà della variazione osservata può essere spiegata dagli input del modello.

<https://datascience.eu/it/matematica-e-statistica/definizione-r-squared/>

da rispettare circa il numero delle osservazioni del campione della popolazione di immobili pena l'inattendibilità dei risultati.

5.4. Risultati della valutazione

All'interno della tesi il modello di regressione lineare multivariata è stato portato avanti utilizzando il software di statistica SPSS, uno dei migliori e maggiormente utilizzati per quanto riguarda l'analisi di dati. Il software nasce nel 1968, sviluppato da IBM, sotto il nome di Statistical Package for Social Science perché nato nell'ambito delle scienze sociali. Con il tempo, grazie allo sviluppo di sempre nuove funzioni, il suo utilizzo ha spaziato in qualsiasi ambito⁵⁷.

Dopo aver scaricato il software è stato semplicemente necessario importare al suo interno il dataset autoprodotta in formato .xls e selezionare il tipo di analisi da processare. Nello specifico, come già anticipato nelle pagine precedenti, è stata utilizzata una regressione lineare multipla in modo tale da analizzare la relazione tra una variabile dipendente e diverse variabili indipendenti. A questo punto, il software permette all'utente di selezionare la variabile dipendente (il prezzo di vendita dell'immobile) e le variabili indipendenti tra quelle descritte all'interno del dataset. Nel nostro caso, essendo una stima economica in ambito immobiliare, la variabile dipendente è rappresentata dal prezzo di compravendita degli immobili.

I risultati ottenuti sono riassunti nelle Tabelle 13-18 che mostrano e spiegano il percorso logico svolto per arrivare alla costruzione del modello finale e di conseguenza alla conclusione della tesi. In totale sono stati costruiti sei modelli differenti al fine di ottenere il miglior risultato possibile per la nostra ricerca. Per la valutazione dei modelli saranno considerati principalmente tre fattori:

- Multicollinearità (tramite indice VIF): come già spiegato precedentemente la multicollinearità nell'analisi di regressione si verifica quando due o più variabili predittive sono altamente correlate tra loro, in modo tale da non fornire informazioni univoche o indipendenti nel modello di regressione. Per identificare la multicollinearità utilizziamo l'indice VIF, che misura la correlazione e la forza della correlazione tra le variabili predittive in un modello di regressione.
- Appropriatezza dei segni dei coefficienti stimati: il segno del coefficiente di regressione B indica il verso della relazione; questo vuol dire che il segno positivo indica una concordanza tra le variabili (ad un aumento della variabile indipendente corrisponde un

⁵⁷ <https://www.ibm.com/it-it/analytics/spss-statistics-software>

aumento della variabile indipendente), il segno negativo una discordanza (ad un aumento della variabile indipendente corrisponde una diminuzione della variabile dipendente).

- Significatività delle variabili: La significatività, anche indicata come valore Sig. all'interno del software SPSS, delle variabili ci aiuta a determinare la correlazione tra variabile indipendente e variabile dipendente. Se non c'è correlazione, non c'è associazione tra i cambiamenti nella variabile indipendente e gli spostamenti nella variabile dipendente. Se il valore P è più piccolo rispetto al livello di significatività, i dati di cui è composto il campione ci forniscono prove sufficienti per affermare che la variabile risulta essere significativa. Al contrario, un valore Sig. più grande del livello di significatività indica che non ci sono prove sufficienti nel campione per concludere che esiste una correlazione diversa da zero. In questo caso è consigliabile rimuovere la variabile non significativa dal campione. All'interno della nostra valutazione il livello di significatività è stato considerato pari a 0,1.

Modello 1 - Il primo modello è costituito da tutte le variabili descritte all'interno della Tabella 12 eccezion fatta per le variabili "*DIST_GREEN*" e "*DIST_METRO*". In questo caso si è prediletto l'uso della "*walking distance*" rispetto alla distanza euclidea per descrivere la distanza che separa gli immobili dalla stazione di metropolitana (*WALK_METRO*) e dall'area verde (*WALK_GREEN*) più vicina. Osservando le informazioni descritte all'interno della Tabella 13 possiamo notare come il segno del coefficiente stimato rispetto alla variabile "*WAL_GREEN*" non sia conforme con le nostre aspettative. Avendo il coefficiente segno positivo indica che all'aumentare della variabile indipendente (*WALK_GREEN*) e quindi della distanza tra immobili e aree verdi aumenta anche la variabile dipendente (*PREZZO*) e quindi il prezzo totale dell'immobile. Tra le 18 variabili esplicative identificate all'interno del modello solamente due (*Y_2014* e *Y_2021*) non superano il test di significanza. Per questo motivo potrebbe essere necessario eliminarle dai modelli successivi. Per concludere non è stata riscontrata alcuna multicollinearità tra le variabili del modello.

Modello 2 - Il secondo modello differisce da quello precedente solamente per l'aggiunta della variabile "*DIST_GREEN*" al posto della variabile "*WALK_GREEN*". Questo cambio è stato effettuato per tentare di risolvere il problema dell'appropriatezza del segno del coefficiente stimato, senza però ottenere un risultato positivo. Non essendo state effettuate ulteriori variazioni

rispetto al modello 1 il problema relativo alla significatività delle variabili “*Y_2014*” e “*Y_2021*” permane tutt’ora.

Modello 3 – Per quanto riguarda la descrizione della distanza tra immobili oggetto di indagine e aree verdi, all’interno del Modello 3 è stata reinserita la variabile “*WALK_GREEN*” già utilizzata all’interno del Modello 1. Anche in questo caso però il coefficiente stimato relativo alla variabile “*WALK_GREEN*” restituisce un segno non atteso. Successivamente se non sarà possibile risolvere questa imprecisione potrebbe essere appropriato eliminare la variabile dal modello. In risposta ai problemi di significatività di alcune variabili, registrate all’interno dei Modelli 1 e 2, sono state eliminate le variabili “*Y_2014*”, “*Y_2015*”, “*Y_2016*” e “*Y_2017*”. Come è possibile leggere all’interno della Tabella 15 adesso tutte le variabili hanno un valore Sig. pari a 0.000 e quindi superano brillantemente il test di significanza.

Modello 4 – Diversamente dai modelli 1, 2 e 3 il Modello 4 utilizza come variabile dipendente il logaritmo naturale della variabile “*PREZZO*” in modo tale da semplificare il calcolo dei parametri di regressione. Come prima cosa, all’interno della Tabella X, possiamo notare come il valore di R Square sia aumentato passando da 0.769, dei tre modelli precedenti, a 0.793. Generalmente più è alto il valore di R Square, migliore è la capacità delle variabili esplicative di prevedere i valori della variabile dipendente. Di conseguenza tra due modelli quello con R Square più alto viene privilegiato e considerato di migliore qualità. Il valore da noi ottenuto è relativamente vicino ad 1 e questo vuol dire che le variabili indipendenti del Modello 4 riescono a spiegare al 79.3% il valore della variabile dipendente. Nonostante ciò, i coefficienti di regressione delle variabili “*WALK_GREEN*” e “*WALK_METRO*” presentano segno positivo e quindi non conforme con le nostre aspettative.

Modello 5 – Come abbiamo potuto vedere dai modelli analizzati fino a questo momento, descritti all’interno delle Tabelle 13-16, sia le variabili relative alla “*walking distance*” (*WALK_METRO* e *WALK_GREEN*) che quelle relative alla distanza euclidea (*DIST_METRO* e *DIST_GREEN*) non hanno restituito coefficienti di regressione con valori accettabili. Per questo motivo, al loro posto, abbiamo deciso di introdurre sei nuove variabili all’interno del modello di regressione lineare multipla. Le variabili in questione sono di tipo binario (variabile dummy) e rappresentano dei buffer euclidei attorno alle stazioni di metropolitana e alle aree verdi.

- *B_METRO_0_250*: la variabile ha valore 1 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato tra 0 e 250 metri da una stazione di metropolitana. Al contrario la variabile ha valore 0 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato al di fuori di quello stesso buffer.
- *B_METRO_250_500*: la variabile ha valore 1 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato tra 250 e 500 metri da una stazione di metropolitana. Al contrario la variabile ha valore 0 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato al di fuori di quello stesso buffer.
- *B_METRO_500_750*: la variabile ha valore 1 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato tra 500 e 750 metri da una stazione di metropolitana. Al contrario la variabile ha valore 0 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato al di fuori di quello stesso buffer.
- *B_GREEN_0_250*: la variabile ha valore 1 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato tra 0 e 250 metri da un'area verde. Al contrario la variabile ha valore 0 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato al di fuori di quello stesso buffer.
- *B_METRO_250_500*: la variabile ha valore 1 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato tra 250 e 500 metri da un'area verde. Al contrario la variabile ha valore 0 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato al di fuori di quello stesso buffer.
- *B_METRO_500_750*: la variabile ha valore 1 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato tra 500 e 750 metri da un'area verde. Al contrario la variabile ha valore 0 quando l'immobile oggetto d'indagine è situato al di fuori di quello stesso buffer.

Utilizzando queste nuove variabili il modello di regressione lineare multipla restituisce dei valori che possiamo considerare accettabili e conformi con le aspettative della ricerca. Il modello richiede però ancora qualche piccola modifica prima di poter considerare conclusa l'analisi di valutazione. Come possiamo vedere all'interno della Tabella 17 la variabile "*B_METRO_500_750*" ha un valore di Sig. estremamente elevato e ciò non gli consente di superare il test di significatività. Seconda ed ultima problematica è il segno del coefficiente stimato relativo alla variabile "*B_GREEN_500_750*".

Modello finale – A causa dei problemi di significatività e di segno le variabili "*B_METRO_500_750*" e "*B_GREEN_500_750*" sono state eliminate dal modello. In questo modo il modello ha raggiunto la sua configurazione finale dove tutti i coefficienti di regressione hanno il segno atteso e tutte le variabili hanno significatività elevata (Sig. < 0.1). Così come nei modelli 4 e 5 la variabile dipendente utilizzata è il logaritmo naturale della variabile "*PREZZO*" che ha

restituito ottimi risultati. Come descritto dalla Tabella 18 le variabili esplicative che influenzano in maniera più importante la variabile dipendente sono: “*ASCENSORE*”, “*TIPO_PROPRIETA*” e “*STATO*”. In particolare, la presenza dell’ascensore genera un incremento del prezzo finale del 24,9%.

I dati che però ci interessano maggiormente sono quelli relativi al coefficiente stimato per le variabili “*B_METRO_0_250*” e “*B_METRO_250_500*”. La costruzione di questo modello ci ha permesso di quantificare l’entità delle esternalità generate dalla presenza di una stazione di metropolitana in termini di incremento dei prezzi immobiliari. Come già spiegato precedentemente le variabili di metropolitana sulla quale si è basato il modello sono quelle della M1 di Torino. Nel capitolo successivo i risultati ottenuti, equivalenti all’aumento percentuale del valore immobiliare, sono stati trasferiti nelle aree in cui sorgeranno le stazioni della M2 ed è quindi stato possibile rispondere alla domanda iniziale della tesi. Più nello specifico il modello ci mostra che gli immobili localizzati all’interno di un buffer di 250 metri (*B_METRO_0_250*) da una stazione di metropolitana registrano un incremento di valore totale del 2,4% rispetto a quelli localizzati al di fuori del medesimo buffer. Le esternalità generate dalle stazioni di metropolitana, anche se in forma leggermente minore, sono state riscontrate anche per gli immobili localizzati ad una distanza compresa tra i 250 e 500 metri da una stazione di metropolitana. In questo caso l’aumento di valore totale degli immobili è pari al 2,2% ed è descritto dal coefficiente stimato della variabile “*B_METRO_250_500*”.

Un’osservazione dovrebbe essere fatta anche per quanto riguarda il valore del coefficiente relativo alle variabili “*B_GREEN_0_250*” e “*B_GREEN_250_500*”. Il modello ci mostra come anche la vicinanza tra immobili e aree verdi abbia un’influenza positiva degna di nota sull’aumento del valore immobiliare. I dati ottenuti potrebbero essere utilizzati per un eventuale approfondimento sull’argomento.

RISULTATI DELLA REGRESSIONE - MODELLO 1									
Variabile dipendente: Prezzo totale di vendita	Coefficienti (β)	Errore standard	Coefficienti std.	t	Sig.	Intervallo di confidenza 95%		Statistiche di collinearità	
						Limite inferiore	Limite superiore	Tolleranza	VIF
(Costante)	-257755.58	2583.61		-99.766	0.00	-262819.50	-252691.66		
SUPERFICIE (m ²)	2749.75	10.04	0.738	273.751	0.00	2730.06	2769.43	0.779	1.284
PIANO_L	2700.39	458.33	0.015	5.892	0.00	1802.04	3598.73	0.932	1.073
ASCENSORE	19355.30	1061.24	0.048	18.238	0.00	17275.24	21435.35	0.830	1.206
AGE_1	389.86	10.45	0.098	37.320	0.00	369.39	410.34	0.816	1.226
CLASSE_EN	9103.50	310.89	0.083	29.282	0.00	8494.14	9712.86	0.710	1.409
BOX_AUTO	2440.06	613.38	0.011	3.978	0.00	1237.83	3642.30	0.801	1.248
TIPO_PROPRIETA'	10730.91	518.54	0.057	20.694	0.00	9714.56	11747.26	0.735	1.360
STATO	26737.84	615.79	0.120	43.421	0.00	25530.89	27944.79	0.746	1.341
Y_2014	6931.70	15217.39	0.001	0.456	0.65	-22894.71	36758.12	0.997	1.003
Y_2015	13357.48	4407.25	0.007	3.031	0.00	4719.17	21995.79	0.969	1.032
Y_2016	7697.86	1300.99	0.017	5.917	0.00	5147.88	10247.83	0.673	1.486
Y_2017	6459.47	2895.21	0.006	2.231	0.03	784.80	12134.14	0.929	1.076
Y_2019	-5096.12	1429.41	-0.010	-3.565	0.00	-7897.79	-2294.45	0.733	1.364
Y_2020	-5819.93	1378.62	-0.012	-4.222	0.00	-8522.05	-3117.82	0.715	1.398
Y_2021	239.03	1245.71	0.001	0.192	0.85	-2202.58	2680.65	0.664	1.505
DIST_AUTO	14.62	0.31	0.148	47.169	0.00	14.01	15.23	0.575	1.738
WALK_METRO	-214.06	29.34	-0.022	-7.295	0.00	-271.57	-156.55	0.603	1.659
WALK_GREEN	432.77	63.38	0.017	6.828	0.00	308.54	556.99	0.948	1.055
Errore std. della stima	85927.59	R	.877 ^a	R Quadro		0.769	R Quadro	aggiustato	0.769

Tabella 13: Risultati Modello 1 di regressione (autoprodotta)

RISULTATI DELLA REGRESSIONE - MODELLO 2									
Variabile dipendente: Prezzo totale di vendita	Coefficienti (β)	Errore standard	Coefficienti std.	t	Sig.	Intervallo di confidenza 95%		Statistiche di collinearità	
						Limite inferiore	Limite superiore	Tolleranza	VIF
(Costante)	-257722.07	2590.62		-99.483	0.00	-262799.75	-252644.39		
SUPERFICIE (m ²)	2749.96	10.05	0.738	273.747	0.00	2730.27	2769.64	0.779	1.284
PIANO_L	2698.32	458.38	0.015	5.887	0.00	1799.88	3596.76	0.932	1.073
ASCENSORE	19365.90	1061.51	0.048	18.244	0.00	17285.32	21446.49	0.829	1.206
AGE_1	391.66	10.43	0.099	37.561	0.00	371.22	412.10	0.819	1.221
CLASSE_EN	9113.59	310.90	0.083	29.313	0.00	8504.21	9722.96	0.710	1.409
BOX_AUTO	2475.95	613.43	0.011	4.036	0.00	1273.62	3678.29	0.801	1.248
TIPO_PROPRIETA'	10734.71	518.60	0.057	20.700	0.00	9718.25	11751.16	0.735	1.360
STATO	26751.86	615.83	0.120	43.440	0.00	25544.81	27958.91	0.746	1.341
Y_2014	7311.46	15218.33	0.001	0.480	0.63	-22516.79	37139.71	0.997	1.003
Y_2015	13416.83	4407.61	0.007	3.044	0.00	4777.83	22055.84	0.969	1.032
Y_2016	7736.51	1301.04	0.017	5.946	0.00	5186.44	10286.57	0.673	1.486
Y_2017	6480.20	2895.47	0.006	2.238	0.03	805.03	12155.38	0.929	1.076
Y_2019	-5076.70	1429.52	-0.010	-3.551	0.00	-7878.59	-2274.81	0.733	1.364
Y_2020	-5816.91	1378.74	-0.012	-4.219	0.00	-8519.28	-3114.54	0.715	1.398
Y_2021	262.04	1245.80	0.001	0.210	0.83	-2179.75	2703.83	0.665	1.505
DIST_AUTO	14.63	0.31	0.148	47.167	0.00	14.03	15.24	0.574	1.741
WALK_METRO	-203.97	29.22	-0.021	-6.982	0.00	-261.24	-146.71	0.608	1.644
DIST_GREEN	3.99	0.64	0.015	6.257	0.00	2.74	5.24	0.961	1.040
Errore std. della stima	85935.45	R	.877 ^a	R Quadro		0.769	R Quadro	aggiustato	0.769

Tabella 14: Risultati Modello 2 di regressione (autoprodotta)

RISULTATI DELLA REGRESSIONE - MODELLO 3									
Variabile dipendente: Prezzo totale di vendita	Coefficienti (β)	Errore standard	Coefficienti std.	t	Sig.	Intervallo di confidenza 95%		Statistiche di collinearità	
						Limite inferiore	Limite superiore	Tolleranza	VIF
(Costante)	-249952.33	2608.98		-95.805	0.00	-255065.99	-244838.67		
SUPERFICIE (m ²)	2749.66	10.04	0.738	273.758	0.00	2729.98	2769.35	0.779	1.284
PIANO_L	2703.56	458.31	0.015	5.899	0.00	1805.26	3601.85	0.932	1.073
ASCENSORE	19357.85	1061.13	0.048	18.243	0.00	17278.02	21437.68	0.830	1.205
AGE_1	389.82	10.45	0.098	37.317	0.00	369.35	410.30	0.816	1.226
CLASSE_EN	9107.66	310.86	0.083	29.299	0.00	8498.37	9716.94	0.710	1.409
BOX_AUTO	2443.21	613.35	0.011	3.983	0.00	1241.04	3645.39	0.801	1.248
TIPO_PROPRIETA'	10732.40	518.42	0.057	20.702	0.00	9716.29	11748.51	0.736	1.359
STATO	26731.36	615.56	0.120	43.426	0.00	25524.85	27937.87	0.746	1.340
Y_2018	-7804.74	1247.35	-0.019	-6.257	0.00	-10249.57	-5359.91	0.634	1.578
Y_2019	-12901.66	1459.44	-0.025	-8.840	0.00	-15762.19	-10041.14	0.703	1.422
Y_2020	-13624.59	1408.92	-0.028	-9.670	0.00	-16386.10	-10863.08	0.685	1.461
Y_2021	-7565.61	1273.19	-0.018	-5.942	0.00	-10061.09	-5070.13	0.636	1.572
DIST_AUTO	14.62	0.31	0.148	47.166	0.00	14.01	15.23	0.575	1.738
WALK_METRO	-214.18	29.34	-0.022	-7.300	0.00	-271.68	-156.67	0.603	1.658
WALK_GREEN	433.69	63.37	0.017	6.844	0.00	309.48	557.90	0.948	1.055
Errore std. della stima	85926.439	R	.877 ^a	R Quadro		0.769	R Quadro	aggiustato	0.769

Tabella 15: Risultati Modello 3 di regressione (autoprodotta)

RISULTATI DELLA REGRESSIONE - MODELLO 4									
Variabile dipendente: LN Prezzo totale di vendita	Coefficienti (β)	Errore standard	Coefficienti std.	t	Sig.	Intervallo di confidenza 95%		Statistiche di collinearità	
						Limite inferiore	Limite superiore	Tolleranza	VIF
(Costante)	9.8298	0.010		976.274	0.000	9.810	9.850		
SUPERFICIE (m ²)	0.0090	0.000	0.594	232.829	0.000	0.009	0.009	0.779	1.284
PIANO_L	0.0240	0.002	0.032	13.594	0.000	0.021	0.028	0.932	1.073
ASCENSORE	0.2466	0.004	0.149	60.214	0.000	0.239	0.255	0.830	1.205
AGE_1	0.0008	0.000	0.052	20.741	0.000	0.001	0.001	0.816	1.226
CLASSE_EN	0.0445	0.001	0.099	37.078	0.000	0.042	0.047	0.710	1.409
BOX_AUTO	0.0515	0.002	0.055	21.749	0.000	0.047	0.056	0.801	1.248
TIPO_PROPRIETA'	0.1040	0.002	0.137	52.006	0.000	0.100	0.108	0.736	1.359
STATO	0.1388	0.002	0.152	58.433	0.000	0.134	0.143	0.746	1.340
Y_2018	-0.0790	0.005	-0.046	-16.417	0.000	-0.088	-0.070	0.634	1.578
Y_2019	-0.0976	0.006	-0.047	-17.326	0.000	-0.109	-0.087	0.703	1.422
Y_2020	-0.0837	0.005	-0.042	-15.397	0.000	-0.094	-0.073	0.685	1.461
Y_2021	-0.0657	0.005	-0.038	-13.371	0.000	-0.075	-0.056	0.636	1.572
DIST_AUTO	0.0001	0.000	0.249	83.899	0.000	0.000	0.000	0.575	1.738
WALK_METRO	-0.0004	0.000	-0.011	-3.754	0.000	-0.001	0.000	0.603	1.658
WALK_GREEN	0.0022	0.000	0.021	9.098	0.000	0.002	0.003	0.948	1.055
Errore std. della stima	0.33161	R	.891 ^a	R Quadro		0.793	R Quadro	aggiustato	0.793

Tabella 16: Risultati Modello 4 di regressione (autoprodotta)

RISULTATI DELLA REGRESSIONE - MODELLO 5									
Variabile dipendente: LN Prezzo totale di vendita	Coefficienti (β)	Errore standard	Coefficienti std.	t	Sig.	Intervallo di confidenza 95%		Statistiche di collinearità	
						Limite inferiore	Limite superiore	Tolleranza	VIF
(Costante)	9.828	0.008		1225.963	0.000	9.812	9.843		
SUPERFICIE (m ²)	0.009	0.000	0.595	233.117	0.000	0.009	0.009	0.781	1.280
PIANO_L	0.024	0.002	0.032	13.719	0.000	0.021	0.028	0.933	1.072
ASCENSORE	0.249	0.004	0.150	60.806	0.000	0.241	0.257	0.832	1.201
AGE_1	0.001	0.000	0.055	22.451	0.000	0.001	0.001	0.837	1.195
CLASSE_EN	0.045	0.001	0.100	37.288	0.000	0.042	0.047	0.710	1.408
BOX_AUTO	0.051	0.002	0.054	21.593	0.000	0.046	0.055	0.812	1.231
TIPO_PROPRIETA'	0.105	0.002	0.137	52.295	0.000	0.101	0.109	0.737	1.356
STATO	0.139	0.002	0.152	58.421	0.000	0.134	0.144	0.746	1.340
Y_2018	-0.080	0.005	-0.047	-16.615	0.000	-0.089	-0.071	0.634	1.577
Y_2019	-0.098	0.006	-0.047	-17.394	0.000	-0.109	-0.087	0.703	1.422
Y_2020	-0.085	0.005	-0.042	-15.544	0.000	-0.095	-0.074	0.685	1.460
Y_2021	-0.066	0.005	-0.038	-13.422	0.000	-0.076	-0.056	0.636	1.572
DIST_AUTO	0.000	0.000	0.252	103.544	0.000	0.000	0.000	0.859	1.165
B_METRO_5	0.007	0.006	0.003	1.305	0.192	-0.004	0.018	0.979	1.022
B_METRO_10	-0.003	0.005	-0.002	-0.677	0.499	-0.012	0.006	0.975	1.025
B_GREEN_5	0.007	0.004	0.004	1.664	0.096	-0.001	0.016	0.879	1.138
B_GREEN_10	0.004	0.004	0.002	1.015	0.310	-0.004	0.011	0.878	1.139
Errore std. della stima	0.33196	R	.890 ^a	R Quadro		0.793	R Quadro	aggiustato	0.793

Tabella 17: Risultati Modello 5 di regressione (autoprodotta)

RISULTATI DELLA REGRESSIONE - MODELLO FINALE									
Variabile dipendente: LN Prezzo totale di vendita	Coefficienti (β)	Errore standard	Coefficienti std.	t	Sig.	Intervallo di confidenza 95%		Statistiche di collinearità	
						Limite inferiore	Limite superiore	Tolleranza	VIF
(Costante)	9.828	0.008		1256.907	0.000	9.812	9.843		
SUPERFICIE (m ²)	0.009	0.000	0.595	233.260	0.000	0.009	0.009	0.781	1.280
PIANO_L	0.025	0.002	0.032	13.875	0.000	0.021	0.028	0.932	1.072
ASCENSORE	0.249	0.004	0.150	60.785	0.000	0.241	0.257	0.830	1.205
AGE_1	0.001	0.000	0.056	22.795	0.000	0.001	0.001	0.834	1.199
CLASSE_EN	0.045	0.001	0.100	37.419	0.000	0.043	0.047	0.710	1.409
BOX_AUTO	0.051	0.002	0.054	21.479	0.000	0.046	0.055	0.810	1.235
TIPO_PROPRIETA'	0.104	0.002	0.137	52.125	0.000	0.100	0.108	0.736	1.359
STATO	0.139	0.002	0.153	58.515	0.000	0.134	0.144	0.746	1.340
Y_2018	-0.080	0.005	-0.047	-16.606	0.000	-0.089	-0.071	0.634	1.577
Y_2019	-0.097	0.006	-0.046	-17.274	0.000	-0.108	-0.086	0.703	1.423
Y_2020	-0.084	0.005	-0.042	-15.423	0.000	-0.095	-0.073	0.684	1.461
Y_2021	-0.065	0.005	-0.038	-13.299	0.000	-0.075	-0.056	0.636	1.573
DIST_AUTO	9.973E-05	0.000	0.247	97.269	0.000	0.000	0.000	0.784	1.276
B_METRO_0_250	0.024	0.010	0.006	2.476	0.013	0.005	0.043	0.964	1.038
B_METRO_250_500	0.022	0.006	0.008	3.471	0.001	0.010	0.034	0.919	1.088
B_GREEN_0_250	0.030	0.006	0.011	4.736	0.000	0.018	0.043	0.973	1.028
B_GREEN_250_500	0.022	0.005	0.011	4.815	0.000	0.013	0.031	0.972	1.029
Errore std. della stima	0.33176	R	.891 ^a	R Quadro		0.793	R Quadro	aggiustato	0.793

Tabella 18: Risultati Modello 6 di regressione (autoprodotta)

6. PROIEZIONE DEI RISULTATI SULLA LINEA 2 DI METROPOLITANA

I risultati della valutazione economica portata avanti tramite il metodo dei prezzi edonici e la regressione lineare multipla devono essere applicati agli immobili situati nei dintorni delle tre stazioni precedentemente selezionate. In questo modo sarà possibile quantificare l'incremento, espresso in € ed €/m², del valore delle abitazioni, realmente esistenti, generato dalla costruzione di una stazione della metropolitana all'interno del contesto urbano di Torino. Nella presente sezione della tesi verrà spiegato in maniera dettagliata come le esternalità economiche generate siano state calcolate e quantificate. Per calcolare l'incremento del valore delle abitazioni è necessario avere a disposizione alcuni valori: il numero degli appartamenti, il valore medio (€/m²) e la dimensione media degli appartamenti all'interno dell'area di studio. Qui di seguito sono spiegati, passo per passo, tutti i calcoli e le operazioni svolte per arrivare al risultato finale.

Come prima cosa è fondamentale definire, tramite l'uso del software ArcGIS, i contorni dei due buffer all'interno dei quali si verificano, in maniera differenziata, le esternalità calcolate utilizzando il software SPSS. I due buffer, come abbiamo già spiegato più volte, si sviluppano da 0 a 250 metri dalla stazione e da 250 a 500 metri dalla stazione. Le analisi verranno svolte solamente sugli edifici residenziali che si trovano all'interno di uno dei due buffer.

Una volta definita l'area di studio dobbiamo calcolare il numero di immobili presenti all'interno dell'area presa in considerazione. Per fare ciò ci affidiamo ai dati raccolti e calcolati da ISTAT e descritti all'interno del Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011. Più precisamente sono state sommate le variabili censuarie A2 e A3.

- A2 - Abitazioni occupate da almeno una persona residente;
- A3 - Abitazioni vuote e abitazioni occupate solo da persone non residenti.

Processando questo semplice calcolo è stato possibile ottenere il dato relativo al numero di appartamenti totali all'interno delle diverse zone di censimento⁵⁸ che compongono la città di Torino. Questo non è però sufficiente ad ottenere il valore del numero di abitazioni presenti

⁵⁸ La sezione di censimento è l'unità minima di rilevazione del comune sulla cui base è organizzata la rilevazione censuaria (ISTAT, 2011).

all'interno dei due buffer. Sommando i valori delle diverse zone di censimento che compongono i due buffer otterremo un valore non corrispondente alla realtà. Questo perché, verosimilmente, alcune zone di censimento non saranno totalmente all'interno dell'area di studio. Di conseguenza il loro valore unitario, precedentemente calcolato, non le rappresenta in maniera adeguata. Per questo motivo è necessario calcolare, per ogni zona di censimento, il numero di abitazioni per chilometro quadrato e moltiplicare il valore ottenuto (abitazioni/km²) per la superficie della zona di censimento interna ai due buffer. Il risultato finale si avvicina molto alla realtà anche se non la rappresenta in maniera assoluta. Il calcolo appena descritto viene svolto, in maniera differenziata, per il buffer 0-250 metri e per il buffer 250-500 metri.

$$N^{\circ} \text{ ABITAZIONI (N}^{\circ} \text{ ab/km}^2\text{)} = (A2 + A3) / \text{km}^2 \text{ zona censimento}$$

	BUFFER 0-250 METRI	BUFFER 0-500 METRI
N° ABITAZIONI - ISTAT	-	-

Tabella 19: Numero di abitazioni - Tabella dimostrativa (autoprodotta)

Il secondo dato da calcolare è il valore medio delle abitazioni all'interno dell'area di studio, espresso in euro al metro quadrato. Anche in questo caso i calcoli sono differenziati tra i due buffer. Per effettuare questa operazione si è deciso di utilizzare due metodologie differenti che portano ad avere due risultati a loro volta differenti.

- Il primo metodo si basa sugli immobili presenti all'interno del dataset utilizzato per la valutazione svolta e descritta nei capitoli precedenti. Una delle tante variabili che compongono il dataset è quella relativa al valore medio espresso in euro al metro quadrato. Questi dati fanno riferimento a compravendite avvenute tra il 2014 e il 2021 all'interno dei confini comunali torinesi. Utilizzando ArcGIS e la sua funzione Select by Location è possibile selezionare le sole abitazioni localizzate all'interno dei due buffer. Per calcolare il valore medio degli immobili (€/m²) selezionati basterà accedere alla sezione "Statistics" della "Attribute Table".

- Il metodo successivo utilizza i dati calcolati dall'Osservatorio Immobiliare della Città di Torino (OICT)⁵⁹ per le 40 microzone censuarie che dividono e compongono il territorio cittadino. Tali valori, espressi in €/m² attraverso indicatori statistici (valore medio, valore minimo, valore massimo, deviazione standard e mediana) rappresentano i prezzi unitari di offerta. I dati selezionati ed utilizzati sono relativi all'anno 2018, data dell'ultimo aggiornamento da parte dell'OICT. In questo caso, il calcolo del valore medio (€/m²) delle abitazioni risulta essere leggermente più complicato rispetto al precedente. L'area di studio, corrispondente ai due buffer, non sempre risulta essere occupata da una singola microzona e per questo motivo diventa necessario processare una media tra i valori di vendita (€/m²) delle microzone interessate. Non è però corretto utilizzare una classica media aritmetica perché le microzone occupano, all'interno dell'area di studio, una percentuale di suolo non uniforme. Per questo motivo si utilizza la media ponderata dove ciascuno dei valori contribuisce in maniera differente dagli altri al risultato finale. E' quindi necessario conoscere l'importanza o più precisamente il peso di ogni valore utilizzato all'interno della media. In questo caso il peso di ogni valore è pari alla percentuale di territorio occupato da ogni microzona rispetto alla superficie totale dei due buffer. Moltiplicando il peso ottenuto per il valore medio (€/m²) calcolato dall'OICT si otterrà il valore medio pesato degli immobili residenziali all'interno delle singole microzone. Infine, per arrivare al risultato finale desiderato, sarà sufficiente effettuare una media aritmetica classica tra i valori delle microzone, precedentemente ottenuti, all'interno dei buffer 0-250 e 250-500 metri.

VALORE MEDIO €/m ²	DATASET	OICT
BUFFER 0-250m	-	-
BUFFER 250-500m	-	-

Tabella 20: Valore medio (€/m²) delle abitazioni - Tabella dimostrativa (autoprodotta)

Arrivati a questo punto abbiamo tutti i dati utili per applicare i risultati della valutazione sviluppata precedentemente. Tramite una semplice moltiplicazione, possiamo calcolare gli effetti,

⁵⁹ L'Osservatorio Immobiliare della Città di Torino (OICT) è uno strumento cardine di conoscenza, monitoraggio e analisi delle dinamiche, della struttura, delle caratteristiche del mercato immobiliare, a supporto delle attività di gestione e pianificazione del territorio torinese.

http://www.oict.polito.it/chi_siamo

in termini economici, della costruzione di una stazione della metropolitana sul patrimonio immobiliare residenziale di Torino. Sarà sufficiente moltiplicare il prezzo medio (€/m²) delle abitazioni all'interno dei due buffer per l'incremento percentuale calcolato attraverso il metodo dei prezzi edonici e la regressione lineare multipla. Nel caso delle abitazioni entro un raggio di 250 metri dalla stazione l'aumento equivale al 2,4%. Nel caso delle abitazioni nella fascia 250-500 metri dalla stazione l'aumento equivale al 2,2%. Gli stessi calcoli dovranno essere processati sia per quanto riguarda i valori calcolati partendo dal dataset che per quelli forniti dall'OICT e successivamente elaborati.

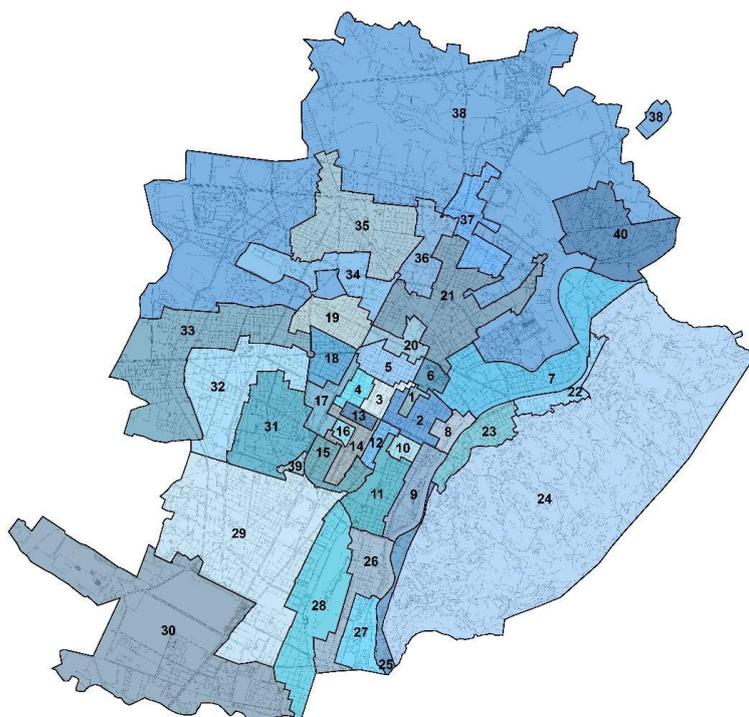


Immagine 18: Rappresentazione grafica microzone di censimento di Torino (fonte OICT)

DATASET	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
Prezzo di partenza	-	-
Prezzo aumentato	-	-

Tabella 21: Incremento valore medio (€/m²) delle abitazioni partendo dai dati del dataset - Tabella dimostrativa (autoprodotta)

OICT	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
Prezzo di partenza	-	-

Prezzo aumentato

-

-

Tabella 22: Incremento valore medio (€/m²) delle abitazioni partendo dai dati forniti da OICT - Tabella dimostrativa (autoprodotta)

Per rendere questa analisi ancora più completa può essere interessante calcolare l'aumento di valore totale, espresso in euro, degli immobili all'interno dei due buffer. In questo modo sarà possibile quantificare, in maniera approssimativa, la dimensione dell'esternalità generata dalla costruzione di una stazione della metropolitana in diverse aree della città. Il calcolo è molto semplice e come prima cosa richiede la moltiplicazione di tre valori. Due di essi, il numero e il valore medio (€/m²) delle abitazioni, sono già stati calcolati. Il dato mancante è quello relativo alla dimensione degli immobili residenziali. Ovviamente non è possibile conoscere la dimensione di ogni singolo appartamento all'interno dell'area di studio; per questo motivo è stato utilizzato un valore medio rappresentativo di tutti gli appartamenti della città di Torino. Dato il grande peso di questo valore si è cercato all'interno della bibliografia un dato attendibile e referenziato positivamente. Il valore scelto è stato calcolato dal Dipartimento delle Finanze e dalla Agenzia delle Entrate italiana ed utilizzato all'interno del rapporto "Gli Immobili in Italia 2019" (2019). Il dato è consultabile nel capitolo 2 del rapporto dove vengono descritte le analisi territoriali del valore del patrimonio abitativo. Nell'appendice statistica del capitolo vi è una tabella denominata "Indicatori dello spazio abitativo" dove sono elencate alcune informazioni, tra cui la Superficie media abitativa (m²) delle grandi città italiane con popolazione superiore a 250.000 abitanti. Per quanto riguarda la città di Torino è stata calcolata una superficie media delle abitazioni pari a 91 metri quadrati; il secondo valore più basso tra le 12 grandi città italiane.

ANNO 2016		
GRANDI CITTÀ' OLTRE 250.000 ABITANTI	SUPERFICIE MEDIA ABITAZIONE (m ²)	SUPERFICIE MEDIA PER ABITANTE (m ²)
Bari	108	54
Bologna	96	55
Catania	109	59
Firenze	109	58
Genova	99	56

Milano	88	52
Napoli	102	46
Palermo	116	56
Roma	103	51
Torino	91	51
Venezia	112	62
Verona	114	60
TOT grandi città	101	53

Tabella 23: Dimensione media abitazioni all'interno delle grandi città italiane (fonte Agenzia delle Entrate)

A questo punto abbiamo a disposizione tutti i dati necessari per poter calcolare l'aumento di valore totale, espresso in euro, degli immobili localizzati all'interno dell'area di studio. Per fare ciò sarà sufficiente moltiplicare il valore ottenuto dalla moltiplicazione precedentemente descritta per l'aumento di valore immobiliare generato dalla costruzione di una stazione di metropolitana (2,4% nel buffer 0-250 metri e 2,2% nel buffer 250-500 metri). Il risultato ottenuto sarà pari all'aumento di valore totale degli immobili in una data zona della città.

$$\begin{aligned} \text{Aumento valore (0 - 250)} &= (\text{valore } \text{€}/\text{m}^2 * n^{\circ} \text{ abitazioni} * 91) * 0,024 \\ \text{Aumento valore (250 - 500)} &= (\text{valore } \text{€}/\text{m}^2 * n^{\circ} \text{ abitazioni} * 91) * 0,022 \end{aligned}$$

Per concludere non ci resta che confrontare i risultati ottenuti utilizzando il valore medio degli immobili ($\text{€}/\text{m}^2$) calcolato tramite i dati fornita dall'OICT o dal dataset da noi prodotto.

6.1. Approfondimento stazione Santa Rita

	BUFFER 0-250 METRI	BUFFER 0-500 METRI
N° ABITAZIONI (FONTE ISTAT)	2.303	6.274

Tabella 24: Numero abitazioni stazione Santa Rita (autoprodotta)

DATASET	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
VALORE MEDIO €/m ²	1.695 €/m ²	1.728 €/m ²

Tabella 25: Valore medio (€/m²) abitazioni stazione Santa Rita - Dataset (autoprodotta)

DATASET	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
Prezzo di partenza	1.695 €/m ²	1.728 €/m ²
Prezzo aumentato	1.735 €/m ²	1.766 €/m ²

Tabella 26: Incremento valore medio (€/m²) abitazioni stazione Santa Rita - Dataset (autoprodotta)

DATASET - BUFFER 0-250	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	$(1.695 \text{ (€/m}^2) * 91 \text{ (m}^2) * 2.303$	8.525.429 €
TOTALE	$(n^\circ \text{ abitazioni))} * 0,024$	

Tabella 27: Esternalità (€) generate dalla stazione Santa Rita nel buffer 0-250 - Dataset (autoprodotta)

DATASET - BUFFER 250-500	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	$(1.728 \text{ (€/m}^2) * 91 \text{ (m}^2) * 6.274$	21.704.626 €
TOTALE	$(n^\circ \text{ abitazioni))} * 0,022$	

Tabella 28: Esternalità (€) generate dalla stazione Santa Rita nel buffer 250-500 - Dataset (autoprodotta)

OICT	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
VALORE MEDIO €/m ²	1.686 €/m ²	1.686 €/m ²

Tabella 29: Valore medio (€/m²) abitazioni stazione Santa Rita - OICT (autoprodotta)

OICT	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
Prezzo di partenza	1.686 €/m ²	1.686 €/m ²
Prezzo aumentato	1.726 €/m ²	1.723 €/m ²

Tabella 30: Incremento valore medio (€/m²) abitazioni stazione Santa Rita - OICT (autoprodotta)

OICT - BUFFER 0-250	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	$(1.686 \text{ (€/m}^2) * 91 \text{ (m}^2) * 2.303$	8.480.161 €
TOTALE	$(\text{n}^\circ \text{ abitazioni}) * 0,024$	

Tabella 31: Esternalità (€) generate dalla stazione Santa Rita nel buffer 0-250 - OICT (autoprodotta)

OICT - BUFFER 250-500	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	$(1.723 \text{ (€/m}^2) * 91 \text{ (m}^2) * 6.274$	21.641.824 €
TOTALE	$(\text{n}^\circ \text{ abitazioni}) * 0,022$	

Tabella 32: Esternalità (€) generate dalla stazione Santa Rita nel buffer 250-500 - OICT (autoprodotta)

6.1.1. Introduzione storica dell'area nei pressi della stazione

La futura stazione Santa Rita prende il nome dall'omonima piazza, nella zona sud-ovest della città di Torino, in cui il Progetto Preliminare della M2 prevede il suo collocamento. La piazza è attraversata da tre assi viari di cui il più importante è sicuramente Corso Orbassano che taglia in maniera trasversale la griglia ortogonale formata degli isolati torinesi. Esso ricopre il tracciato dell'antica strada di Orbassano che metteva in collegamento il Comune di Torino con quello di Orbassano. In seguito alla costruzione della prima cinta daziaria della città di Torino, nella prima metà del XIX secolo, l'area oggi occupata da piazza Santa Rita diventa l'ingresso sud-ovest della città (Lupo, 2001). L'area urbana torinese era però ancora molto distante dalle dimensioni odierne e nella zona l'attività agricola era la più diffusa. I primi segni di urbanizzazione arrivano negli anni a cavallo tra il XIX e il XX secolo quando i primi edifici iniziano a comparire al di fuori della cinta daziaria. Con il passare degli anni vengono costruite le prime case popolari della zona, la prima scuola (scuola elementare Mazzini) e numerose strutture militari. Molto importante sarà la costruzione dell'Ospedale Militare Alessandro Riberi, inaugurato nel 1914, considerato uno dei migliori esempi di edilizia ospedaliera del tempo. Esso si affaccia su Corso Orbassano e in parte su Piazza Santa Rita. Il grande boom costruttivo si avrà, come in molte altre aree della città nel secondo dopoguerra intorno agli anni Sessanta. La popolazione del quartiere Santa Rita raddoppia nell'arco di dieci anni fino ad arrivare a centomila abitanti nel 1970. Questa grande e rapida crescita non è però accompagnata da un adeguato sviluppo di servizi alla popolazione come ospedali, scuole e mercati. L'amministrazione comunale si prende carico della situazione e

nel giro di pochi anni vengono apportati numerosi cambiamenti. I servizi furono notevolmente migliorati, tanto da far assumere al quartiere un prestigio ed una qualità sociale degne di nota⁶⁰.

6.1.2. Ubicazione della stazione

Santa Rita: “è posta nell’omonima piazza Santa Rita da Cascia in senso parallelo a Corso Orbassano. Gli accessi, posti trasversalmente sui due lati della stazione, sono disposti nella zona nord-est della piazza, nelle due grandi aree pedonali a disposizione, in modo da servire l’area residenziale posta su quel lato” (Comune di Torino, 2019, g, pag. 14).

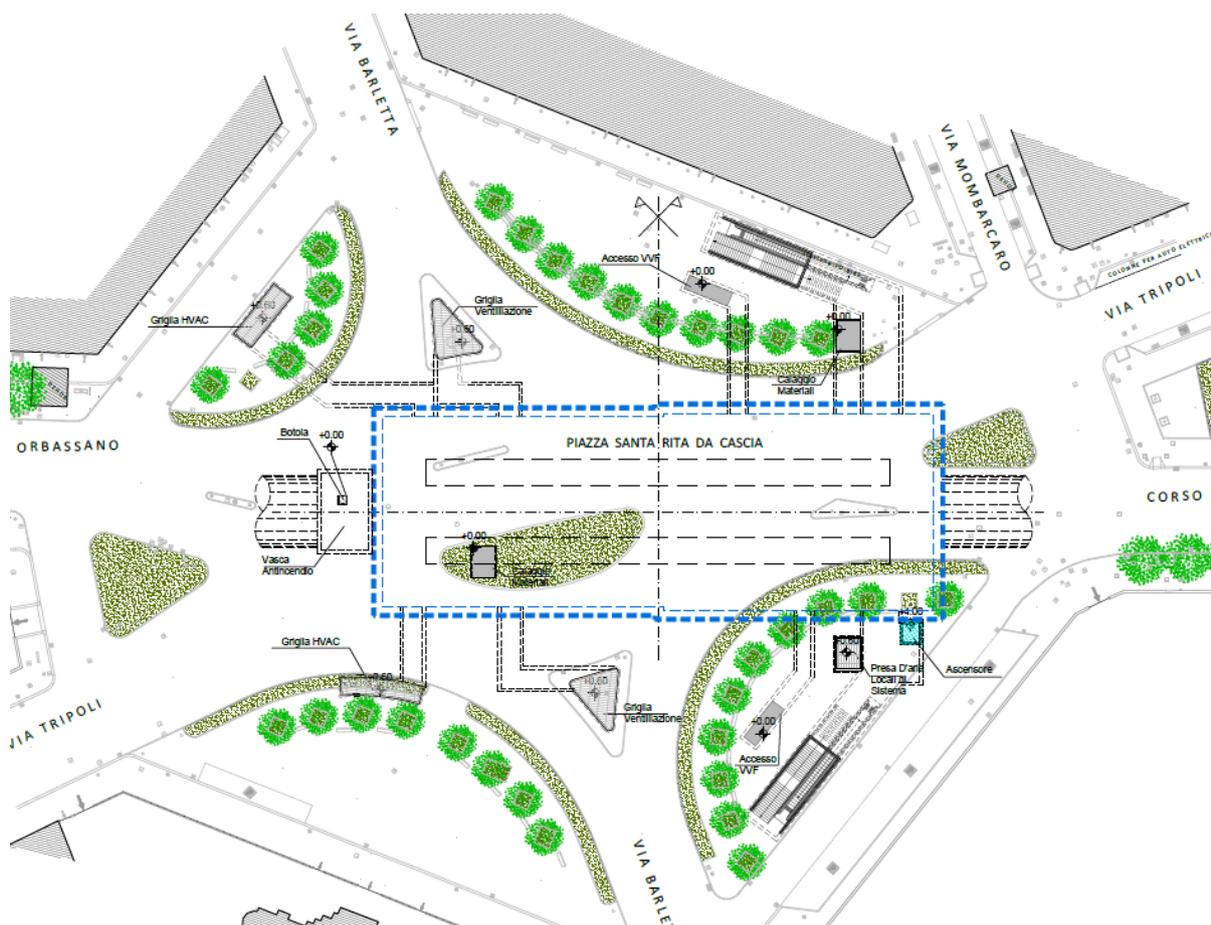


Immagine 19: Ubicazione stazione Santa Rita (fonte Comune di Torino)

6.1.3. Inquadramento geografico, demografico e socioeconomico

STAZIONE SANTA RITA - DATI POPOLAZIONE	
Popolazione totale	15.949 abitanti (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)

⁶⁰ [https://it.wikipedia.org/wiki/Santa_Rita_\(Torino\)#CITEREFSanta_Rita](https://it.wikipedia.org/wiki/Santa_Rita_(Torino)#CITEREFSanta_Rita)

N° popolazione straniera	1.545 abitanti stranieri (9,69% sul totale della popolazione)
Indice di vecchiaia	238,3 [(popolazione > 65 anni * 100) / popolazione ≤ 14 anni]
N° diplomati	3.852 diplomati (24,1% sul totale della popolazione)
N° laureati	2.247 laureati (14,1% sul totale della popolazione)
Forza lavoro totale	7.174 potenziali lavoratori (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
N° occupati	6.604 occupati (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
N° disoccupati	435 disoccupati/in cerca di lavoro (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
Tasso di disoccupazione	6,06% sul totale della forza lavoro

Tabella 33: Dati relativi alla popolazione residente all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Santa Rita (autoprodotta)

STAZIONE SANTA RITA - DATI COSTRUITO	
Prezzo medio delle abitazioni	1.686 €/m ² (fonte OICT 2018)
Età degli edifici	Fino al 1918 = 20 1919 - 1945 = 52 1946 - 1980 = 469 1981 - 2005 = 20 Dal 2006 = 1 N/A = 532
Edifici principali	SANTUARIO MONUMENTALE DI SANTA RITA: L'edificio simbolo dell'area e dell'intero quartiere è sicuramente la Chiesa di Santa Rita, nota anche come Santuario monumentale di Santa Rita. Come la piazza e il quartiere all'interno del quale la chiesa è localizzata anche la futura stazione della M2 prenderà il nome di Santa Rita. La storia della chiesa ha inizio più di cento anni fa; più precisamente nel 1916 quando un giovane prete di nome Giovanni Baloire fu acquartierato nella scuola elementare Mazzini per servire all'interno del nuovo ospedale militare Alessandro Riberi. Sfruttando la necessità di una nuova parrocchia all'interno dell'area, in seguito alla grande crescita demografica, Baloire insistette per titolare un santuario presso l'area

della Barriera di Orbassano. Grazie anche al sostegno dei parroci locali e dell'allora Compagnia di Santa Rita, il progetto venne approvato dal vescovo nel 1925. Il comune di Torino concesse un'area di circa 10.000 metri quadrati posta all'incrocio di una fitta rete di strade nei pressi di una grande piazza che successivamente prenderà il nome di Santa Rita nel 1928 in seguito alla delibera del podestà di Torino. Nonostante la parte murario e il campanile alto 40 metri furono conclusi nel giro di circa cinque anni, per la conclusione dei lavori bisognerà aspettare il 1953 con la realizzazione delle vetrate che raccontano i momenti più importanti della vita della santa. La consacrazione arriverà poi nel 1957⁶¹.



Immagine 20: Fotografia storica del Santuario Monumentale di Santa Rita (fonte Google Immagini)

EX OSPEDALE MILITARE ALESSANDRO RIBERI: L'ospedale militare Alessandro Riberi è stato costruito nel 1914 in sostituzione al precedente, situato presso l'edificio dell'Accademia Albertina nel centro città. Come area per la sua localizzazione fu scelto un lotto situato tra Corso Orbassano, Corso IV Novembre e le Vie Barletta e Caprera. I lavori per la costruzione dell'ospedale iniziarono ufficialmente nel 1906 per terminare nel 1913, un anno prima dell'inaugurazione effettiva della struttura. Il progetto definitivo fu firmato dal capitano del Genio Molà e dal colonnello Ferrero di Cavallerleone. Il risultato sarà una struttura innovativa e moderna tanto da definirla il miglior esempio di edilizia ospedaliera della prima metà del Novecento. La struttura è suddivisa in diversi padiglioni isolati messi in comunicazione solamente da un lungo corridoio in stile liberty. Questa organizzazione spaziale ed architettonica permetteva di mantenere i pazienti

⁶¹ <https://www.museotorino.it/view/s/ace6e1db7b0b4463aa21fe46a4abd85f>

separati per evitare i contagi garantendo un'illuminazione e una ventilazione ottimale degli ambienti interni⁶². Con il passare del tempo le condizioni della struttura sono peggiorate sempre di più; bisognerà aspettare il 2006, anno delle olimpiadi invernali di Torino, per vederlo tornare al suo splendore originale. Durante lo svolgimento della manifestazione sportiva fu utilizzato come sede del villaggio Media Riberi, destinato ad ospitare una parte dei giornalisti presenti a Torino. terminate le Olimpiadi, nel 2007, all'ormai ex ospedale militare fu trovata una nuova sistemazione definitiva. Sempre rimanendo di proprietà dell'esercito si è deciso di trasformarlo in Campus militare per dare ospitalità ai militari in servizio o di passaggio a Torino ed agli allievi della Scuola di Applicazione e di Studi Superiori dell'Esercito (Comune di Torino, s.d., d).



Immagine 21: Veduta di una sezione dell'ex ospedale militare Alessandro Riberi dopo la ristrutturazione (fonte Google Immagini)

STADIO OLIMPICO GRANDE TORINO: Lo stadio nasce nel 1933, all'interno di un complesso polifunzionale, per volere di Benito Mussolini a cui sarà intitolato in seguito all'inaugurazione del 1934. Al termine dei lavori di costruzione lo stadio raggiunse una capienza totale di 65.000 posti rendendolo il più grande in Italia. Con la fine della Seconda guerra mondiale e l'avvenuta caduta del regime fascista, l'impianto perse la denominazione al duce e venne di conseguenza rinominato da Stadio Benito Mussolini a un più neutro Stadio Comunale. Nel corso degli anni il nome cambierà molte volte fino ad arrivare alla denominazione odierna di Stadio Olimpico Grande Torino, in onore ai giocatori del Grande Torino scomparsi nella tragedia di Superga nel 1949. In occasione delle Olimpiadi invernali del 2006, oltre al cambio di nome, verranno apportate numerose modifiche anche alla struttura

⁶² <https://www.museotorino.it/view/s/fd8310a429874943abbf7fe9569ce9d0>

stessa. Il Comune di Torino decise di portare avanti un processo di riqualificazione dell'impianto ritenuto necessario ormai da molti anni. I lavori di riqualifica e modernizzazione hanno conservato le strutture esistenti, poste sotto vincolo della Soprintendenza ai Beni Ambientali e Architettonici, aggiungendo nuove strutture verticali in ferro per reggere la nuova copertura dell'impianto. La capienza è stata portata a 27.168 posti, tutti al coperto e a sedere, ridotta rispetto a quella originaria che però non permetteva di rispettare le moderne norme di sicurezza. In occasione dei lavori di modernizzazione dell'impianto sono state apportate alcune modifiche anche alle aree esterne che circondano lo stadio. I lavori hanno riguardato la creazioni di nuovi spazi pubblici, in modo tale da rendere l'area più accogliente e vivibile da parte della popolazione e degli utenti dello stadio⁶³.



Immagine 22: Fotografia dello stadio Olimpico Grande Torino negli anni 60' durante l'esecuzione di una partita di calcio (fonte Google Immagini)

Tabella 34: Dati relativi al costruito all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Santa Rita (autoprodotta)

STAZIONE SANTA RITA - DATI AMBIENTE	
Superficie aree verdi	33.004,5 m ² (Geoportale Comune di Torino - Carta di Sintesi)
N° alberi	952 alberi totali di cui le specie maggiormente diffuse sono: <ul style="list-style-type: none"> • Tilia Hybrida ed Europea • Prunus Pissardi Nigra • Platanus Orientalis, Hybrida ed Acerifoglia • Celtis Australis

⁶³ <https://www.museotorino.it/view/s/2badeca1a9b94095ae00602cfb39bf29>

Qualità dell'aria stazione ARPA Via Monti (2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Particolato atmosferico (PM10): 26 µg/m³ (valore massimo consentito 40 µg/m³) • Biossido d'azoto (NO₂): 32 µg/m³ (valore massimo consentito 40 µg/m³) • Ozono (O₃): 48 (valore massimo consentito 25) • Benzopirene (C₂₀H₁₂): 0,6 µg/m³ (valore massimo consentito 1 µg/m³)
---	--

Tabella 35: Dati relativi all'ambiente all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Santa Rita (autoprodotta)

STAZIONE SANTA RITA - DATI TRASPORTI	
N° fermate dell'autobus	25 fermate di sosta GTT
N° linee autobus	13 linee di cui 2 extraurbane
Chilometri di strade	17,2 km (Geoportale Comune di Torino - BDTRE)
Chilometri di piste ciclabili	1,3 km (Geoportale Comune di Torino - Percorsi ciclabili) 7,5% rispetto alla lunghezza totale delle strade
Superficie aree pedonali	830,8 m ²

Tabella 36: Dati relativi ai trasporti all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Santa Rita (autoprodotta)

6.2. Approfondimento stazione Università

	BUFFER 0-250 METRI	BUFFER 0-500 METRI
N° ABITAZIONI (FONTE ISTAT)	1.476	1.618

Tabella 37: Numero abitazioni stazione Università (autoprodotta)

DATASET	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
VALORE MEDIO €/m ²	2.297 €/m ²	2.220 €/m ²

Tabella 38: Valore medio (€/m²) abitazioni stazione Università - Dataset (autoprodotta)

DATASET	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
Prezzo di partenza	2.297 €/m ²	2.220 €/m ²

Prezzo aumentato	2.352 €/m ²	2.268 €/m ²
------------------	------------------------	------------------------

Tabella 39: Incremento valore medio (€/m²) abitazioni stazione Università - Dataset (autoprodotta)

DATASET - BUFFER 0-250	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	(2.297 (€/m ²) * 91 (m ²) * 1.476	7.404.572 €
TOTALE	(n° abitazioni) * 0,024	

Tabella 40: Esternalità (€) generate dalla stazione Università nel buffer 0-250 - Dataset (autoprodotta)

DATASET - BUFFER 250-500	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	(2.220 (€/m ²) * 91 (m ²) * 1.618	7.191.103 €
TOTALE	(n° abitazioni) * 0,022	

Tabella 41: Esternalità (€) generate dalla stazione Università nel buffer 250-500 - Dataset (autoprodotta)

OICT	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
VALORE MEDIO €/m ²	2.156 €/m ²	1.756 €/m ²

Tabella 42: Valore medio (€/m²) abitazioni stazione Università - OICT (autoprodotta)

OICT	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
Prezzo di partenza	2.156 €/m ²	1.756 €/m ²
Prezzo aumentato	2.207 €/m ²	1.794 €/m ²

Tabella 43: Incremento valore medio (€/m²) abitazioni stazione Università - OICT (autoprodotta)

OICT - BUFFER 0-250	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	(2.156 (€/m ²) * 91 (m ²) * 1.476	6.950.047 €
TOTALE	(n° abitazioni) * 0,024	

Tabella 44: Esternalità (€) generate dalla stazione Università nel buffer 0-250 - OICT (autoprodotta)

OICT - BUFFER 250-500	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	(1.756 (€/m ²) * 91 (m ²) * 1.618	5.688.098 €
TOTALE	(n° abitazioni) * 0,022	

Tabella 45: Esternalità (€) generate dalla stazione Università nel buffer 250-500 - OICT (autoprodotta)

6.2.1. Introduzione storica dell'area nei pressi della stazione

La futura stazione Università sorgerà lungo l'asse viario di corso Verona a pochi metri da largo Verona all'interno del quartiere Aurora. Nel tardo Medioevo l'area fu interessata dalla nascita di un piccolo nucleo di opifici che prese sempre maggiore consistenza tanto da creare un vero e proprio borgo. I primi segni di sviluppo furono visibili nell'area attorno all'odierno Ponte Mosca, dove un tempo era collocato un ponte di legno, unico attraversamento della Dora Riparia a Torino. Questa zona oltre ad essere ricca di acqua, grazie alla presenza della Dora e di alcuni canali da essa derivati, era anche un importante crocevia di persone. Infatti, tutti i forestieri provenienti da est erano costretti ad usufruire del ponte per entrare a Torino. Nel borgo Dora avevano sede concerie, battitori da panno, peste da canapa e da olio; su essi dominava il grande complesso dei "*Molassi*", i più importanti mulini per granaglie della città. Inoltre, vi erano anche due setifici, costruiti alla fine del Seicento, considerati come le prime industrie del Regno Sabauda. Tra il XVIII e il XIX secolo il Borgo conobbe una forte crescita sia demografica che economica. Nel 1850 Borgo Dora contava più di 20.000 abitanti, per gran parte operai, e grazie alle numerose industrie risultava l'insediamento produttivo più importante della città. L'impronta industriale del quartiere permase anche nel XX secolo quando molte grandi fabbriche trasferirono ad Aurora le proprie officine e, contestualmente si svilupparono anche molte piccole imprese. Conseguentemente il quartiere è soggetto ad importanti fenomeni di immigrazione riguardanti cittadini sia italiani che extracomunitari. Per sostenere ed aiutare la popolazione dell'area, nel 1983, il Servizio Missionario Giovani (SERMIG) decide d'investire sul quartiere. Istituitosi all'interno dell'Arsenale della Pace, il SERMIG diventa un punto di riferimento per i bisogni di tutta la Città. Sul finire degli anni Ottanta il quartiere, fortemente basato sulla produzione industriale, comincia un rapido declino a causa della chiusura di numerosi impianti industriali. Su tutte la chiusura della Fiat Grandi Motori di via Cuneo segnò profondamente sia la popolazione che il territorio. La sua dismissione lasciò a casa circa 3000 dipendenti e un vuoto urbano di oltre 100.000 metri quadrati tutt'oggi inutilizzato⁶⁴.

Oggi Aurora si presenta come un quartiere con notevoli fragilità sul piano sociale ed economico, un tessuto urbano frammentato da numerosi vuoti, edifici in cattivo stato di conservazione ed un diffuso degrado degli spazi pubblici. Al tempo stesso però, possiede alcune importanti risorse strutturali, come la vicinanza al centro città e a servizi importanti (ad esempio, il nuovo Campus universitario L. Einaudi, l'Istituto d'Arte Applicata e Design, il mercato di Porta Palazzo, ecc.),

⁶⁴ <http://www.atlanteditorino.it/quartieri/Aurora.html>

la qualità architettonica di alcuni edifici storici e la presenza del fiume Dora. Ma soprattutto Aurora è un quartiere giovane e multiculturale: nel 2018 la percentuale di stranieri residenti era pari al 36,4% (fonte: Comune di Torino), più che doppia rispetto alla media cittadina (15%). Grazie a queste sue caratteristiche, strutturali e sociali, all'interno del quartiere sono stati portati avanti, in maniera graduale, numerosi interventi di riqualificazione che hanno avviato un lento processo di trasformazione. I più celebri sono sicuramente la riqualificazione di largo Brescia con la annessa costruzione della Nuvola Lavazza e il campus universitario Luigi Einaudi. Tutto ciò ha comportato un esponenziale apprezzamento al valore degli immobili circostanti e un'importante crescita del piccolo commercio. Proprio per questo motivo i giornali e gli studiosi hanno iniziato a parlare del rischio gentrificazione a cui Aurora sta andando in contro. Allo stesso tempo esiste però anche il rischio opposto, di una prolungata assenza di interventi e progettualità significative per contrastare gli elementi strutturali del disagio (Mela, 2021).

6.2.2. Ubicazione della stazione

Verona: “è ubicata lungo Corso Verona, in senso parallelo alla strada, in corrispondenza dell'incrocio con Corso Regio Parco. L'accesso est esce lateralmente alla stazione ed è disposto lungo Corso Regio Parco, mentre l'accesso sud è collocato frontalmente ed è disposto lungo Corso Verona, in modo da avvicinare il più possibile la fermata metro al Campus Einaudi” (Comune di Torino, 2019, g, pag. 14).

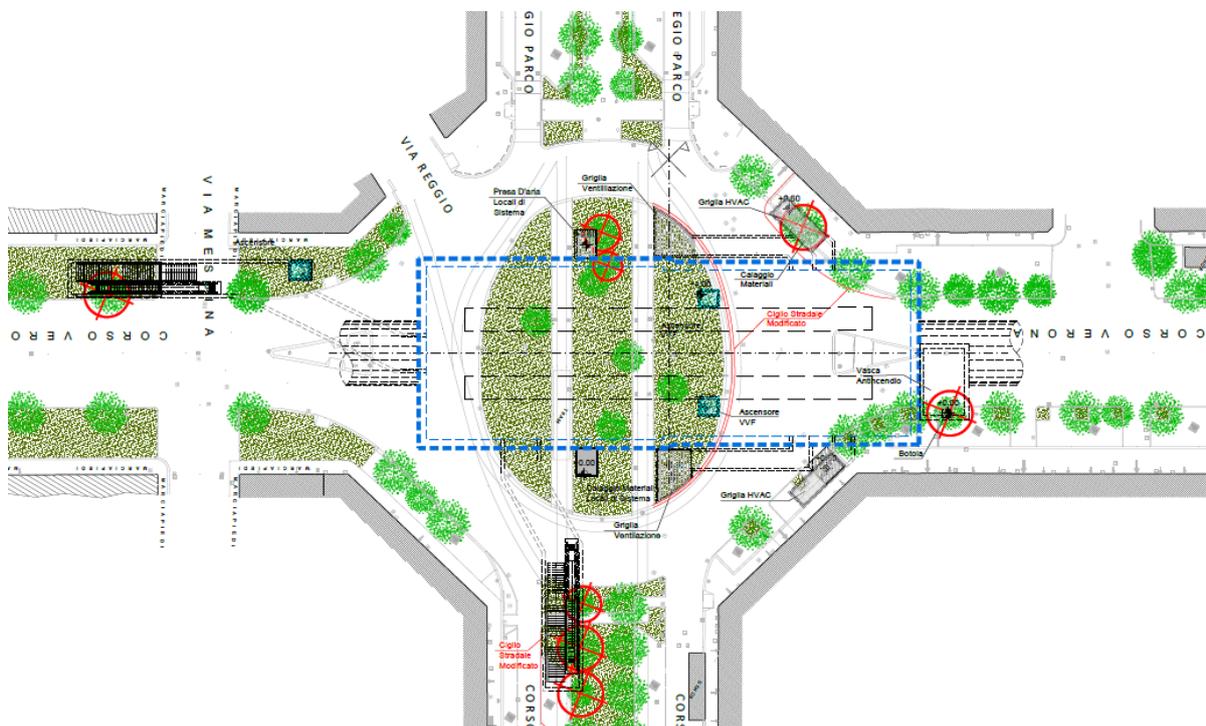


Immagine 23: Ubicazione stazione Santa Rita (fonte Comune di Torino)

6.2.3. Inquadramento geografico, demografico e socioeconomico.

STAZIONE UNIVERSITA' - DATI POPOLAZIONE	
Popolazione totale	5.482 abitanti (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
N° popolazione straniera	768 abitanti stranieri (14,01% sul totale della popolazione)
Indice di vecchiaia	168,9 [(popolazione > 65 anni * 100) / popolazione ≤ 14 anni]
N° diplomati	1.478 diplomati (26,9% sul totale della popolazione)
N° laureati	879 laureati (16,03% sul totale della popolazione)
Forza lavoro totale	2.686 potenziali lavoratori (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
N° occupati	2.436 occupati (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
N° disoccupati	188 disoccupati/in cerca di lavoro (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
Tasso di disoccupazione	6,99% sul totale della forza lavoro

Tabella 46: Dati relativi alla popolazione residente all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Università (autoprodotta)

STAZIONE UNIVERSITA' - DATI COSTRUITO	
Prezzo medio delle abitazioni	1.856 €/m ² (fonte OICT 2018)
Età degli edifici	Fino al 1918 = 37 1919 - 1945 = 75 1946 - 1980 = 67 1981 - 2005 = 10 Dal 2006 = 5 N/A = 267
Edifici principali	CAMPUS LUIGI EINAUDI: L'idea per la realizzazione di un nuovo polo universitario nasce alla fine degli anni Novanta. L'area selezionata per la sua realizzazione è situata tra Lungo Dora Siena e Corso Regina Margherita, la così detta zona ex Italgas. L'acquisizione della zona ex Italgas (conclusa nel

1998) fa parte di un più ampio progetto di decongestionamento dell'Università, fondato sull'idea di creare diversi poli di specializzazione didattica, diffusi in città e nella cintura. All'inizio del 2001, a seguito di una gara internazionale, il progetto viene affidato al celebre architetto Norman Foster. Il nuovo complesso si compone di sette fabbricati distinti, all'interno dei quali trovano spazio le strutture didattiche e di ricerca relative alle Scienze giuridiche, politiche ed economico - sociali, la Biblioteca Interdipartimentale e numerosi altri servizi a disposizione di studenti e docenti. Gli edifici, avvolti da facciate trasparenti a linee morbide e coperti da un unico tetto ondulato, luminoso e sospeso, sono scanditi da passaggi aperti che collegano le aree pubbliche con il giardino interno, cuore circolare verde di tutti i percorsi. Il progetto enfatizza il contatto con il fiume e crea connessioni visive e prospettiche con l'arco alpino, le colline, la Basilica di Superga e la Mole Antonelliana. Il rapporto con l'ambiente circostante è cercato anche nella realizzazione della passerella pedonale sulla Dora e nella sistemazione delle sponde fluviali portata avanti dal Comune di Torino. Il Campus, inaugurato nel 2012, è stato intitolato a Luigi Einaudi, illustre Presidente della Repubblica laureatosi all'interno dell'ateneo torinese. La qualità architettonica del progetto è stata apprezzata anche a livello internazionale; infatti, nel 2014, la CNN ha inserito il Campus Luigi Einaudi tra i dieci edifici universitari più spettacolari al mondo. La costruzione di questa importante e nuova centralità per Torino ha generato numerosi cambiamenti strutturali e sociali all'interno della zona circostante. Nel corso degli anni, partendo dal 2012 in poi, è stato registrato un graduale aumento del prezzo degli immobili e un aumento del numero di piccoli esercizi commerciali come bar e copisterie (Comune di Torino, s.d., e)⁶⁵.



Immagine 24: Veduta aerea del Campus Universitario Luigi Einaudi (fonte Google Immagini)

⁶⁵ http://www.comune.torino.it/circ7/pdf/campus_luigi_einaudi.pdf

CIMITERO MONUMENTALE: All'interno del buffer di 500 metri attorno alla futura stazione Università della M2 rientra una sezione del Cimitero Monumentale di Torino. Nel 1827 l'Amministrazione Comunale approvò il progetto di un cimitero generale, opera dell'architetto Gaetano Lombardi (1793-1868), che scelse la collocazione del Regio Parco, una zona lontana dall'abitato nei pressi della Dora. La decisione di costruire un cimitero generale costituiva una tardiva esecuzione delle linee guida dei decreti napoleonici in materia di inumazioni (1804) e al contempo permetteva di dismettere i due cimiteri cittadini di San Pietro in Vincoli in borgo Dora e della Rocca vicino al Po. Il progressivo aumento della popolazione, infatti, aveva reso sempre più inadeguate queste strutture, sia per la capienza insufficiente sia per la vicinanza con l'abitato. In particolare, l'aspetto igienico destava la preoccupazione degli amministratori, ed è possibile leggere l'entrata in funzione del nuovo cimitero nel 1828 come il primo passo di una politica comunale attenta alla gestione dei servizi urbani in base a criteri di salvaguardia della salute pubblica. La struttura del cimitero, a pianta quadrata con gli angoli smussati, era caratterizzata dalla cappella e dagli edifici di servizio in stile neoclassico. Sotto la spinta delle sempre crescenti necessità di spazio, nel corso dei decenni subì numerosi ampliamenti e nel 1882 vi fu costruito il tempio crematorio, uno dei primi in Italia. Oggi al suo interno sono presenti tombe illustri, alcune delle quali sono diventati dei veri e propri simboli⁶⁶.



Immagine 25: Veduta frontale dell'ingresso del Cimitero Monumentale di Torino (fonte Google Immagini)

SEDE ITALGAS LARGO REGIO PARCO: I due edifici, oggi separati, affacciati su largo Regio Parco sono conosciuti come stabilimento CEAT-Cavi. Il complesso inizia a prendere forma nel 1889, con la costruzione di un

⁶⁶<https://www.museotorino.it/view/s/8f169cbe7d574ffc9ea243dd53311b25#:~:text=1.-,Storia%20dell'edificio,abitato%20nei%20pressi%20della%20Dora.>

fabbricato d'angolo tra via Pisa e via Foggia con fronte su corso Palermo. Nel 1925 è rilevato dalla CEAT che lo trasforma in unità produttiva adibita alla fabbricazione di cavi elettrici. Costituito da due fabbricati uniti tra di loro da una manica in cemento armato, ora demolita, che aveva la funzione di collegare la palazzina degli impiegati con l'unità produttiva vera e propria. Tra gli anni Cinquanta e Sessanta la struttura è oggetto di lavori di modifica che portano alla sopraelevazione dell'edificio di via Foggia, consegnando al complesso l'attuale configurazione. Attualmente nell'area dell'ex stabilimento, che cessa la produzione nel 1981, hanno trovato collocazione uffici delle società del Gruppo Eni e Italgas.⁶⁷ Con il passare degli anni i due edifici gemelli hanno conosciuto un graduale degrado fino agli interventi di riqualificazione conclusi del dicembre del 2021. L'importante intervento di riqualificazione, progettato e realizzato da Giugiaro Architettura, ha richiesto un investimento di oltre 60 milioni di euro e ha permesso sia di rinnovare interamente il complesso, sia di ridisegnare, in collaborazione con l'amministrazione comunale, il profilo dell'area pubblica antistante, restituendo in tal modo alla città uno spazio urbano inclusivo. La ristrutturazione è avvenuta anche internamente andando a creare degli spazi più consoni alle dinamiche lavorative odierne. La componente sostenibile ha indirizzato il progetto verso una direzione ben precisa, tanto da ottenere la certificazione LEED per entrambi gli edifici. Per concludere, i due ingressi sono stati decorati con delle installazioni artistiche, soprannominate "Flamarion", realizzate dall'artista Oliviero Rainaldi per Italgas e per la città⁶⁸.



Immagine 26: Sede Italgas dopo la ristrutturazione (fonte Google Immagini)

Tabella 47: Dati relativi al costruito all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Università (autoprodotta)

⁶⁷<https://www.italgas.it/comunicato/italgas-inaugura-la-rinnovata-sede-torinese-di-largo-regio-parco-e-rafforza-lo-storico-legame-con-la-citta/>

⁶⁸<https://www.museotorino.it/view/s/398f80089c354751baef4d11da83a6e#:~:text=Noto%20come%20stabiliment>

STAZIONE UNIVERSITA' - DATI AMBIENTE	
Superficie aree verdi	61810,3 m2 (Geoportale Comune di Torino - Carta di Sintesi)
N° alberi	1469 alberi totali di cui le specie maggiormente diffuse sono: <ul style="list-style-type: none"> • Tilia Hybrida • Prunus Pissardi Nigra • Platanus Orientalis, Hybrida ed Acerifoglia • Fraxinus Excelsior
Qualità dell'aria stazione ARPA Via Guastalla (2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Particolato atmosferico (PM10): 36 µg/m3 (valore massimo consentito 40 µg/m3) • Biossido d'azoto (NO2): 42 µg/m3 (valore massimo consentito 40 µg/m3) • Ozono (O3): / / / (valore massimo consentito 25) • Benzopirene (C20H12): 0,5 µg/m3 (valore massimo consentito 1 µg/m3)

Tabella 48: Dati relativi all'ambiente all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Università (autoprodotta)

STAZIONE UNIVERSITA' - DATI TRASPORTI	
N° fermate dell'autobus	22 fermate di sosta GTT
N° linee autobus	10 linee di cui 2 extraurbane
Chilometri di strade	12,4 km (Geoportale Comune di Torino - BDTRE)
Chilometri di piste ciclabili	1,3 km (Geoportale Comune di Torino - Percorsi ciclabili) 10,4% rispetto alla lunghezza totale delle strade
Superficie aree pedonali	516,9 m2

Tabella 49: Dati relativi ai trasporti all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Università (autoprodotta)

6.3 Approfondimento stazione Giulio Cesare

	BUFFER 0-250 METRI	BUFFER 0-500 METRI
N° ABITAZIONI (FONTE ISTAT)	2.729	6.105

Tabella 50: Numero abitazioni stazione Giulio Cesare (autoprodotta)

DATASET	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
VALORE MEDIO €/m ²	1.010 €/m ²	1.047 €/m ²

Tabella 51: Valore medio (€/m²) abitazioni stazione Giulio Cesare - Dataset (autoprodotta)

DATASET	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
Prezzo di partenza	1.010 €/m ²	1.047 €/m ²
Prezzo aumentato	1.034 €/m ²	1.070 €/m ²

Tabella 52: Incremento valore medio (€/m²) abitazioni stazione Giulio Cesare - Dataset (autoprodotta)

DATASET - BUFFER 0-250	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	$(1.010 \text{ (€/m}^2) * 91 \text{ (m}^2) * 2.729$	6.019.737 €
TOTALE	$(n^\circ \text{ abitazioni))} * 0,024$	

Tabella 53: Esternalità (€) generate dalla stazione Giulio Cesare nel buffer 0-250 - Dataset (autoprodotta)

DATASET - BUFFER 250-500	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	$(1.047 \text{ (€/m}^2) * 91 \text{ (m}^2) * 6.105$	12.796.653 €
TOTALE	$(n^\circ \text{ abitazioni))} * 0,022$	

Tabella 54: Esternalità (€) generate dalla stazione Giulio Cesare nel buffer 250-500 - Dataset (autoprodotta)

OICT	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
VALORE MEDIO €/m ²	1.122 €/m ²	1.139 €/m ²

Tabella 55: Valore medio (€/m²) abitazioni stazione Giulio Cesare - OICT (autoprodotta)

OICT	BUFFER 0-250m	BUFFER 250-500m
Prezzo di partenza	1.122 €/m ²	1.139 €/m ²
Prezzo aumentato	1.148 €/m ²	1.164 €/m ²

Tabella 56: Incremento valore medio (€/m²) abitazioni stazione Giulio Cesare - OICT (autoprodotta)

OICT - BUFFER 0-250	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	$(1.122 \text{ (€/m}^2) * 91 \text{ (m}^2) * 2.729$	6.687.272 €
TOTALE	$(\text{n}^\circ \text{ abitazioni}) * 0,024$	

Tabella 57: Esternalità (€) generate dalla stazione Giulio Cesare nel buffer 0-250 - OICT (autoprodotta)

OICT - BUFFER 250-500	EQUAZIONE	RISULTATO
AUMENTO VALORE	$(1.139 \text{ (€/m}^2) * 91 \text{ (m}^2) * 6.105$	13.921.097 €
TOTALE	$(\text{n}^\circ \text{ abitazioni}) * 0,022$	

Tabella 58: Esternalità (€) generate dalla stazione Giulio Cesare nel buffer 250-500 - OICT (autoprodotta)

6.3.1. Introduzione storica dell'area nei pressi della stazione

La storia dell'area e dello stesso corso Giulio Cesare, dal quale prende il nome la futura stazione della M2, inizia intorno alla prima metà del XIX secolo quando il Governo Sabauda decise di realizzare un asse viario che permettesse un facile e veloce accesso verso il centro città da parte dei forestieri che provenivano da Milano. Tutto ciò fu possibile grazie all'approvazione di un nuovo Piano urbanistico che diede il via all'espansione della città in direzione nord, verso e oltre la Dora Riparia. Fu così che si decise di realizzare un viale alberato che, partendo dall'attuale piazza della Repubblica, conduceva verso la campagna. In tale contesto s'inserisce anche la sostituzione del vecchio ponte in legno sulla Dora con il più funzionale e adeguato ponte Mosca che, all'epoca della sua inaugurazione, costituiva un monumentale ingresso alla città ma anche il suo confine naturale verso nord. Fino a questo momento la gran parte degli ampliamenti cittadini erano avvenuti in direzione sud. Al contrario, in direzione nord la Dora Riparia ha costituito un ostacolo quasi insormontabile fino alla seconda metà del XIX secolo quando le campagne e gli opifici vennero gradualmente sostituiti dalla città⁶⁹. La futura stazione Giulio Cesare della M2 sarà collocata nell'area dove si intersecano le vie Gottardo e Sempione con corso Giulio Cesare. In questo tratto della città la metropolitana sfrutterà il tracciato dell'ex trincerone ferroviario. In seguito alla grande crescita delle commercio locale gli scali merci Torino Porta Susa, Valdocco e Dora risultavano saturi ed inadeguati al volume di traffico generato dalle industrie. Per questo motivo la città decise di costruire un ulteriore scalo merci al servizio delle numerose fabbriche sviluppatasi a nord della Dora Riparia; esso prese il nome di scalo Vanchiglia e rimase in attività

⁶⁹ https://it.wikipedia.org/wiki/Corso_Giulio_Cesare#Storia

fino al 1996, anno della sua soppressione. Da allora l'area in stato di abbandono è uno dei più grandi vuoti urbani cittadini ancora in attesa di riqualificazione. Lo scalo merci era collegato alla Torino-Milano per via di un tratto ferroviario, con una lunghezza di 3 chilometri, sviluppato in trincea, a scarpata libera, onde permettere l'attraversamento a raso delle strade che lo intersecano (Friedemann, 1983). Come già accennato precedentemente, il progetto preliminare della M2 prevede l'uso del trincerone per ospitare circa 2 chilometri della linea, da via Bologna alla stazione ferroviaria Rebaudengo Fossata. Questo progetto potrebbe significare un importante punto di svolta per la crescita e la riqualificazione dell'area circostante.

6.3.2. Ubicazione della stazione

Giulio Cesare: *“la stazione è ubicata all'interno del cosiddetto Trincerone ferroviario, tra via Gottardo e via Sempione, nei pressi dell'incrocio con viale Giulio Cesare (da cui la stazione prende il nome). L'ingresso della stazione è posizionato in maniera tale da favorire l'accessibilità da Corso Giulio Cesare, in corrispondenza del quale sono attualmente presenti le fermate della linea tramviaria 4 e di altre linee di autobus, che consentiranno di attrarre maggiore utenza”* (Comune di Torino, 2019, g, pag. 14).

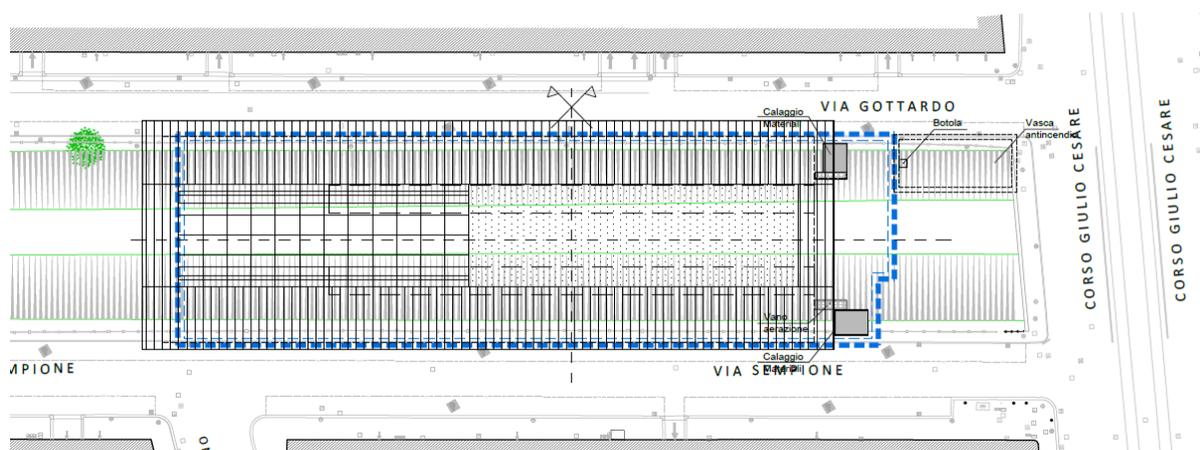


Immagine 27: Ubicazione stazione Giulio Cesare (fonte Comune di Torino)

6.3.3. Inquadramento geografico, demografico e socioeconomico

STAZIONE GIULIO CESARE - DATI POPOLAZIONE	
Popolazione totale	17.744 abitanti (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
N° popolazione straniera	3.969 abitanti stranieri (22,36% sul totale della popolazione)

Indice di vecchiaia	279,6 [(popolazione > 65 anni * 100) / popolazione ≤ 14 anni]
N° diplomati	4.816 diplomati (27,1% sul totale della popolazione)
N° laureati	1.181 laureati (6,6 % sul totale della popolazione)
Forza lavoro totale	7.572 potenziali lavoratori (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
N° occupati	6.682 occupati (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
N° disoccupati	627 disoccupati/in cerca di lavoro (Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011)
Tasso di disoccupazione	8,28% sul totale della forza lavoro

Tabella 59: Dati relativi alla popolazione residente all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Giulio Cesare (autoprodotta)

STAZIONE GIULIO CESARE - DATI COSTRUITO	
Prezzo medio delle abitazioni	1.135 €/m2 (fonte OICT 2018)
Età degli edifici	Fino al 1918 = 7 1919 - 1945 = 54 1946 - 1980 = 508 1981 - 2005 = 21 Dal 2006 = 2 N/A = 596
Edifici principali	OSPEDALE SAN GIOVANNI BOSCO: La struttura ospedaliera nasce in seguito ad un progetto, datato 1955, redatto dal Consiglio Comunale della città di Torino. L'idea iniziale alla base del progetto prevedeva il semplice ampliamento del già esistente e funzionante Ospedale Astanteria Martini di via Cigna. Tuttavia, anziché procedere alla ristrutturazione della struttura esistente si decise di costruire un nuovo ospedale ed il sito scelto fu quello a lato di via Sempione, oltre la ferrovia, in direzione della via Bologna. I lavori di costruzione terminarono nel 1961 e la struttura fu inaugurata dall'allora Capo dello Stato Giovanni Gronchi. Per il nome venne scelto San Giovanni Bosco, in onore del fondatore delle congregazioni dei Salesiani e delle Figlie di Maria Ausiliatrice, Giovanni Melchiorre Bosco. Nel corso del tempo l'ospedale si è rivelato una delle strutture sanitarie più valide del panorama

ospedaliero non solo della città ma dell'intera Provincia di Torino. Ancora oggi il San Giovanni Bosco è il più grande ospedale della zona nord della città e in seguito alla rimodulazione della rete emergenza urgenza prevista dalla Regione Piemonte l'ospedale è stato identificato come ospedale principale (HUB) dell'area nord della città di Torino⁷⁰.



Immagine 28: Veduta ospedale Giovanni Bosco (fonte Google Immagini)

Tabella 60: Dati relativi al costruito all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Giulio Cesare (autoprodotta)

STAZIONE GIULIO CESARE - DATI AMBIENTE	
Superficie aree verdi	17.709,1 m2 (Geoportale Comune di Torino - Carta di Sintesi)
N° alberi	756 alberi totali di cui le specie maggiormente diffuse sono: <ul style="list-style-type: none"> • Tilia Hybrida ed Argentea • Hibiscus Syriacus • Platanus Orientalis ed Acerifoglia
Qualità dell'aria stazione ARPA Piazza Rebaudengo (2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Particolato atmosferico (PM10): 36 µg/m3 (valore massimo consentito 40 µg/m3) • Biossido d'azoto (NO2): 46 µg/m3 (valore massimo consentito 40 µg/m3) • Ozono (O3): 0 (valore massimo consentito 25) • Benzopirene (C20H12): 0,7 µg/m3 (valore massimo consentito 1 µg/m3)

Tabella 61: Dati relativi all'ambiente all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Giulio Cesare (autoprodotta)

STAZIONE GIULIO CESARE - DATI TRASPORTI	
N° fermate dell'autobus	25 fermate di sosta GTT

⁷⁰ http://www.literary.it/dati/literary/barbero/buona_sanita.html

N° linee autobus	12 linee di cui 2 extraurbane
Chilometri di strade	12,9 km (Geoportale Comune di Torino - BDTRE)
Chilometri di piste ciclabili	0,18 km (Geoportale Comune di Torino - Percorsi ciclabili) 1,39% rispetto alla lunghezza totale delle strade
Superficie aree pedonali	0 m2

Tabella 62: Dati relativi ai trasporti all'interno del buffer 0-500 dalla stazione Giulio Cesare (autoprodotta)

7. CONCLUSIONI

I risultati della valutazione portata avanti tramite l'uso dei prezzi edonici ci mostrano come la vicinanza tra stazioni di metropolitana ed immobili generi un aumento nel valore di questi ultimi. L'aumento di valore prodotto non è dovuto alla presenza dell'infrastruttura in sé ma dall'aumento dell'utilità per il consumatore del bene. In questo caso l'utilità è rappresentata dall'accessibilità, concetto introdotto e spiegato all'interno del capitolo "*Introduzione*" della tesi. La costruzione di una stazione di metropolitana aumenta l'accessibilità dell'area in cui essa è localizzata. Questi effetti però si verificano solo all'interno di una porzione limitata di territorio che possiamo chiamare area di influenza della stazione. I benefici generati cessano quando il prezzo (tempo + denaro) pagato per raggiungere la stazione della metropolitana è superiore ai benefici ottenuti dall'uso della stessa infrastruttura. All'interno della tesi le esternalità prodotte dalla costruzione della futura M2 di Torino sono state calcolate solamente per gli immobili localizzati ad una distanza inferiore a 250 metri e ad una distanza compresa tra 250 e 500 metri da una qualsiasi stazione di metropolitana. I risultati ottenuti hanno dimostrato come più ci si allontana dalla metropolitana e minori sono le esternalità positive da essa generate. Infatti, gli immobili situati a meno di 250 metri da una stazione di metropolitana hanno mostrato un incremento del valore pari al 2,4%, mentre l'aumento degli immobili situati tra 250 e 500 metri si ferma al 2,2%. Combinando i risultati ottenuti, tramite l'applicazione del metodo dei prezzi edonici, con i dati forniti da ISTAT e OICT è stato possibile quantificare ed esprimere in termini monetari la dimensione effettiva delle esternalità generate dalla costruzione della M2. Il valore stimato delle esternalità in termini di valore assoluto degli immobili è pari a poco più di 342 milioni di euro.

7.1. Sviluppi futuri della ricerca

La ricerca svolta ha fornito buoni risultati, confermando l'effetto positivo generato dalle infrastrutture di trasporto sul patrimonio immobiliare e quindi rispondendo affermativamente alla domanda posta inizialmente dalla tesi. Nonostante ciò, è possibile pensare ad alcuni miglioramenti o sviluppi futuri a cui andare in contro, in modo tale da ottenere risultati ancora più attendibili e precisi. Il primo punto su cui si potrebbe intervenire è il miglioramento della qualità del campione di dati alla base del modello di prezzi edonici. Il dataset da noi utilizzato, nonostante sia molto numeroso, presenta una disforme distribuzione dei dati a livello temporale. Più precisamente per gli anni dal 2014 al 2017 le unità statistiche sono meno di diecimila mentre

per gli anni dal 2018 al 2021 le unità statistiche sono più di sessantamila. Questa forte disparità non consente di analizzare in maniera accurata l'evoluzione del mercato immobiliare torinese nel tempo. Per migliorare la qualità del campione e conseguentemente dell'analisi sarebbe quindi necessario andare ad incrementare la sua numerosità, concentrandosi sull'aggiunta di compravendite immobiliari avvenute all'interno dei confini comunali torinesi nell'arco di tempo 2014/2017. Avendo Immobiliare.it fornito parte dei dati utilizzati per la costruzione della ricerca potrebbe essere una scelta ragionevole richiedere allo stesso portale immobiliare di fornire i dati in questione. Possedere un campione più numeroso consentirebbe anche di calcolare le esternalità prodotte dalle singole stazioni di metropolitana. Questo significherebbe non più ottenere un solo risultato per l'intera città di Torino ma un risultato, relativo all'aumento percentuale del valore immobiliare, per ogni stazione di metropolitana presa in considerazione. Dal punto di vista pratico sarebbe necessario implementare il campione con una variabile capace di descrivere la distanza che intercorre tra una precisa stazione di metropolitana e gli immobili. Così facendo sarebbe possibile analizzare come gli effetti generati dalla costruzione della metropolitana si differenziano nello spazio all'interno dell'area di studio. Inoltre, con il passare del tempo la valutazione svolta potrebbe essere aggiornata con dati sempre più recenti dove saranno effettivamente riscontrabili le esternalità prodotte dalla M2. Infatti, come è già stato spiegato più volte nei capitoli precedenti, essendo la M2 ancora in fase di progettazione preliminare gli effetti, positivi o negativi, da essa prodotti non sono ancora riscontrabili sul territorio cittadino. Per questo motivo si è reso necessario basare la valutazione sulle fermate della M1 e solo in un secondo momento proiettare i risultati sulle aree che in futuro accoglieranno le fermate della M2. L'apertura dei cantieri per la costruzione dell'infrastruttura è prevista nei primi mesi del 2025 e i lavori, secondo le stime di Infra.To, dovrebbero durare sette anni. Se i tempi saranno rispettati la linea entrerà in funzione nel 2032. Per valutare in maniera precisa le esternalità prodotte direttamente dalla M2 di Torino sarebbe necessario utilizzare un campione di dati composto da compravendite immobiliari avvenute, approssimativamente, tra il 2028 e il 2036. In questo modo la valutazione sarebbe in grado di stimare le ricadute economiche generate dall'infrastruttura durante gli ultimi quattro anni di cantiere e i primi quattro anni di servizio.

7.2. Cattura del valore - come internalizzare le esternalità

In economia una esternalità si manifesta quando l'attività di produzione o di consumo di un soggetto influenza negativamente o positivamente il benessere di soggetti terzi, cioè non coinvolti

in una transazione monetaria, senza che questi ultimi ricevano una compensazione (nel caso di impatto negativo) o paghino un prezzo (nel caso di impatto positivo) pari al costo o al beneficio sopportato o ricevuto. Le esternalità, positive e negative, non permettono il raggiungimento dell'ottimo paretiano e per questo motivo sono definite come una delle possibili cause di fallimento del mercato. Per poter tornare ad una condizione di mercato ideale è necessario internalizzare le esternalità; questo procedimento permette di correggere l'inefficienza allocativa derivante dall'esistenza di esternalità. L'internalizzazione può avvenire tramite l'imposizione di tasse, come per esempio tasse di tipo pigouviano, o tramite la distribuzione di sussidi (Gronchi, 2013).

Nel caso da noi analizzato all'interno della tesi, la realizzazione della M2 di Torino genera un aumento del valore immobiliare per gli immobili localizzati in un raggio di 500 metri dalle stazioni di metropolitana. Le esternalità prodotte dall'infrastruttura di trasporto sono di tipo positivo e i beneficiari sono i proprietari degli immobili. Anche questo tipo di esternalità rappresenta un fallimento per il mercato e per questo motivo sarebbe interessante trovare un modo per poterle internalizzare.

Numerosi economisti, tra cui il premio Nobel William Vickrey, hanno suggerito che l'operatore pubblico può finanziare i costi di sviluppo di un sistema di trasporto, e la maggior parte dei costi operativi, attraverso la cattura del valore, ovvero cercando di recuperare una porzione dell'investimento dall'incremento del valore delle proprietà immobiliari. Lo sviluppo economico-produttivo derivante dalle infrastrutture di trasporto genera infatti rientri in termini di maggiori tasse ed imposte raccolte. La parte più complicata di questo meccanismo sta nella creazione di una metodologia che sia in grado, da un lato, di destinare i capitali raccolti al finanziamento dell'infrastruttura, e dall'altro, di catturare le esternalità positive generate dall'infrastruttura in relazione al valore immobiliare e sullo sviluppo economico non catturato dalle forme esistenti di tassazione. Naturalmente è necessario che le due operazioni vengano sviluppate contemporaneamente in modo tale da diventare motore di sviluppo, generando un circolo virtuoso di investimenti. Pertanto, la strutturazione efficace del finanziamento generato dalla cattura del valore è sicuramente al centro della problematica. A riguardo, la letteratura è però molto carente, sia per la novità dell'argomento, sia perché l'implementazione, essendo influenzata dalle caratteristiche del progetto e dall'ambiente circostante, è differente da caso a caso e pertanto difficilmente sistematizzabile e replicabile. Gli strumenti di cattura del valore possono essere principalmente di due tipi: fiscali e non fiscali (Milotti e Patumi, s.d.). Quando si parla di

meccanismi fiscali si intendono tasse e imposte applicate sull'incremento del valore immobiliare generato dalla costruzione di infrastrutture di trasporto come la metropolitana.

“Esse, come affermato da Doherty (2004), hanno due effetti positivi primari: scoraggiano i proprietari a speculare e aumentano i costi delle proprietà, favorendo lo sviluppo” (Milotti e Patumi, s.d., pag. 8). Questo tipo di meccanismi, se accompagnati da accordi tra le autorità competenti e i costruttori dell'infrastruttura, possono destinare la porzione di tasse derivanti dall'aumento del valore immobiliare al finanziamento dell'infrastruttura stessa. Le tasse applicabili sono di diversa natura, applicate una sola volta o ripetute e possono riguardare una o più aree con caratteristiche e dimensioni differenti. Al riguardo, nel paper pubblicato dal Royal Institution of Chartered Surveyors e dall'Ufficio del Primo Ministro scozzese (RICS/ODPM, 2002) si trova la trattazione dei meccanismi fiscali che consentirebbero di catturare parte dei benefici generati dalle infrastrutture di trasporto. Essendo questo studio riferito al mondo anglosassone è probabile che quanto descritto non sempre trovi corrispondenza con la realtà italiana ma può comunque fornire spunti e riflessioni interessanti. Le tipologie di cattura del valore individuate dal paper sono le seguenti (Milotti e Patumi, s.d.):

- tassazione del valore immobiliare;
- tassa sulla proprietà fondiaria assoluta, applicata una tantum;
- tassa sullo sviluppo delle aree definite come edificabili applicata sul permesso di costruzione;
- tassa su un investimento in una data area, calcolata in base al cambiamento del valore generato dal nuovo investimento;
- tariffe di accaparramento, applicata ai proprietari immobiliari al fine di capitalizzare i miglioramenti infrastrutturali;
- i distretti di sviluppo commerciale: in un'area specifica, si permette che una tassa sulla proprietà venga alzata, al fine di destinare i ricavi aggiuntivi al finanziamento delle infrastrutture e ad altri miglioramenti;
- imposta sulle attività commerciali, tassa pagata dagli esercenti, a livello locale.

Invece, i meccanismi non fiscali sono quei metodi che permettono il coinvolgimento dei privati nel finanziamento di un'infrastruttura di trasporto. In questo modo il soggetto pubblico ha la possibilità di recuperare parte dei benefici immobiliari generati dall'investimento pubblico di cui ha beneficiato il soggetto privato. Tale cooperazione può avvenire sia su base volontaria, anche

se molto raro, che su base coercitiva. Il paper ReUrbA² (2006), riguardo allo sviluppo congiunto pubblico-privato, elenca le seguenti tipologie (Milotti e Patumi, s.d.):

- “*Benefit sharing*”: il soggetto pubblico ed il soggetto privato si dividono parte dei profitti una parte dei profitti generati dalle attività commerciali gestite da quest’ultimo;
- “*Concession lease*”: se l’area in cui è situato il soggetto privato è di proprietà del soggetto pubblico, quest’ultimo stipula un contratto d’affitto che tiene in considerazione le esternalità positive generate dall’infrastruttura;
- “*Connection fees*”: oneri di passaggio che consentono all’immobile dove risiede o ove è svolta l’attività del soggetto privato di collegarsi all’infrastruttura;
- “*Developer contributions*”: è molto raro ma si riferisce ai casi in cui il soggetto privato volontariamente decide di contribuire all’investimento infrastrutturale poiché lui stesso ne beneficerà;
- “*Land leases and air-rights development*”: affitto o vendita dei terreni di proprietà pubblica o dei diritti su essi esistenti.

In questo senso un esempio virtuoso è quello della metropolitana di Copenaghen; essa è stata in gran parte finanziata dall’incremento dei valori immobiliari delle proprietà che ne beneficiano. In questo modo è stato possibile implementare il sistema dei mobilità urbana senza aggravare le finanze pubbliche della città. Il Comune di Copenaghen ha quindi applicato il metodo della cattura del valore immobiliare per il finanziamento della metropolitana e lo ha fatto grazie alla sussistenza di due elementi principali (Milotti e Patumi, s.d.):

- la costruzione del ponte tra Copenaghen e Malmoe e;
- la disponibilità nei suoi pressi di un’area di proprietà pubblica.

Il nuovo Ponte di Øresund, lungo poco meno di 16 chilometri, che permette di collegare Svezia e Danimarca in maniera stabile e sicura ha comportato la valorizzazione immobiliare e territoriale di una vasta area, l’Amager Island, situata nelle sue vicinanze. Inoltre, proprio in tale area la città di Copenaghen era proprietaria di un’area, con estensione paria a 300 ettari, non ancora sviluppata. Pertanto, in seguito alla costruzione del ponte dell’Øresund ed alla conseguente valorizzazione delle proprietà immobiliari limitrofe, la città ha deciso di sviluppare ex-novo un

insediamento urbano in tale zona. Tutto ciò ha consentito di finanziare gran parte della metropolitana cittadina (Milotti e Patumi, s.d.).

7.2.1. Cattura del valore - Il caso della Variante 200 a Torino

Lo stesso procedimento portato avanti con successo dal Comune di Copenhagen è stato pensato ed esposto dai tecnici torinesi all'interno della Variante 200 al PRG. Questo documento, datato 2010, ha come obiettivo principale lo sviluppo urbano e infrastrutturale del quadrante nord-est della città di Torino. Al centro del progetto c'è la realizzazione di un primo tratto della M2 torinese. Come viene indicato all'interno del documento stesso la Variante 200 presenta alcuni significativi gradi di innovazione, che la rendono una sperimentazione pilota nel suo genere. Infatti, l'intenzione era quella di predisporre un meccanismo di cattura del valore nei confronti delle valorizzazioni immobiliari di aree pubbliche e private, al fine di finanziare un'importante opera d'infrastrutturazione urbana, la seconda linea di metropolitana, territorialmente connessa alle aree da sviluppare. In termini monetari il Comune si era imposto di co-finanziare l'infrastruttura per un valore di circa 650 milioni di euro; cifra che avrebbe permesso la realizzazione di un primo tratto dell'infrastruttura. Questo strumento innovativo avrebbe permesso di finanziare l'opera con capitale interamente privato, evitando, da parte dell'ente locale l'esborso del capitale in un'unica soluzione e quindi non gravando sul debito comunale. Ad oggi 2022, la maggior parte degli sviluppi urbani previsti dalla Variante 200 non sono avvenuti e l'infrastruttura (M2) sarà finanziata quasi interamente con fondi statali (Comune di Torino, 2010).

BIBLIOGRAFIA

Agenzia delle entrate, MEF Dipartimento delle Finanze. (2019). Gli immobili in Italia. Ricchezza, reddito e fiscalità immobiliare.

Agenzia per la Mobilità Metropolitana e Regionale. (2015). Linea 2 di metropolitana. Valutazioni sull'integrazione con il Servizio Ferroviario Metropolitan dell'area di Torino.

ATM. (2020). Carta della mobilità ATM 2020.

Bae, C. H. C., Jun, M. J., & Park, H. (2003). The impact of Seoul's subway Line 5 on residential property values. *Transport policy*, 10(2), 85-94.

Baltagi, B. H., & Chang, Y. J. (1994). Incomplete panels: A comparative study of alternative estimators for the unbalanced one-way error component regression model. *Journal of Econometrics*, 62(2), 67-89.

Bottero, M., Bravi, M., Dell'Anna, F., & Mondini, G. (2018). Valutazione dell'efficienza energetica degli edifici con il metodo dei prezzi edonici: gli effetti spaziali sono rilevanti? *Valori e Valutazioni*, (21).

Bozzo L. (2018). Il fenomeno della gentrification. Università degli studi di Torino.

Camagni, R. (1993). *Principi di economia urbana e territoriale*. Carocci.

Camera dei deputati. Interrogazione a risposta in commissione 5-06695. XVIII Legislatura. Martedì 21 settembre 2021, seduta n. 568.

Camera dei deputati. Mozione 1-00401. XVIII Legislatura. Venerdì 6 novembre 2020, seduta n. 424.

Castaglioni A. (Milano 1995). *Torino dalla Ricostruzione agli anni '70*. Franco Angeli editore.

Chun-Chang, L., Chi-Ming, L., & Hui-Chuan, H. (2020). The impact of a mass rapid transit system on neighbourhood housing prices: an application of difference-in-difference and spatial econometrics. *Real Estate Management and Valuation*, 28(1), 28-40.

Comune di Torino, ATM. (1992). *Metropolitana automatica Linea 1, progetto di massima*.

Comune di Torino. (2016). Documento preliminare alla progettazione metropolitana di Torino-Linea 2. (art. 15 D.P.R. 207/10)

Comune di Torino. (s.d., a). Il sistema VAL.

Comune di Torino. (s.d., b). Il VAL 208 Torino.

Comune di Torino. (s.d., c). Le stazioni.

Comune di Torino. (2008). Linea 2 metro – Studio di fattibilità.

Comune di Torino. (2019, e). Linea 2 metropolitana automatica di Torino. Carta architettonica.

Comune di Torino. (2019, b). Metropolitana di Torino Linea 2 progetto di fattibilità tecnico ed economica. Elaborati generali-Analisi delle scelte progettuali relazione generale e illustrativa delle scelte progettuali della tratta centrale.

Comune di Torino. (2019, f). Metropolitana di Torino Linea 2 progetto di fattibilità tecnico ed economica. Elaborati generali-Analisi delle scelte progettuali relazione tecnica dei prolungamenti.

Comune di Torino. (2019, c). Metropolitana di Torino Linea 2 progetto di fattibilità tecnico ed economica. Elaborati generali relazione illustrativa generale.

Comune di Torino. (2019, g). Metropolitana di Torino Linea 2 progetto di fattibilità tecnico ed economica. Funzionale, relazione funzionale generale stazioni e manufatti di linea.

Comune di Torino. (2019, a). Metropolitana di Torino Linea 2 progetto di fattibilità tecnico ed economica. Prime indicazioni per il piano di sicurezza e coordinamento.

Comune di Torino. (s.d.). Ospedale militare “Alessandro Riberi”.

Comune di Torino. (2008). Piano di fattibilità della Linea 2 di metropolitana di Torino. Approvazione Tecnica.

Comune di Torino (2006). Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS). Relazione illustrativa.

Comune di Torino. (2018). Progettazione preliminare Linea 2 metropolitana, al via l’analisi dei fabbricati.

Comune di Torino. (2010). Variante 200 N. 200 al PRG. Variante strutturale ai sensi della L.R. 56/’77 e S.M.I. E della L.R. 1/’07. Linea 2 di metropolitana e quadrante nord-est di Torino. Relazione illustrativa.

- Davies, L. et al. (2004). UCL Bartlett School of Planning (2003), Transport and City Competitiveness, Report for DfT and ODPM, London.
- Dumont, G. F. (2010). Les évolutions démographiques de la population dans le monde et ses conséquences.
- FINPIEMONTE. (2010). Variante 200 e Metro 2 Torino. Relazione generale.
- Friedemann, A. (1983). Sviluppo urbano e industriale a Torino. *Archeologia Industriale*, 1, 43-53.
- Gallo, M. (2018). The impact of urban transit systems on property values: A model and some evidence from the city of Naples. *Journal of Advanced Transportation*, 2018.
- Gronchi, M. (2013). Le esternalità: analisi economica e situazione normativa. Università degli studi di Pisa dipartimento di scienze politiche.
- Herath, S., & Maier, G. Prezzi edonici delle abitazioni in presenza di dinamiche spaziali e temporali (Agenzia delle entrate).
- Infra.To (2022). Osservatorio Metropolitano.
- Kheyroddin, R., Taghvaei, A., & Forouhar, A. (2014). The Influence of Metro Station Development on Neighbourhood Quality. The Case of Tehran Metro Rail System. *International review for spatial planning and sustainable development*, 2(2), 64-75.
- Kim, D. (1993). The determinants of urban housing prices in 1982-1990. The Ohio State University.
- Li, P., & Xu, D. (2020, March). Study on the Influence of Metro on the Housing Price Around the Line--A Case Study of Luoyang Metro Line 2. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 780, No. 7, p. 072007). IOP Publishing.
- Lin, J. J., & Hwang, C. H. (2004). Analysis of property prices before and after the opening of the Taipei subway system. *The Annals of Regional Science*, 38(4), 687-704.
- Lupo, G. M. (2001). Le barriere e la cinta daziaria. *Levra*,(ed.), Storia di Torino, 310-317.
- Malerba, A. (2017). Dimensionamento di rivestimenti in anelli di conci prefabbricati per gallerie meccanizzate: il tunnel di base del Brennero. Politecnico di Milano.

- Manzo, L. K. C. (2016). Via via, vieni via di qui! il processo di gentrificazione di via Paolo Sarpi, la Chinatown di Milano (1980-2015). *Via via, vieni via di qui! il processo di gentrificazione di via Paolo Sarpi, la Chinatown di Milano (1980-2015)*, 27-50.
- Mela, S. (2021). Arte pubblica e rigenerazione urbana: il caso del quartiere Aurora a Torino. *Fuori Luogo. Rivista di Sociologia del Territorio, Turismo, Tecnologia*, 9(1), 161-173.
- Mendelsohn, R., Hellerstein, D., Huguenin, M., Unsworth, R., & Brazee, R. (1992). Measuring hazardous waste damages with panel models. *Journal of Environmental Economics and Management*, 22(3), 259-271.
- Milotti, A., & Patumi, N. (2009). La “cattura del valore” come metodo di finanziamento per le infrastrutture di trasporto: tre casi a confronto. *TRASPORTI, AMBIENTE E TERRITORIO*, 67.
- Nelson, A. C. (1992). Effects of elevated heavy-rail transit stations on house prices with respect to neighborhood income. *Transportation Research Record*, 1359, 127–132.
- OtiPiemonte. (2022). *Metropolitana di Torino-Linea 2*.
- Penna, A. (2018). *Linea 2 della metropolitana: ecco il tracciato definitivo*. (Torinotoday).
- Rambaldi, M. (31 luglio 2021). *Torino, la metro guarda a sud: ecco come e quando arriverà a Nichelino*. (La Stampa).
- Ravera, S. (2005). *Il processo decisionale sul metro di Torino: le leggi, i dibattiti, le opinioni dei diretti interessati* (Doctoral dissertation, Politecnico di Torino).
- Regione Piemonte (2009). *Bollettino Ufficiale n. 15 del 16/04/2009*.
- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of political economy*, 82(1), 34-55.
- Spengler, E. H. (1930). *Land values in New York in relation to transit facilities*. Faculty of Political Science Columbia university, New York.
- Torzewski, M. (2020). Public transport accessibility and the prices of nearby properties: the case of the first metro line in Warsaw. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 20(2), 41-59.
- UNI. (2000). *Norma italiana. Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia)*. Termini e definizioni.

Università degli studi di Torino. (s.d.). Campus Luigi Einaudi-Torino.

SITOGRAFIA

ANSA, Cina: costruiti oltre 968 km di ferrovie urbane nel 2019, (Disponibile online)

https://www.ansa.it/sito/notizie/mondo/dalla_cina/2020/01/02/cina-costruiti-oltre-968-km-ferrovie-urbane-in-2019_f647f293-bbe0-409e-b776-a2132697b2df.html

ArcGIS for Desktop, Proximity analysis, (Disponibile online)

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/commonly-used-tools/proximity-analysis.htm#:~:text=The%20Near%20tool%20calculates%20the,a%20set%20of%20tourist%20destinations>

ArcGIS for Desktop, What is a network dataset?, (Disponibile online)

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/help/analysis/networks/what-is-network-dataset-.htm#:~:text=Network%20datasets%20are%20well%20suited,done%20on%20a%20network%20dataset.>

Atlante di Torino, Quartiere Aurora, (Disponibile online)

<http://www.atlanteditorino.it/quartieri/Aurora.html>

Bandi Comune di Torino, Bando di gara n° 16/2016 – Metropolitana di Torino Linea 2, (Disponibile online)

<http://bandi.comune.torino.it/bando/bando-gara-ndeg-162016-metropolitana-torino-linea-2>

Città metropolitana di Torino, Metropolitana di Torino, (Disponibile online)

http://www.cittametropolitana.torino.it/speciali/2021/metropolitana_torino/#:~:text=Una%20volta%20terminati%20i%20lavori,tra%20febbraio%20e%20marzo%202024

Comune di Torino, Città Agorà, Metropolitana: servono 4 miliardi di euro per realizzare la Linea 2, (Disponibile online)

<http://www.comune.torino.it/cittagora/primo-piano/metropolitana-servono-4-miliardi-di-euro-per-realizzare-la-linea-2.html>

Data science, Matematica e statistica, Definizione R-Squared, (Disponibile online)

<https://datascience.eu/it/matematica-e-statistica/definizione-r-squared/>

Demo Istat, Bilancio demografico 2022, (Disponibile online)

<https://demo.istat.it/bilmens/index.php?anno=2022&lingua=ita>

Esri, Cos'è il GIS?, (Disponibile online)

<https://www.esri.com/it-it/what-is-gis/overview>

Governo Italiano Presidenza del Consiglio dei Ministri, PNRR e metropolitana di Torino, (Disponibile online)

<https://www.governo.it/it/search/node/PNRR%20metropolitana%20torino>

IBM, Software IBM SPSS, (Disponibile online)

<https://www.ibm.com/it-it/analytics/spss-statistics-software>

IED, Chi siamo, (Disponibile online)

<https://www.ied.it/chi-siamo>

Infra.To, Il sistema VAL, (Disponibile online)

<https://www.infrato.it/il-sistema-val/>

Infra.To, L'arte in metropolitana, (Disponibile online)

<https://www.infrato.it/larte-in-metropolitana/>

Infra.To, Le stazioni, (Disponibile online)

<https://www.infrato.it/le-stazioni/>

ISTAT, Censimento generale della popolazione e delle abitazioni 2011, (Disponibile online)

<https://www.istat.it/>

Italgas, Italgas inaugura la rinnovata sede torinese di Largo Regio Parco e rafforza lo storico legame con la città, (Disponibile online)

<https://www.italgas.it/comunicato/italgas-inaugura-la-rinnovata-sede-torinese-di-largo-regio-parco-e-rafforza-lo-storico-legame-con-la-citta/>

Literary, Buona sanità. Storia di un ospedale, (Disponibile online)

http://www.literary.it/dati/literary/barbero/buona_sanita.html

Museo Torino, Chiesa di Santa Rita da Cascia, (Disponibile online)

<https://www.museotorino.it/view/s/ace6e1db7b0b4463aa21fe46a4abd85f>

Museo Torino, Cimitero Monumentale, (Disponibile online)

<https://www.museotorino.it/view/s/8f169cbe7d574ffc9ea243dd53311b25#:~:text=1.-,Storia%20dell'edificio,abitato%20nei%20pressi%20della%20Dora.>

Museo Torino, Ex ospedale Alessandro Riberi, (Disponibile online)

<https://www.museotorino.it/view/s/fd8310a429874943abbf7fe9569ce9d0>

Museo Torino, Ex stabilimento CEAT-Cavi, (Disponibile online)

<https://www.museotorino.it/view/s/398f80089c354751baaef4d11da83a6e#:~:text=Noto%20come%20stabiliment>

Museo Torino, Stadio Olimpico Grande Torino, già Stadio Olimpico, ex Stadio Municipale "Benito Mussolini", (Disponibile online)

<https://www.museotorino.it/view/s/2badeca1a9b94095ae00602cfb39bf29>

Osservatorio Immobiliare Città di Torino, Chi siamo, (Disponibile online)

http://www.oict.polito.it/chi_siamo

Torino Urban Lab, Torino Atlas, (Disponibile online)

<https://urbanlactorino.it/pubblicazioni/torino-atlas-3/>

Torino Urban Lab, Torino Urban Lab, (Disponibile online)

<https://urbanlactorino.it/urban-lab/>

Tram di Torino, Sviluppo del trasporto urbano a Torino, L'età delle compagnie private (1845-1907), (Disponibile online)

https://www.tramditorino.it/storia_tram_1.htm

Treccani, Accessibilità, (Disponibile online)

<https://www.treccani.it/enciclopedia/accessibilita/>

Treccani, Distanza euclidea, (Disponibile online)

<https://www.treccani.it/vocabolario/ricerca/distanza-euclidea/>

Treccani, Lancaster Kelvin John, (Disponibile online)

https://www.treccani.it/enciclopedia/kelvin-john-lancaster_%28Enciclopedia-Italiana%29/

Wikipedia, Centro ricerche FIAT, (Disponibile online)

https://it.wikipedia.org/wiki/Centro_Ricerche_Fiat

Wikipedia, Corso Giulio Cesare, (Disponibile online)

https://it.wikipedia.org/wiki/Corso_Giulio_Cesare#Storia

Wikipedia, Grande area metropolitana di Tokyo, (Disponibile online)

https://it.wikipedia.org/wiki/Grande_Area_di_Tokyo#:~:text=%C3%88%20la%20pi%C3%B9%20popolata%20area,con%20popolazione%20sei%20volte%20maggiore.

Wikipedia, Santa Rita, (Disponibile online)

[https://it.wikipedia.org/wiki/Santa_Rita_\(Torino\)#CITEREFSanta_Rita](https://it.wikipedia.org/wiki/Santa_Rita_(Torino)#CITEREFSanta_Rita)