PUG

COMUNE DI FERRARA

Piano Urbanistico Generale (PUG)

(Legge Regionale n. 24/2017)

VALSAT - Studi e simulazioni del traffico

Direttrice commerciale via Eridano/via Ferraresi; Accesso Nord-Ovest; Bretella Est; Bretella Nord

Settembre 2026

VAS - Allegato 4

studio Gasparrini

Piano Urbanistico Generale

Studi e simulazioni del traffico

Il presente documento raccoglie gli studi elaborati sui principali assi stradali del Comune di Ferrara oggetto di progettualità in questi ultimi anni.

In particolare, come accennato nei precedenti paragrafi 5.4.1.3, 5,12, 5.15, questi studi approfonditi hanno interessato:

1. La direttrice commerciale di via Ferraresi e via Eridano
2. Il nuovo accesso nord-ovest (realizzato tra via Marconi, via Po e via Modena con finanziamento PNRR)
3. Il progetto della “Bretella Est” tra via Wagner, via Comacchio e via Pomposa
4. Il progetto della “Bretella Nord” tra via Padova e via Eridano attraverso via Battistella

Gli studi hanno l’obiettivo di presentare le simulazioni del traffico per valutare la migliore soluzione progettuale.

Le direttrici commerciali di via Eridano e via Ferraresi

Studio di traffico per la stima degli impatti sulla mobilità

Marzo 2024

GO Mobility

Le direttrici commerciali di via Eridano e via Ferraresi

Studio di traffico per la stima degli impatti sulla mobilità

Responsabile

Ing. Francesco Ciaffi

Gruppo di Lavoro

Ing. Francesco Ciaffi

Ing. Daniele Di Antonio

Ing. Stefania Lepore

Approvazione

Ing. Francesco Ciaffi

Revisione

Marzo 2024

Indice

1. Obiettivi e contenuti dello studio 7

2. Il contesto di riferimento 10

2.1. Ambito di studio 11

2.2. Ambito di intervento 13

2.2.1. Direttrice commerciale via Eridano 13

2.2.2. Direttrice commerciale via Ferraresi 16

3. Il modello di macro-simulazione 19

3.1. L'offerta di mobilità nello Scenario Attuale 20

3.2. La domanda di mobilità nello Scenario Attuale 22

3.3. Calibrazione del modello 23

3.4. Stima del periodo di massimo carico sulla rete 25

4. Gli Scenari di Progetto 29

4.1. Metodologia generale 29

4.2. Stima della domanda in accesso/egresso ai nuovi complessi commerciali 29

4.2.1. Direttrice commerciale via Eridano 31

4.2.2. Direttrice commerciale via Ferraresi 33

4.3. Determinazione del bacino di influenza dei nuovi complessi commerciali 34

4.3.1. Direttrice commerciale via Eridano 37

4.3.2. Direttrice commerciale via Ferraresi 37

4.4. Evoluzione del sistema di offerta 37

4.4.1. Direttrice commerciale via Eridano 37

4.4.2. Direttrice commerciale via Ferraresi 39

4.5. Configurazione degli Scenari di analisi 41

5. Risultati e conclusioni 43
5.1. Gli indicatori di rete 43
5.1.1. Direttrice commerciale via Eridano 43
5.1.2. Direttrice commerciale via Ferraresi 45
5.2. Conclusioni 46
5.2.1. Direttrice commerciale via Eridano 46
5.2.2. Direttrice commerciale via Ferraresi 46

Indice delle figure 48

Indice delle tabelle 50

1. Obiettivi e contenuti dello studio

Il presente studio ha come obiettivo la verifica degli impatti possibili generati dallo sviluppo, mediante insediamento di nuove attività e ampliamento/rifunzionalizzazione di attività già esistenti, nelle due direttrici commerciali di via Eridano e via Ferraresi nel territorio del Comune di Ferrara, individuate nella Strategia del Piano Urbanistico Generale.

Si è provveduto alla redazione di uno studio supportato da **macro-simulazioni volte alla valutazione degli impatti che si verranno a produrre sul sistema della mobilità con la realizzazione degli interventi nel loro complesso**.

Questo documento si pone l'obiettivo di illustrare i principali risultati ottenuti dalle analisi svolte affrontando due tematiche principali:

- stima della nuova domanda di mobilità su strada in accesso/egresso per lo sviluppo delle due direttrici commerciali;
- valutazione modellistica degli impatti prodotti sulla circolazione veicolare lungo la viabilità comunale.

Preliminare a tutte le analisi è stata la delimitazione degli ambiti di riferimento per l'analisi territoriale (**ambito di intervento**) e per l'analisi modellistica di livello macroscopico (**ambito di studio**). Quest'ultimo fa riferimento all'intero territorio comunale che è stato utilizzato come scala di analisi per le valutazioni modellistiche. L'ambito di intervento ha invece richiesto la definizione del bacino di influenza delle medie strutture di vendita, utilizzando tecniche di *data mining* su informazioni di origine assicurativa (*Floating Car Data*) utilizzate, grazie ad algoritmi specifici sviluppati da GO-Mobility, in forma del tutto anonima con scopi di pianificazione della mobilità.

Il quadro di riferimento è completato dalla descrizione dello stato della circolazione sulla viabilità che serve l'ambito di studio a partire da un insieme di dati ricavati da due fonti:

- Floating Car Data, con riferimento al mese di ottobre per gli anni 2018 e 2022, acquisiti ed elaborati da GO-Mobility;
- rilevazioni di traffico su strada fornite dal Comune di Ferrara e realizzate tra ottobre e novembre 2023.

La ricostruzione allo stato di fatto delle componenti di domanda di mobilità ed offerta di trasporto su strada ha dato luogo alla simulazione modellistica di tipo macroscopico dello Scenario Attuale.

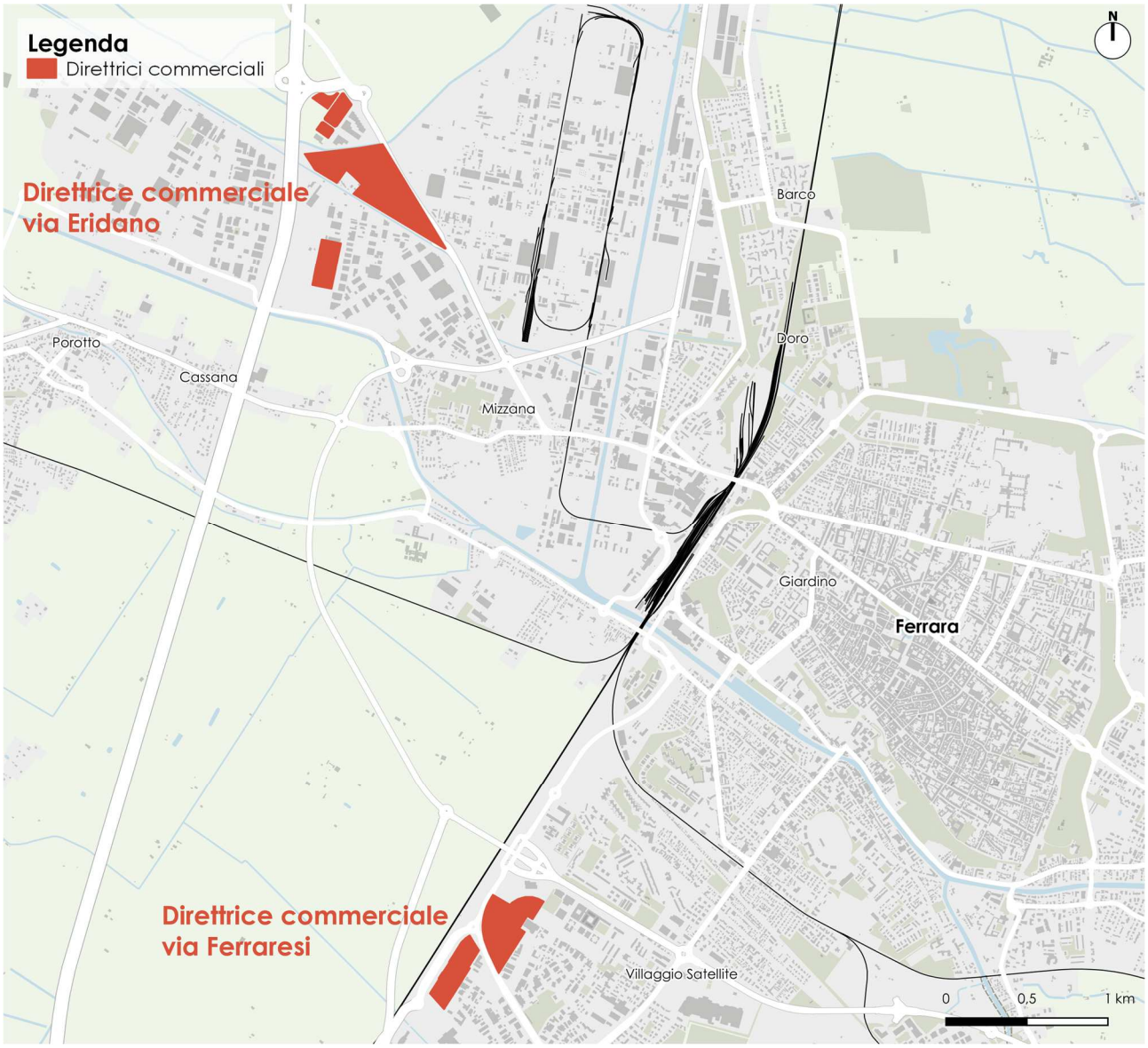


Figura 1.1 – Localizzazione delle direttrici commerciali nel territorio del Comune di Ferrara

Il modello di simulazione è quello implementato per la redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) del Comune di Ferrara per le valutazioni sullo Scenario Attuale; per misurare al meglio gli effetti dei nuovi interventi in funzione delle più recenti dinamiche di mobilità che interessano il capoluogo, è stato ulteriormente aggiornato al 2022 (nuovo orizzonte temporale dello stato attuale) tramite il dato FCD e, in seguito, ulteriormente calibrato sui nuovi dati di rilievo di traffico resi disponibili dal Comune di Ferrara. Tale processo ha consentito di avere a disposizione i recenti valori assunti dalle variabili significative del fenomeno della mobilità stradale da utilizzare come riferimento per la successiva valutazione degli impatti sul traffico negli scenari previsionali (o "di progetto").

A valle della ricostruzione modellistica della mobilità stradale nello Scenario Attuale si è provveduto a determinarne la configurazione anche negli Scenari di Progetto, per valutare la sostenibilità nel lungo periodo dello sviluppo delle due direttrici, che potrebbe in particolare concretizzarsi con l'insediamento di medio-grandi e grandi strutture di vendita non alimentari e di attività di logistica.

L'analisi tramite macro-simulazione è stata condotta con l'ausilio del software PTV Visum attraverso il quale sono state riprodotte le condizioni della circolazione veicolare sulle strade dell'ambito di studio. I risultati delle

simulazioni sono espressi attraverso indicatori sintetici di rete che stimano il funzionamento del sistema di mobilità negli Scenari di Progetto in termini di percorrenze totali sulla rete (monte km), tempi totali di viaggio sulla rete (monte ore), velocità medie di percorrenza, tempi e distanze di viaggio medi sulla rete, lunghezza della rete in congestione.

Il documento si sviluppa su cinque capitoli che descrivono il contesto di riferimento dello studio, le dinamiche di mobilità dell'area di studio e gli sviluppi futuri previsti dalle due direttrici commerciali, la metodologia adottata per l'analisi degli effetti indotti dagli interventi sul sistema di mobilità e i principali risultati dello studio. In particolare:

- il presente *Capitolo 1* definisce le finalità dello studio condotto, introduce i contenuti del documento e l'approccio metodologico impiegato per la redazione dello studio e per la conduzione delle varie analisi;
- il *Capitolo 2* illustra il contesto di riferimento nel quale si colloca il presente studio attraverso la delimitazione degli ambiti di intervento e dell'ambito di studio;
- il *Capitolo 3* riassume le principali caratteristiche del modello di simulazione utilizzato per la valutazione degli effetti generati dallo sviluppo delle due direttrici commerciali nel territorio del Comune di Ferrara;
- il *Capitolo 4* descrive la metodologia generale utilizzata per la stima della nuova domanda di mobilità su strada in accesso/egresso alle due direttrici commerciali, per la determinazione del bacino di influenza e la configurazione degli Scenari di Progetto;
- il *Capitolo 5* riporta tutti i principali risultati ottenuti dall'applicazione del modello di macro-simulazione.

2. Il contesto di riferimento

Per determinare gli impatti prodotti da una nuova funzione che si va ad insediare sul territorio, che si tratti di intervento insediativo e/o infrastrutturale sulle reti del trasporto, è necessario delimitare in via preliminare gli ambiti di analisi. Come accennato in precedenza, si intenderanno come:

- **ambito di studio**: la porzione di territorio presa a riferimento per le macro-simulazioni, al fine di determinare al meglio gli impatti delle nuove strutture nel territorio;
- **ambito di intervento**: la porzione di territorio maggiormente interessata dalla realizzazione delle nuove strutture individuata attraverso definizione dei rispettivi bacini di influenza.

L'*ambito di studio* consiste nella dimensione di analisi del modello di macro-simulazione implementato per le valutazioni del PUMS del Comune di Ferrara e coincide con il territorio comunale suddiviso in 110 zone omogenee di generazione ed attrazione di traffico in funzione delle caratteristiche di popolazione, insediamenti abitativi e viabilità, con l'obiettivo di raggiungere un giusto compromesso tra livello di dettaglio e oneri modellistici.

La delimitazione dell'*ambito di intervento* ha avuto, invece, la funzione di permettere la descrizione, con chiave di lettura sufficientemente ampia, del bacino di influenza delle due direttrici commerciali, ossia dell'area entro la quale sono generati ed attratti gli spostamenti che vi si relazionano. Questo è stato determinato esaminando gli spostamenti effettuati in autovettura, dal momento che l'eventuale bacino pedonale è per certo di dimensione più contenuta, con l'obiettivo di valutare entità e configurazione della domanda dei nuovi complessi commerciali.

La definizione degli ambiti di intervento di ciascuna direttrice commerciale è stata effettuata a partire dall'analisi di Floating Car Data (FCD) generati da un aggregato di attività della grande distribuzione confrontabile per dimensione e vicino per collocazione nell'ambito della città. In particolare, per l'ambito di intervento relativo alla direttrice commerciale di via Eridano è stato preso come riferimento il parco commerciale "Diamante", mentre per l'ambito di intervento relativo alla direttrice commerciale di via Ferraresi l'analisi è stata svolta sul centro commerciale "Il Castello".

Gli FCD sono dati puntuali generati da un'apparecchiatura detta *scatola nera* (Figura 2.1), o *black box* nel suo equivalente inglese, che può essere installata sui veicoli per scopi assicurativi. La scatola nera è un dispositivo, dotato di GPS per la geo-localizzazione, in grado di registrare la posizione del veicolo ed altri dati utili a capire la dinamica di un sinistro (data e ora, stato del motore, velocità istantanea, etc.).

Le informazioni raccolte da questo tipo di strumentazione unitamente all'applicazione di opportune tecniche di analisi dati, permette, tra le altre cose, di ricostruire la domanda di mobilità con il mezzo privato, in una determinata porzione di territorio. Infatti, tramite l'analisi delle informazioni che caratterizzano gli spostamenti intesi come sequenze di punti (dato grezzo), è possibile ottenere, attraverso l'applicazione di appositi algoritmi sviluppati internamente da GO-Mobility, le informazioni sui viaggi completi, come sequenza di punti di accensione, marcia e spegnimento.

Il passaggio dal campione statistico (sequenze di FCD) all'universo (flussi veicolari) avviene tramite un coefficiente di espansione legato ai livelli di motorizzazione del luogo in cui il veicolo sosta di notte usualmente. I dati utilizzati per questa analisi, acquisiti e rivenduti dal provider Vem Solutions nel rispetto delle disposizioni del codice in materia di protezione dei dati personali, sono relativi ai mesi di ottobre 2018 e 2022; il coefficiente di penetrazione dell'apparecchiatura nell'area del Comune di Ferrara è pari a circa l'1%.

Pertanto, determinazione del bacino di influenza e analisi delle caratteristiche di domanda sono state effettuate utilizzando gli FCD generati da aggregati commerciali di dimensioni e destinazioni simili siti nel Comune di Ferrara che dispongono di parcheggi a raso, garantendo quindi la corretta ricezione del segnale GPS, quali il parco commerciale "Diamante" per la direttrice commerciale di via Eridano e il centro commerciale "Il Castello" per la direttrice commerciale di via Ferraresi.

Infine, il dato di spostamenti relativo a ciascun ambito di intervento è stato poi tradotto in spostamenti attratti e generati da ciascun elemento facente parte dell'ambito di studio, per una corretta simulazione degli effetti sul territorio.

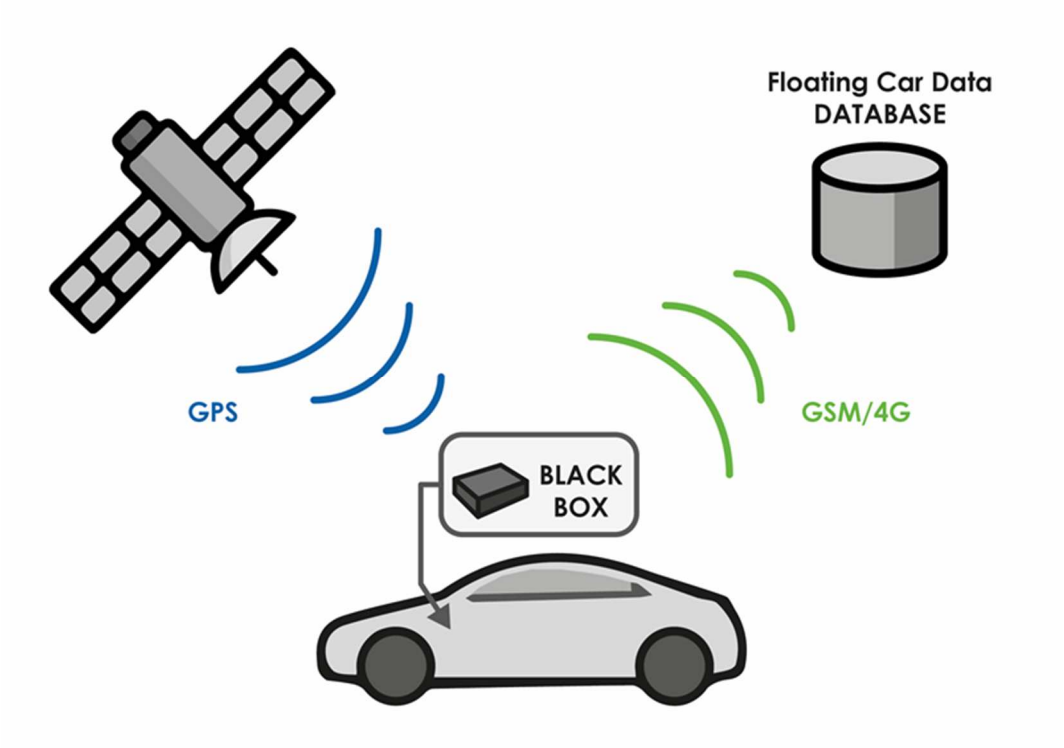


Figura 2.1 – Schema funzionale del sistema di rilevamento dei Floating Car Data

2.1. Ambito di studio

Come descritto precedentemente, per determinare al meglio gli impatti generati da nuove funzioni che si vanno ad insediare sul territorio è necessario delimitare gli ambiti di analisi.

Nello specifico, **l'ambito di studio** rappresenta la porzione di territorio presa a riferimento per l'analisi modellistica di livello macroscopico e corrisponde all'intero territorio del Comune di Ferrara che è stato quindi utilizzato come scala di analisi per le valutazioni modellistiche.

Il Comune di Ferrara, capoluogo dell'omonima provincia, si sviluppa su una superficie di circa 404 km^2 immerso nella Pianura Padana ed è situato nella zona nord-orientale della Regione Emilia-Romagna. All'interno del Comune circa 7 km^2 sono dedicati al verde pubblico e in generale tutto il forese è caratterizzato da un paesaggio agreste nel quale si inseriscono piccoli centri abitati. L'urbanizzazione assume la forma tipica della maggior parte dei comuni italiani, contraddistinta da elevata densità abitativa nel centro storico e lungo le principali vie di accesso/egresso al capoluogo. In questo particolare caso l'apparato edilizio si è sviluppato verso sud e ad est con quartieri prettamente residenziali, mentre a nord-ovest si trova un'ampia zona industriale e commerciale, attraversata dall'Autostrada A13 Bologna – Padova.

La rete stradale del Comune di Ferrara si estende per oltre 1.000 km e comprende un tratto di oltre 30 km dell'Autostrada A13 Bologna – Padova, 30 km di raccordo autostradale RA8 Ferrara – Porto Garibaldi, oltre 130 km di strade provinciali e oltre 900 km di strade comunali.

Nello specifico, l'autostrada attraversa il territorio comunale lungo la direttrice nord-sud, garantendo l'accessibilità al capoluogo dall'autostrada mediante i due caselli di "Ferrara Sud", a circa 7 km dalla città, e "Ferrara Nord", distante circa 4 km dal centro storico.

Per quanto riguarda i collegamenti tra la città compatta e il resto del territorio comunale, l'assetto storico della rete stradale extraurbana è costituito da un reticolo prettamente radiale (alla stregua di via Eridano, oggetto di analisi del presente studio per quanto alla direttrice commerciale) di oltre 130 km che interseca e collega le frazioni di maggiore rilevanza col capoluogo; nel marzo 2016 è stata completata la SS723 "Tangenziale ovest di Ferrara" (nelle immediate adiacenze della direttrice commerciale di via Ferraresi) che collega il raccordo autostradale RA8 con la SP69 per poi proseguire, lungo la viabilità urbana, fino alla SS16 Adriatica nel tratto tra Pontelagoscuro e la periferia nord del capoluogo. L'infrastruttura, che si sviluppa con andamento nord-sud per circa 7 km, convoglia il traffico di attraversamento su questa direttrice all'esterno del centro abitato di Ferrara.

La rete stradale ordinaria del Comune di Ferrara risulta pertanto costituita dai seguenti elementi principali:

- la piccola "U" costituita ad est da via Caretti, a sud da via Wagner e via Beethoven e ad ovest dalla Tangenziale Ovest 723;
- il sistema di assi radiali di accesso alla città che collegano le frazioni con il capoluogo;
- la rete stradale urbana compresa tra la prima periferia e la cinta muraria, ove le radiali penetrano la città storica.

L'anello della piccola "U" distribuisce il traffico veicolare lungo tutto il territorio comunale mettendo in connessione le strade radiali di accesso alla città attraverso strade di scorrimento, i cui punti di raccordo con la viabilità ordinaria sono risolti, in buona parte, con svincoli a rotatoria.

Per quanto riguarda, invece, l'assetto portante della rete nell'ambito urbano è costituito dai due assi di attraversamento del centro storico ossia Viale Cavour – Corso della Giovecca e Corso Porta Po – Corso Porta Mare che, data la loro funzione, assorbono gran parte dei flussi veicolari lungo la direttrice est-ovest.

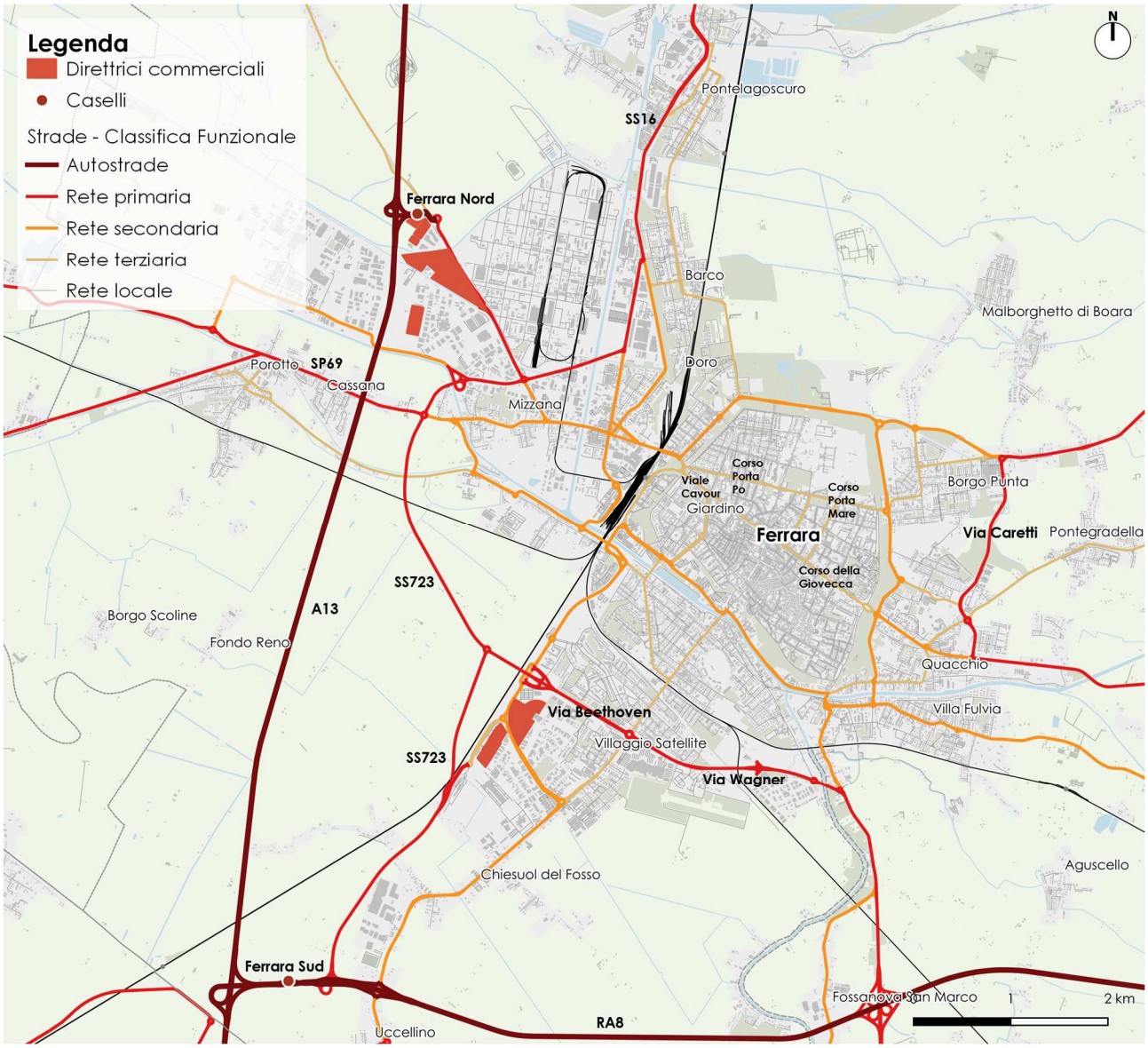


Figura 2.2 – Il sistema viario dell'ambito di studio

2.2. Ambito di intervento

L'ambito di intervento rappresenta la porzione di territorio maggiormente interessata dal rafforzamento delle due direttrici commerciali e, come detto in precedenza, è stata individuata attraverso la definizione dei rispettivi bacini di influenza utilizzando tecniche di *data mining* su informazioni di origine assicurativa (*Floating Car Data*) utilizzate, grazie ad algoritmi specifici sviluppati da GO-Mobility, in forma del tutto anonima con scopi di pianificazione della mobilità.

In primo luogo, si è provveduto a esaminare le due direttrici commerciali di via Eridano e via Ferraresi previste nel territorio del Comune di Ferrara che vengono descritte nei seguenti paragrafi.

2.2.1. Direttrice commerciale via Eridano

Il comparto commerciale e produttivo che si prevede su via Eridano è localizzato nella zona nord-ovest del Comune di Ferrara, all'interno della zona industriale e più precisamente in un'area compresa tra il casello au-

tostradale di Ferrara Nord dell'Autostrada A13, il Polo Chimico e gli ambiti artigianali-produttivi di Cassana e Mizzana.

A livello infrastrutturale il comparto si caratterizza per la prossimità alle aree candidate dalla Regione Emilia-Romagna a svilupparsi come ZLS – Zona Logistica Semplificata e alla nuova viabilità di collegamento prevista tra il casello autostradale e via Padova – "Gronda nord", già inserita nello strumento urbanistico vigente (PSC) e riconfermata sia dal PUMS che dalle Strategie del PUG.

Il comparto risulta composto da ambiti con diverse caratteristiche in riferimento alle modalità di attuazione, urbanizzazione ed uso, ossia:

1. Ambito del Piano Urbanistico Attuativo IMAP di via Eridano (1 in Figura 2.3): parzialmente realizzato e collocato tra il casello autostradale e il parco commerciale "Diamante"; è in parte sviluppato con attività legate principalmente al settore della logistica, mentre non risultano insediate grandi e medie strutture di vendita. Al momento risultano disponibili tre grandi lotti per una superficie complessiva di circa 32.000 mq;
2. Il parco commerciale "Diamante" (2 in Figura 2.3): è uno dei tre principali ambiti commerciali del Comune di Ferrara e si estende su una superficie complessiva di circa 150.000 mq. Attualmente sono in corso interlocuzioni per un possibile ampliamento della superficie di vendita di circa 2.000 mq attraverso la rifunzionalizzazione degli spazi interni e la ridefinizione delle licenze commerciali.

Inoltre, in prossimità del parco commerciale "Diamante" sono presenti due lotti di oltre 30.000 mq sui quali è possibile un futuro sviluppo:

3. Terziario/commerciale per l'area su via Diamantina (3 in Figura 2.3);
4. Produttivo per il terreno di via Rotterdam con possibile insediamento di attività di logistica (4 in Figura 2.3).

Il Piano Urbanistico Generale (PUG) del Comune di Ferrara, a cui si accompagna il presente studio, tra le sue linee strategiche (rif. SL1 Parti di città – PMI Piccola Media Industria), indica via Eridano quale "Direttrice del commercio sovralocale" confermandone la vocazione attuale e le prospettive di sviluppo (Figura 2.4).

Nella definizione della Disciplina e degli Usi e modalità di intervento il PUG distingue gli ambiti tra quelli a destinazione produttiva e quelli a destinazione terziaria tenendo in considerazione da un lato i piani attuativi vigenti, le attività insediate e i possibili sviluppi futuri. Il comparto IMAP ha di conseguenza uso produttivo/logistica come il lotto di via Rotterdam mentre, i lotti con affaccio diretto su via Eridano si configurano con uso prettamente terziario/direzionale.



Figura 2.3 – Ambiti della direttrice commerciale su via Eridano

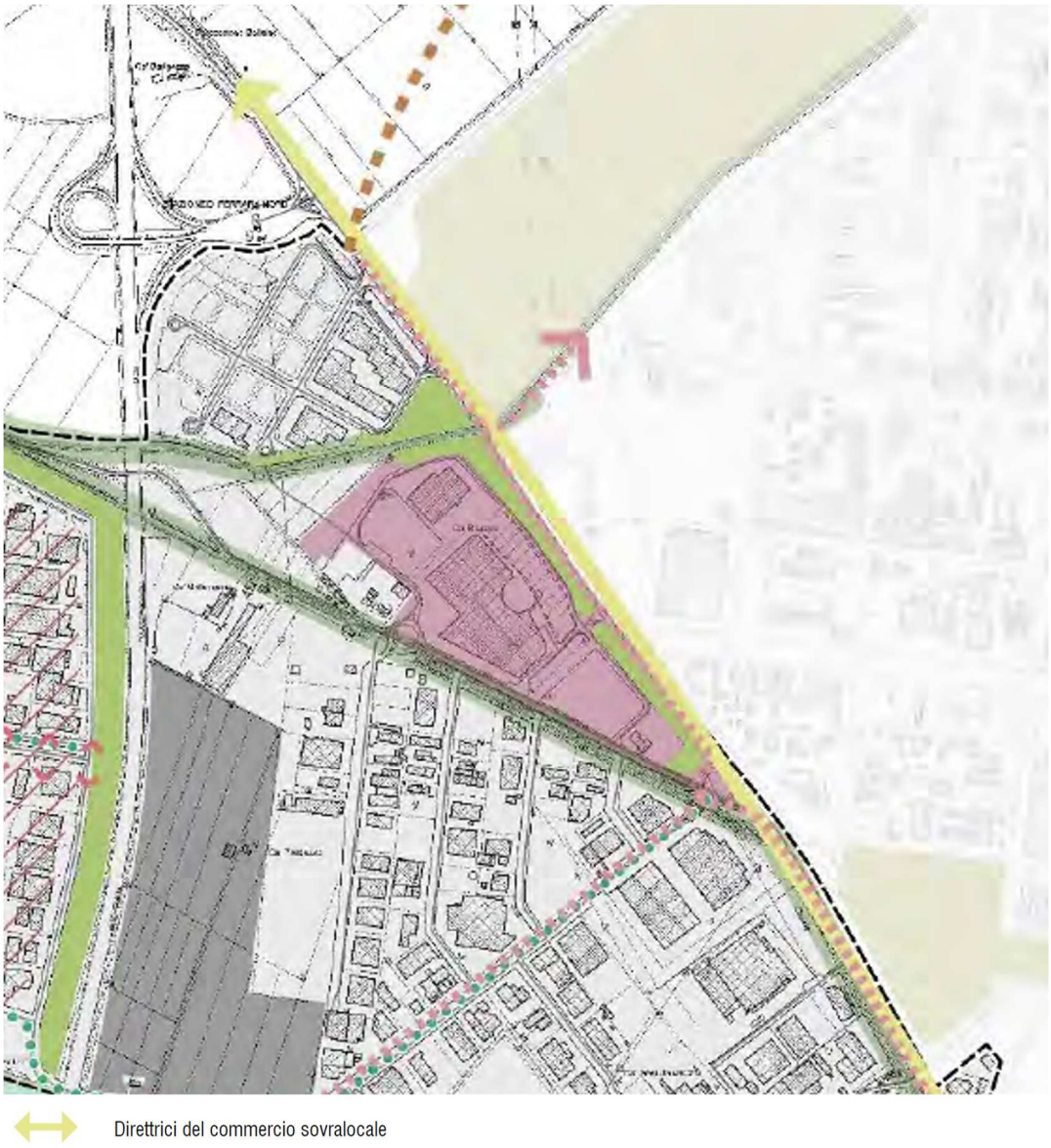


Figura 2.4 – Via Eridano "Direttrice del commercio sovralocale"

2.2.2. Direttrice commerciale via Ferraresi

Il comparto commerciale che si attesta su via Ferraresi è localizzato nella zona sud-ovest del centro abitato di Ferrara, in prossimità della Fiera. Via Ferraresi si configura come un collegamento stradale nord-sud a scorrimento veloce sul quale sono insediate alcune medie strutture di vendita.

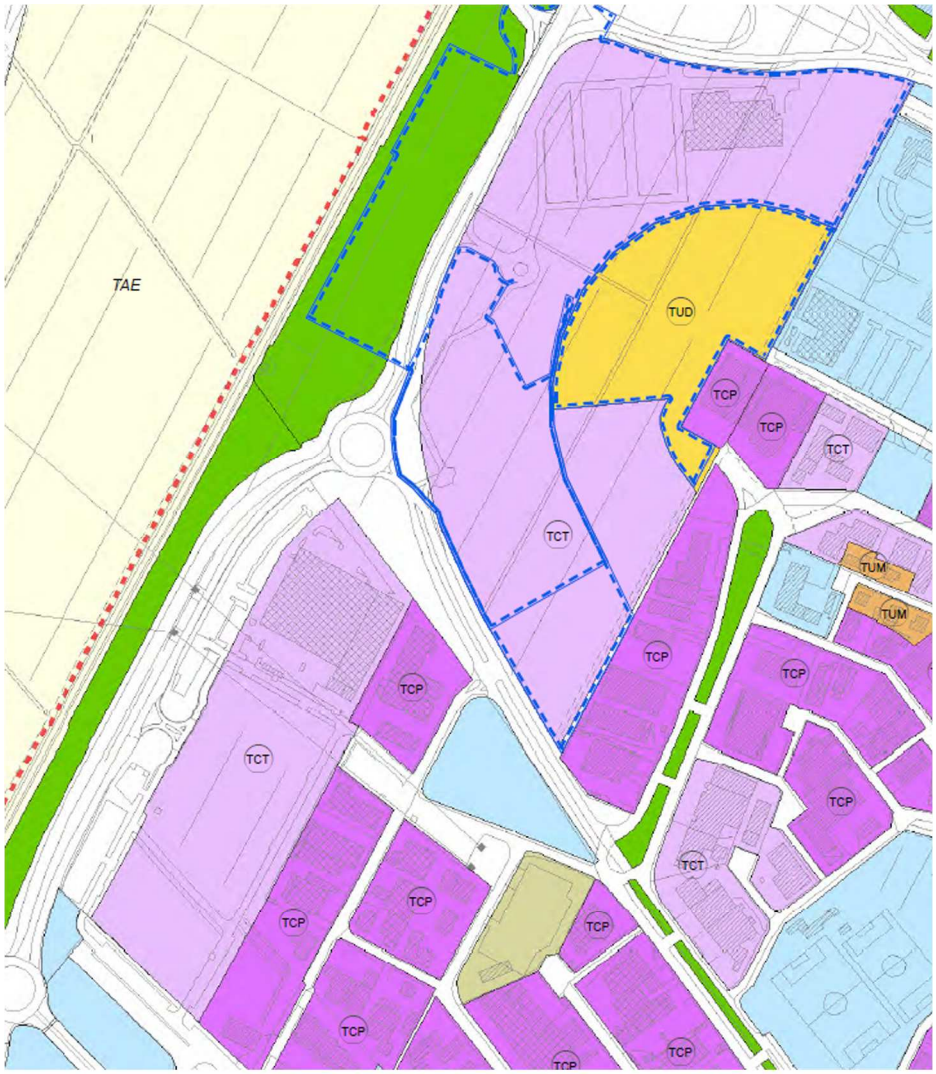
Gli ambiti commerciali si sono sviluppati sulla base di diversi piani urbanistici attuativi, i quali prevedono possibili ulteriori sviluppi futuri a nuovi insediamenti di carattere commerciale/terziario, misto e per un ambito anche residenziale su una superficie complessiva disponibile di circa 132.000 mq.

In questo contesto la Strategia del PUG (rif. SL1 Parti di città – via Bologna), individua e caratterizza via Ferraresi quale "Direttrice del commercio sovralocale" confermandone la vocazione attuale e le prospettive di sviluppo di filiere produttive e commerciali lungo la direttrice nord-sud (Figura 2.5).

Nella definizione della Disciplina e degli Usi e modalità di intervento il PUG individua tutti i lotti con affaccio diretto su via Ferraresi quali "Tessuti consolidati terziari", distinguendo un lotto come ambito di rigenerazione per il quale si prevede uno sviluppo a carattere residenziale (Figura 2.6).



Figura 2.5 – Via Ferraresi "Direttrice del commercio sovralocale"



CITTA' CONSOLIDATA RESIDENZIALE (ZTO B)

art. 23 TUD Tessuti urbani dismessi, sottoutilizzati o interstiali da rigenerare

PG Riferimento a elaborati "PROGETTI GUIDA"

CITTA' CONSOLIDATA PRODUTTIVA (ZTO D)

art. 25 TCP Tessuti consolidati produttivi

art. 26 TPC Tessuti consolidati del Polo Chimico

art. 27 TCT Tessuti consolidati terziari

Figura 2.6 – Ambiti della direttrice commerciale su via Ferraresi

3. Il modello di macro-simulazione

L'analisi tramite macro-simulazione è stata condotta con l'ausilio del software PTV Visum, attraverso il quale sono state riprodotte le condizioni della circolazione veicolare sulle strade dell'ambito di studio.

Al fine di stimare gli impatti che saranno generati dalle due direttrici commerciali nel territorio del Comune di Ferrara, si è proceduto ad adeguare il modello di simulazione mono-modale della domanda e dell'offerta di trasporto utilizzato al momento della redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) del Comune di Ferrara per le valutazioni sullo Scenario Attuale.

Infatti, per misurare al meglio gli effetti dei nuovi interventi in funzione delle più recenti dinamiche di mobilità che interessano il capoluogo, il modello implementato per il PUMS è stato aggiornato al 2022, nuovo orizzonte temporale dello stato attuale, tramite i dati desunti dagli FCD;, in seguito, è stato ulteriormente calibrato sui nuovi dati di rilievo di traffico stradale resi disponibili dal Comune di Ferrara. Tale processo ha consentito di avere a disposizione i recenti valori assunti dalle variabili significative del fenomeno della mobilità stradale da utilizzare come riferimento per la successiva valutazione degli impatti sul traffico negli Scenari di Progetto.

Come accennato in precedenza, l'ambito di studio, corrispondente all'intero territorio del Comune di Ferrara, rappresenta la porzione di territorio presa a riferimento per l'analisi modellistica e risulta suddiviso in **110 zone** omogenee di generazione ed attrazione della domanda di mobilità (zone di traffico) in funzione delle caratteristiche di popolazione, insediamenti abitativi e viabilità. Nello specifico, la zonizzazione a supporto del modello di macro-simulazione individua *80 zone interne* (Figura 3.1) e *30 zone esterne*, attraverso quest'ultime sono state riprodotte le relazioni reciproche tra il Comune di Ferrara ed i Comuni e le Province contermini.

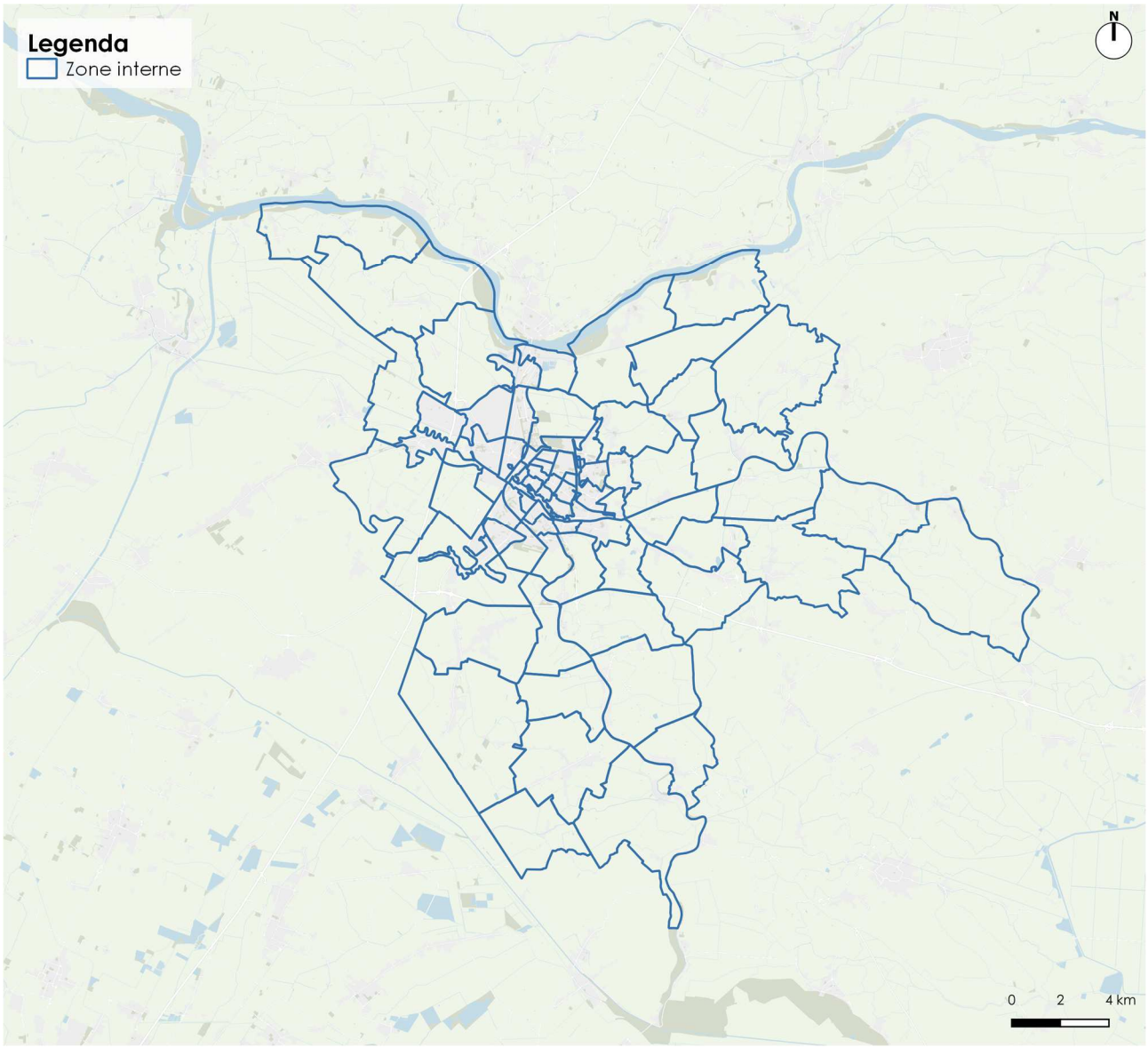


Figura 3.1 – Zonizzazione interna

Nei successivi paragrafi vengono dettagliatamente descritte le caratteristiche del modello di base e tutti gli ulteriori elementi di dettaglio che sono stati specificamente introdotti per lo studio in esame.

3.1. L'offerta di mobilità nello Scenario Attuale

Il sistema dell'offerta di trasporto è costituito da quelle componenti fisiche (infrastrutture, veicoli e tecnologie), organizzative e normative (gestione della circolazione, strutture tariffarie) che determinano la produzione del servizio di trasporto e le relative caratteristiche. In questo paragrafo si descrive come è costruita l'offerta per la componente di mobilità privata.

La rete stradale rappresentata dal grafo del modello di simulazione è schematizzata come successione di archi e nodi che vengono descritti in base alle loro caratteristiche fisico-geometriche.

Ogni arco è rappresentativo di un asse stradale, o di una sua porzione, che presenta caratteristiche omogenee, mentre i nodi sono rappresentativi delle intersezioni tra tronchi stradali o vengono posizionati in corrispondenza o di intersezioni o di variazioni significative delle caratteristiche geometriche e funzionali dell'asse.

La rete implementata nel modello ricostruisce con buon dettaglio il sistema della viabilità esistente nell'ambito di studio ed in particolare negli ambiti che ospiteranno i nuovi interventi.

Ogni arco che compone il grafo stradale è stato descritto con le informazioni relative alla sua lunghezza, al numero di corsie disponibili per il deflusso, al limite di velocità ed al costo unitario del pedaggio nel caso degli archi autostradali. Inoltre, sulla base della sezione, geometria e tipologia di intersezione finale, ad ogni arco è stata attribuita una classe funzionale e per ogni classe funzionale sono stati associati specifici valori di capacità e velocità di percorrenza a flusso nullo (ossia in condizioni di rete scarica).

Nel complesso, quindi, la rete stradale modellizzata è composta da circa 2.800 archi e copre oltre 1.200 km[1] di strade all'interno dell'ambito di studio, suddivise tra le categorie funzionali secondo la ripartizione indicata nella seguente tabella. In Figura 3.2 è riportata un'immagine del grafo implementato nel modello di simulazione.

Tabella 3.1 – Estesa della rete stradale modellizzata in funzione delle differenti tipologie di assi stradali

Categoria funzionale	Km complessivi di rete bidirezionale
Autostrade	31
Extraurbane principali	217
Altre extraurbane	576
Urbane scorrimento	51
Altre urbane	303
Totale	**1.178**

Per i nodi stradali, che, come detto, rappresentano le intersezioni tra diversi archi stradali, sono state definite le penalità di svolta e le capacità delle svolte stesse. Sulla base della tipologia di archi (classifica funzionale) che insistono su un'intersezione e della geometria dell'intersezione sono state definite:

- le regole di precedenza tra le strade che convergono nel nodo;
- il tipo di manovre di svolta consentite: a destra, diritto, a sinistra, inversione a U.

Per ogni manovra su ciascuna intersezione, sono stati associati "perditempo" caratteristici, così da tenere conto delle diverse proprietà (maggiore o minore facilità di eseguire la manovra) di ciascuna manovra di svolta.

Oltre ai nodi rappresentativi delle intersezioni, un'importante classe di nodi è costituita dai *nodi centroidi* (110 nodi, pari al numero delle zone di traffico), nei quali si ipotizzano concentrate tutte le attività di una zona e dove, quindi, risultano ubicate le origini e le destinazioni degli spostamenti generati o attratti dalla zona stessa. Generalmente essi non corrispondono a luoghi fisici e vengono dunque posizionati nel baricentro della zona di traffico; inoltre, essi sono collegati al grafo della rete stradale tramite archi fittizi che prendono il nome di "*connettori*", che svolgono la funzione di collegare le zone di domanda alla rete e consentono di modellizzare l'ingresso e l'egresso dalla rete da parte degli utenti.

È utile sottolineare che una delle più importanti e delicate operazioni di calibrazione del modello di offerta di un sistema di trasporto, è proprio quella di posizionare correttamente i nodi centroidi e gli archi connettori,

[1] L'estesa indicata è ottenuta sommando la lunghezza degli archi bidirezionali

in modo che non si generino delle distorsioni nell'utilizzo della rete da parte degli utenti che, per poter accedere o uscire da una zona di traffico, devono necessariamente transitare per il/i nodo/i della rete stradale a cui è collegato l'arco connettore.

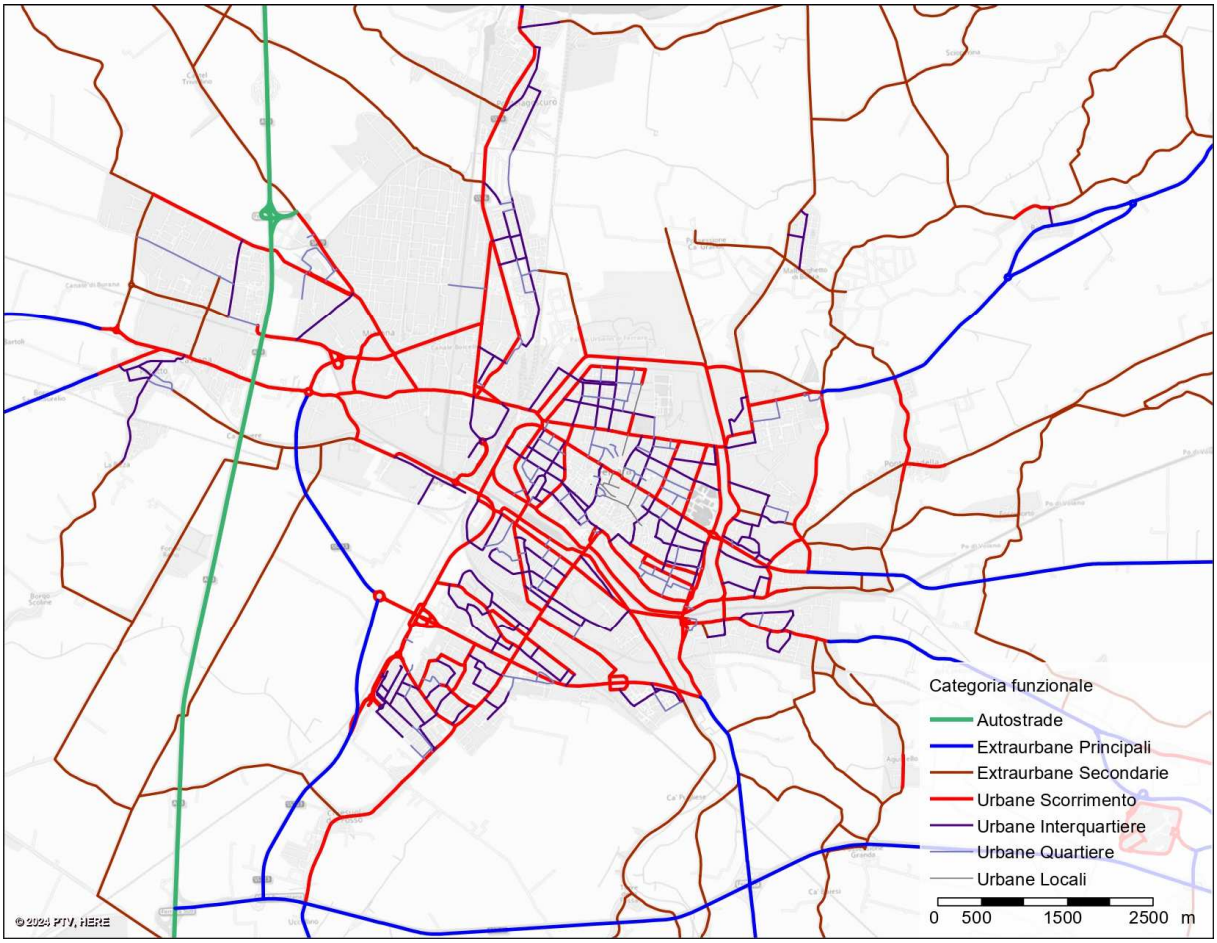


Figura 3.2 – Grafo trasportistico del modello di simulazione

Come detto in precedenza, nel presente studio il sistema dell'offerta di trasporto è stato aggiornato a partire dal grafo implementato nel modello costruito per il PUMS del Comune di Ferrara attraverso un controllo puntuale focalizzato in particolare sugli ambiti di intervento.

L'aggiornamento è stato effettuato apportando alcune correzioni alle caratteristiche funzionali degli archi della rete di trasporto e alle manovre di svolta consentite alle intersezioni attraverso la verifica delle manovre stesse e l'associazione delle rispettive penalità in termini di perditempo.

Inoltre, in fase di aggiornamento sono state modificate le connessioni dalle zone di traffico alla rete a seguito degli sviluppi urbanistici e infrastrutturali intercorsi dalla redazione del PUMS allo stato attuale.

3.2. La domanda di mobilità nello Scenario Attuale

La matrice Origine – Destinazione utilizzata per le analisi modellistiche è stata ottenuta attraverso un approccio che ha preso in considerazione fonti dati innovative quali i Big Data; in particolare, nel caso in esame, sfruttando le informazioni generate dalle scatole nere dei veicoli connessi (FCD) e utilizzando i dati forniti dai veicoli dotati di tale dispositivo. Tali dati, nati in realtà per fini assicurativi, si rivelano, infatti, uno strumento molto utile per la costruzione di matrici Origine – Destinazione. L'approccio adottato nasce da una maturata

esperienza di GO-Mobility sull'utilizzo di queste nuove fonti dati che ha messo in evidenza come esse possano essere integrate alle fonti dati tradizionali allo scopo di compensarne i difetti strutturali.

Al momento della redazione del PUMS del Comune di Ferrara, per la definizione del sistema della domanda di mobilità nello Scenario Attuale dal punto di vista operativo, si è proceduto innanzitutto alla stima della matrice "*campionaria*", ottenuta a seguito della suddivisione dell'ambito di studio secondo la zonizzazione (cfr. §3), e attraverso l'impiego di algoritmi volti a trasformare i dati FCD in matrici O/D; successivamente è stata calcolata la matrice "*espansa*" all'intero universo validata mediante il confronto con dati di traffico.

Pertanto, a partire dai dati FCD è stata ricostruita la matrice Origine – Destinazione per la **fascia oraria di punta della mattina di un giorno feriale medio invernale** (corrispondente all'intervallo orario 08:00 – 09:00) che riproduce fedelmente le dinamiche di mobilità che interessano il capoluogo.

Nell'ambito del presente studio, la domanda di mobilità è stata aggiornata, ancora una volta, attraverso l'utilizzo dei dati FCD. L'aggiornamento ha permesso di passare dal periodo di riferimento del dato di domanda utilizzato nel modello di macro-simulazione implementato per il PUMS del Comune di Ferrara al nuovo orizzonte temporale dello stato attuale ossia al 2022.

L'aggiornamento è stato effettuato attraverso il calcolo di specifici coefficienti di emissione ed attrazione della domanda di mobilità per singola zona di traffico del modello; questi coefficienti sono stati ottenuti dal rapporto tra il totale degli spostamenti generati ed attratti nel medesimo intervallo orario (punta mattutina) per ogni zona di traffico (desunti dall'elaborazione del dato FCD) relativamente ai due orizzonti temporali di riferimento (2022 e 2018).

A seguito dell'aggiornamento del sistema di offerta e di domanda della mobilità, si è fatto ricorso a modelli di assegnazione per simulare le modalità con cui la domanda utilizza il sistema di offerta.

Il software PTV VISUM utilizza specifici algoritmi per calcolare i volumi del traffico privato previsto sui singoli archi della rete stradale. Gli algoritmi di assegnazione permettono di simulare le logiche di comportamento degli automobilisti che sono portati a scegliere l'itinerario del viaggio minimizzando il costo generalizzato del trasporto. Questo comprende, oltre agli eventuali costi monetari, la lunghezza dell'itinerario ed il tempo di viaggio; mentre i primi due parametri dipendono esclusivamente dalle caratteristiche proprie della rete stradale, il tempo di viaggio è invece influenzato dai flussi di veicoli che occupano gli archi.

3.3. Calibrazione del modello

L'attività di calibrazione di un modello di simulazione comprende solitamente tutte quelle operazioni di revisione, controllo e aggiornamento dei dati di domanda ed offerta volte ad aumentare la precisione del modello e la sua capacità di riprodurre lo stato di fatto.

I dati di rilievo utilizzati per la verifica della calibrazione del modello di trasporto sono stati i flussi rilevati nelle campagne di indagine condotte nei mesi di ottobre e novembre 2023 sulla viabilità in prossimità dei due perimetri di intervento ossia su via Eridano e via Ferraresi (Figura 3.3).

In particolare, sulla direttrice commerciale di via Eridano i rilievi di traffico sono stati realizzati in due postazioni rispettivamente a nord e a sud dell'intersezione a rotatoria con via Primo Levi e via Enzo Michelini:

- la prima postazione si colloca su via Eridano in prossimità dell'intersezione con via Due Pezzi (lato ovest) e con via Traversagno (lato est);
- la seconda postazione è localizzata su via Eridano in prossimità dell'intersezione con via Annibale Zucchini.



Figura 3.3 – Localizzazione delle postazioni di rilievo

La procedura di calibrazione e validazione del modello è stata incentrata sulle operazioni di correzione della domanda, ossia della matrice oraria stimata così come esposto nel paragrafo §3.2, tramite procedure di matrix estimation sulla base dei flussi rilevati.

Pertanto, ai fini del presente studio ci si è concentrati ad effettuare un'operazione di calibrazione e validazione del modello attraverso un confronto tra i flussi risultanti dall'assegnazione della matrice aggiornata al nuovo orizzonte temporale dello stato attuale (2022) nel modello di simulazione e i rilievi di traffico realizzati sulla suddetta viabilità (Figura 3.4).

Si è ritenuto il modello validato quando i risultati delle simulazioni dello stato di fatto hanno ricostruito con buona precisione i dati di traffico rilevati nelle sezioni di misura dell'ambito di studio. La procedura di calibrazione del modello è stata effettuata sull'ora di punta serale del venerdì corrispondente alla fascia oraria 17:00 – 18:00 (per maggiori dettagli sulle motivazioni che hanno orientato le analisi su tale fascia oraria si rimanda al paragrafo §3.4) basandosi sui parametri statistici in seguito descritti:

- ***Coefficiente angolare della retta di regressione***: si è controllato che i valori simulati, calcolati mediante il modello, fossero ben correlati ai valori rilevati attraverso i conteggi; in una buona calibrazione il coefficiente di correlazione della retta di regressione lineare deve essere prossimo a 1 (coefficiente angolare della retta bisettrice). Nel caso in esame, per l'ora di punta serale si è ottenuto un coefficiente pari a 0,93;
- ***Coefficiente di correlazione R^2***: è anche detto indice di correlazione di Bravais-Pearson e dà una misura della dipendenza tra due variabili; anche per quanto riguarda questo coefficiente, in una buona calibrazione il valore deve essere prossimo a 1. Nel caso in esame, l'indice assume valore pari a 0,9946.

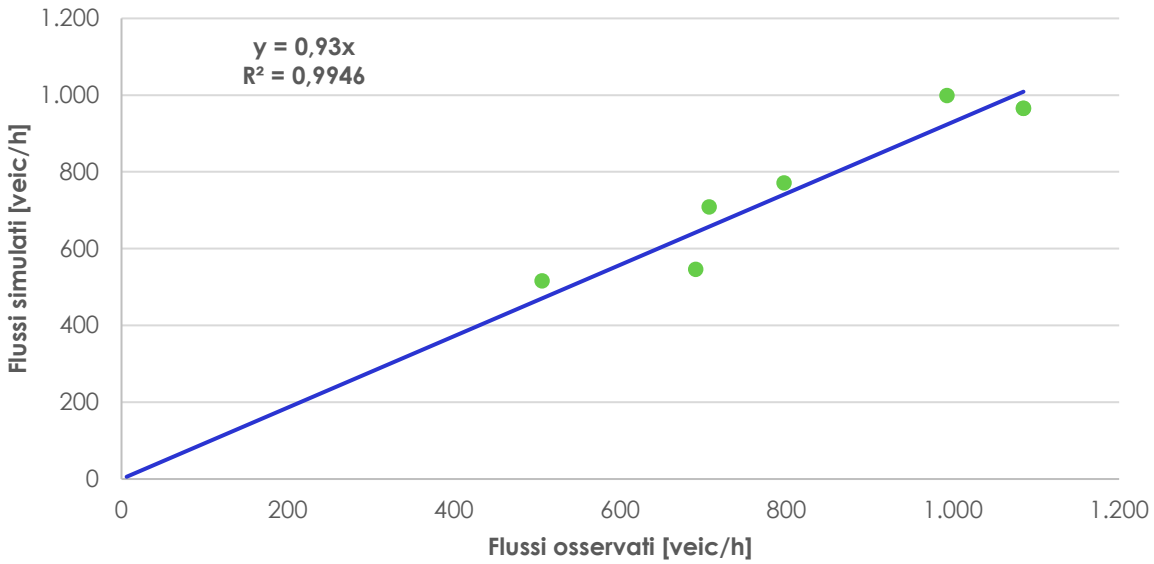


Figura 3.4 – Calibrazione e validazione del modello

3.4. Stima del periodo di massimo carico sulla rete

Per perseguire l'obiettivo generale del presente studio ossia la verifica degli impatti generati da interventi di sviluppo di due direttrici commerciali nel territorio del Comune di Ferrara, in particolare in termini di effetti prodotti sulla circolazione veicolare lungo la viabilità comunale, si è ritenuto necessario effettuare una stima del periodo di massimo carico sulla rete affinché le analisi si possano ritenere ancor più esaustive.

La stima del periodo di massimo carico sulla rete è stata realizzata attraverso specifiche analisi condotte sui dati di traffico misurati alle sezioni di rilievo e sui dati FCD relativi a spostamenti in arrivo e partenza dalle strutture commerciali prese a riferimento nell'area ossia il parco commerciale "Diamante" per la direttrice commerciale di via Eridano e il centro commerciale "Il Castello" per la direttrice commerciale di via Ferraresi. Sebbene i nuovi insediamenti prevedano lo sviluppo sia di ambiti produttivi che commerciali, si ritiene che questi ultimi siano interessati da livelli di domanda superiori.

Da un punto di vista operativo, per la stima del periodo di massimo carico sulla rete sono state analizzate le distribuzioni orarie per tipologia di giorno relative sia ai dati FCD sia ai flussi registrati alle sezioni di rilievo.

Le sezioni di rilievo a disposizione sono tre bidirezionali, di cui due localizzate sulla direttrice di via Eridano e una sulla direttrice di via Ferraresi, per un totale di sei valori di flusso veicolare. La campagna di indagine si è svolta nei mesi di ottobre e novembre 2023; due postazioni di rilievo (Postazione 2 e Postazione 3 in Figura 3.3)

sono state rilevate per un'intera settimana, mentre sulla restante (Postazione 1 in Figura 3.3) i flussi sono stati rilevati solo dal martedì al giovedì.

Nella seguente figura si osserva l'andamento settimanale complessivo dei flussi registrati alle postazioni di rilievo 2 e 3. Da una prima analisi si evince che:

- il carico nei giorni feriali è superiore rispetto a quello registrato nei giorni festivi, soprattutto in termini di punte giornaliere che risultano più alte;
- mettendo a confronto i giorni feriali, gli andamenti dei flussi risultano simili sia per forma che per intensità dei picchi.

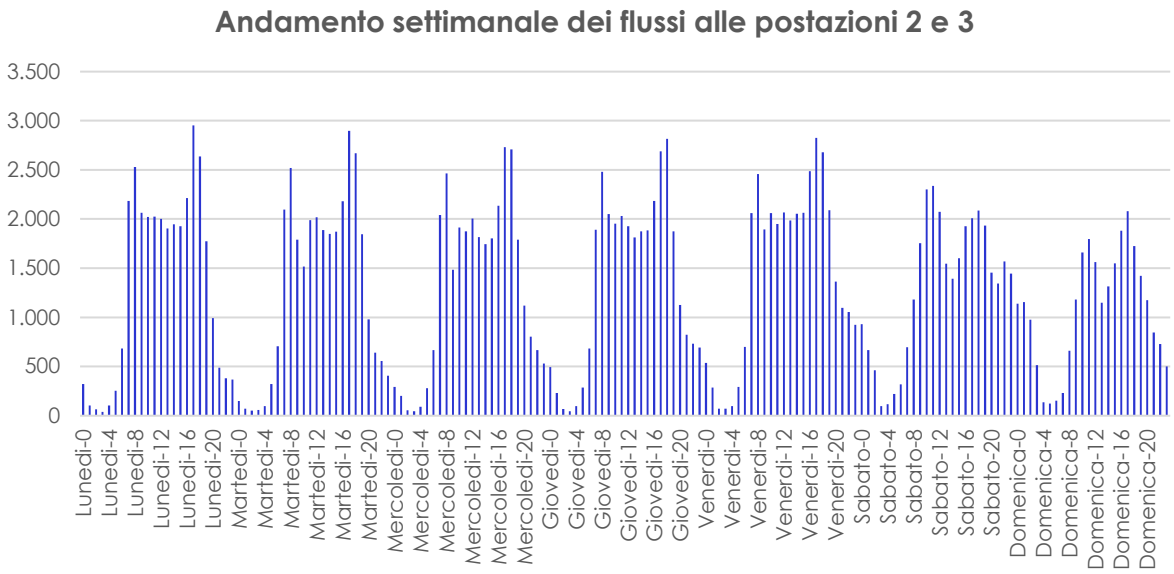


Figura 3.5 – Andamento settimanale per singola ora dei flussi rilevati alle postazioni di rilievo 2 e 3

La medesima analisi è stata eseguita per tipologia di giorno: in Figura 3.6 si osserva il profilo orario dei flussi rilevati alle postazioni di rilievo 2 e 3 distinti tra giorni feriali e giorni festivi.

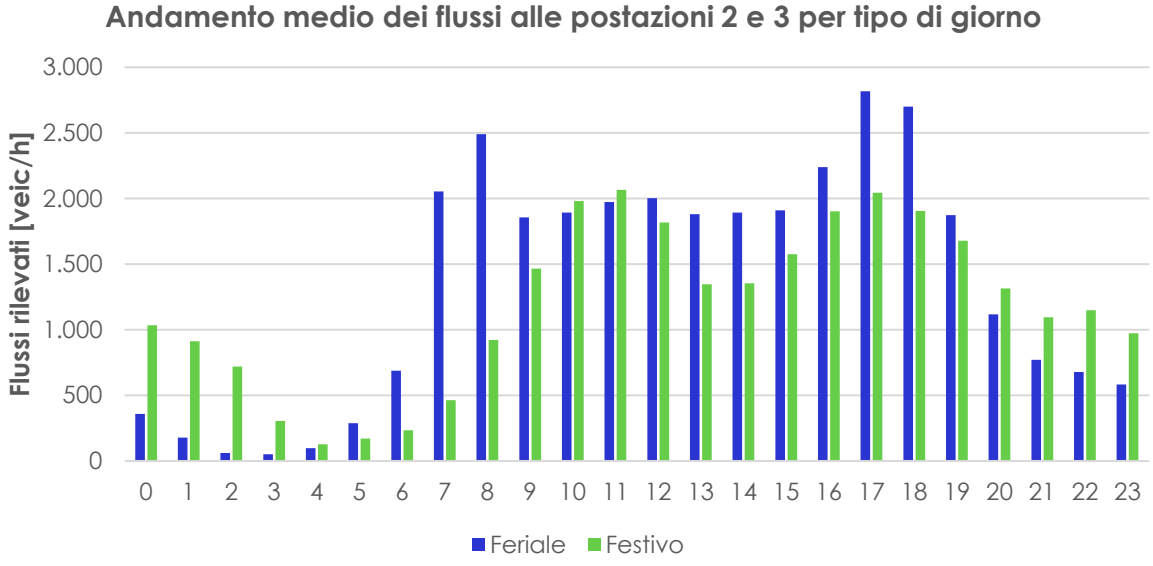


Figura 3.6 – Profilo orario dei flussi rilevati alle postazioni di rilievo 2 e 3 per tipologia di giorno

La postazione di rilievo 1, in cui i flussi sono stati rilevati solo dal martedì al giovedì, presenta il profilo orario riportato nella seguente figura caratterizzato da un picco mattutino (8:00) e uno serale (17:00) in analogia con quanto rilevato nei giorni feriali sulle altre due postazioni.

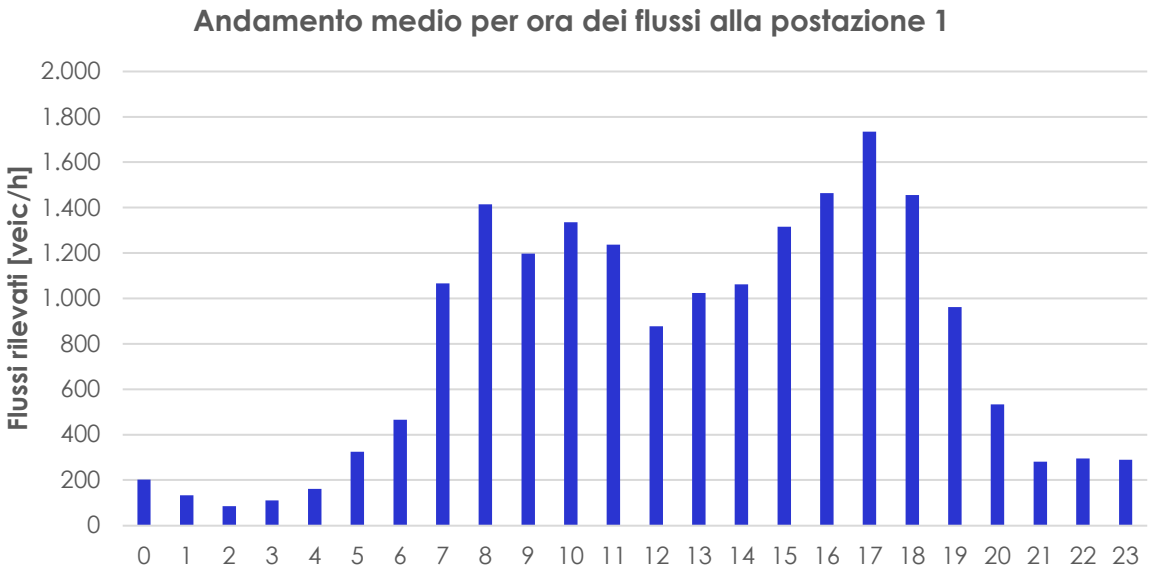


Figura 3.7 – Profilo orario dei flussi rilevati alla postazione di rilievo 1

Infine, con riferimento al giorno feriale accorpando i dati di traffico relativi alle tre postazioni di rilievo, è stato ottenuto l'andamento orario complessivo riportato nella successiva figura caratterizzato da una tipica curva a due gobbe, con una punta mattutina ed una pomeridiana intercalate da una morbida di metà giornata.



Figura 3.8 - Profilo orario dei flussi rilevati alle postazioni di rilievo nel giorno feriale

Attraverso l'analisi degli FCD è stato possibile studiare anche la distribuzione oraria nel giorno feriale medio degli spostamenti in arrivo e partenza dalle strutture commerciali esistenti prese a riferimento. L'analisi di tali spostamenti evidenzia come le punte del traffico nelle aree di intervento e la previsione dei livelli di traffico

generati ed attratti dalle nuove strutture siano pressoché coincidenti: fascia oraria 17:00 – 18:00 per la domanda generale, fascia oraria 18:00 – 19:00 per i livelli di frequentazione delle strutture commerciali.

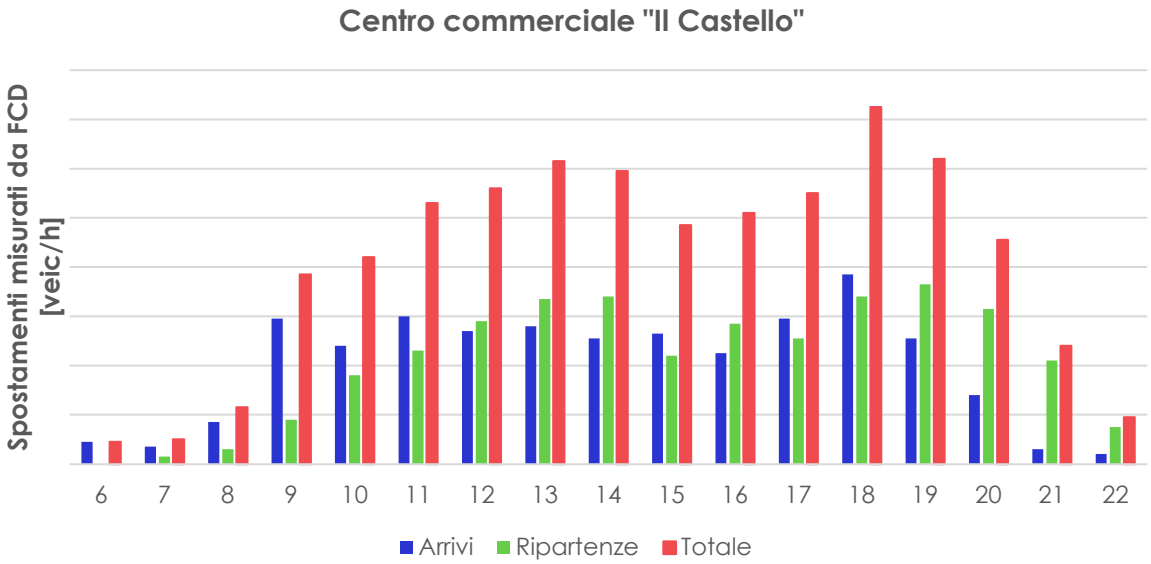


Figura 3.9 – Distribuzione oraria degli spostamenti in arrivo e partenza dal centro commerciale "Il Castello" nel giorno feriale medio. Fonte: Elaborazioni dei Floating Car Data – Vem Solutions

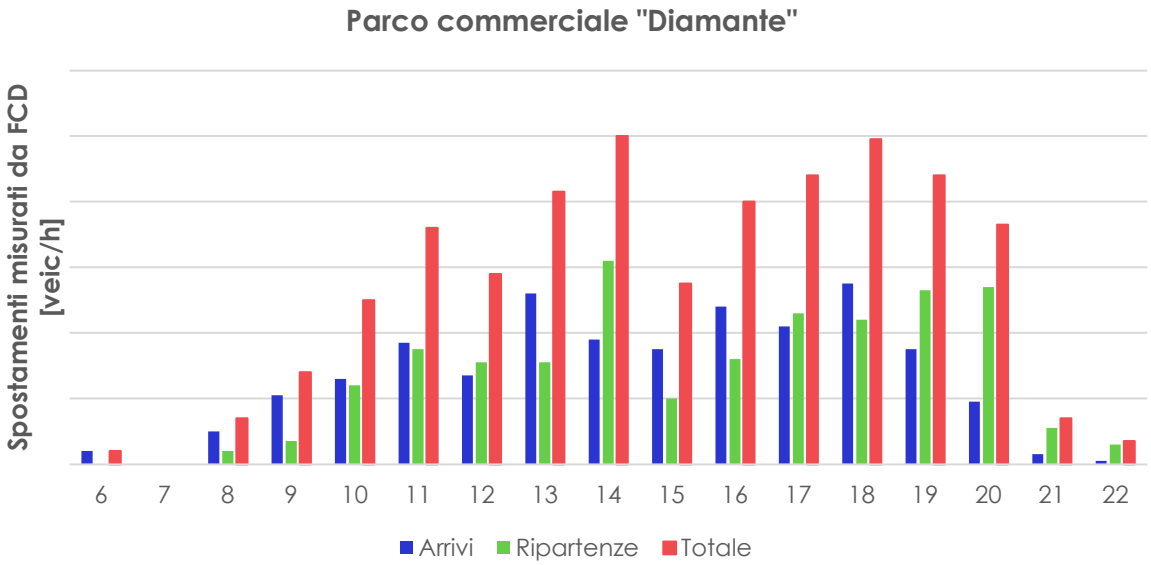


Figura 3.10 – Distribuzione oraria degli spostamenti in arrivo e partenza dal parco commerciale "Diamante" nel giorno feriale medio. Fonte: Elaborazioni dei Floating Car Data – Vem Solutions

Pertanto, sulla base delle risultanze emerse dalle analisi condotte e considerata l'incidenza delle ore di punta sul traffico giornaliero, si ritiene necessario in maniera cautelativa simulare nel modello l'**ora di punta pomeridiana** (come media oraria dell'intervallo 17:00 – 19:00) in quanto rappresentativa della situazione più critica per combinazione di livelli di traffico nell'area di interesse e domanda indotta dagli interventi di sviluppo delle due direttrici commerciali nel territorio del Comune di Ferrara.

Sulla base delle elaborazioni condotte, la matrice delle auto relativa all'ora di punta pomeridiana del giorno feriale medio invernale si compone di circa 40.600 spostamenti.

4. Gli Scenari di Progetto

4.1. Metodologia generale

Sulla base dello *scope of work* del presente studio è stato utilizzato un approccio metodologico in grado di fornire analisi esaustive e di simulare le evoluzioni degli scenari di mobilità a seguito dello sviluppo delle due direttrici commerciali.

La metodologia generale seguita per l'implementazione degli Scenari di Progetto si articola nelle seguenti fasi, descritte nel dettaglio nei successivi paragrafi:

- stima da letteratura di settore della nuova domanda di mobilità in accesso/egresso alle due direttrici commerciali;
- determinazione del bacino di influenza delle due direttrici commerciali (*catchment area*) sulla base di analisi effettuate su strutture commerciali prese a riferimento come termine di confronto;
- implementazione delle modifiche al sistema di offerta infrastrutturale, attraverso la definizione delle caratteristiche geometriche e funzionali (velocità di percorrenza a flusso nullo e capacità) dei nuovi archi stradali.

4.2. Stima della domanda in accesso/egresso ai nuovi complessi commerciali

Per la stima della domanda generata e attratta dalle due direttrici commerciali è stato utilizzato come fonte di riferimento il manuale "*Trip Generation*", il quale sulla base di alcuni parametri di input e di variabili correlate alla tipologia costruttiva e alla destinazione d'uso prevista per nuove polarità (residenziale, produttiva o commerciale) permette di calcolare:

- il totale degli spostamenti generati e attratti, in alcuni casi per tutta la giornata in altri specificamente per la punta pomeridiana;
- la ripartizione degli spostamenti fra arrivi e ripartenze dalle strutture.

Nel presente studio, per la stima della domanda di mobilità in accesso/egresso alle due direttrici commerciali è stato utilizzato come dato di input fornito dal Comune di Ferrara l'informazione relativa alle Superfici Utili Lorde (di seguito anche SUL), suddivise per singolo insediamento e ripartite per tipologia di destinazione d'uso.

Si tratta di 10 nuovi lotti (Figura 4.1), di cui 6 dislocati sulla direttrice commerciale di via Eridano e 4 sulla direttrice commerciale di via Ferraresi, caratterizzati da Superfici Utili Lorde e destinazione d'uso come riportato nella seguente tabella:

Tabella 4.1 – Superfici Utili Lorde e destinazioni d'uso dei nuovi insediamenti

ID	Destinazione uso	Superficie utile (nuova o ampliamento)	SUL [mq] commerciale	SUL [mq] produttivo	SUL [mq] residenziale
1	misto commerciale/produttivo				
2	Produttivo (logistica)				
3	misto commerciale/produttivo				
7	misto commerciale/produttivo				
8	misto commerciale/produttivo				
10	commerciale				
	TOTALE "Via Eridano"	**34.100**	**10.600**	**23.500**	**0**
4	residenziale				
5	misto commerciale/produttivo				
6	commerciale				
9	commerciale				
	TOTALE "Via Ferraresi"	**32.600**	**19.500**	**6.600**	**6.500**

Il manuale "*Trip Generation*" rimanda a procedure differenti in funzione della tipologia costruttiva e destinazione d'uso prevista per nuove polarità.

Per quanto riguarda le *unità commerciali*, il manuale considera come dato di input l'ampiezza dell'area e restituisce il valore totale giornaliero di spostamenti. Sulla base dell'analisi dei dati FCD relativi a spostamenti in arrivo e partenza dalle strutture commerciali prese a riferimento nell'area, ossia il parco commerciale "Diamante" per la direttrice commerciale di via Eridano e il centro commerciale "Il Castello" per la direttrice commerciale di via Ferraresi, è stata definita la quota percentuale di spostamenti correlata all'ora di punta pomeridiana che si attesta al 10,5% rispetto al totale giornaliero. Successivamente, sempre col supporto dei dati FCD, questa quota è stata ripartita tra arrivi e partenze dalle strutture, pari rispettivamente al 54% e al 46%.

Dal punto di vista operativo, sono state intraprese procedure differenti in relazione alle *unità produttive*, per le quali il manuale valuta come dato di input il numero di addetti atteso restituendo il valore totale giornaliero di spostamenti. Per passare dalle Superfici Utili Lorde al numero di addetti relativo a ciascuna unità, secondo quanto previsto dalla letteratura di settore, è stato ipotizzato un coefficiente di conversione da m^2 a numero di addetti, stimato pari a circa 1 addetto ogni 82 m^2. A partire dai dati FCD relativi agli spostamenti che interessano le strutture commerciali di riferimento, è stata isolata la sola componente dei dipendenti attraverso valutazioni sul tempo medio di sosta nelle strutture ed è stata definita la quota percentuale di spostamenti correlata all'ora di punta pomeridiana che risulta pari all'11,4% del totale giornaliero. In seguito, sempre a partire dai dati FCD e con riferimento alla sola componente dei dipendenti, la quota relativa all'ora di punta pomeridiana è stata suddivisa tra arrivi e partenze dalle strutture con aliquote rispettivamente pari al 44% e 56%.

Diversamente, per quanto concerne le *unità residenziali*, il manuale considera come dato di input il numero di unità abitative e restituisce il totale di spostamenti nell'ora di punta pomeridiana. Per passare dalle Superfici Utili Lorde al numero di unità abitative è stata avanzata un'ipotesi sulla superficie media, valutata pari a 80 m^2 per unità abitativa. Il manuale, inoltre, definisce anche la ripartizione percentuale attesa tra ritorni e uscite di casa nella punta pomeridiana, rispettivamente pari al 59% e al 41%.

I modelli a cui si fa riferimento, descritti nel manuale "*Trip Generation*", stimano pertanto il totale di nuovi spostamenti indotti dalle direttrici commerciali. Quanto alla ripartizione per modi di trasporto e quindi per il passaggio al numero di spostamenti in auto occorre stimare la rispettiva quota modale e il coefficiente di riempimento medio dei veicoli.

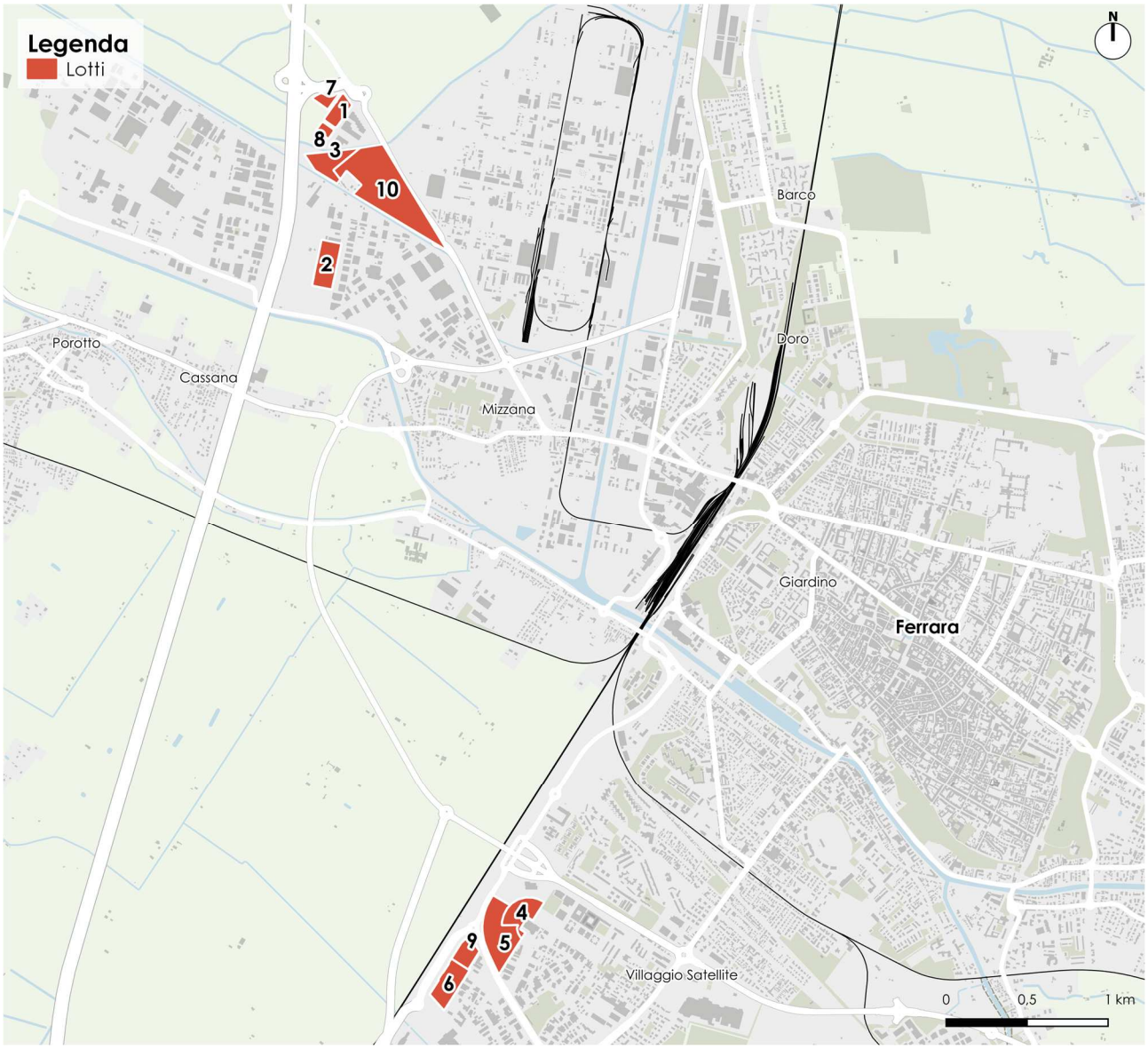


Figura 4.1 – Nuovi insediamenti nel territorio del Comune di Ferrara

4.2.1. Direttrice commerciale via Eridano

I nuovi insediamenti previsti sulla direttrice commerciale di via Eridano sono 6: si tratta, nello specifico, dei lotti contrassegnati con ID 1, 2, 3, 7, 8 e 10 in Figura 4.1.

Dall'analisi puntuale della localizzazione di ciascuno degli interventi e anche in funzione delle previste viabilità di accesso ed egresso all'area, si è ipotizzato un raggruppamento in tre macro-insediamenti corrispondenti a tre nuove zone di generazione e attrazione della domanda di mobilità (zone di traffico) nel modello di macro-simulazione ossia:

- Zona Eridano Nord;
- Zona Eridano Centro;
- Zona Eridano Sud.

Per ciascun lotto e distinguendo per tipologia costruttiva, sono stati stimati i viaggi in accesso ed egresso riportati nella seguente tabella:

Tabella 4.2 – Attrazioni e generazioni per i nuovi insediamenti sulla direttrice commerciale di via Eridano per ciascuna funzione [Dati espressi in veic/h]

ID	Localizzazione	Attrazioni Commerciale	Generazioni Commerciale	Attrazioni Produttivo	Generazioni Produttivo	Attrazioni Residenziale	Generazioni Residenziale	Attrazioni Totale	Generazioni Totale
1	Eridano nord	141,66	120,68	20,83	26,52	0	0	**162,50**	**147,19**
2	Eridano sud	0	0	20,13	25,62	0	0	**20,13**	**25,62**
3	Eridano centro	222,29	189,36	14,78	18,81	0	0	**237,08**	**208,17**
7	Eridano nord	117,50	100,09	15,83	20,15	0	0	**133,34**	**120,25**
8	Eridano nord	90,28	76,90	15,13	19,26	0	0	**105,41**	**96,16**
10	Eridano centro	146,23	124,56	0	0	0	0	**146,23**	**124,56**

Aggregando per macro-insediamenti, si ottengono i valori totali degli spostamenti attratti e generati dalle tre nuove zone di traffico:

Tabella 4.3 – Spostamenti totali attratti e generati dalle nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Eridano [Dati espressi in veic/h]

Zona	Spostamenti Attratti	Spostamenti Generati
Eridano nord	401,25	363,60
Eridano centro	383,30	332,74
Eridano sud	20,13	25,62

Quanto alla ripartizione per modi di trasporto, a fini cautelativi si considera trascurabile l'incidenza dell'accesso con modalità pedonale o con il trasporto pubblico. Pertanto, considerata la localizzazione geografica dei nuovi insediamenti e l'offerta TPL dell'area si è ipotizzato che la quota modale dell'auto sia pari al 100%. Inoltre, considerato che la parte principale degli spostamenti è per raggiungere i complessi commerciali, il coefficiente di riempimento medio dei veicoli è stato ipotizzato pari a 1,75 passeggeri per veicolo.

Dunque, gli spostamenti veicolari attratti e generati dalle tre nuove zone di traffico nell'ora di punta pomeridiana risultano:

Tabella 4.4 – Spostamenti in auto attratti e generati dalle nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Eridano nell'ora di punta pomeridiana [Dati espressi in veic/h]

Zona	Spostamenti Attratti	Spostamenti Generati
Eridano nord	229,28	207,77
Eridano centro	219,03	190,14
Eridano sud	11,50	14,64

4.2.2. Direttrice commerciale via Ferraresi

I nuovi insediamenti previsti sulla direttrice commerciale di via Ferraresi sono 4: si tratta, nello specifico, dei lotti contrassegnati con ID 4, 5, 6 e 9 in Figura 4.1.

Dall'analisi puntuale della localizzazione di ciascuno degli interventi e anche in funzione delle previste viabilità di accesso ed egresso all'area, si è ipotizzato un raggruppamento in due macro-insediamenti corrispondenti a due nuove zone di generazione e attrazione della domanda di mobilità (zone di traffico) nel modello di macro-simulazione ossia:

- Zona Ferraresi Nord;
- Zona Ferraresi Sud.

Per ciascun lotto e distinguendo per tipologia costruttiva, sono stati stimati i viaggi in accesso ed egresso riportati nella seguente tabella:

Tabella 4.5 – Attrazioni e generazioni per i nuovi insediamenti sulla direttrice commerciale di via Ferraresi per ciascuna funzione [Dati espressi in veic/h]

ID	Localizzazione	Attrazioni Commerciale	Generazioni Commerciale	Attrazioni Produttivo	Generazioni Produttivo	Attrazioni Residenziale	Generazioni Residenziale	Attrazioni Totale	Generazioni Totale
4	Ferraresi nord	0	0	0	0	31,98	22,22	**31,98**	**22,22**
5	Ferraresi nord	236,50	201,46	19,34	24,62	0	0	**255,84**	**226,08**
6	Ferraresi sud	322,78	274,96	0	0	0	0	**322,78**	**274,96**
9	Ferraresi sud	348,82	297,14	0	0	0	0	**348,82**	**297,14**

Aggregando per macro-insediamenti, si ottengono i valori totali degli spostamenti attratti e generati dalle due nuove zone di traffico.

Tabella 4.6 – Spostamenti totali attratti e generati dalle nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Ferraresi [Dati espressi in veic/h]

Zona	Spostamenti Attratti	Spostamenti Generati
Ferraresi nord	287,82	248,30
Ferraresi sud	671,60	572,10

Per questo comparto la quota modale dell'auto è stata ipotizzata pari al 90% e considerato che la totalità degli spostamenti è per raggiungere i complessi commerciali, il coefficiente di riempimento medio dei veicoli è stato assunto pari a 1,75 passeggeri per veicolo. Pertanto, gli spostamenti veicolari attratti e generati dalle due nuove zone di traffico nell'ora di punta pomeridiana risultano:

Tabella 4.7 – Spostamenti in auto attratti e generati dalle nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Ferraresi nell'ora di punta pomeridiana [Dati espressi in veic/h]

Zona	Spostamenti Attratti	Spostamenti Generati
Ferraresi nord	149,52	128,99
Ferraresi sud	348,88	297,20

4.3. Determinazione del bacino di influenza dei nuovi complessi commerciali

Per determinare la distribuzione, fra le zone di traffico del modello di simulazione degli spostamenti stimati in arrivo e partenza dai nuovi comparti commerciali sono stati analizzati ancora una volta i dati FCD degli spostamenti prodotti dall'aggregato di strutture paragonabili per dimensione e posizionamento a quelle di nuova realizzazione oggetto dello studio. Il dato FCD generato nei parcheggi delle strutture di vendita di riferimento è da ritenersi molto affidabile poiché la sosta avviene in aree superficiali, quindi senza schermatura di tipo strutturale.

In primo luogo, sono stati studiati i tempi di sosta dei veicoli che hanno parcheggiato nelle aree dedicate per analizzare il comportamento medio degli utenti delle aree commerciali (se *dipendenti* o *clienti*); successivamente la lettura delle mappature e del diagramma di distribuzione della lunghezza degli spostamenti ha contribuito a definire forma ed estensione del bacino di influenza, al fine di calcolare le matrici di domanda aggiuntiva riferite alla zonizzazione del modello di simulazione.

Stimata la domanda generata e attratta dai nuovi complessi commerciali per ciascuna nuova zona di traffico, il passo successivo consiste nel distribuire gli spostamenti aggiuntivi tra le zone di traffico del modello di simulazione. Nel dettaglio, la procedura operativa si articola nelle seguenti fasi:

- stima della distribuzione attesa degli spostamenti per classi di distanza e in base alla destinazione d'uso prevista, a partire dai dati FCD con riferimento a quanto analizzato per le strutture di riferimento (il parco commerciale "Diamante" per la direttrice commerciale di via Eridano e il centro commerciale "Il Castello" per la direttrice commerciale di via Ferraresi);
- applicazione di un modello di tipo gravitazionale basato su popolazione, addetti e distanza dal nuovo polo attrattore per ciascuna zona di traffico;
- correzione dei risultati ottenuti per garantire un allineamento con la distribuzione degli spostamenti per classi di distanza, stimata secondo quanto riportato al primo punto.

Inoltre, è stato possibile calcolare la quota di spostamenti intrazonali, quindi non assegnati nel modello di simulazione, e la quota di spostamenti provenienti e diretti verso l'esterno dell'ambito di studio, proporzionalmente al peso di ciascuna direttrice nell'intervallo di simulazione.

Nelle seguenti figure si riportano per ciascuna delle due strutture commerciali prese a riferimento le distribuzioni per classi di distanza degli spostamenti ripartiti tra arrivi e ripartenze e distinti tra quelli dei dipendenti e dei clienti delle strutture.

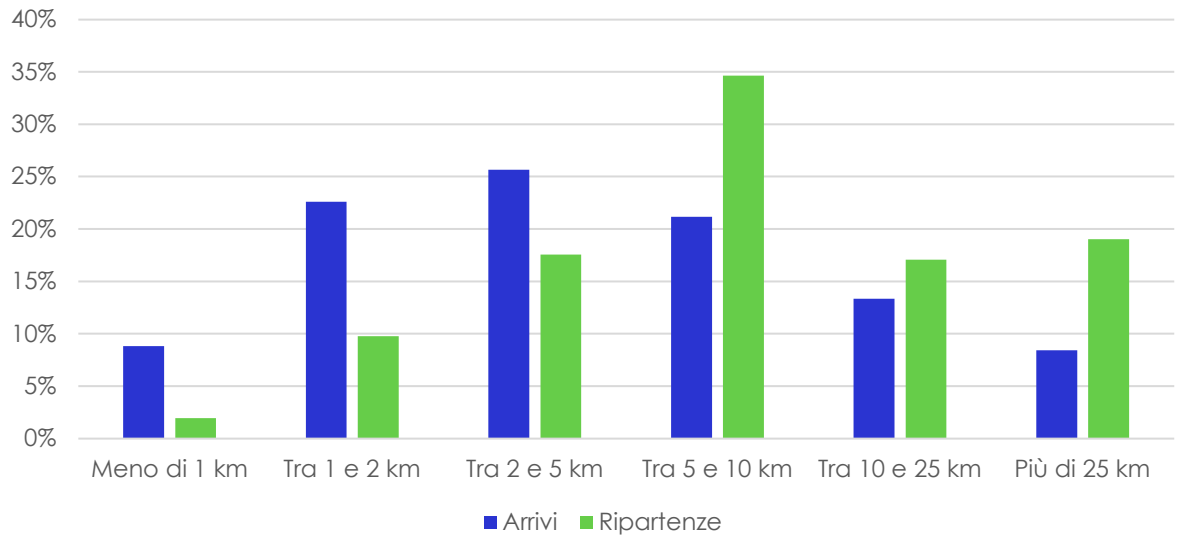


Figura 4.2 – Distribuzione per classi di distanza degli spostamenti dei clienti del centro commerciale "Il Castello"

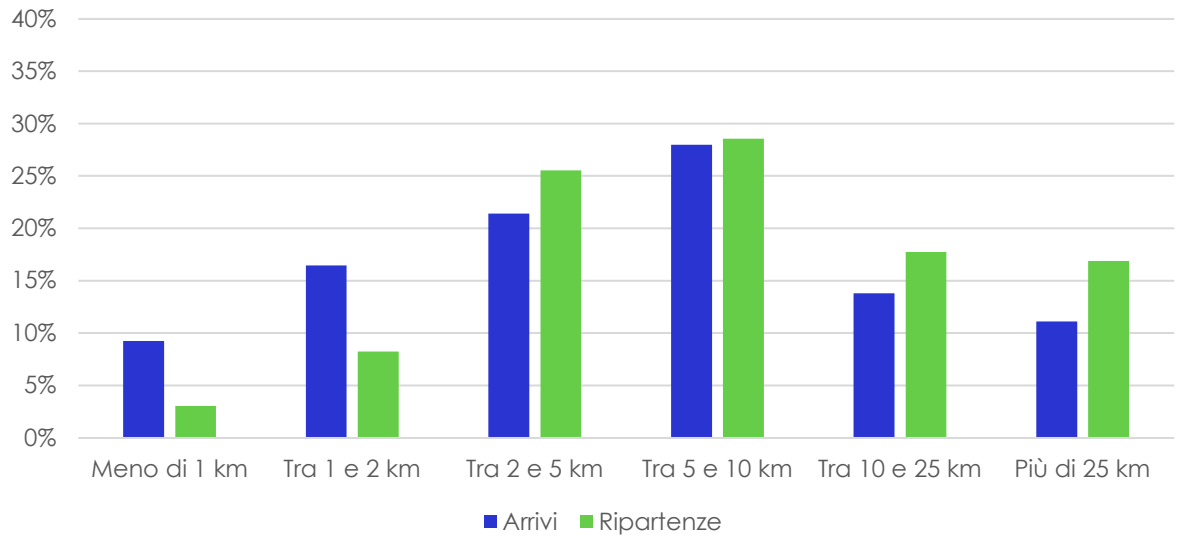


Figura 4.3 – Distribuzione per classi di distanza degli spostamenti dei dipendenti del centro commerciale "Il Castello"

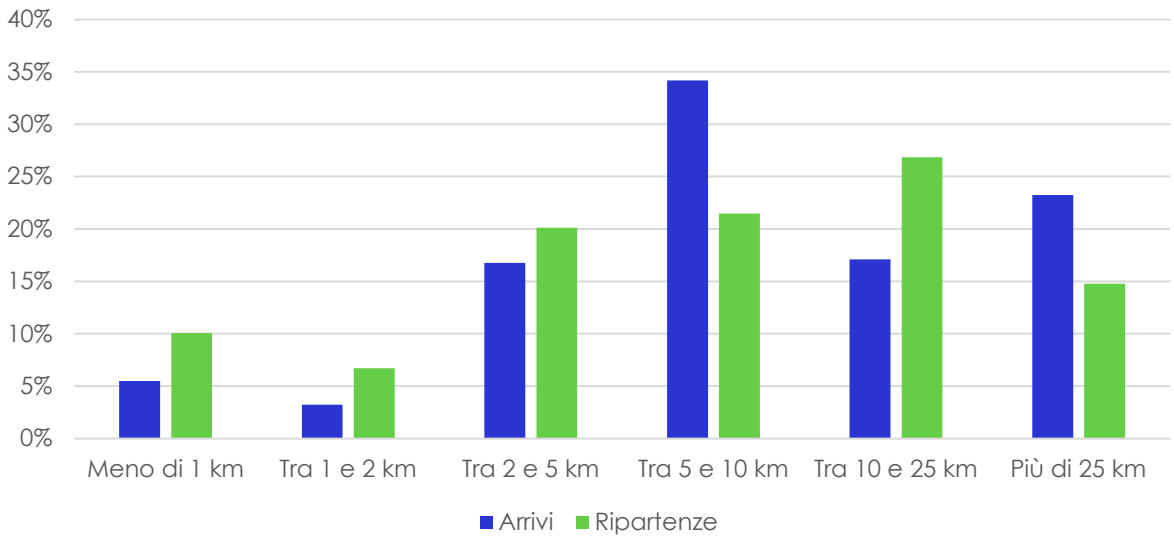


Figura 4.4 – Distribuzione per classi di distanza degli spostamenti dei clienti del parco commerciale "Diamante"

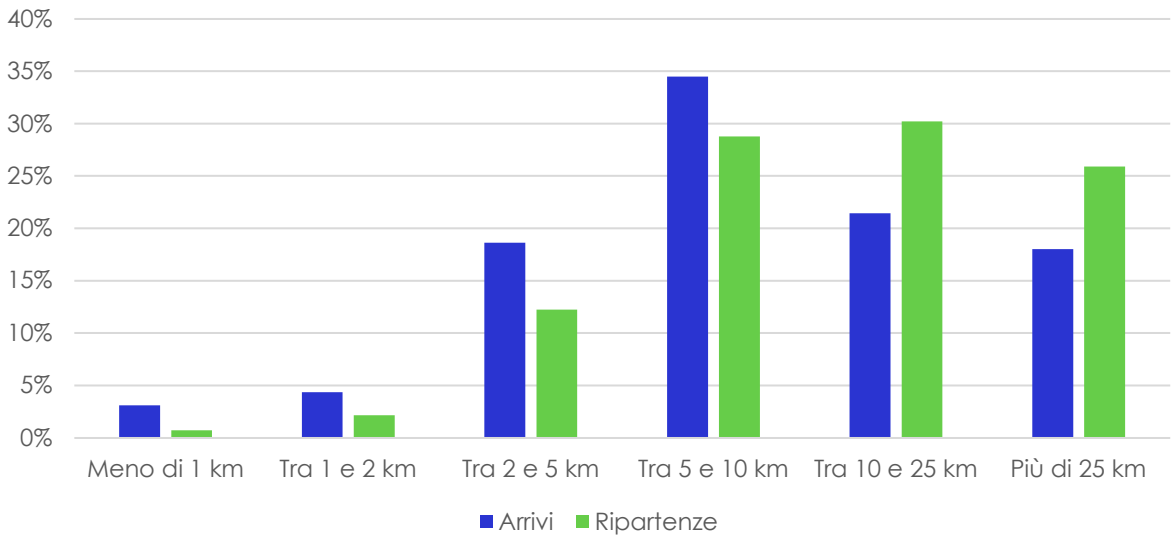


Figura 4.5 – Distribuzione per classi di distanza degli spostamenti dei dipendenti del parco commerciale "Diamante"

I criteri di attribuzione delle quote di spostamenti per classi di distanza da far riprodurre al modello gravitazionale sono di due tipi:

- *criterio geografico*, come precedentemente descritto il parco commerciale "Diamante" è posizionato in corrispondenza delle espansioni previste sulla direttrice commerciale di via Eridano; il centro commerciale "Il Castello" è localizzato in prossimità delle espansioni previste sulla direttrice commerciale di via Ferraresi;
- *criterio funzionale*, vale a dire che in base alle destinazioni d'uso previste per i nuovi insediamenti sono state identificate le distribuzioni degli spostamenti per classi di distanza più attinenti tra dipendenti e clienti.

4.3.1. Direttrice commerciale via Eridano

Per le tre nuove zone di generazione e attrazione della domanda di mobilità individuate in corrispondenza della direttrice commerciale di via Eridano, in funzione delle Superfici Utili Lorde per le varie destinazioni d'uso, sono state definite le distribuzioni degli spostamenti per classi di distanza come segue:

Tabella 4.8 – Distribuzioni degli spostamenti per classi di distanza per le nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Eridano

Zona	Polo di riferimento	Distribuzione per classi di distanza
Eridano nord	Diamante	Complessiva
Eridano centro	Diamante	Clienti
Eridano sud	Diamante	Dipendenti

Come risultato sono stati distribuiti tra le zone del modello di simulazione gli spostamenti in arrivo e ripartenza da ciascun polo nell'ora di punta pomeridiana, sulla base dei criteri esposti nel paragrafo precedente.

4.3.2. Direttrice commerciale via Ferraresi

Analogamente, per le due nuove zone di generazione e attrazione della domanda di mobilità individuate in corrispondenza della direttrice commerciale di via Ferraresi, in funzione delle Superfici Utili Lorde per le varie destinazioni d'uso, sono state definite le distribuzioni degli spostamenti per classi di distanza come segue:

Tabella 4.9 – Distribuzioni degli spostamenti per classi di distanza per le nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Ferraresi

Zona	Polo di riferimento	Distribuzione per classi di distanza
Ferraresi nord	Castello	Complessiva
Ferraresi sud	Castello	Clienti

Come risultato sono stati distribuiti tra le zone del modello di simulazione gli spostamenti in arrivo e ripartenza da ciascun polo nell'ora di punta pomeridiana, sulla base dei criteri esposti nel paragrafo metodologico.

4.4. Evoluzione del sistema di offerta

All'interno del presente paragrafo, si introducono le misure integrative previste mirate a fluidificare le condizioni del traffico veicolare in presenza delle due strutture e che modificano la configurazione del sistema infrastrutturale. Si tratta di interventi di fluidificazione del traffico stradale ipotizzati per valutarne gli effetti mitigatori sulla rete.

Inoltre, si espone come sono state ipotizzate le connessioni tra le nuove zone di traffico introdotte negli Scenari di Progetto e la rete stradale rappresentata dal grafo nel modello di simulazione.

4.4.1. Direttrice commerciale via Eridano

Le tre nuove zone di generazione e attrazione della domanda di mobilità individuate in corrispondenza della direttrice commerciale di via Eridano sono state connesse alla rete nei punti indicati in figura:

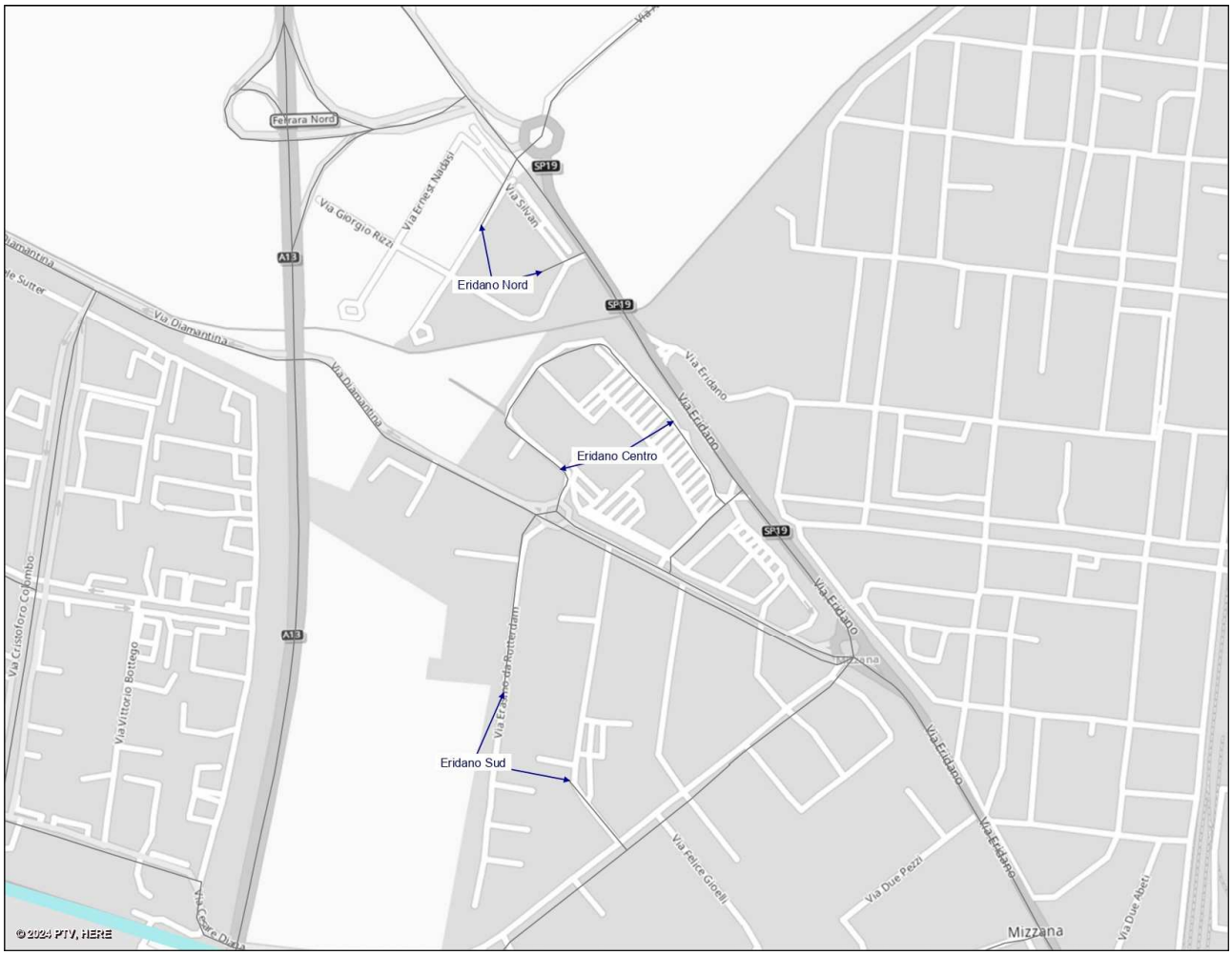


Figura 4.6 – Connessioni tra le nuove zone di traffico e la rete stradale – Direttrice commerciale di via Eridano

In Figura 4.7 è rappresentato l'intervento di mitigazione previsto nel presente ambito. La tipologia di sezione stradale ipotizzata per questo intervento è quella di una Strada Urbana di Scorrimento a due corsie. L'intervento è stato modellizzato e simulato negli Scenari di Progetto attraverso archi caratterizzati da capacità oraria pari a 3.600 veic/ora e velocità di percorrenza a flusso nullo pari a 50 km/h.



Figura 4.7 – Intervento di mitigazione – Direttrice commerciale di via Eridano

4.4.2. Direttrice commerciale via Ferraresi

Le due nuove zone di generazione e attrazione della domanda di mobilità individuate in corrispondenza della direttrice commerciale di via Ferraresi sono state connesse alla rete nei punti indicati in Figura 4.8.

Invece, in Figura 4.9 è rappresentato l'intervento di mitigazione previsto nel presente ambito. La tipologia di sezione stradale ipotizzata per questo intervento è quella di una Strada Urbana di Quartiere a una corsia. L'intervento è stato modellizzato e simulato negli Scenari di Progetto attraverso archi caratterizzati da capacità oraria pari a 1.200 veic/ora e velocità di percorrenza a flusso nullo pari a 50 km/h.

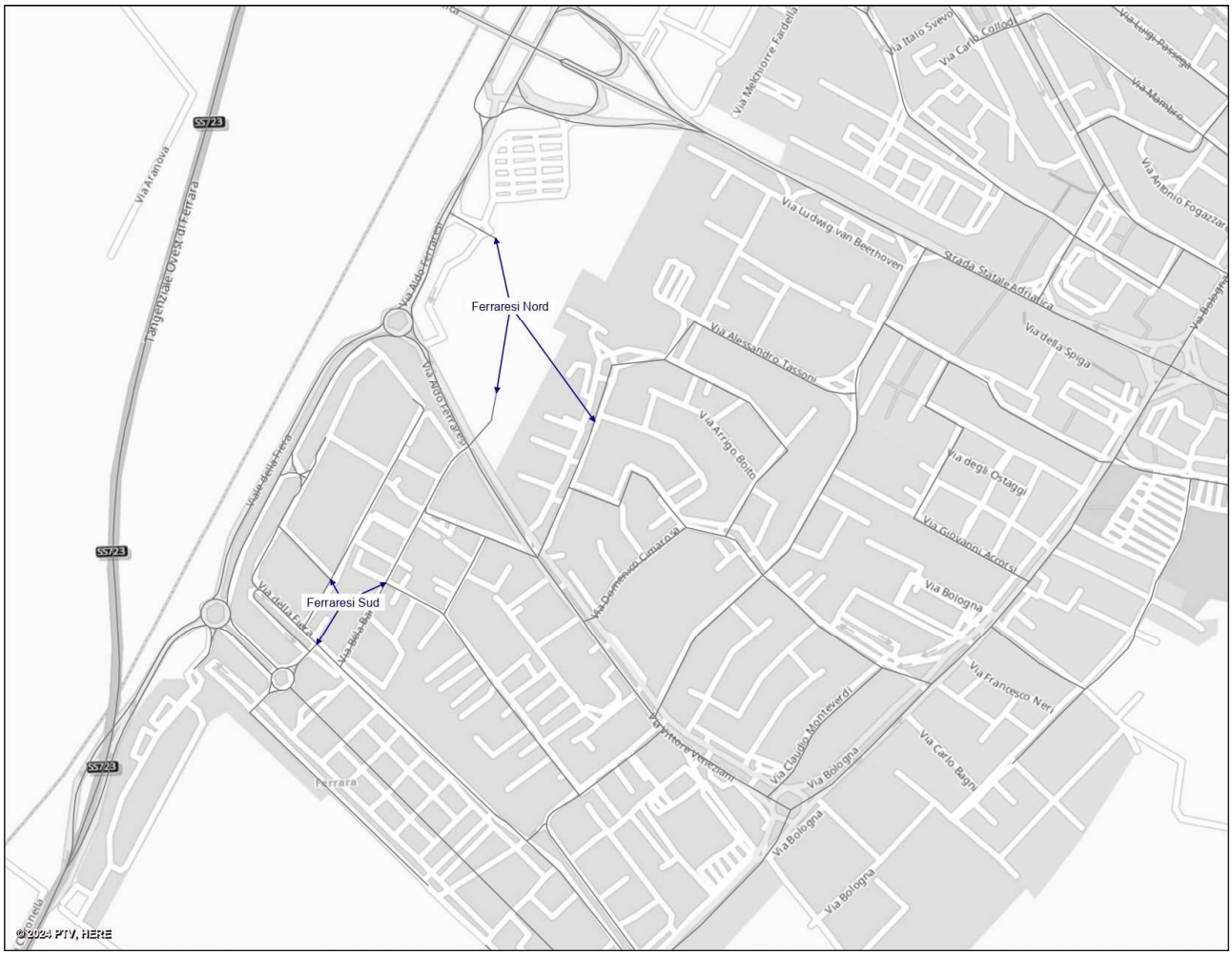


Figura 4.8 – Connessioni tra le nuove zone di traffico e la rete stradale – Direttrice commerciale di via Ferraresi

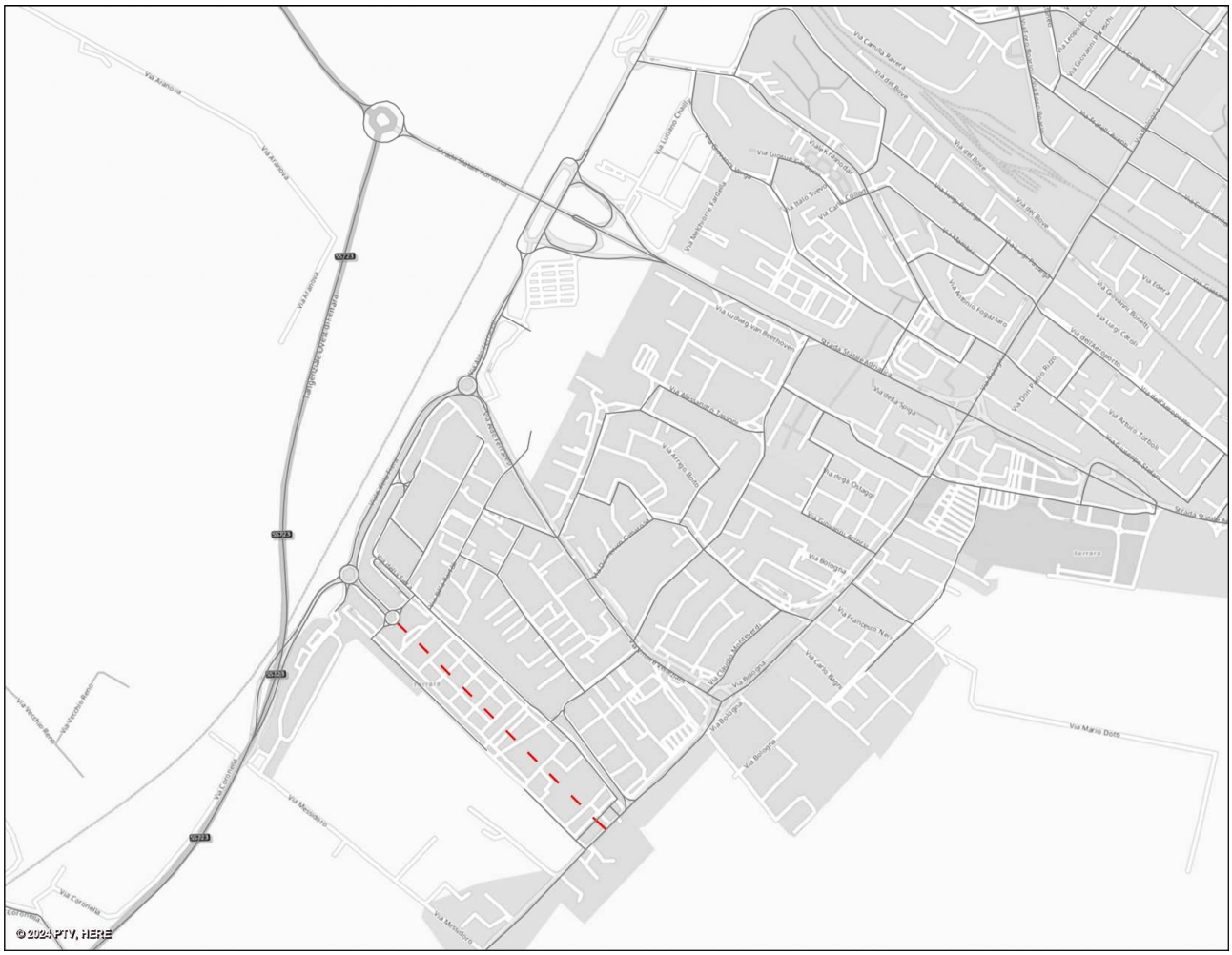


Figura 4.9 – Intervento di mitigazione – Direttrice commerciale di via Ferraresi

4.5. Configurazione degli Scenari di analisi

I dati FCD e i rilievi di traffico forniti dal Comune di Ferrara sono stati utilizzati per ricostruire la struttura origine-destinazione dei movimenti veicolari nell'immediato intorno del sedime di intervento e per affinare le informazioni relativamente alla domanda potenziale di mobilità su strada dei nuovi complessi commerciali, sia quanto a bacino territoriale sia quanto a caratteristiche distributive. Come detto in precedenza, gli impatti sono stati valutati in relazione alla finestra temporale di picco di massimo impatto generato dalle nuove strutture per il traffico cittadino, corrispondente all'ora di punta pomeridiana.

Per ciascuno dei nuovi complessi, dal punto di vista delle interazioni tra domanda e offerta di trasporto sono state implementate tre configurazioni del sistema, tra loro differenziate per misure infrastrutturali, livelli e disciplina del traffico:

- **rete e domanda attuale (cosiddetto Scenario Attuale)**, che rappresenta la configurazione attuale del sistema di mobilità;
- **rete di progetto e domanda di progetto (cosiddetto Scenario di Progetto)**, che riproduce tutte le manovre di ingresso/egresso del nuovo punto vendita con i nuovi carichi generati ed attratti dalle strutture progettuali;

- **rete di progetto comprensiva di intervento di mitigazione (cosiddetto Scenario di Progetto con interventi)**, con caratteristiche di domanda identiche a quelle dello scenario precedente ma differente configurazione del sistema infrastrutturale (per maggiori dettagli si rimanda al precedente paragrafo §4.4), per valutare gli effetti di interventi mirati a fluidificare le condizioni del traffico veicolare in presenza delle due strutture.

In sintesi, sono stati simulati e messi a confronto, per ciascuna delle due direttrici 3 scenari (Attuale, Progetto e Progetto con interventi) per valutare gli effetti delle nuove strutture sul traffico della punta pomeridiana. Gli Scenari di Progetto si compongono come descritto nella seguente tabella:

Tabella 4.10 – Gli Scenari di Progetto

	Complesso commerciale via Eridano	Complesso commerciale via Ferraresi	Intervento mitigazione via Eridano	Intervento mitigazione via Ferraresi
Scenario di Progetto 1A	X			
Scenario di Progetto 2A		X		
Scenario di Progetto 1B	X		X	
Scenario di Progetto 2B		X		X

Pertanto, nel modello di macro-simulazione sono stati implementati complessivamente cinque scenari:

- ***Scenario Attuale***;
- ***Scenario di Progetto 1A*** – Direttrice commerciale via Eridano;
- ***Scenario di Progetto 2A*** – Direttrice commerciale via Ferraresi;
- ***Scenario di Progetto 1B*** – Direttrice commerciale via Eridano con intervento di mitigazione;
- ***Scenario di Progetto 2B*** – Direttrice commerciale via Ferraresi con intervento di mitigazione.

Nel capitolo successivo, si riportano le prestazioni della rete del trasporto privato relative agli scenari di analisi simulati attraverso una serie di indicatori trasportistici sintetici e il confronto tra i diversi scenari secondo quanto segue:

- *Scenario di Progetto 1A VS Scenario Attuale;*
- *Scenario di Progetto 1B VS Scenario Attuale;*
- *Scenario di Progetto 1B VS Scenario di Progetto 1A;*
- *Scenario di Progetto 2A VS Scenario Attuale;*
- *Scenario di Progetto 2B VS Scenario Attuale;*
- *Scenario di Progetto 2B VS Scenario di Progetto 2A.*

5. Risultati e conclusioni

5.1. Gli indicatori di rete

Nel presente capitolo vengono riportati i principali risultati ottenuti dall'analisi trasportistica allo scopo di valutare gli impatti sulla mobilità generati dallo sviluppo di due direttrici commerciali nel territorio del Comune di Ferrara. Le prestazioni della rete del trasporto privato, relative agli scenari di analisi, sono state valutate attraverso una serie di indicatori trasportistici sintetici:

- *Percorrenze totali sulla rete (veic*km)*, ossia la distanza percorsa dall'utenza, sia complessivamente che all'interno del Centro Abitato;
- *Monte ore (veic*ora)*, ossia il tempo totale speso alla guida dagli utenti della rete;
- *Velocità media (km/h)*, ottenuta dal rapporto tra i due indicatori precedenti;
- *Lunghezza media (km)*, ottenuta dal rapporto tra le percorrenze complessive e la domanda veicolare assegnata;
- *Tempo medio (min)*, ottenuto dal rapporto tra il monte ore speso sulla rete stradale e la domanda veicolare assegnata;
- *Lunghezza della rete in congestione (km)*, inteso come lunghezza complessiva degli archi di rete con rapporto Flusso/Capacità superiore rispettivamente al 75% e al 90%.

5.1.1. Direttrice commerciale via Eridano

Nel presente paragrafo vengono riportati i principali indicatori trasportistici relativi allo Scenario Attuale, allo Scenario di Progetto 1A (Direttrice commerciale via Eridano) e allo Scenario di Progetto 1B (Direttrice commerciale via Eridano con intervento di mitigazione).

Tabella 5.1 – Indicatori sintetici di rete per lo Scenario Attuale, lo Scenario di Progetto 1A e lo Scenario di Progetto 1B

Indicatore	Scenario Attuale	Scenario di Progetto 1A	Scenario di Progetto 1B
Percorrenze [veic*km]	288.265	296.145	295.461
Percorrenze CA [veic*km]	118.763	122.465	118.812
Monte ore [veic*h]	5.951	6.190	6.117

Indicatore	Scenario Attuale	Scenario di Progetto 1A	Scenario di Progetto 1B
Domanda [#]	40.661	41.493	41.493
Velocità media [km/h]	48,44	47,84	48,30
Lunghezza media [km]	7,09	7,14	7,12
Tempo medio [min]	8,78	8,95	8,85
Lungh sat>75% [km]	21,621	27,724	21,649
Lungh sat>90% [km]	4,557	5,043	4,719

Nella seguente tabella si riportano le variazioni dei risultati ottenuti, in valore assoluto e percentuale, mettendo a confronto lo Scenario di Progetto 1A con lo Scenario Attuale, lo Scenario di Progetto 1B con lo Scenario Attuale e lo Scenario di Progetto 1B con lo Scenario di Progetto 1A.

Tabella 5.2 – Delta assoluto e percentuale degli indicatori sintetici di rete (Progetto 1A vs Attuale, Progetto 1B vs Attuale, Progetto 1B vs Progetto 1A)

Indicatore	Progetto 1A vs Attuale		Progetto 1B vs Attuale		Progetto 1B vs Progetto 1A	
	Delta ass.	Delta %	Delta ass.	Delta %	Delta ass.	Delta %
Percorrenze	7.880	2,73%	7.196	2,50%	-684	-0,23%
Percorrenze CA	3.702	3,12%	49	0,04%	-3.653	-2,98%
Monte ore	239	4,02%	166	2,79%	-73	-1,18%
Domanda	832	2,05%	832	2,05%	0	0,00%
Velocità media	-0,60	-1,23%	-0,14	-0,29%	0,46	0,96%
Lunghezza media	0,05	0,67%	0,03	0,44%	-0,02	-0,23%
Tempo medio	0,17	1,93%	0,06	0,73%	-0,11	-1,18%
Lungh sat>75%	6,103	28,23%	0,028	0,13%	-6,075	-21,91%
Lungh sat>90%	0,486	10,66%	0,162	3,55%	-0,324	-6,42%

Per quanto riguarda la direttrice commerciale di via Eridano, è stato realizzato un approfondimento dell'analisi considerando un ulteriore scenario di simulazione di breve periodo nel quale si prevede esclusivamente la realizzazione dell'intervento di ampliamento del centro commerciale IperTosano (intervento denominato con ID 10 in Figura 4.1 e correlato alla zona di traffico "Eridano centro"). Considerato l'orizzonte temporale di riferimento di quest'ultimo scenario di simulazione non è prevista una differente configurazione del sistema di offerta e la realizzazione dell'intervento infrastrutturale di collegamento con il casello A13 di "Ferrara Nord".

Nella seguente tabella si riportano i risultati ottenuti dalla simulazione dello scenario di breve termine e le variazioni emerse dal confronto con lo Scenario Attuale. Si osserva come l'immediata espansione del centro IperTosano non comporta effetti sensibili sulla circolazione veicolare se non sugli archi di accesso/egresso dalla struttura.

Tabella 5.3 – Indicatori sintetici di rete per lo Scenario Attuale e lo Scenario Breve Periodo

Indicatore	Scenario Attuale	Scenario Breve Periodo	Delta
Percorrenze [veic*km]	288.265	289.579	1.314
Percorrenze CA [veic*km]	118.763	119.453	690
Monte ore [veic*h]	5.951	5.992	41
Domanda [#]	40.661	40.809	148
Velocità media [km/h]	48,44	48,33	-0,11
Lunghezza media [km]	7,09	7,10	0,01

Indicatore	Scenario Attuale	Scenario Breve Periodo	Delta
Tempo medio [min]	8,78	8,81	0,03
Lungh sat>75% [km]	21,621	21,979	0,358
Lungh sat>90% [km]	4,557	4,594	0,037

5.1.2. Direttrice commerciale via Ferraresi

Nel presente paragrafo vengono riportati i principali indicatori trasportistici relativi allo Scenario Attuale, allo Scenario di Progetto 2A (Direttrice commerciale via Ferraresi) e allo Scenario di Progetto 2B (Direttrice commerciale via Ferraresi con intervento di mitigazione).

Tabella 5.4 – Indicatori sintetici di rete per lo Scenario Attuale, lo Scenario di Progetto 2A e lo Scenario di Progetto 2B

Indicatore	Scenario Attuale	Scenario di Progetto 2A	Scenario di Progetto 2B
Percorrenze [veic*km]	288.265	293.624	293.611
Percorrenze CA [veic*km]	118.763	121.930	121.823
Monte ore [veic*h]	5.951	6.126	6.125
Domanda [#]	40.661	41.508	41.508
Velocità media [km/h]	48,44	47,93	47,94
Lunghezza media [km]	7,09	7,07	7,07
Tempo medio [min]	8,78	8,86	8,85
Lungh sat>75% [km]	21,621	27,435	27,846
Lungh sat>90% [km]	4,557	4,938	4,938

Nella seguente tabella si riportano le variazioni dei risultati ottenuti, in valore assoluto e percentuale, mettendo a confronto lo Scenario di Progetto 2A con lo Scenario Attuale, lo Scenario di Progetto 2B con lo Scenario Attuale e lo Scenario di Progetto 2B con lo Scenario di Progetto 2A.

Tabella 5.5 – Delta assoluto e percentuale degli indicatori sintetici di rete (Progetto 2A vs Attuale, Progetto 2B vs Attuale, Progetto 2B vs Progetto 2A)

Indicatore	Progetto 2A vs Attuale		Progetto 2B vs Attuale		Progetto 2B vs Progetto 2A	
	Delta ass.	Delta %	Delta ass.	Delta %	Delta ass.	Delta %
Percorrenze	5.359	1,86%	5.346	1,85%	-13	0,00%
Percorrenze CA	3.167	2,67%	3.060	2,58%	-107	-0,09%
Monte ore	175	2,94%	174	2,92%	-1	-0,02%
Domanda	847	2,08%	847	2,08%	0	0,00%
Velocità media	-0,51	-1,05%	-0,50	-1,04%	0,01	0,01%
Lunghezza media	-0,02	-0,22%	-0,02	-0,22%	0,00	0,00%
Tempo medio	0,07	0,84%	0,07	0,82%	0,00	-0,02%
Lungh sat>75%	5,814	26,89%	6,225	28,79%	0,411	1,50%
Lungh sat>90%	0,381	8,36%	0,381	8,36%	0,000	0,00%

5.2. Conclusioni

5.2.1. Direttrice commerciale via Eridano

La realizzazione degli interventi lungo la direttrice di via Eridano induce effetti piuttosto limitati sulla rete di trasporto come è possibile apprezzare dalle variazioni degli indicatori nel confronto "Scenario di Progetto 1A vs Scenario Attuale" che risultano abbastanza contenute.

In particolare, si stima un lieve incremento delle percorrenze totali sulla rete (circa +3%) e della distanza media degli spostamenti (circa +0,7 km), da cui emerge come la distribuzione delle distanze accesso/egresso sia mediamente più lunga degli altri spostamenti; di contro la riduzione di velocità media a livello di intera rete dell'ambito di studio risulta piuttosto trascurabile (-0,6 km/h).

Altresì, da un'attenta lettura degli indicatori sintetici di rete risulta un aumento contenuto della congestione nell'ambito di studio riscontrabile nell'aumento leggermente più significativo del tempo totale speso alla guida dagli utenti sulla rete (circa +4%) rispetto a quello delle percorrenze totali e nell'ampliamento della rete con livelli di congestione medio/alti (rapporto Flusso/Capacità superiore al 75%). Diversamente, non emerge un incremento sensibile della rete con livelli di congestione elevati (rapporto Flusso/Capacità superiore al 90%). In particolare, si generano condizioni di congestione con livello medio/alto sulla tratta intermedia della stessa via Eridano e sul sottopasso ferroviario in accesso al centro di Ferrara.

L'introduzione di un intervento infrastrutturale volto a fluidificare le condizioni del traffico veicolare nello Scenario di Progetto 1B è stimato come molto utile per mitigare gli effetti generati dagli interventi sul sistema della mobilità. Le variazioni degli indicatori, sebbene contenute, rappresentano un miglioramento delle condizioni di circolazione.

L'inserimento dell'intervento infrastrutturale come misura di mitigazione permette di diminuire o, in alcuni casi addirittura annullare, le differenze con lo stato attuale, specialmente in termini di percorrenze all'interno del centro abitato, monte ore e lunghezza degli archi in congestione.

L'effetto prodotto da tale intervento è quello di deviare parte dei flussi veicolari lungo la direzionalità est-ovest, specialmente da/per il casello A13 di "Ferrara Nord", dall'itinerario attuale (direttrice Eridano – Michelini – Marconi) sulla nuova viabilità di collegamento.

5.2.2. Direttrice commerciale via Ferraresi

Lo sviluppo della direttrice di via Ferraresi produce un effetto piuttosto localizzato sulla rete di trasporto, in particolare influenzando alcune scelte di percorso dell'utenza che si redistribuisce sul reticolo viario esistente.

Dalle variazioni degli indicatori nel confronto "Scenario di Progetto 2A vs Scenario Attuale" emerge un incremento poco sensibile delle percorrenze totali sulla rete (circa +2%), un leggero aumento dei tempi di percorrenza e lievi e localizzate riduzioni della velocità media.

Si rileva una sostanziale invarianza della distanza media degli spostamenti, quindi la distribuzione delle distanze accesso/egresso è simile alla distribuzione di lunghezze degli spostamenti su tutta l'area.

Inoltre, da un'attenta lettura degli indicatori sintetici di rete risulta un aumento contenuto della congestione nell'ambito di studio riscontrabile nell'aumento leggermente più significativo del tempo totale speso alla guida dagli utenti sulla rete (circa +3%) rispetto a quello delle percorrenze totali e nell'ampliamento della rete

con livelli di congestione medio/alti (rapporto Flusso/Capacità superiore al 75%). Diversamente, non emerge un incremento sensibile della rete con livelli di congestione elevati (rapporto Flusso/Capacità superiore al 90%).

L'introduzione di un intervento infrastrutturale volto a fluidificare le condizioni del traffico veicolare nello Scenario di Progetto 2B non è stimata produrre risultati significativi in termini di mitigazione degli effetti generati dagli interventi sul sistema della mobilità dal momento che le variazioni degli indicatori nel confronto "Scenario di Progetto 2B vs Scenario di Progetto 2A" risultano irrilevanti, anche a causa dell'impatto contenuto dello sviluppo della direttrice nella sua interezza.

Pertanto, è possibile affermare che l'inserimento dell'intervento infrastrutturale come misura integrativa permette esclusivamente di introdurre un percorso alternativo per l'accesso e/o egresso dall'area sia per i flussi originati e destinati alle nuove urbanizzazioni sia per i flussi di scambio da e per l'area.

Indice delle figure

Figura 1.1 – Localizzazione delle direttrici commerciali nel territorio del Comune di Ferrara 8
Figura 2.1 – Schema funzionale del sistema di rilevamento dei Floating Car Data 11
Figura 2.2 – Il sistema viario dell'ambito di studio 13
Figura 2.3 – Ambiti della direttrice commerciale su via Eridano 15
Figura 2.4 – Via Eridano "Direttrice del commercio sovralocale" 16
Figura 2.5 – Via Ferraresi "Direttrice del commercio sovralocale" 17
Figura 2.6 – Ambiti della direttrice commerciale su via Ferraresi 18
Figura 3.1 – Zonizzazione interna 20
Figura 3.2 – Grafo trasportistico del modello di simulazione 22
Figura 3.3 – Localizzazione delle postazioni di rilievo 24
Figura 3.4 – Calibrazione e validazione del modello 25
Figura 3.5 – Andamento settimanale per singola ora dei flussi rilevati alle postazioni di rilievo 2 e 3 26
Figura 3.6 – Profilo orario dei flussi rilevati alle postazioni di rilievo 2 e 3 per tipologia di giorno 26
Figura 3.7 – Profilo orario dei flussi rilevati alla postazione di rilievo 1 27
Figura 3.8 - Profilo orario dei flussi rilevati alle postazioni di rilievo nel giorno feriale 27
Figura 3.9 – Distribuzione oraria degli spostamenti in arrivo e partenza dal centro commerciale "Il Castello" nel giorno feriale medio. Fonte: Elaborazioni dei Floating Car Data – Vem Solutions ...28
Figura 3.10 – Distribuzione oraria degli spostamenti in arrivo e partenza dal parco commerciale "Diamante" nel giorno feriale medio. Fonte: Elaborazioni dei Floating Car Data – Vem Solutions 28
Figura 4.1 – Nuovi insediamenti nel territorio del Comune di Ferrara 31
Figura 4.2 – Distribuzione per classi di distanza degli spostamenti dei clienti del centro commerciale "Il Castello" 35
Figura 4.3 – Distribuzione per classi di distanza degli spostamenti dei dipendenti del centro commerciale "Il Castello" 35

Figura 4.4 – Distribuzione per classi di distanza degli spostamenti dei clienti del parco commerciale "Diamante" 36
Figura 4.5 – Distribuzione per classi di distanza degli spostamenti dei dipendenti del parco commerciale "Diamante" 36
Figura 4.6 – Connessioni tra le nuove zone di traffico e la rete stradale – Direttrice commerciale di via Eridano 38
Figura 4.7 – Intervento di mitigazione – Direttrice commerciale di via Eridano 39
Figura 4.8 – Connessioni tra le nuove zone di traffico e la rete stradale – Direttrice commerciale di via Ferraresi 40
Figura 4.9 – Intervento di mitigazione – Direttrice commerciale di via Ferraresi 41

Indice delle tabelle

Tabella 3.1 – Estesa della rete stradale modellizzata in funzione delle differenti tipologie di assi stradali 21
Tabella 4.1 – Superfici Utili Lorde e destinazioni d'uso dei nuovi insediamenti 30
Tabella 4.2 – Attrazioni e generazioni per i nuovi insediamenti sulla direttrice commerciale di via Eridano per ciascuna funzione [Dati espressi in veic/h] 32
Tabella 4.3 – Spostamenti totali attratti e generati dalle nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Eridano [Dati espressi in veic/h] 32
Tabella 4.4 – Spostamenti in auto attratti e generati dalle nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Eridano nell'ora di punta pomeridiana [Dati espressi in veic/h] 33
Tabella 4.5 – Attrazioni e generazioni per i nuovi insediamenti sulla direttrice commerciale di via Ferraresi per ciascuna funzione [Dati espressi in veic/h] 33
Tabella 4.6 – Spostamenti totali attratti e generati dalle nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Ferraresi [Dati espressi in veic/h] 33
Tabella 4.7 – Spostamenti in auto attratti e generati dalle nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Ferraresi nell'ora di punta pomeridiana [Dati espressi in veic/h] 34
Tabella 4.8 – Distribuzioni degli spostamenti per classi di distanza per le nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Eridano 37
Tabella 4.9 – Distribuzioni degli spostamenti per classi di distanza per le nuove zone di traffico sulla direttrice commerciale di via Ferraresi 37
Tabella 4.10 – Gli Scenari di Progetto 42
Tabella 5.1 – Indicatori sintetici di rete per lo Scenario Attuale, lo Scenario di Progetto 1A e lo Scenario di Progetto 1B 43
Tabella 5.2 – Delta assoluto e percentuale degli indicatori sintetici di rete (Progetto 1A vs Attuale, Progetto 1B vs Attuale, Progetto 1B vs Progetto 1A) 44
Tabella 5.3 – Indicatori sintetici di rete per lo Scenario Attuale e lo Scenario Breve Periodo 44
Tabella 5.4 – Indicatori sintetici di rete per lo Scenario Attuale, lo Scenario di Progetto 2A e lo Scenario di Progetto 2B 45

Tabella 5.5 – Delta assoluto e percentuale degli indicatori sintetici di rete (Progetto 2A vs Attuale, Progetto 2B vs Attuale, Progetto 2B vs Progetto 2A) 45

LE DIRETTRICI COMMERCIALI DI VIA ERIDANO E VIA FERRARESI

Studio di traffico per la stima degli impatti sulla mobilità

Marzo 2024

Le direttrici commerciali di via Eridano e via Ferraresi

Studio di traffico per la stima degli impatti sulla mobilità

Responsabile

Ing. Francesco Ciaffi

Gruppo di Lavoro

Ing. Francesco Ciaffi

Ing. Daniele Di Antonio

Ing. Stefania Lepore

Approvazione

Ing. Francesco Ciaffi

Revisione

Marzo 2024

Indice

1. Flussogrammi di rete **4**

1.1. Scenario Attuale 5

1.2. Scenario di Progetto 1A 8

1.3. Scenario di Progetto 2A 10

1.4. Scenario di Progetto 1B 12

1.5. Scenario di Progetto 2B 14

2. Flussogrammi differenza **16**

2.1. Scenario di Progetto 1A VS Scenario Attuale 17

2.2. Scenario di Progetto 2A VS Scenario Attuale 19

2.3. Scenario di Progetto 1B VS Scenario di Progetto 1A 21

2.4. Scenario di Progetto 2B VS Scenario di Progetto 2A 23

Indice delle figure **25**

01

Flussogrammi di rete

1.Flussogrammi di rete

1. 1 Scenario Attuale

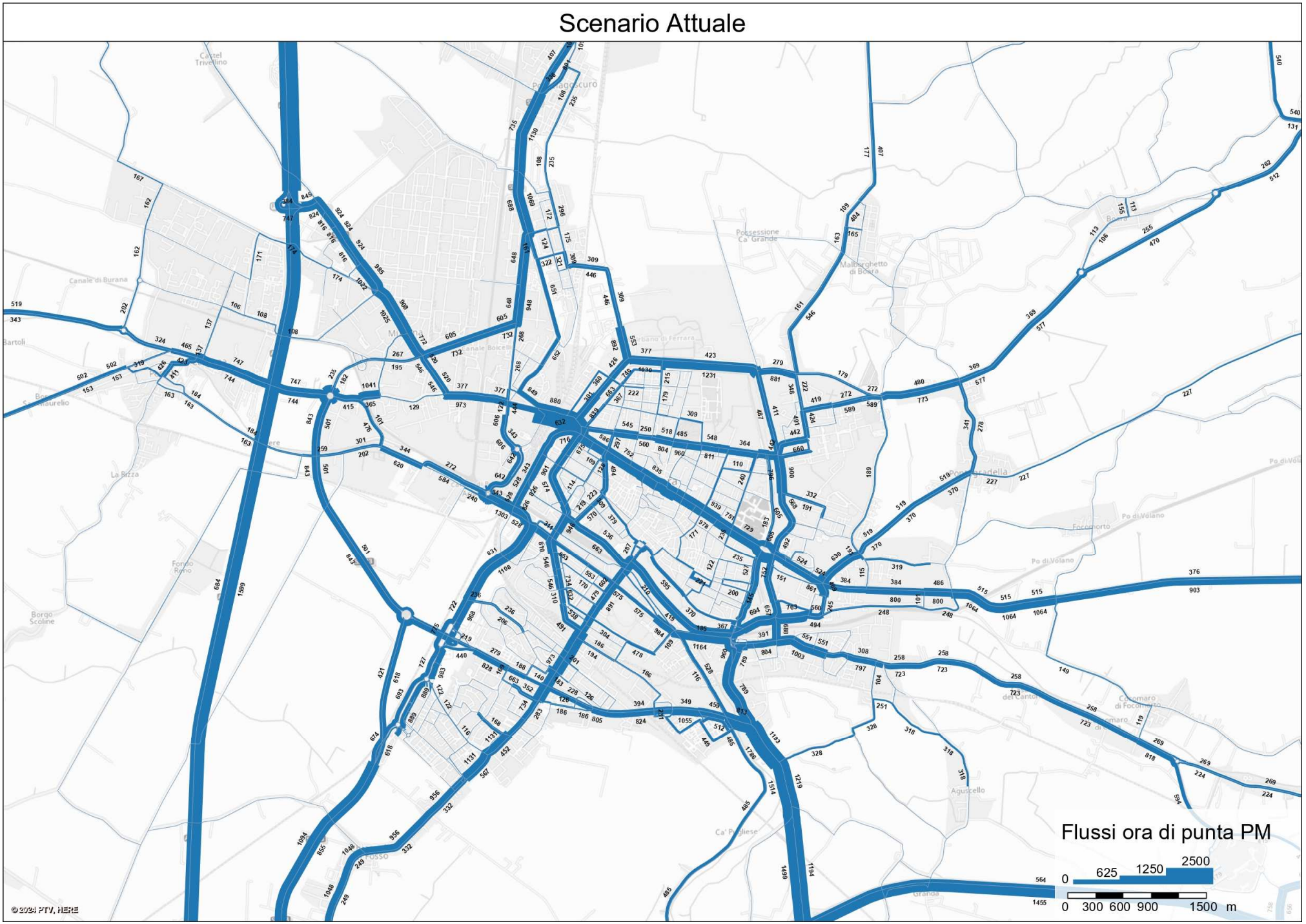


Figura 1.1 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana

1.Flussogrammi di rete

1. 1 Scenario Attuale

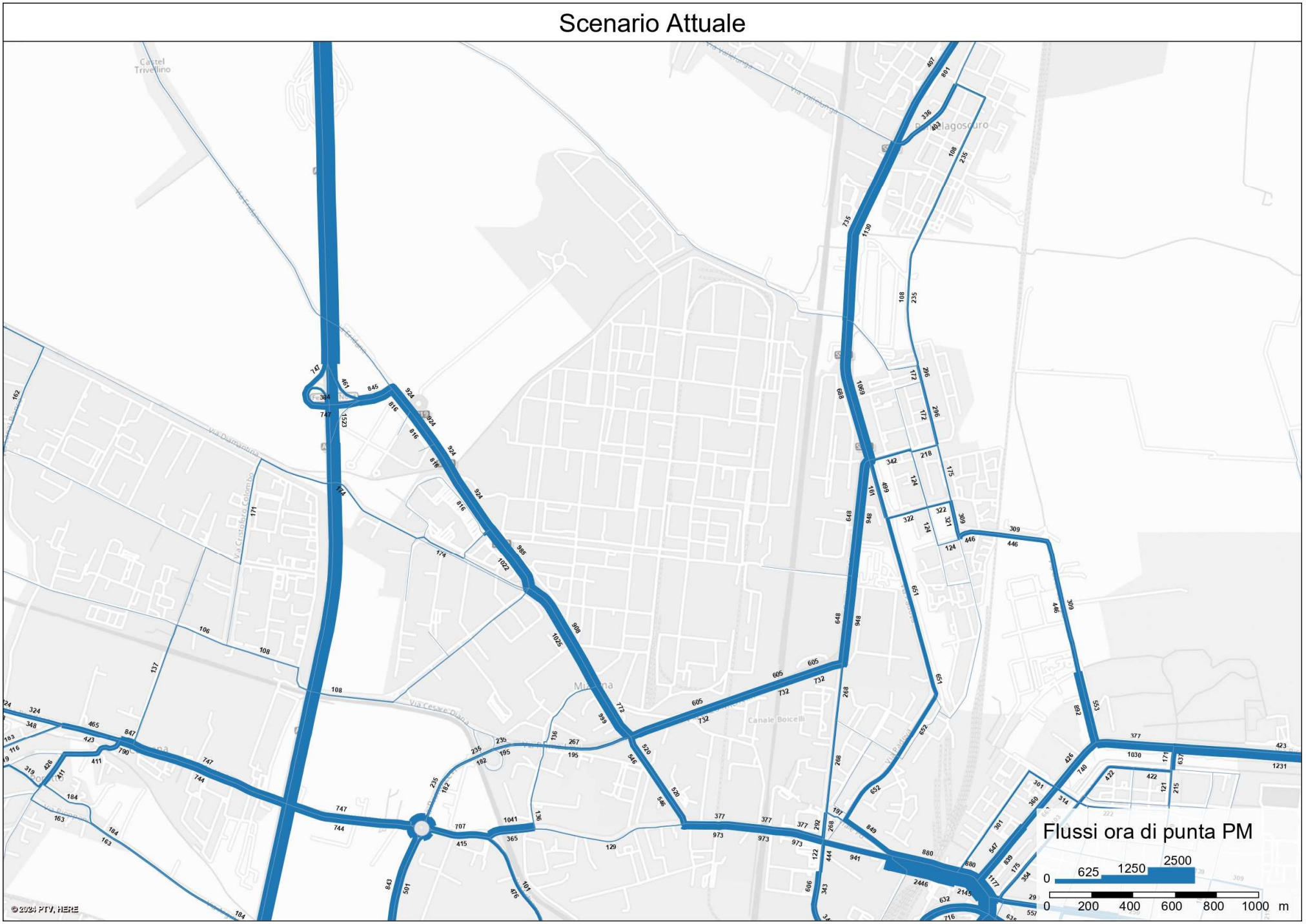


Figura 1.2 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana

1.Flussogrammi di rete

1. 1 Scenario Attuale

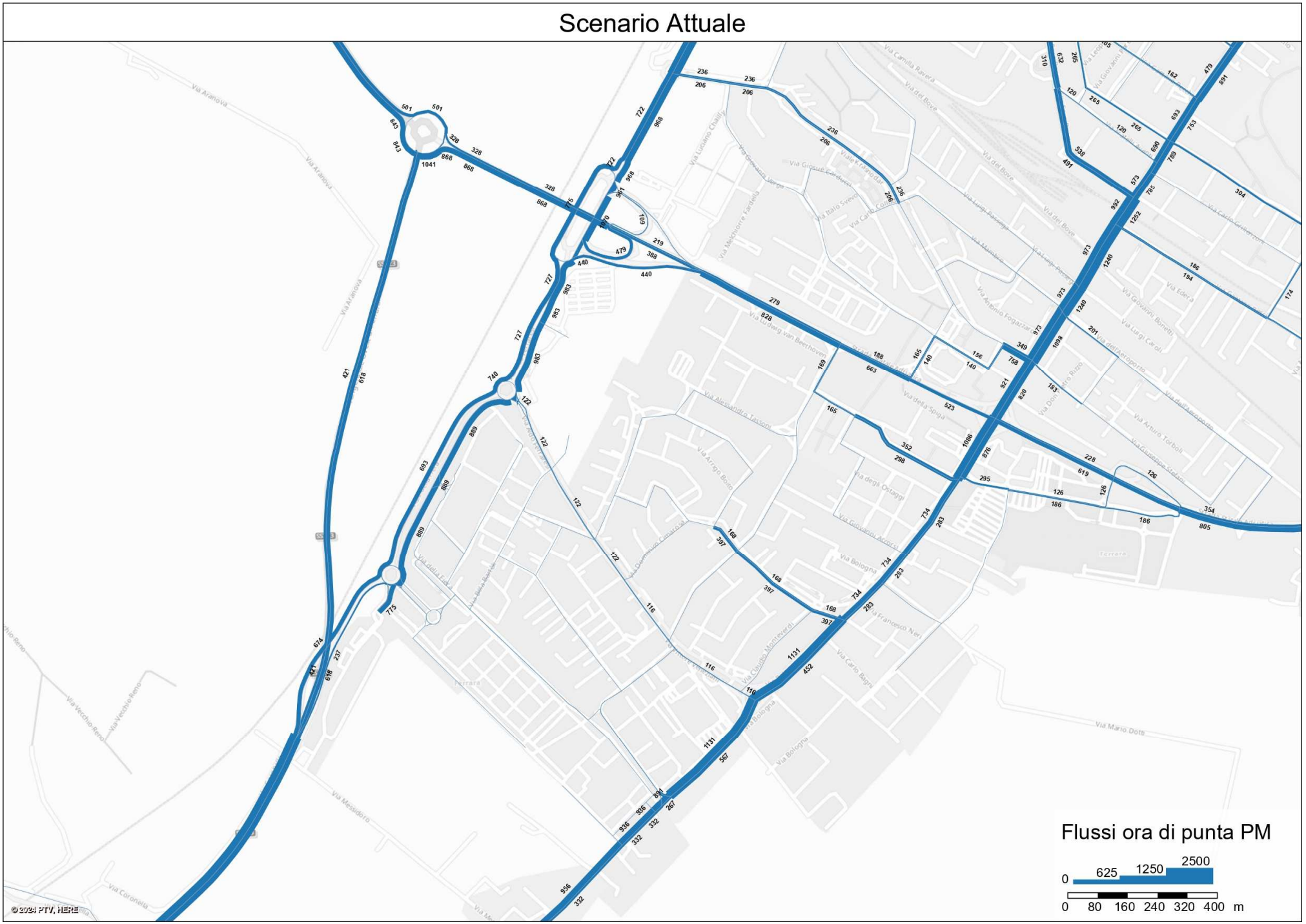


Figura 1.3 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana

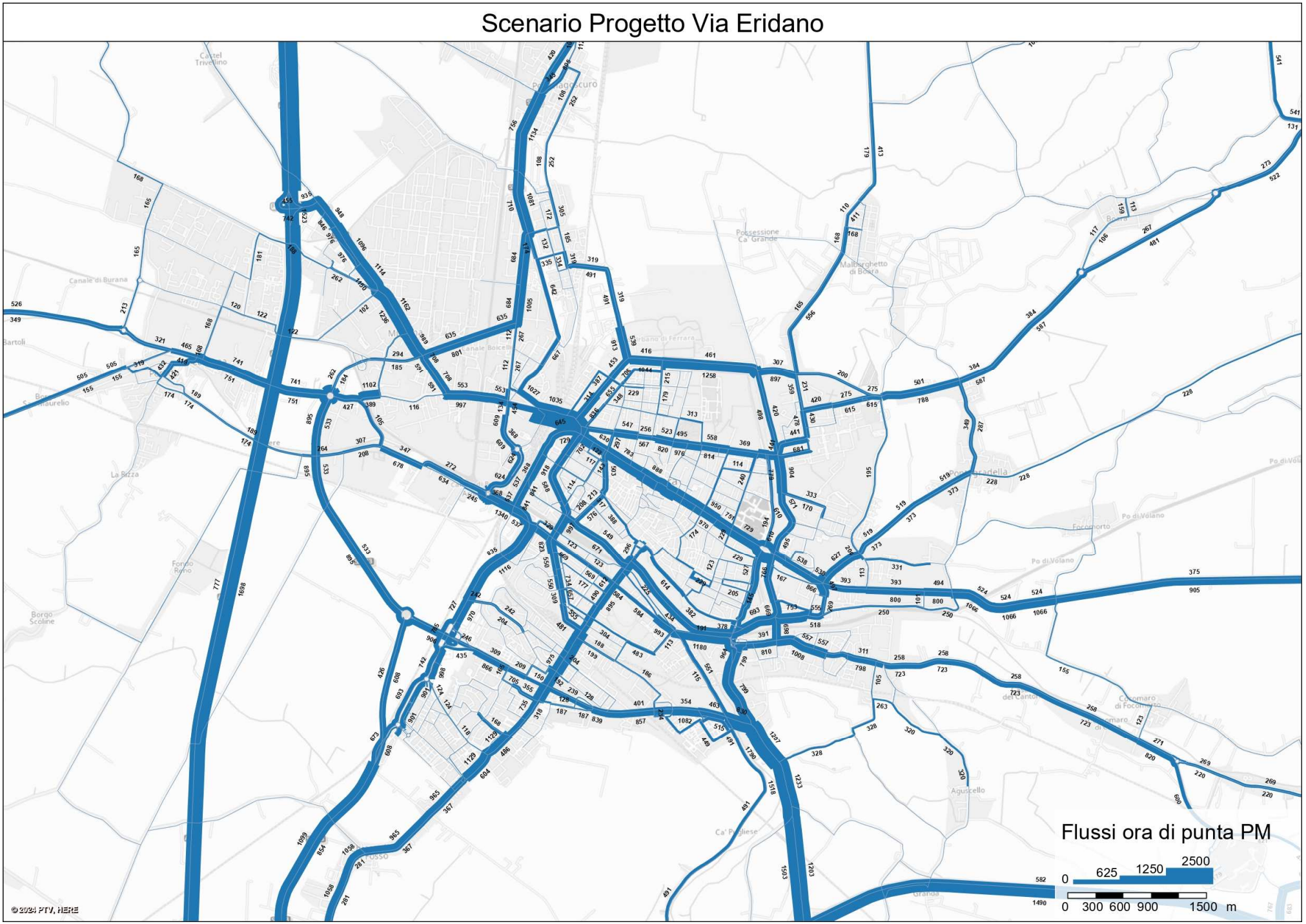


Figura 1.4 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 1A (Direttrice commerciale via Eridano) – Ora di punta pomeridiana

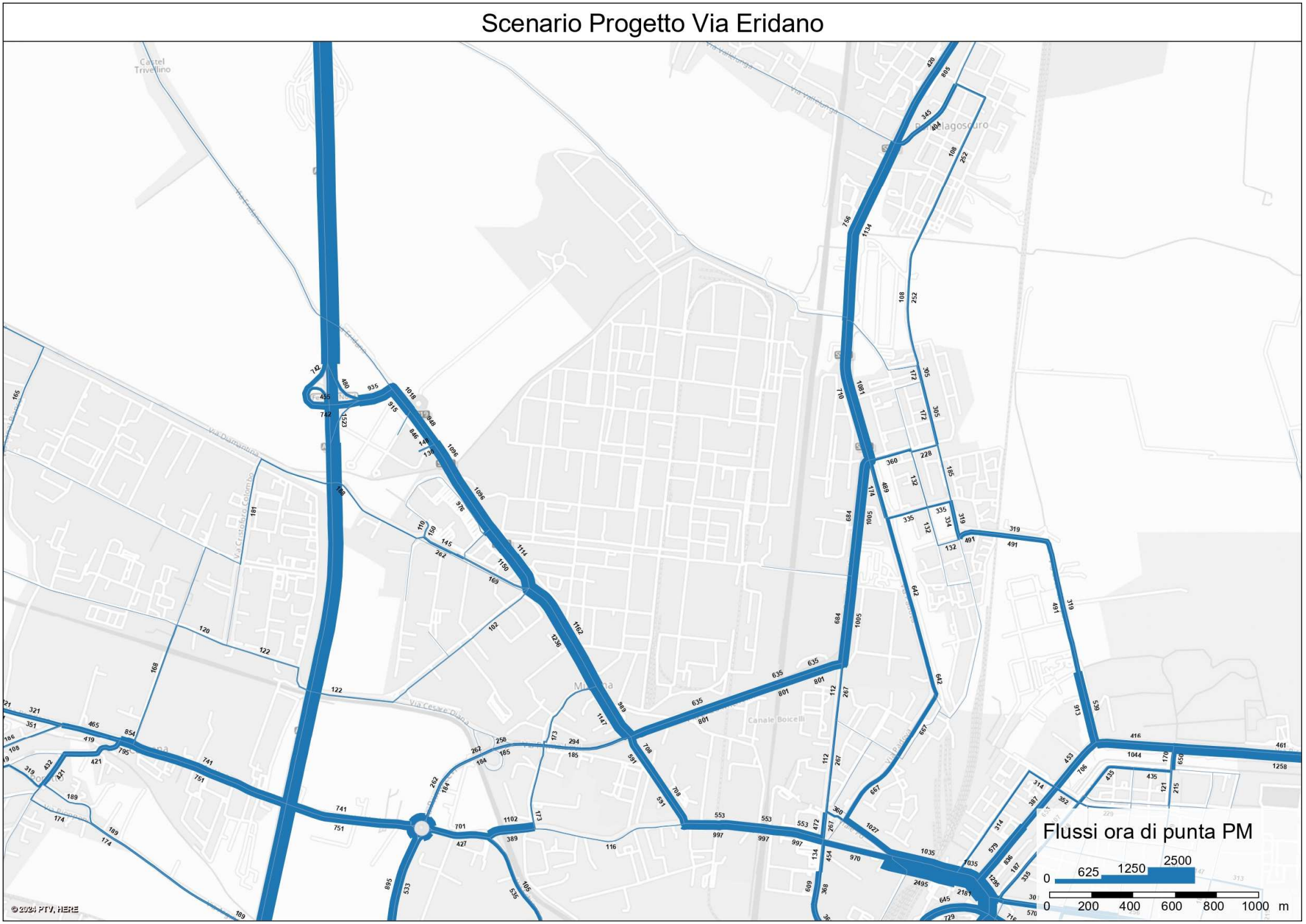


Figura 1.5 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario di Progetto 1A (Direttrice commerciale via Eridano) – Ora di punta pomeridiana

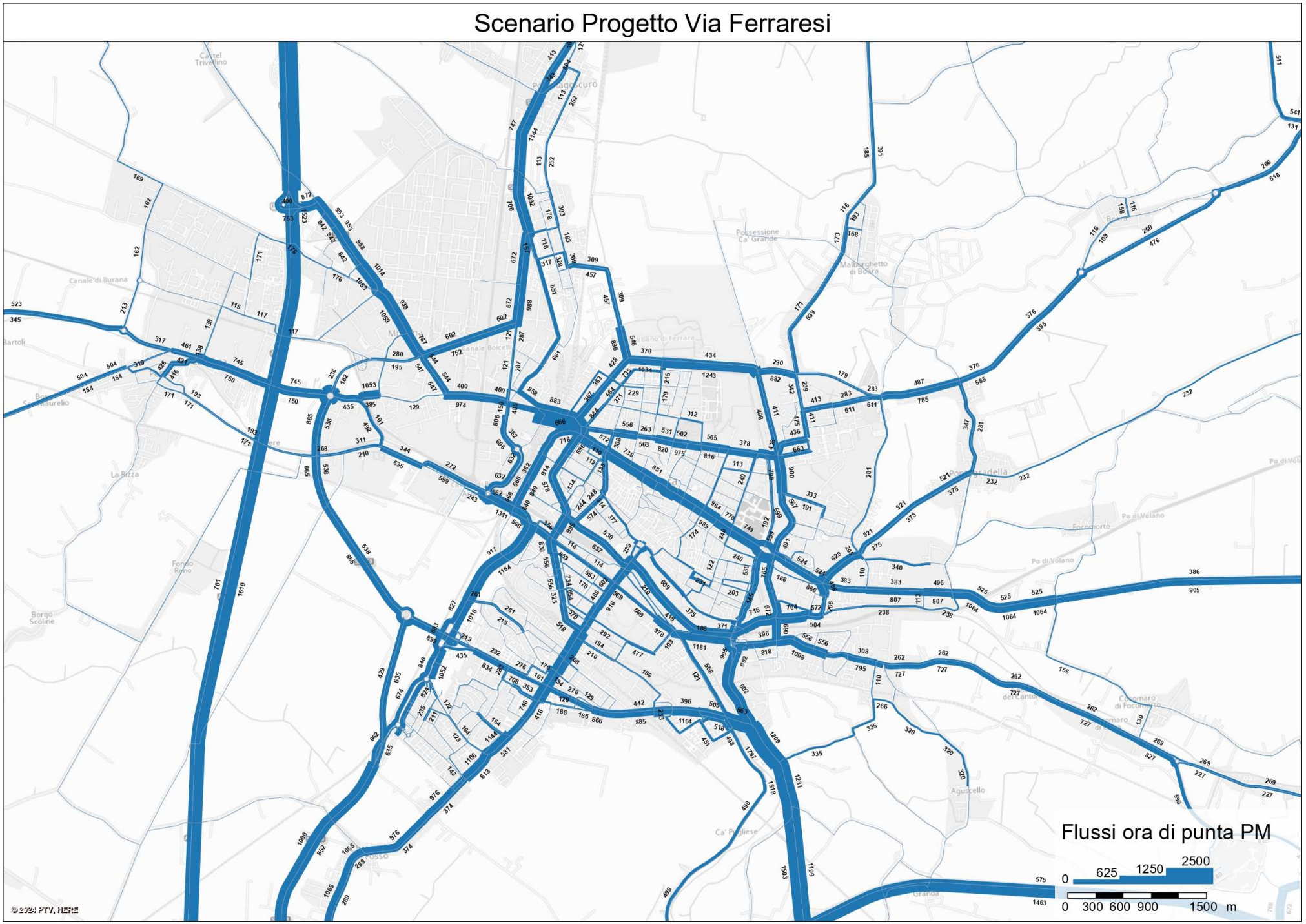


Figura 1.6 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 2A (Direttrice commerciale via Ferraresi) – Ora di punta pomeridiana

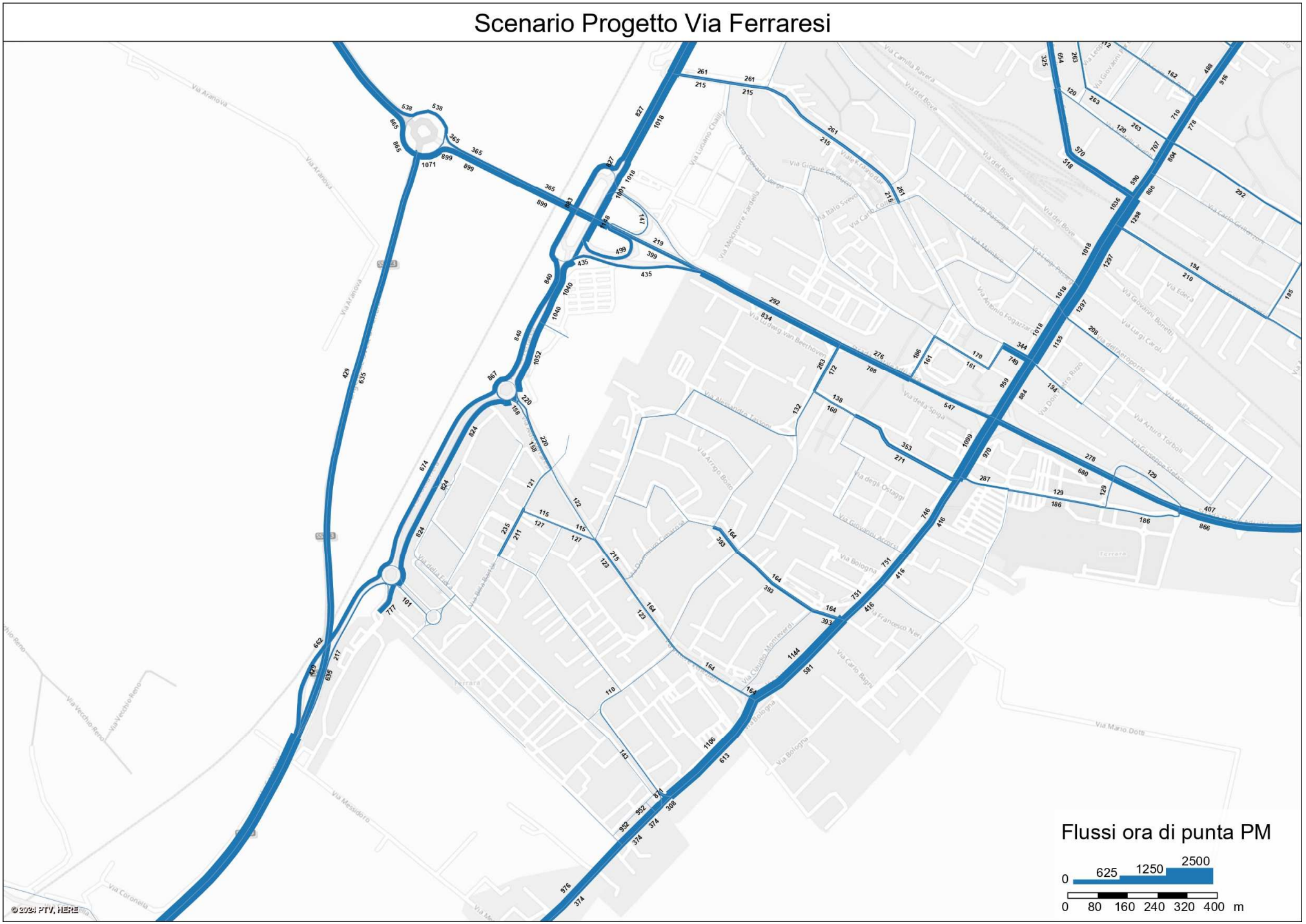


Figura 1.7 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario di Progetto 2A (Direttrice commerciale via Ferraresi) – Ora di punta pomeridiana

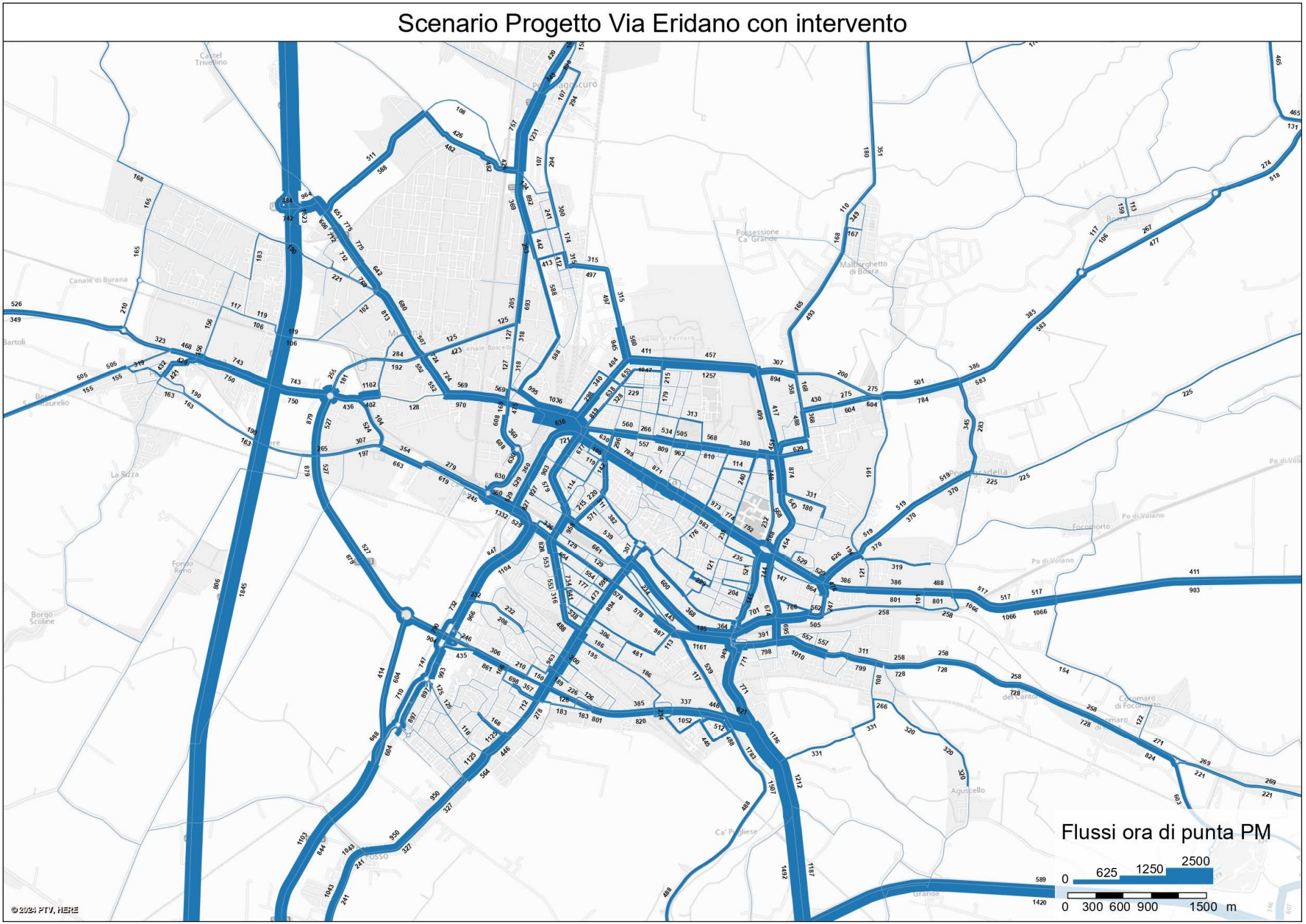


Figura 1.8 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 1B (Direttrice commerciale via Eridano con intervento di mitigazione) – Ora di punta pomeridiana

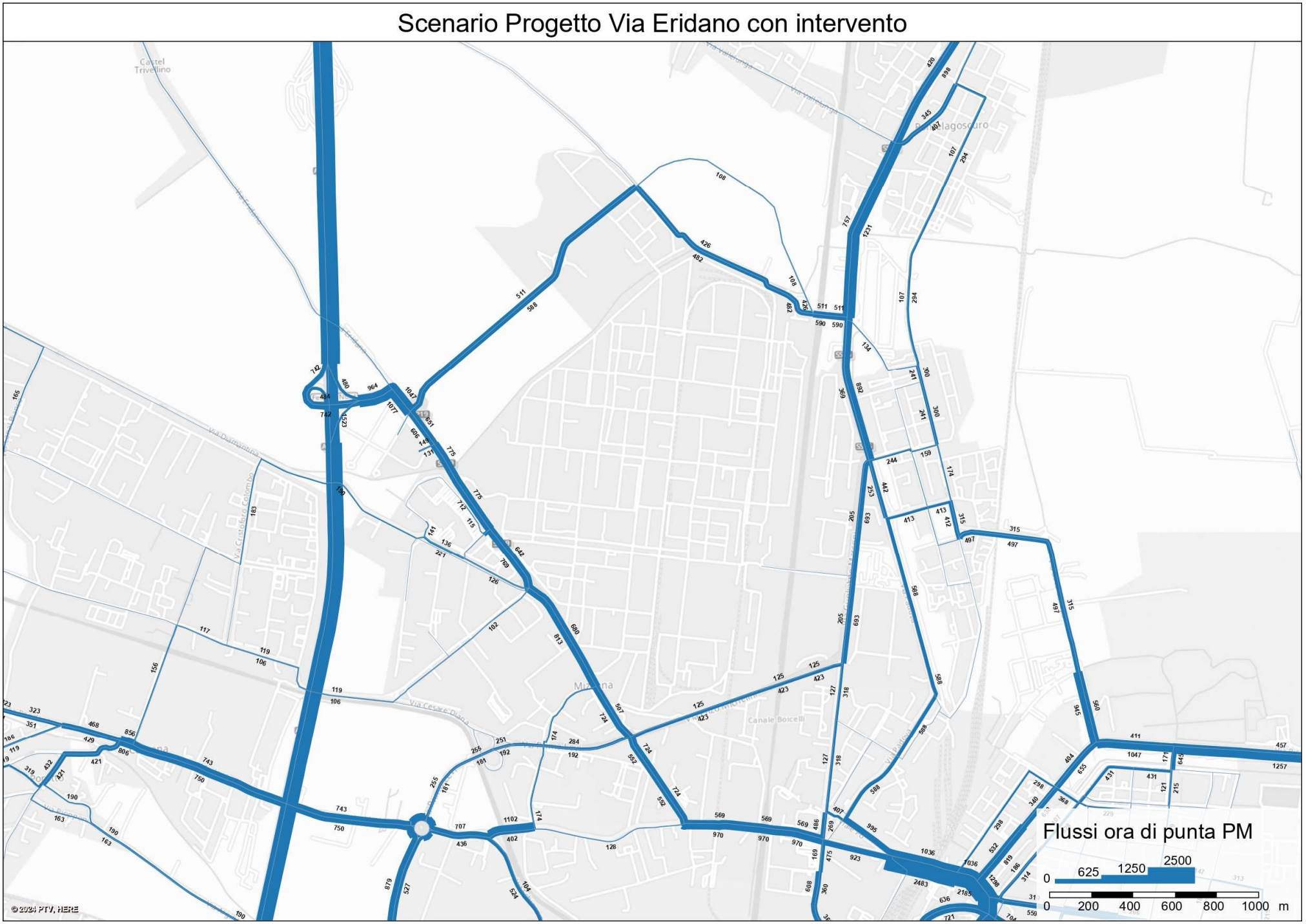


Figura 1.9 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario di Progetto 1B (Direttrice commerciale via Eridano con intervento di mitigazione) – Ora di punta pomeridiana

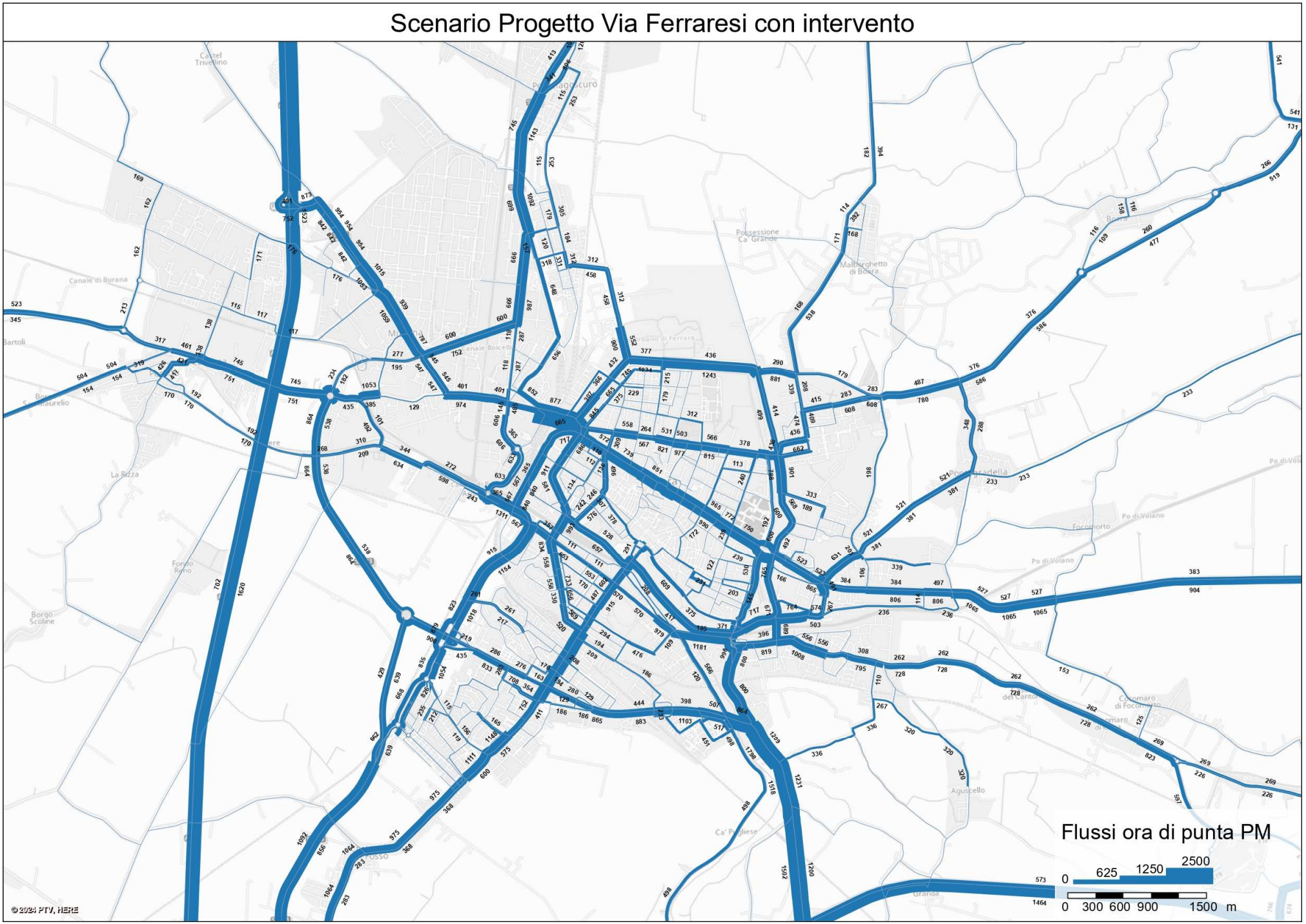


Figura 1.10 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 2B (Direttrice commerciale via Ferraresi con intervento di mitigazione) – Ora di punta pomeridiana

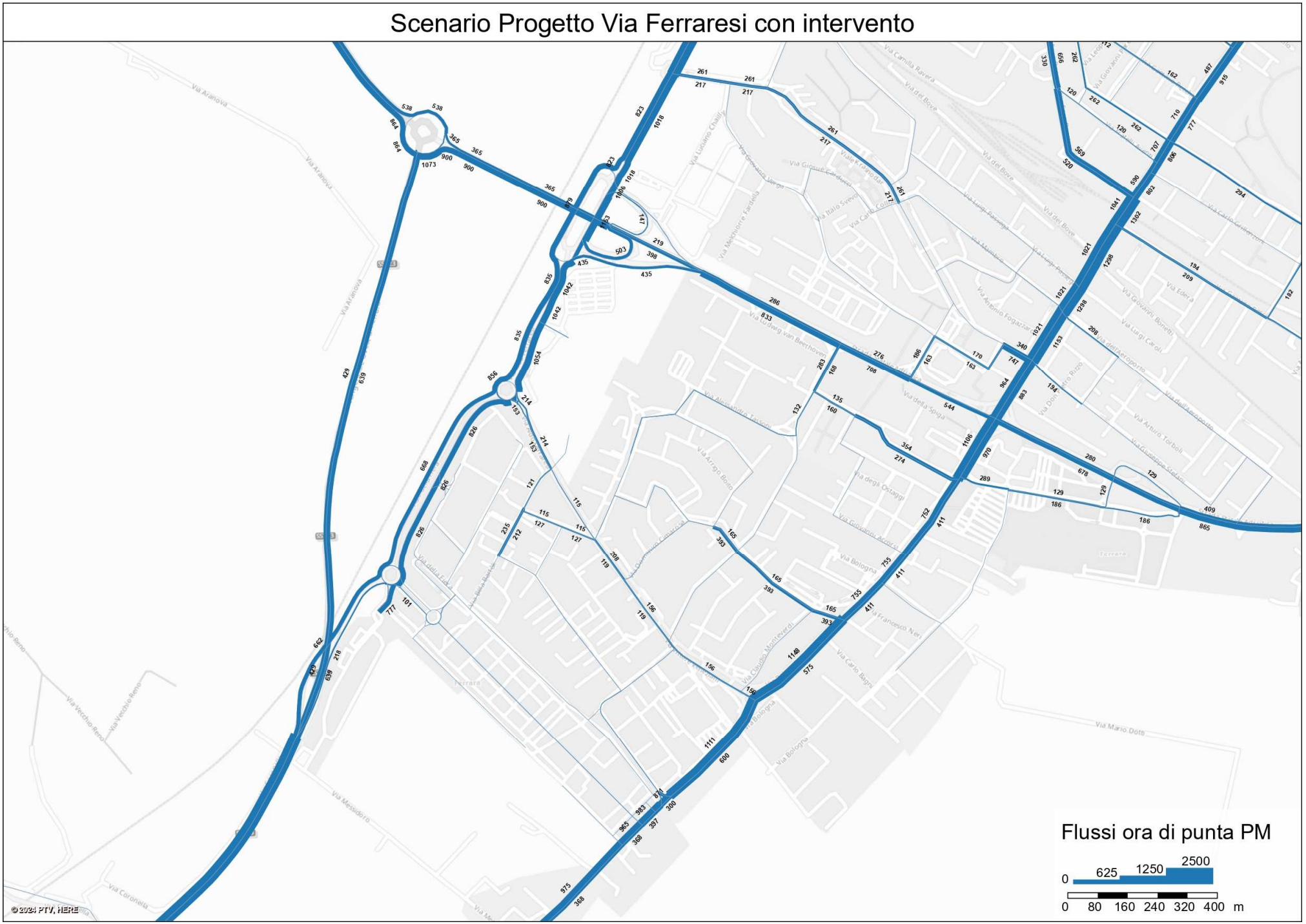


Figura 1.11 – – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario di Progetto 2B (Direttrice commerciale via Ferraresi con intervento di mitigazione) – Ora di punta pomeridiana

02

Flussogrammi differenza

2.Flussogrammi differenza

2.1 Scenario di Progetto 1A VS Scenario Attuale

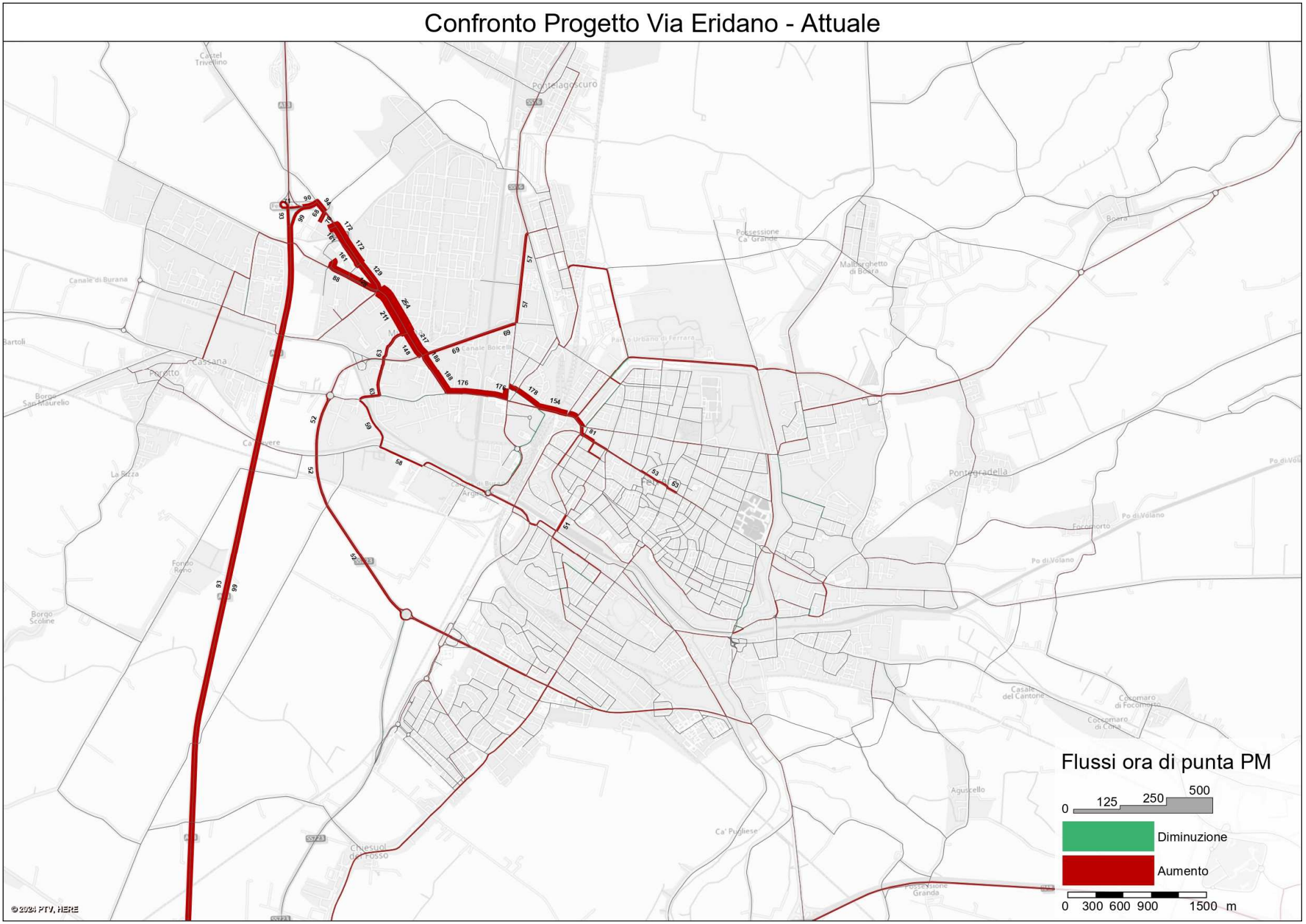


Figura 2.1 – Confronto flussi nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 1A VS Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana

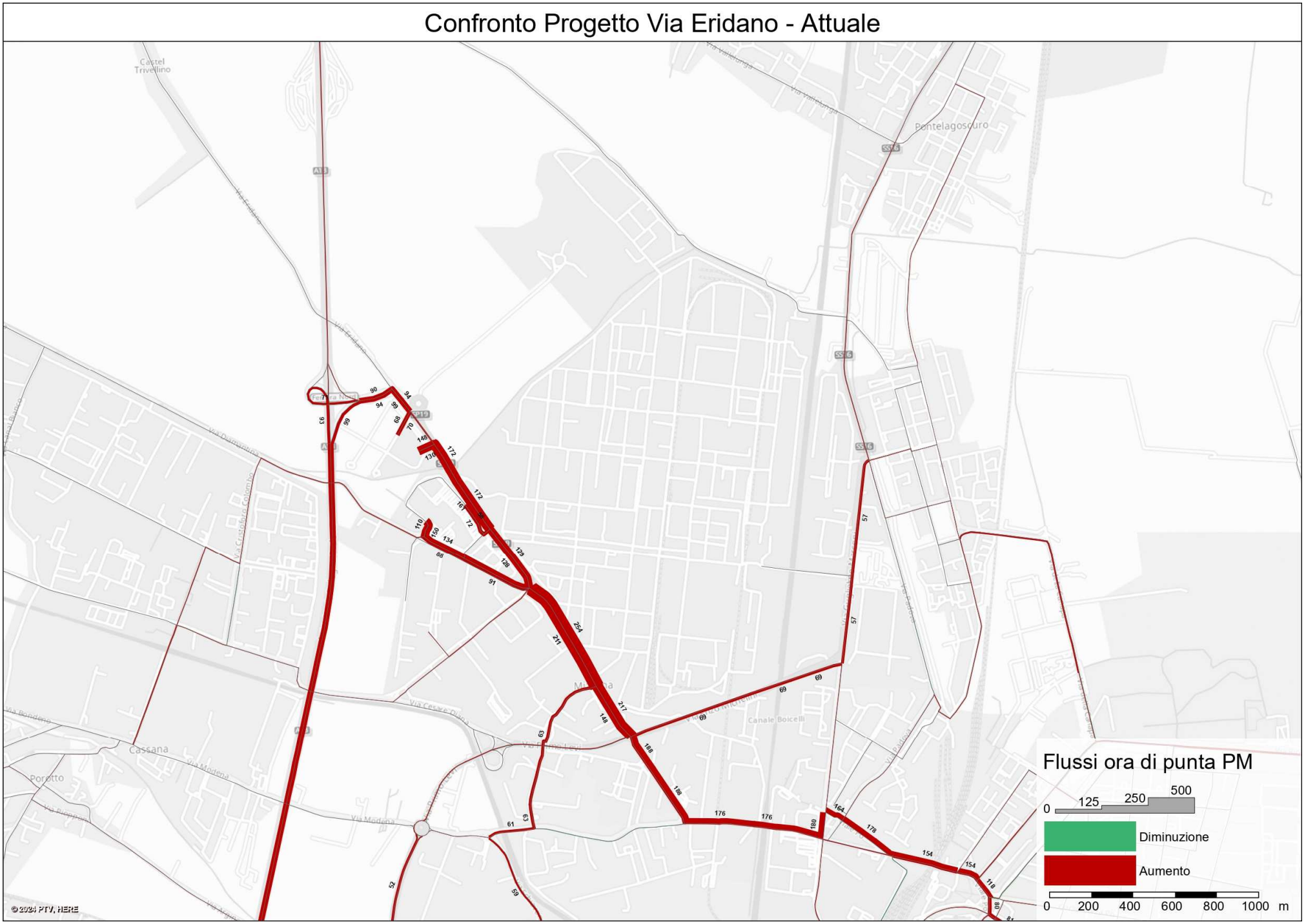


Figura 2.2 – Confronto flussi nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario di Progetto 1A VS Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana

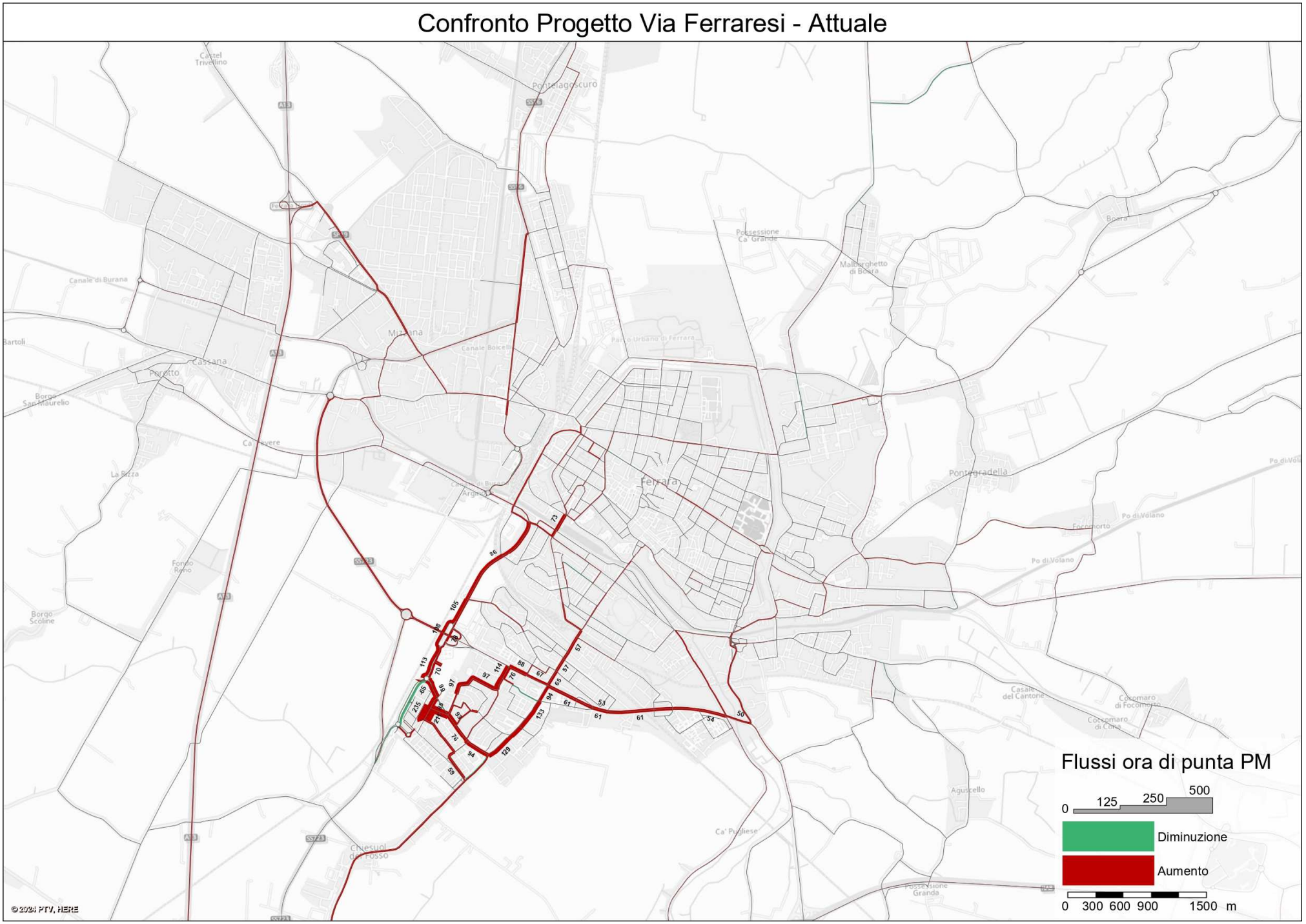


Figura 2.3 – Confronto flussi nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 2A VS Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana

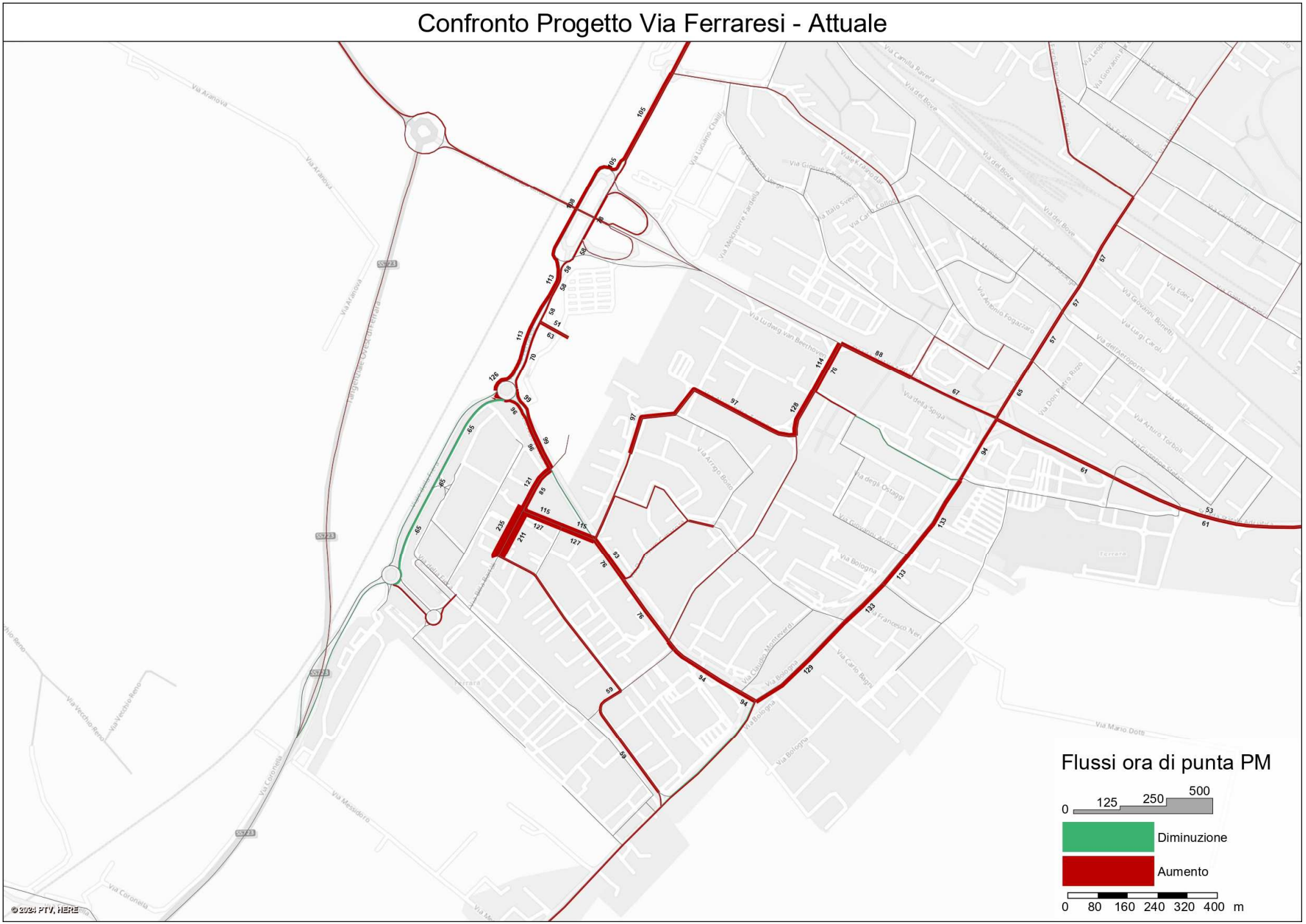


Figura 2.4 – Confronto flussi nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario di Progetto 2A VS Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana

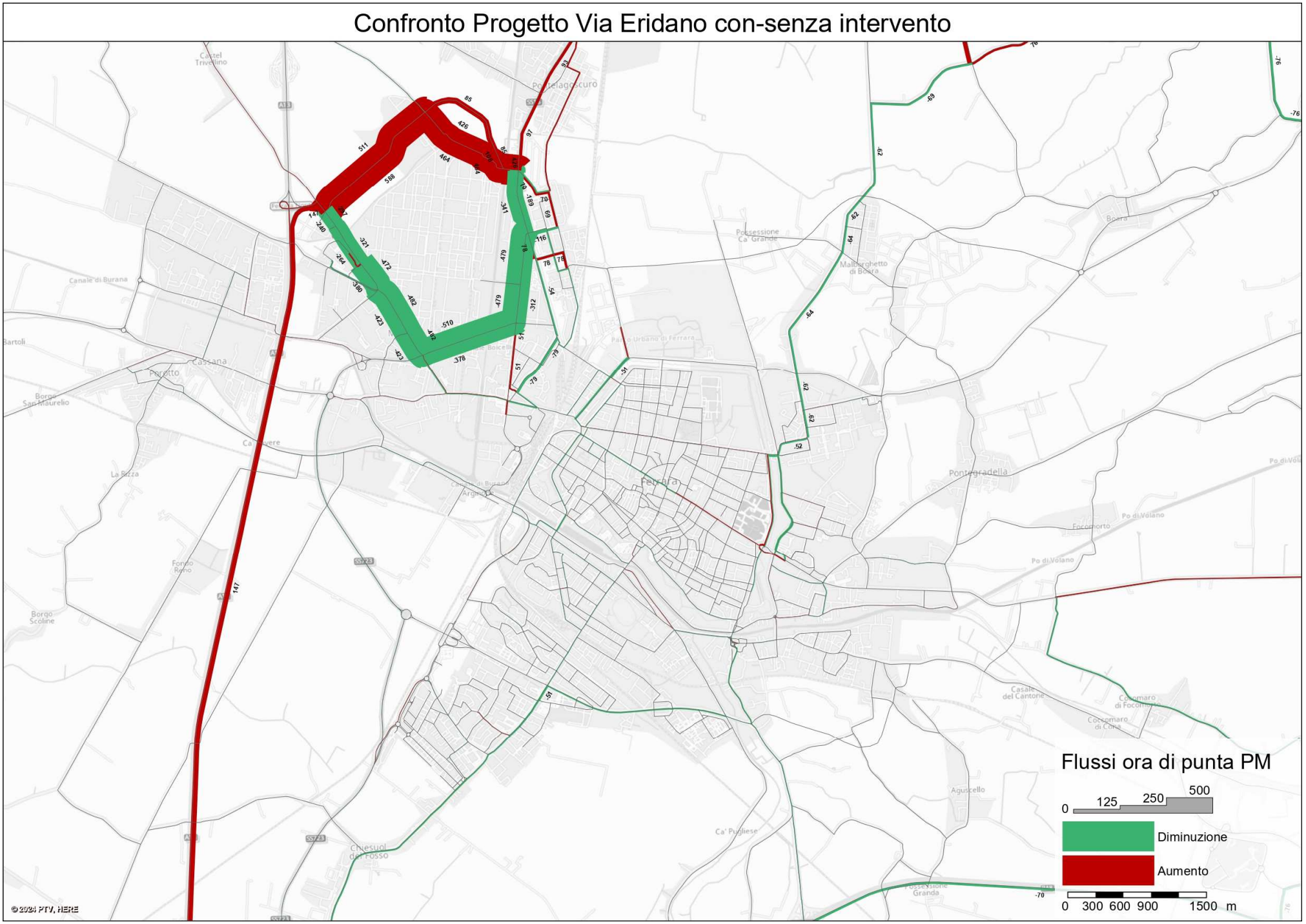


Figura 2.5 – Confronto flussi nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 1B VS Scenario di Progetto 1A – Ora di punta pomeridiana

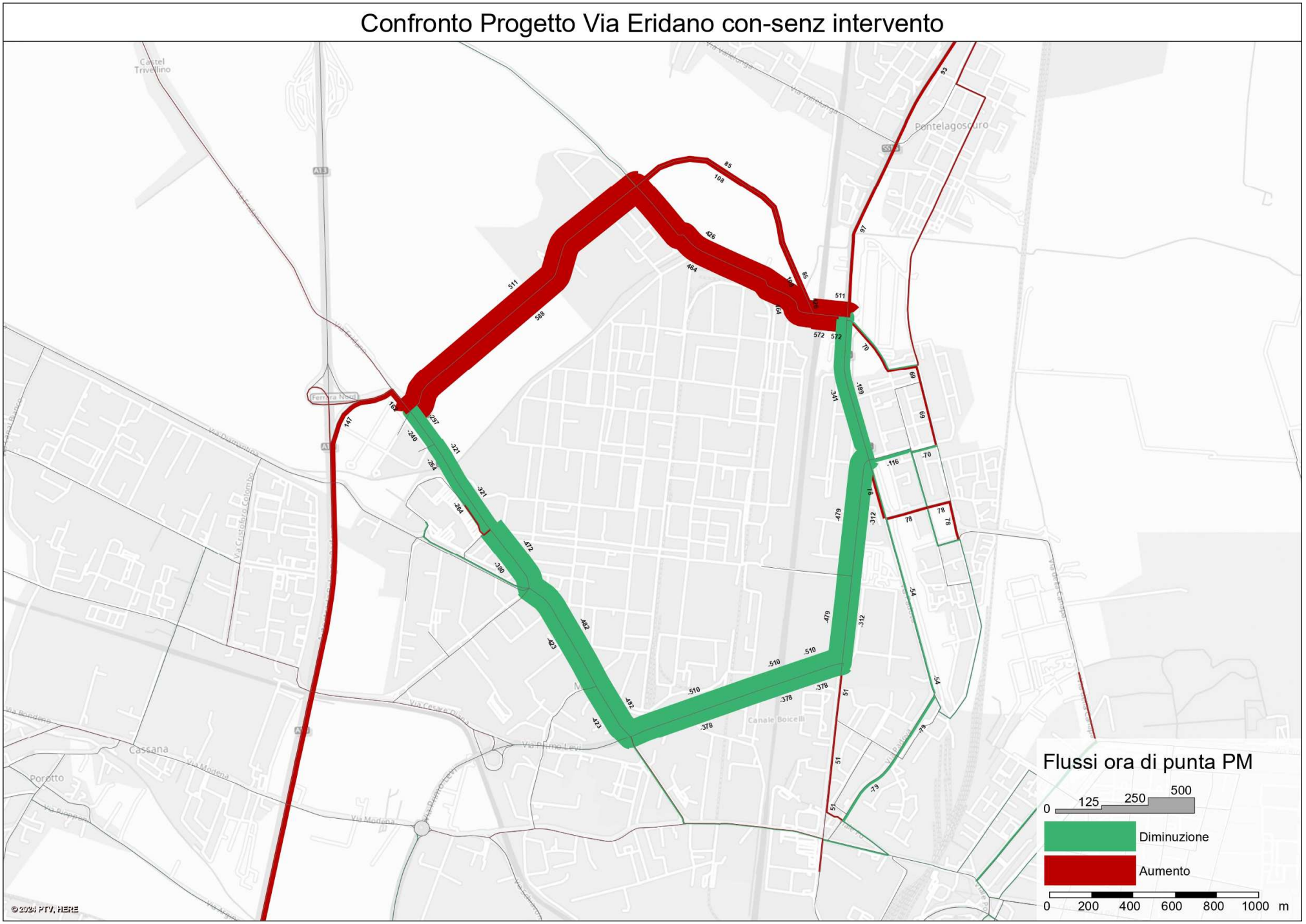


Figura 2.6 – Confronto flussi nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario di Progetto 1B VS Scenario di Progetto 1A – Ora di punta pomeridiana

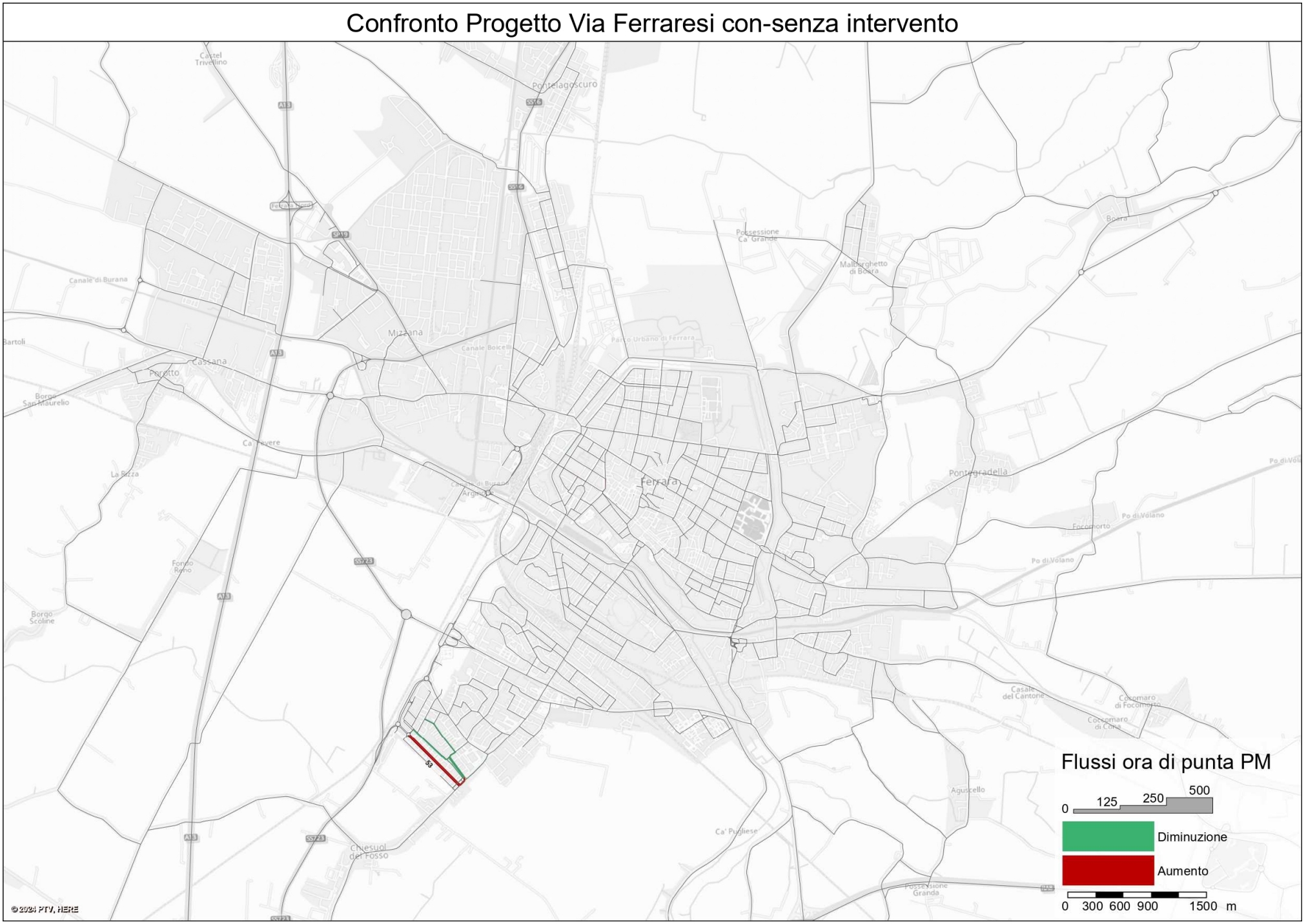


Figura 2.7 – Confronto flussi nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 2B VS Scenario di Progetto 2A – Ora di punta pomeridiana

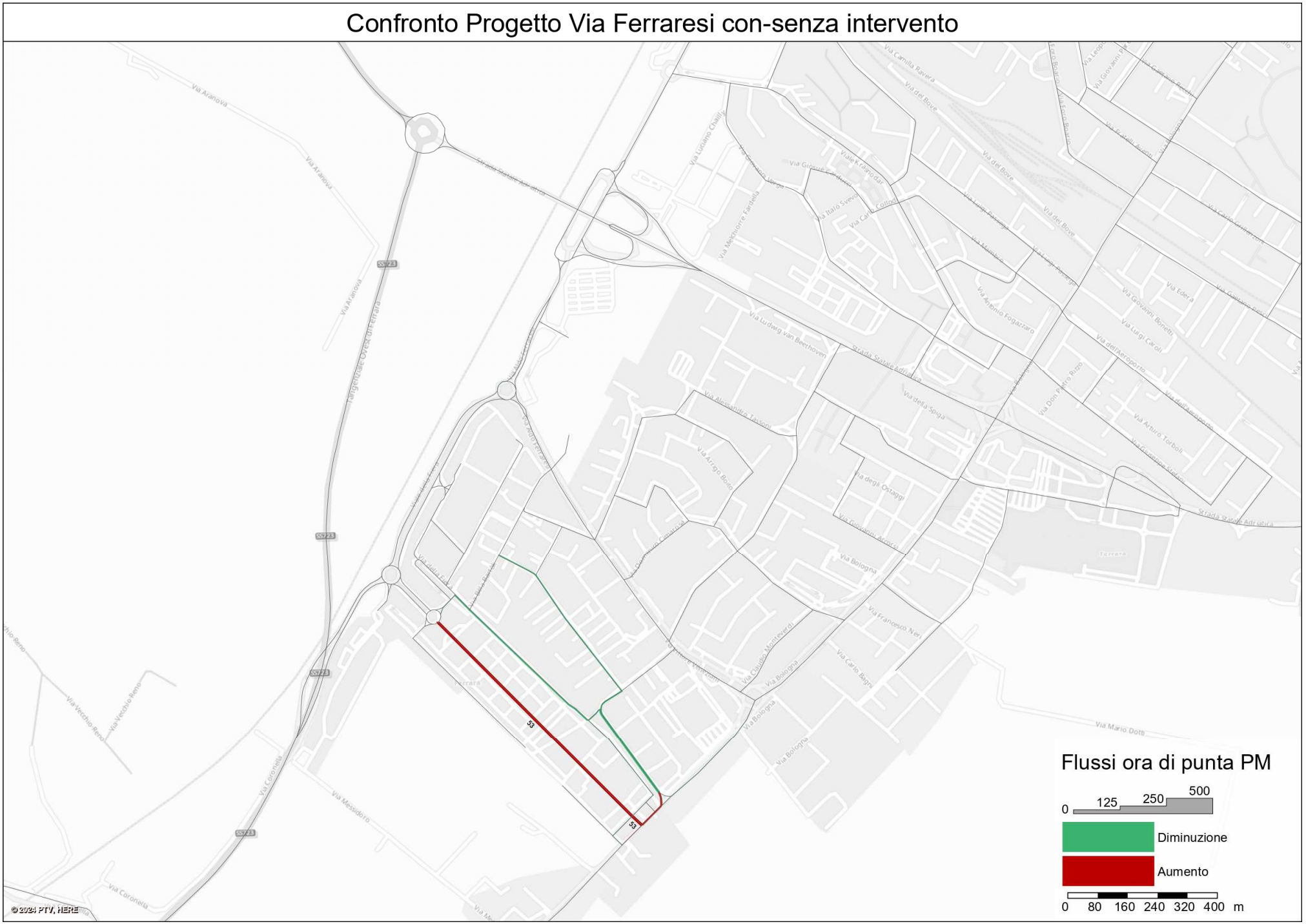


Figura 2.8 – Confronto flussi nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario di Progetto 2B VS Scenario di Progetto 2A – Ora di punta pomeridiana

Indice delle figure

Figura 1.1 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana 5

Figura 1.2 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana 6

Figura 1.3 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana 7

Figura 1.4 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 1A (Direttrice commerciale via Eridano) – Ora di punta pomeridiana 8

Figura 1.5 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario di Progetto 1A (Direttrice commerciale via Eridano) – Ora di punta pomeridiana 9

Figura 1.6 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 2A (Direttrice commerciale via Ferraresi) – Ora di punta pomeridiana 10

Figura 1.7 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario di Progetto 2A (Direttrice commerciale via Ferraresi) – Ora di punta pomeridiana 11

Figura 1.8 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 1B (Direttrice commerciale via Eridano con intervento di mitigazione) – Ora di punta pomeridiana 12

Figura 1.9 – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario di Progetto 1B (Direttrice commerciale via Eridano con intervento di mitigazione) – Ora di punta pomeridiana 13

Figura 1.10 – Flussogramma nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 2B (Direttrice commerciale via Ferraresi con intervento di mitigazione) – Ora di punta pomeridiana 14

Figura 1.11 – – Flussogramma nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario di Progetto 2B (Direttrice commerciale via Ferraresi con intervento di mitigazione) – Ora di punta pomeridiana 15

Figura 2.1 – Confronto flussi nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 1A VS Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana 17

Figura 2.2 – Confronto flussi nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario di Progetto 1A VS Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana 18

Figura 2.3 – Confronto flussi nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 2A VS Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana 19

Figura 2.4 – Confronto flussi nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario di Progetto 2A VS Scenario Attuale – Ora di punta pomeridiana 20

Figura 2.5 – Confronto flussi nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 1B VS Scenario di Progetto 1A – Ora di punta pomeridiana 21

Figura 2.6 – Confronto flussi nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Eridano – Scenario di Progetto 1B VS Scenario di Progetto 1A – Ora di punta pomeridiana 22

Figura 2.7 – Confronto flussi nell'ambito di studio – Scenario di Progetto 2B VS Scenario di Progetto 2A – Ora di punta pomeridiana 23

Figura 2.8 – Confronto flussi nell'ambito di intervento della direttrice commerciale via Ferraresi – Scenario di Progetto 2B VS Scenario di Progetto 2A – Ora di punta pomeridiana 24

COMUNE DI FERRARA

SETTORE OPERE PUBBLICHE E PATRIMONIO

SERVIZIO INFRASTRUTTURE E PIANIFICAZIONE MOBILITA'

Unità Operativa Interventi Straordinari e Grandi Opere

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

M5 C2 Investimento 2.1
"Rigenerazione urbana"

COD.INT. XXXXXXXXX
CUP: B77H21002080001

ACCESSO NORD-OVEST DELLA CITTÀ, RIQUALIFICAZIONE, RICUCITURA E MIGLIORAMENTO DECORO URBANO.



PROGETTO ESECUTIVO

Codice CIA: 94-2021			Elaborato: INO-MIC-PE-XXX-RP-TME-8910_001-r01				
Titolo: Studio di Traffico - Aggiornamento							
Progetto	Autore	Fase	Livello	Ruolo	Numero	Formato	Revisione
INO	MIC	PE	XXX	TME	8910_001	A4	r01
Scala -			File: INO-MIC-PE-XXX-RP-TME-8910_001-r01.docx				

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Olga Mantovani

ASSESSORE

Andrea Maggi
Assessore allo Sport, Lavori Pubblici, Piano Strategico, Recovery Fund

Gruppo di progettazione:

MIC HUB
Via Pietro Custodi 16
20136 Milano, Italia
t.+39 02 49530500
info@mic-hub.com
mic-hub@pecdotcom.it
www.mic-hub.com

STUDIO SILVA S.r.l.
Via Mazzini 9/2
40137 Bologna

CST Engineering S.r.l.
Viale Po 134
43125 Parma

STAIN Engineering S.r.l.
Viale Verona 190/14
38123 Trento

Impresa appaltatrice:

SINTEXCAL S.p.A.
Via G.Finati 47, , Loc. Cassana
44124 Ferrara

Boschiva F.lli Valentini S.r.l.
Via Bottego 15 - 44124 Ferrara
Via Liberata 530/A - 41057 Spilamberto

Data Progetto: 29/03/2024

INDICE	DATA	REVISIONE/AGGIORNAMENTO
00	30/04/2024	REVISIONE 01
01		
02		
03		
04		
05		

MIC HUB

Accesso Nord-Ovest della Città. Riqualificazione, ricucitura e miglioramento decoro urbano

Studio di traffico

30/04/2024

Revisione: 01

Committente: **Comune di Ferrara**
Settore Opere Pubbliche e Patrimonio
Servizio Infrastrutture, Decoro, Manutenzione urbana e Verde
U.O. Interventi Straordinari

Pagina lasciata intenzionalmente bianca.

Informazioni sul documento

Informazioni sul Documento			
Titolo del progetto	Accesso Nord-Ovest della Città. Riqualificazione, ricucitura e miglioramento decoro urbano		
Titolo del documento	Studio di traffico		
Codice progetto	INO-MIC-PE-XXX-RP-TME-8910_001-r01		
File (percorso)	t:\ INO-MIC-PE-XXX-RP-TME-8910_001-r01.docx		
Committente	Comune di Ferrara Settore Opere Pubbliche e Patrimonio Servizio Infrastrutture, Decoro, Manutenzione urbana e Verde U.O. Interventi Straordinari		
Indirizzo	Via Marconi, 39 - 44122 Ferrara		
R.U.P.	Olga Mantovani		
Contatto	o.mantovani@comune.fe.it		
Società	MIC-HUB Srl Via Pietro Custodi 16, 20121 Milano, Italia	Sede fiscale: Via Ciovasso 4, 20121 Milano, Italia	P. IVA: IT06505390960
	Nome Cognome	*Ruolo*	*Contatto e-mail*
Preparato da:	Giuseppe Capone Caputo	Consultant	caputo@mic-hub.com
Controllato da:	Francesco Betta	Project Leader	betta@mic-hub.com
Verificato da:	Federico Cicu	Transport Modelling Director	cicu@mic-hub.com
Approvato da:	Federico Parolotto	CEO/Commercial Director	parolotto@mic-hub.com

© Copyright 2024 MIC-HUB. The concepts, data and information contained in this document are the property of MIC-HUB. No part of this document may be reproduced, used, copied, published or adapted for use except in accordance with the provisions of the Copyright Act 1968 or with the consent of MIC-HUB. This document should be read in full and no excerpts are to be taken as representative of the findings.

Pagina lasciata intenzionalmente bianca.

Indice

1 Scenario Attuale 9
1.1 Area di Studio 9
1.2 Dati di traffico 10
1.3 Modello di traffico 15
1.3.1 *Software* di simulazione 15
1.3.2 Nodi analizzati 16
1.3.3 Risultati dell'analisi 21
1.4 Scenario di Progetto 26
1.5 Confronto scenari 37

Indice delle figure

Figure 1-1 - Localizzazione area di studio....9
Figure 1-2 – Traiettorie e identificazione tipologia veicolare su Data From Sky 10
Figure 1-3 - Flussi veicolari orari entranti o uscenti dall'area di studio ad intervalli di 15 minuti 11
Figure 1-4 - Flussi veicolari Picco AM....12
Figure 1-5 - Flussi veicolari Picco PM....12
Figure 1-6 - Confronto rilevi 2017 rispetto ai rilievi 2023 - picco AM....13
Figure 1-7 - Confronto rilevi 2017 rispetto ai rilievi 2023 - picco PM....13
Figure 1-8 - Nodi Analizzati....16
Figure 1-9 - Nodo 101 (Via Modena - Via Marconi) 17
Figure 1-10 - Nodo 102 (Via Modena – Via Padova) 17
Figure 1-11 - Nodo 104 (Via Modena - Viale Po – Via del Lavoro)....18
Figure 1-12 - Nodo 201 (Via Marconi - Viale Po) 18
Figure 1-13 - Nodo 202 (Via Padova - Viale Po)....19
Figure 1-14 - Rete implementata nel software 20
Figure 1-15 - Livelli di servizio Scenario Attuale - Picco AM....22
Figure 1-16 - Livelli di servizio Scenario Attuale - Picco PM....23
Figure 1-17 - Code Medie Scenario Attuale - Picco AM....24
Figure 1-18 - Code medie Scenario Attuale - Picco PM....25
Figure 1-19 - Nodo 101 (Via Modena - Via Marconi - Via Padova)**Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figure 1-20 - Nodo 104 (Via Modena – Viale Po) ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figure 1-21 - Nodo 104.1 (Via Modena – Viale Po - Via del lavoro) **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figure 1-22 - Nodo 201 (Via Marconi – Viale Po) ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figure 1-23 - Nodo 202 (Viale Po - Via Padova)..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figure 1-24 - Rete di Progetto (PFTE) ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figure 1-25 – Differenze percorsi tra Scenario Attuale e Scenario di Progetto PFTE **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figure 1-27 - Livelli di servizio Scenario di Progetto PFTE- Picco AM.....**Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figure 1-28 - Livelli di servizio Scenario di Progetto PFTE- Picco PM.....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figure 1-29 - Code Medie Scenario di Progetto PFTE - Picco AM **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figure 1-30 - Code Medie Scenario di Progetto PFTE - Picco PM **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figure 1-31 - Livelli di servizio Scenario di Progetto Definitivo- Picco AM 33

Figure 1-32 - Livelli di servizio Scenario di Progetto Definitivo- Picco PM 34

Figure 1-33 - Code Medie Scenario di Progetto Definitivo - Picco AM 35

Figure 1-34 - Code Medie Scenario di Progetto Definitivo - Picco PM 36

Indice delle tabelle

Table 1-1 - Variazione flussi entranti nell'area di studio 14

1 Scenario Attuale

1.1 Area di Studio

L'area di progetto è localizzata nella parte Nord-Ovest della città di Ferrara.

Il nodo stradale in esame è molto articolato e composto dalla confluenza di Via Modena, Via Marconi, Via Padova, Viale Po e Via del Lavoro. Queste strade restituiscono un carattere del tutto extraurbano, con sezioni carrabili abbondanti, ridotti spazi per pedoni e ciclisti e aree residuali di scarsa qualità.

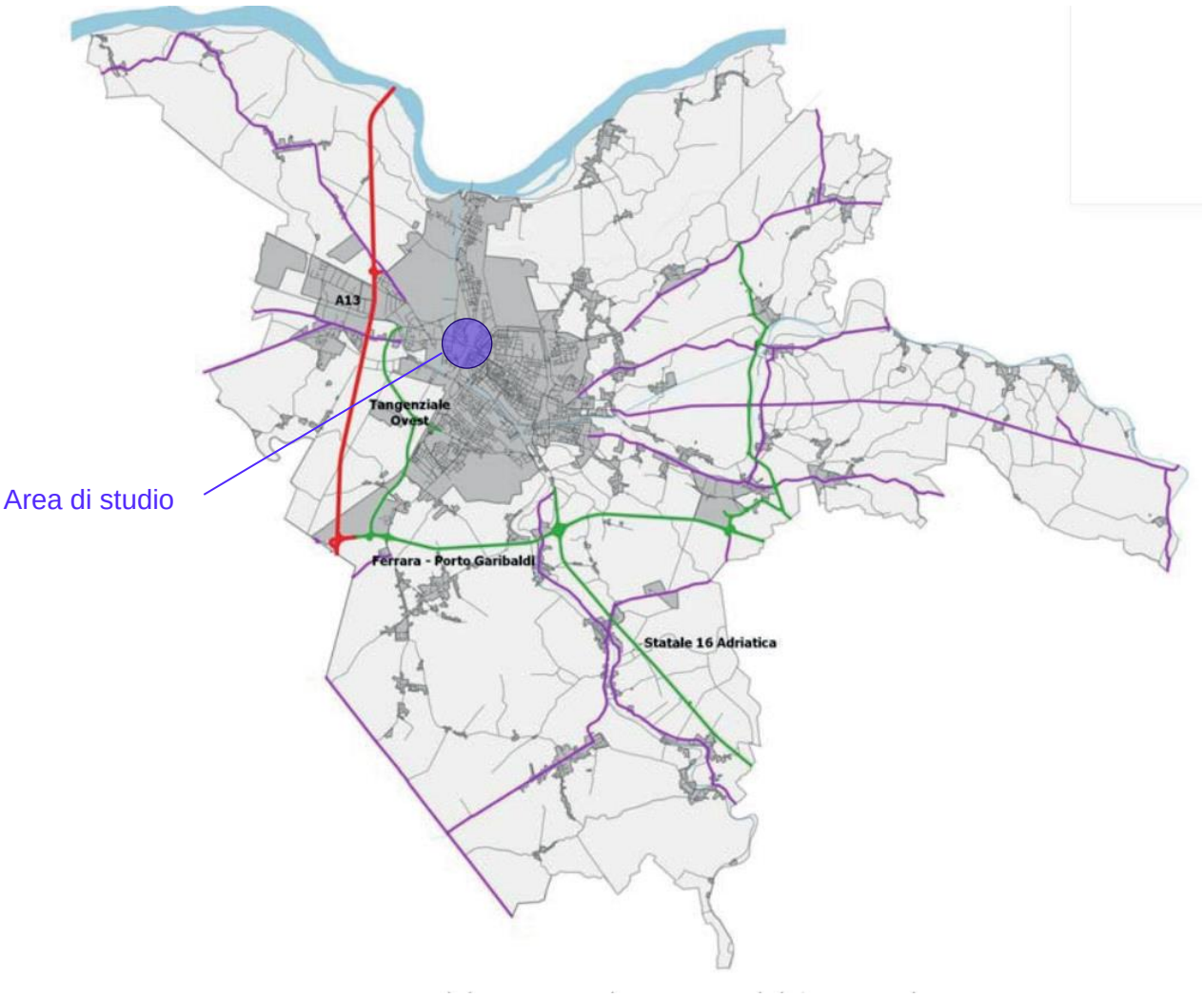


Figure 1-1 - Localizzazione area di studio

1.2 Dati di traffico

Al fine di poter verificare le proposte di progetto è fondamentale svolgere un'analisi dei flussi rilevati in sito per costruire lo scenario attuale ovvero la distribuzione dei flussi nella configurazione stradale oggi in esercizio.

Uno studio fornito dal Comune e sviluppato nel documento intitolato *Assetto della mobilità nel comparto "D'oro"* (Dicembre 2017) includeva il rilevamento dei flussi e delle singole manovre durante le ore di punta di mattina e della sera nei nodi in esame.

Ulteriori dati sono stati forniti dall'ufficio mobilità del Comune e basati su rilievi più recenti (12-13 Gennaio 2022) e risultano essere più bassi in termini di carico veicolare dei precedenti.

D'intesa con la Stazione Appaltante si è deciso di procedere con una verifica di tali flussi attraverso un nuovo rilievo in modo da attualizzare i valori assoluti, controllare le manovre alle intersezioni e il comportamento generale sotto il profilo del traffico urbano.

Il rilievo di traffico è stato realizzato con un drone il giorno 19/09/2023 nella fascia oraria 7:15 - 9:30 per il mattino e nella fascia oraria 17:15 -18:45 per il pomeriggio. Lo strumento utilizzato ha consentito di avere un'immagine completa degli spostamenti nell'area, identificando traiettorie e tipologia di veicolo.

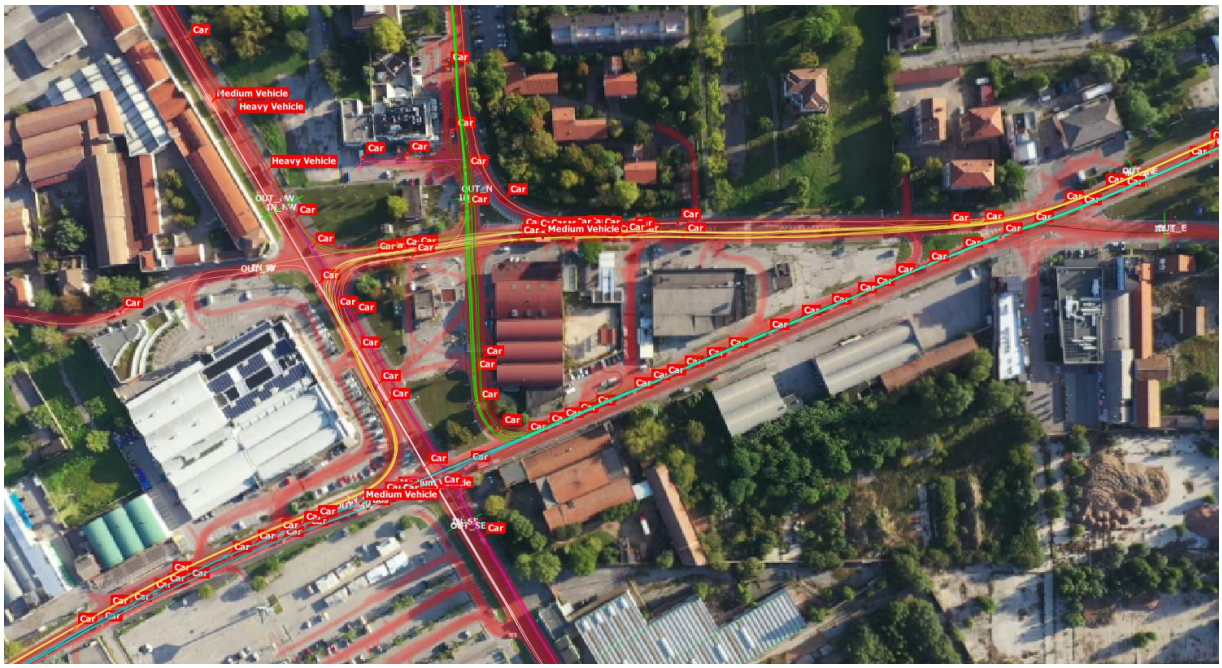


Figure 1-2 – Traiettorie e identificazione tipologia veicolare su Data From Sky

Dall’analisi dei dati restituiti dal rilievo è stato possibile identificare le due ore di punta della giornata, in particolar modo:

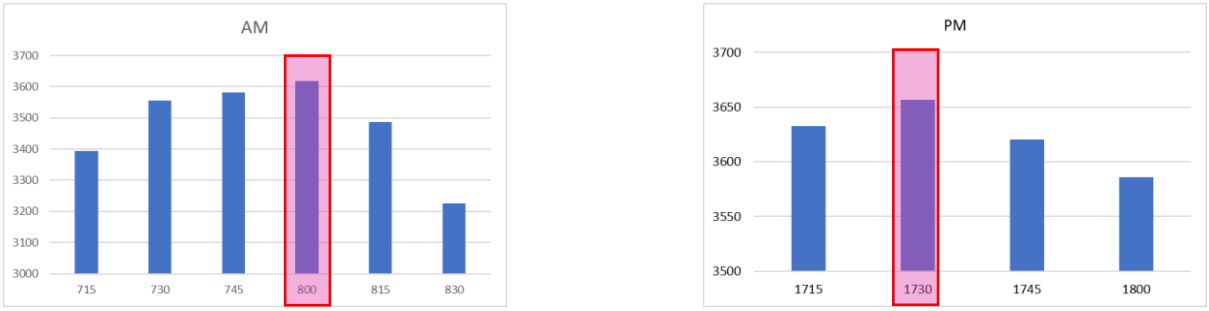


Figure 1-3 - Flussi veicolari orari entranti o uscenti dall’area di studio ad intervalli di 15 minuti

Pertanto le due ore di punta analizzate sono:

- Picco del mattino o “AM”: **8:00 - 9:00**
- Picco del pomeriggio/sera o “PM”: **17:30 - 18:30**

Nelle immagini seguenti sono riportati i flussi espressi in passaggi di veicoli o veicoli equivalenti (Veh) in ingresso e in uscita dall’area di studio.

Con veicoli equivalenti si intende la quantificazione del flusso veicolare nell'unità di tempo espressa riconducendo tramite l'adozione di opportuni coefficienti di equivalenza le diverse componenti di traffico ad un'unica tipologia veicolare

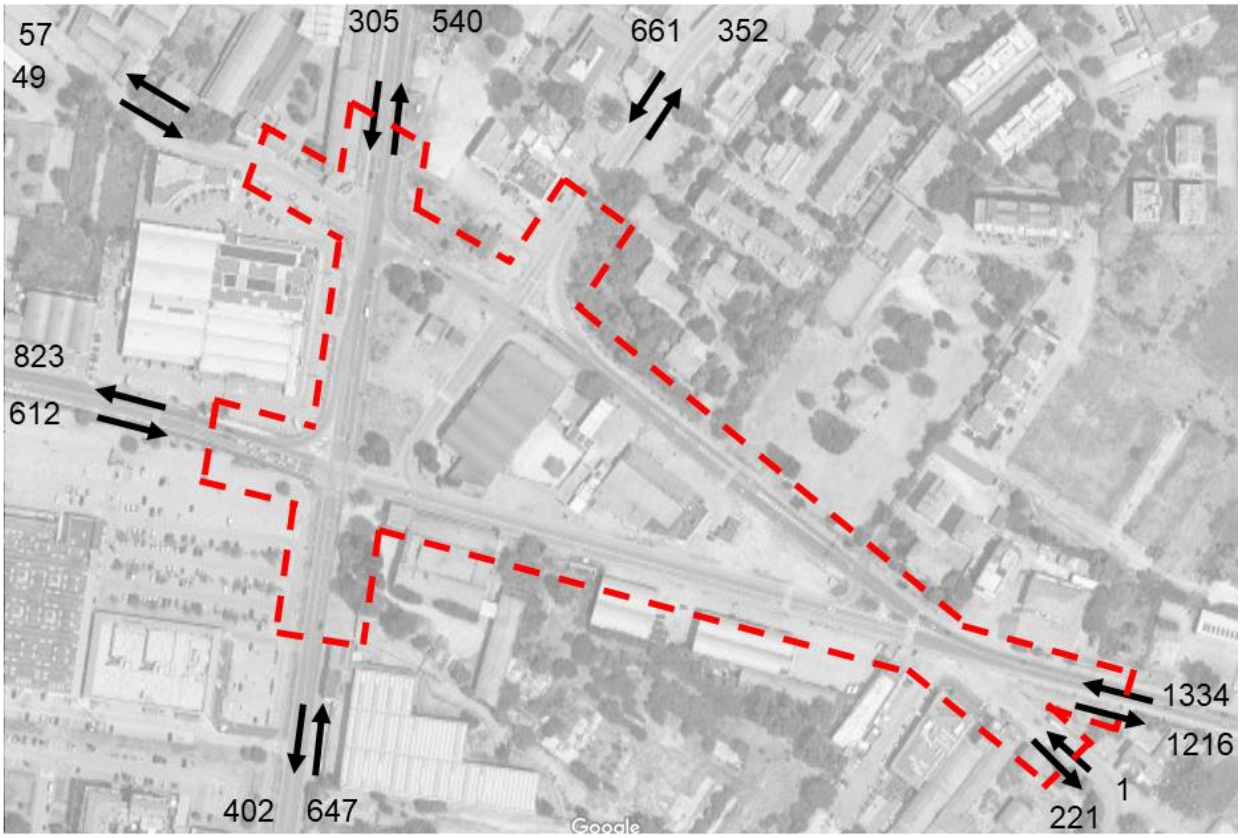


Figure 1-4 - Flussi veicolari Picco AM

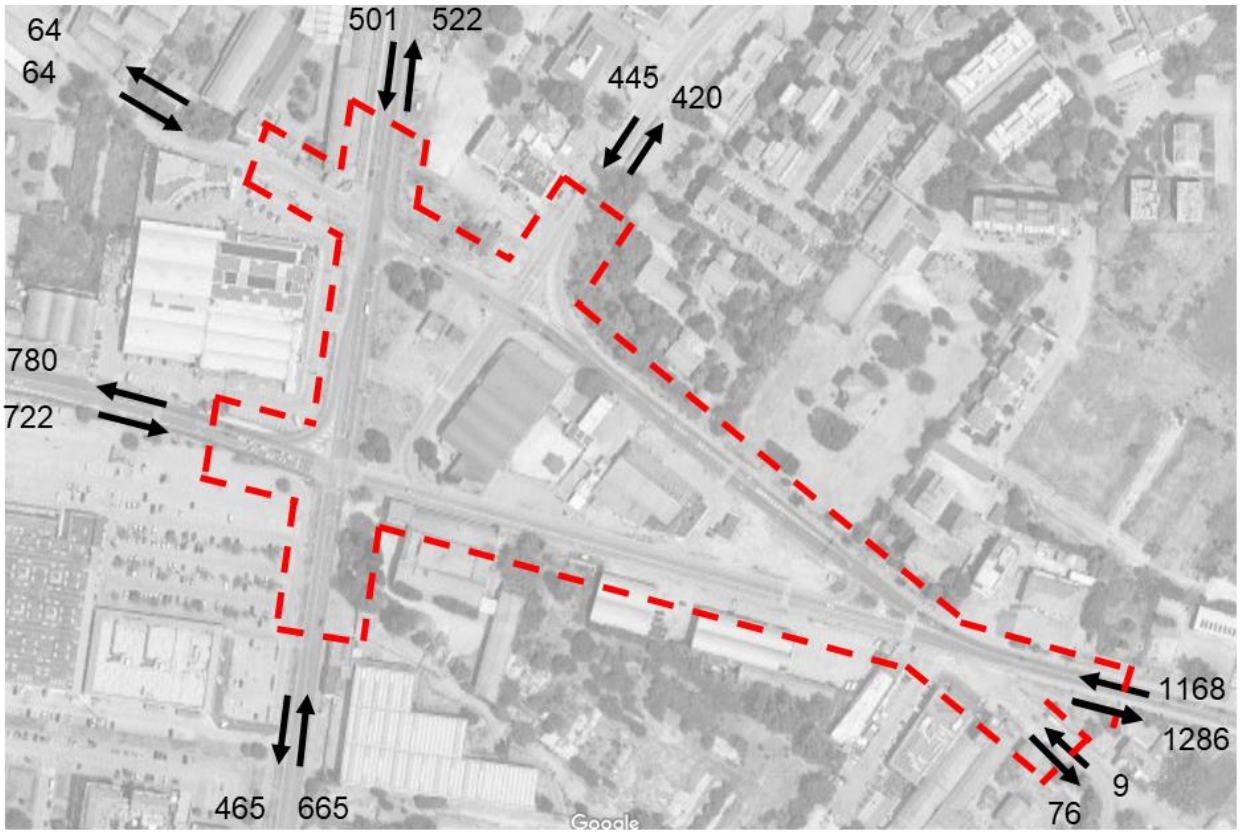


Figure 1-5 - Flussi veicolari Picco PM



Figure 1-6 - Confronto rilevi 2017 rispetto ai rilievi 2023 - picco AM



Figure 1-7 - Confronto rilevi 2017 rispetto ai rilievi 2023 - picco PM

Interessante è stato il confronto tra i rilevi effettuati nel 2017 e gli ultimi rilievi.

In entrambe le ore di punta è possibile notare una riduzione dei flussi rispetto al 2017. Nonostante vi siano alcuni bracci che presentano un incremento di flusso veicolare, in generale è stata determinata una riduzione del **10,45% nel picco AM** e una riduzione del **12,50% nel picco PM**, calcolando la somma dei flussi entranti nell'area di studio:

	RILIEVI 2017 (Veh)	**RILIEVI 2023 (Veh)**	**DIFFERENZA (%)**
PICCO AM	4030	3609	↓ 10.45
PICCO PM	4085	3574	↓ 12.50

Table 1-1 - Variazione flussi entranti nell'area di studio

1.3 Modello di traffico

1.3.1 *Software* di simulazione

Sidra Intersection è un pacchetto *software* utilizzato per la valutazione del funzionamento delle intersezioni stradali e della capacità di rete.

È uno strumento di valutazione del traffico a livello micro-analitico che impiega modelli di analisi *lane-by-lane* o secondo un tragitto prestabilito.

Può essere utilizzato per confrontare diverse scelte infrastrutturali sia in riferimento ad intersezioni individuali che ad intere reti composte da intersezioni semaforizzate (a tempo fisso, preimpostate o attuative), rotatorie senza semaforizzazione, rotatorie parzialmente o interamente semaforizzate, intersezioni regolate sia da stop che da precedenza su uno o più bracci, incroci intermedi segnalati e non segnalati per pedoni.

Sidra Intersection consente la modellazione di classi veicolari diverse (veicoli leggeri, veicoli pesanti, autobus, biciclette, camion di grandi dimensioni, metropolitana leggera / tram e sei classi di utenti) con diverse caratteristiche per ogni veicolo.

Il metodo di analisi delle prestazioni utilizzato dal programma si basa fortemente sull'utilizzo della sede stradale focalizzandosi di fatto sull'identificazione di corsie esclusive, sull'utilizzo diversificato della corsia, sul cambio di corsia, sulla possibilità di modellazione di corsie corte (baie di svolta, corsie con parcheggio a monte), sul blocco della corsia nelle corsie condivise, comprese le corsie contenenti svolte opposte, movimenti di corsia di scivolamento (*by-pass*) e svolte in rosso. Gli incroci e le reti possono essere modellizzati in dettaglio utilizzando questo metodo e le temporizzazioni dei segnali possono essere determinate di conseguenza con vantaggi rispetto ai metodi basati sull'approccio e sui gruppi di corsie.

Inoltre il programma permette di visualizzare i risultati utilizzando una serie di metodi alternativi di Livello di Servizio (anche "LOS"): HCM 2010, HCM 6, ed alcuni metodi brevettati da SIDRA stessa. Vengono così fornite misure standard delle prestazioni come ritardo, lunghezza della coda e numero di fermate, nonché misure utilizzate per valutare impatti ambientali e analisi economiche.

I risultati delle prestazioni e del livello di servizio sono forniti a vari livelli di aggregazione (corsie individuali, movimenti individuali, avvicinamenti, incroci, percorsi e reti) e separatamente per veicoli e pedoni.

Le varie intersezioni sono state simulate mediante l'utilizzo del programma di calcolo SIDRA.

I parametri impostati vengono quindi elaborati tramite le metodologie previste *dall'Highway Capacity Manual* al fine di produrre i dati di output.

Tra questi, i dati di maggior interesse per questo studio sono soprattutto i ritardi ed i relativi Livelli di Servizio delle intersezioni e la loro eventuale variazione indotta dalla nuova domanda.

1.3.2 Nodi analizzati

L'area di studio della rete è composta da 5 intersezioni principali:

N	Descrizione	Tipologia
101	Via Modena / Via Marconi	semaforizzata
102	Via Padova / Via Modena	con precedenza
104	V.le Po / Via del Lavoro / Via Modena	con stop
202	Via Padova / V.le Po	semaforizzata
201	Via Marconi / V.le Po	semaforizzata

Queste intersezioni sono state inserite nel *software* con un alto livello di dettaglio.

Ogni sito è caratterizzato da un tipo di controllo specifico e attributi geometrici corrispondenti.

Le intersezioni semaforizzate vengono simulate con l'inserimento dei tempi effettivi del semaforo. Questa informazione è stata elaborata utilizzando i dati forniti da comune con i piani semaforici attuali. Inoltre, viene eseguita una messa a punto dei parametri necessari per rappresentare meglio le condizioni attuali.

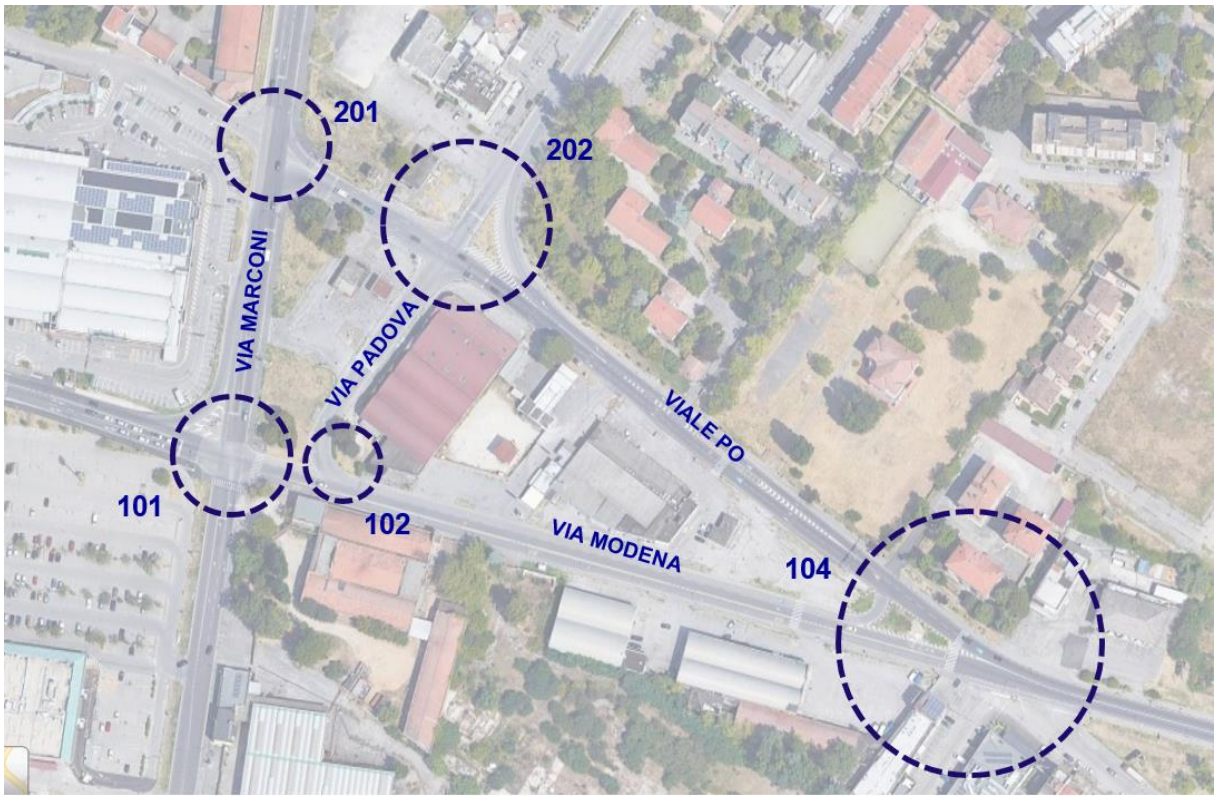


Figure 1-8 - Nodi Analizzati

Nelle pagine seguenti sono riportate le configurazioni della rete e di ciascuna intersezione.

Le immagini di layout sono disegni funzionali schematici che riflettono i dati di input; non sono da intendersi come disegni di progetto.

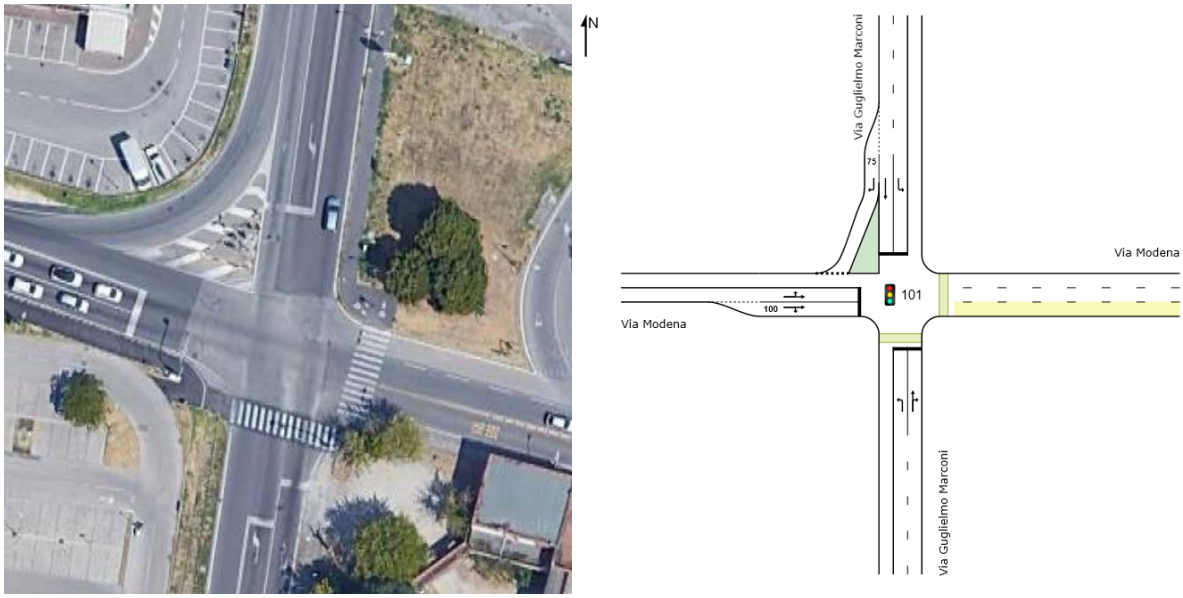


Figure 1-9 - Nodo 101 (Via Modena - Via Marconi)

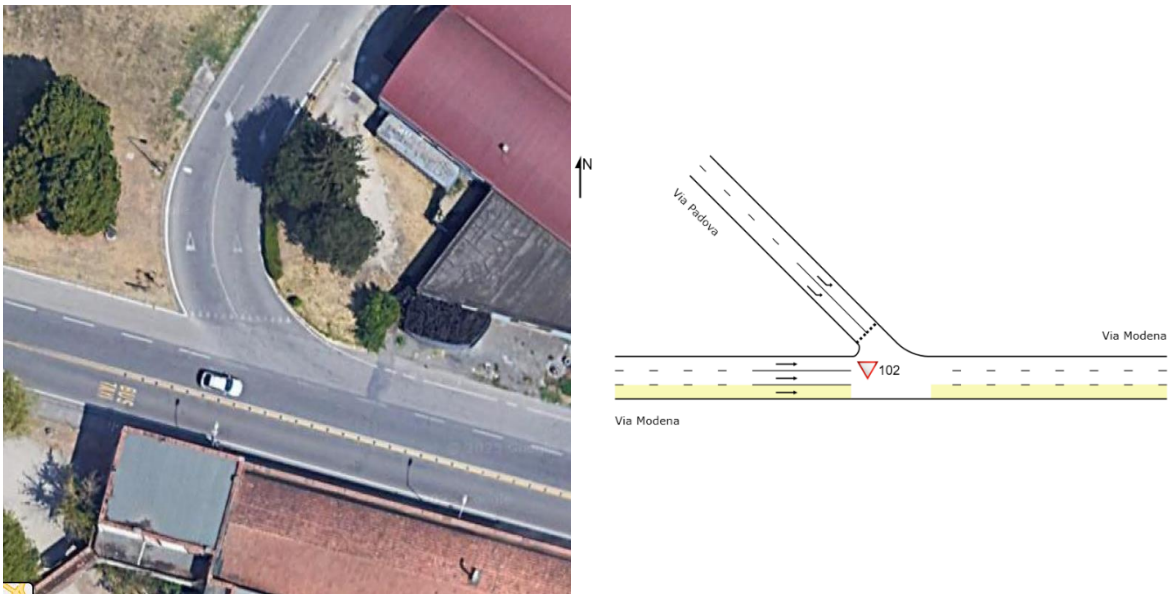


Figure 1-10 - Nodo 102 (Via Modena – Via Padova)

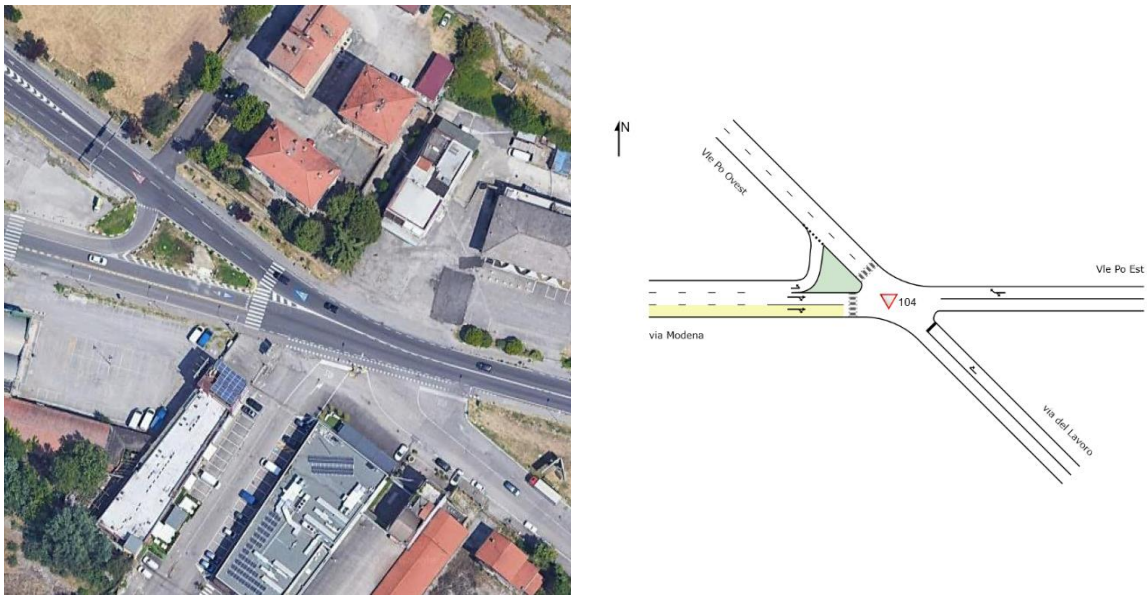


Figure 1-11 - Nodo 104 (Via Modena - Viale Po – Via del Lavoro)

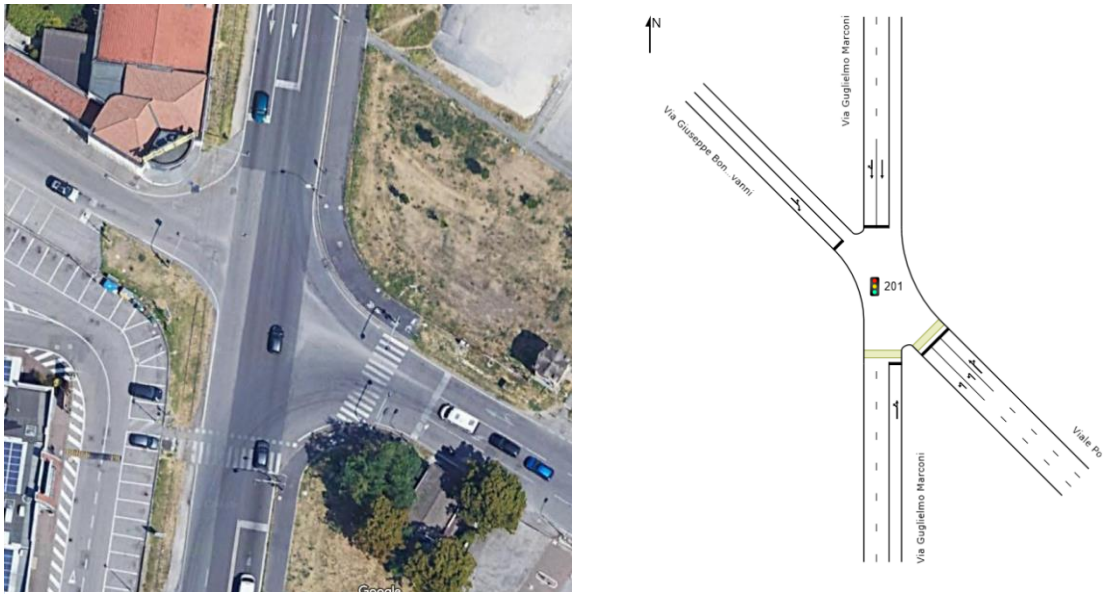


Figure 1-12 - Nodo 201 (Via Marconi - Viale Po)

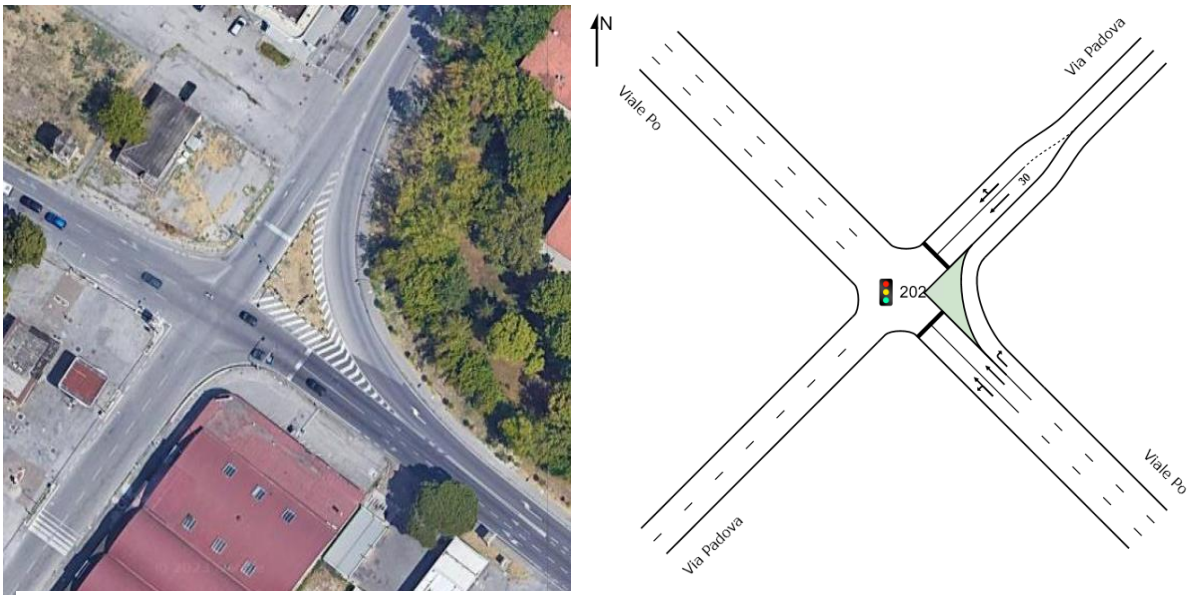


Figure 1-13 - Nodo 202 (Via Padova - Viale Po)

I nodi sono stati considerati all'interno della rete per tenere conto dell'interazione tra le intersezioni.

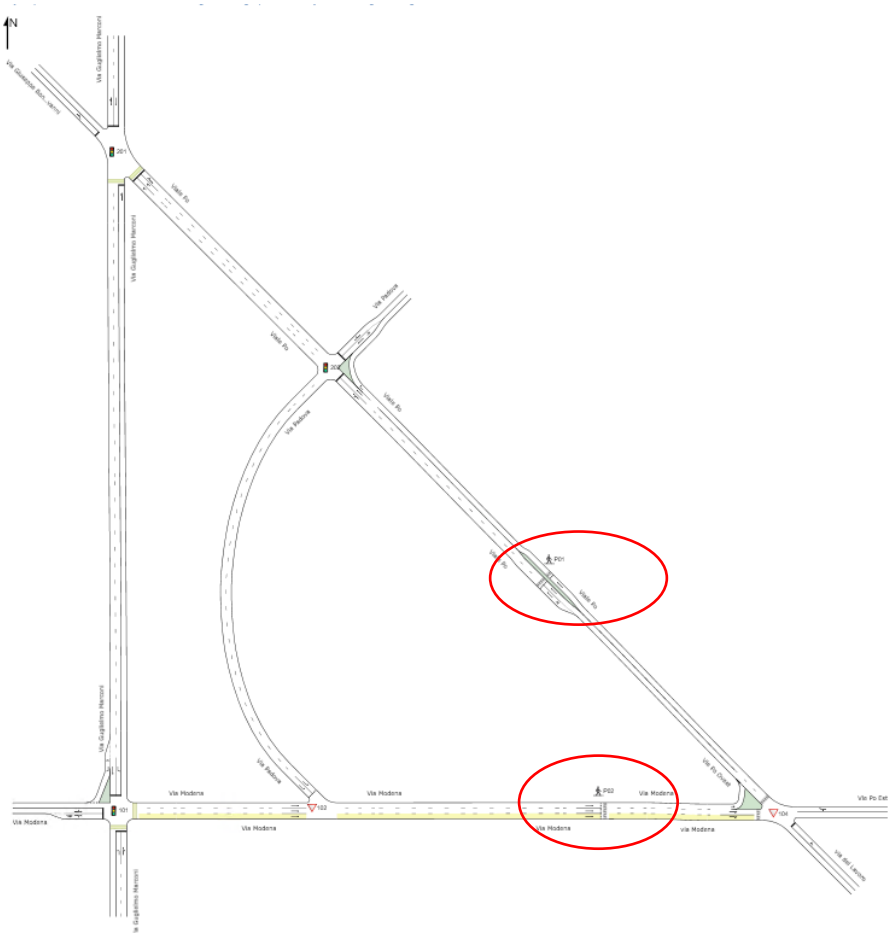


Figure 1-14 - Rete implementata nel software

Nella rete sono stati inseriti anche i due attraversamenti pedonali presenti di Viale Po e su Via Modena, evidenziati in rosso, per meglio rappresentare l'interazione tra veicoli e pedoni su questi tronchi stradali.

1.3.3 Risultati dell'analisi

Procedendo con un'analisi più dettagliata delle prestazioni dei nodi principali, si riportano le performance con il ritardo medio così come stimato dal modello per lo scenario dello **Stato di Fatto**.I parametri vengono espressi anche in termini del fattore di Livello di Servizio per le intersezioni selezionate. In generale, per strade a flusso ininterrotto, le condizioni di marcia dei veicoli ai vari LOS sono definibili come segue:

- **A** - gli utenti non subiscono interferenze alla propria marcia, hanno elevate possibilità di scelta delle velocità desiderate (libere); il comfort è notevole.
- **B** - la più alta densità rispetto a quella del livello A comincia ad essere avvertita dai conducenti che subiscono lievi condizionamenti alle libertà di manovra ed al mantenimento delle velocità desiderate; il comfort è discreto.
- **C** - le libertà di marcia dei singoli veicoli sono significativamente influenzate dalle mutue interferenze che limitano la scelta delle velocità e le manovre all'interno della corrente; il comfort è definibile modesto.
- **D** - è caratterizzato da alte densità ma ancora da stabilità di deflusso; velocità e libertà di manovra sono fortemente condizionate; modesti incrementi di domanda possono creare problemi di regolarità di marcia; il comfort è basso.
- **E** - rappresenta condizioni di deflusso che comprendono, come limite inferiore, la capacità; le velocità medie dei singoli veicoli sono modeste (circa metà di quelle del livello A) e pressoché uniformi; non c'è praticamente possibilità di manovra entro la corrente; il moto è instabile perché piccoli incrementi di domanda o modesti disturbi (rallentamenti, ad esempio) non possono più essere facilmente riassorbiti da decrementi di velocità e si innesca così la congestione; il comfort è bassissimo
- **F** - il flusso è forzato: tale condizione si verifica allorché la domanda di traffico supera la capacità di smaltimento della sezione stradale utile (ad es. per temporanei restringimenti dovuti ad incidenti o manutenzioni) per cui si hanno code di lunghezza crescente, bassissime velocità di deflusso, frequenti arresti del moto, in un processo ciclico di stop-and-go caratteristico della marcia in colonna in condizioni di instabilità; non esiste comfort.

Livello di Servizio

LIVELLO DI SERVIZIO	RITARDO MEDIO [S/VEI]	
	INTERSEZIONI SEMAFORIZZATI	INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATI
A	≤10	≤10
B	>10 – 20	>10 – 15
C	>20 – 35	>15 – 25
D	>35 – 55	>25 – 35
E	>55 – 80	>35 – 50
F	>80	>50

Source: Highway Capacity Manual 2010, Transportation Research Board, 2010.

Per una migliore comprensione, si riporta l'informazione sulle code medie per ogni nodo di interesse, che viene stimata nelle pagine seguenti, ci sono una rappresentazione grafica dei risultati della simulazione di rete e le tabelle che hanno un riepilogo di ogni movimento per ogni nodo.

1.3.3.1 Livelli di servizio

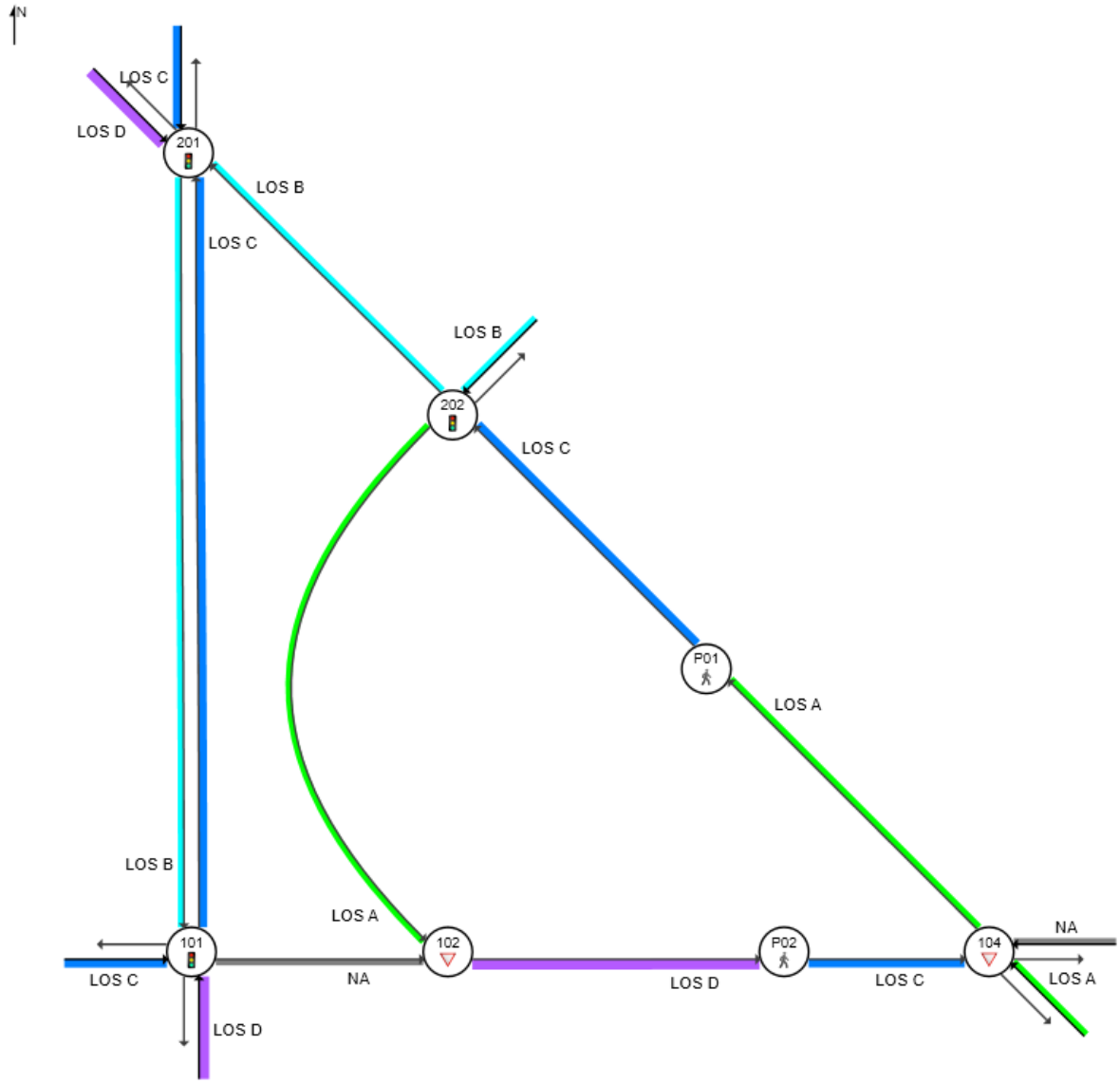


Figure 1-15 - Livelli di servizio Scenario Attuale - Picco AM

I risultati mostrano come la rete sembra avere in generare un buon livello di servizio. Vi sono alcuni approcci in cui le condizioni risultano essere particolari e che necessitano modifiche per ottenere risultati migliori, in particolar modo nell'intersezione tra Via Modena e Via Padova. Il tronco tra le intersezioni 102 e 103 risulta abbastanza carico poiché effettivamente l'unica corsia utilizzata risulta quella centrale. Dai rilievi eseguiti con il drone è possibile notare tutti questi dettagli, che sono stati modellizzati all'interno del software.

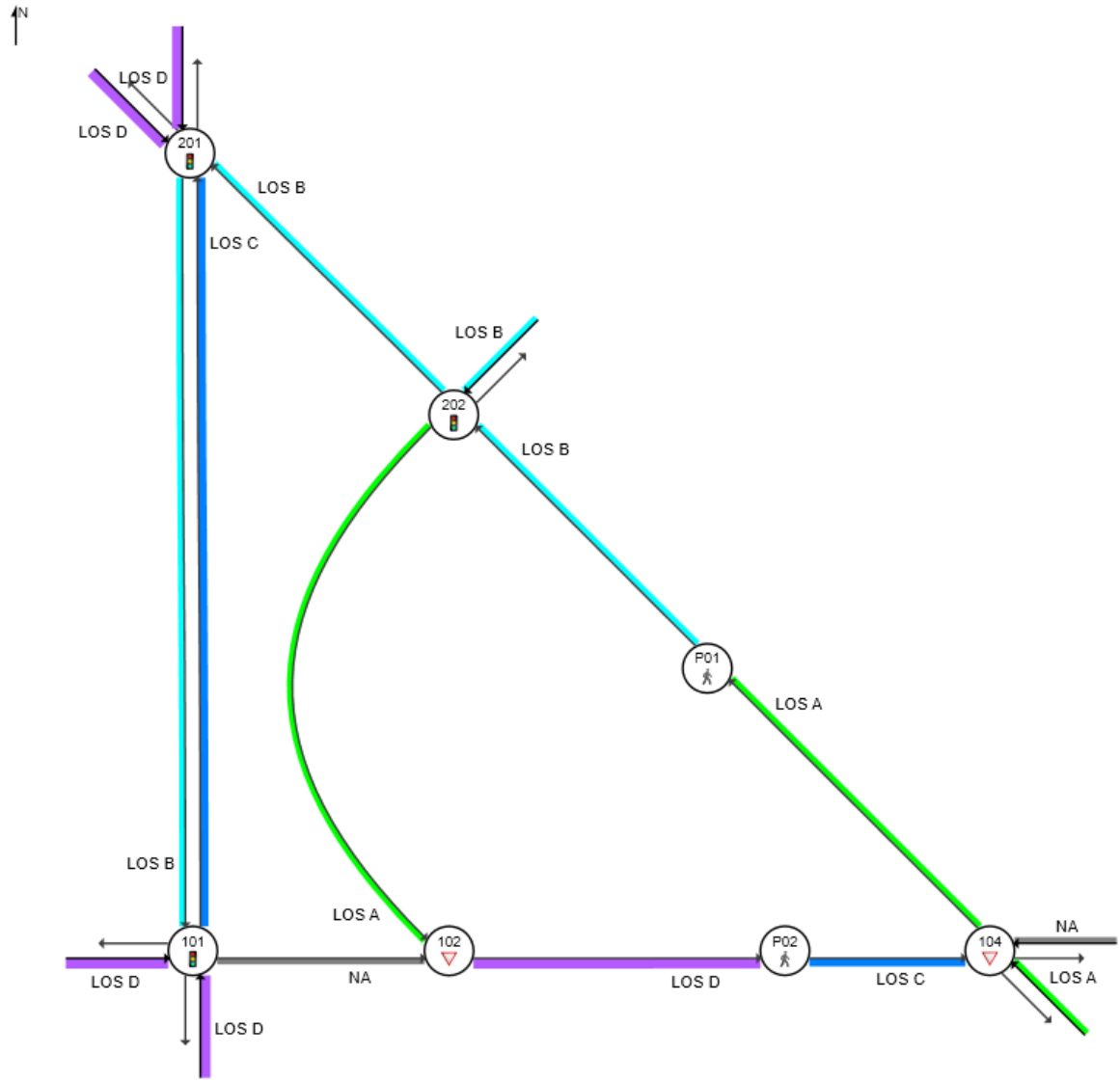


Figure 1-16 - Livelli di servizio Scenario Attuale - Picco PM

In generale non si riscontrano grandi differenze tra il picco della mattina e quello del pomeriggio. Nel pomeriggio si evidenzia un incremento di flussi lungo Via Marconi che proseguono verso sud, portando il braccio nord dell'intersezione 201 ad un livello di servizio pari a D.

Il nodo tra Via Padova e Viale Po presenta un migliore livello di servizio dovuto al minore flusso veicolare su Viale Po.

1.3.3.2 Code Medie

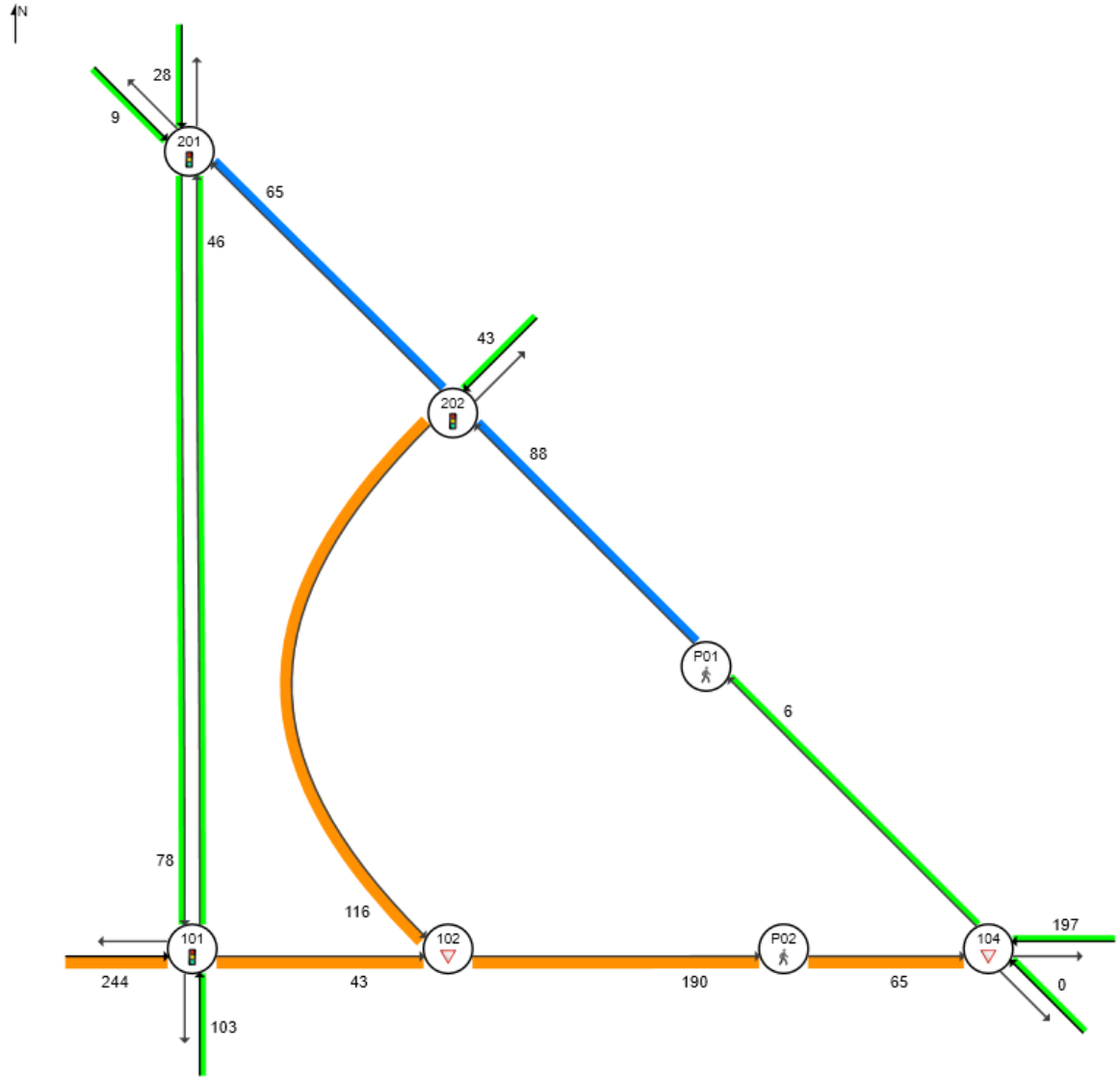
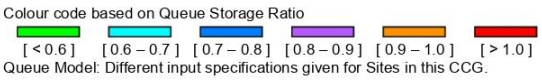


Figure 1-17 - Code Medie Scenario Attuale - Picco AM



In termini di code medie, il picco AM, genera code più lunghe rispetto all'ora di punta pomeridiana. In nessun caso la lunghezza disponibile, cioè la lunghezza totale dell'arco, viene superata. Ovviamente possiamo osservare come Via Modena risulta quella più congestionata rispetto alla rete totale, sia durante la fascia oraria mattutina che pomeridiana.

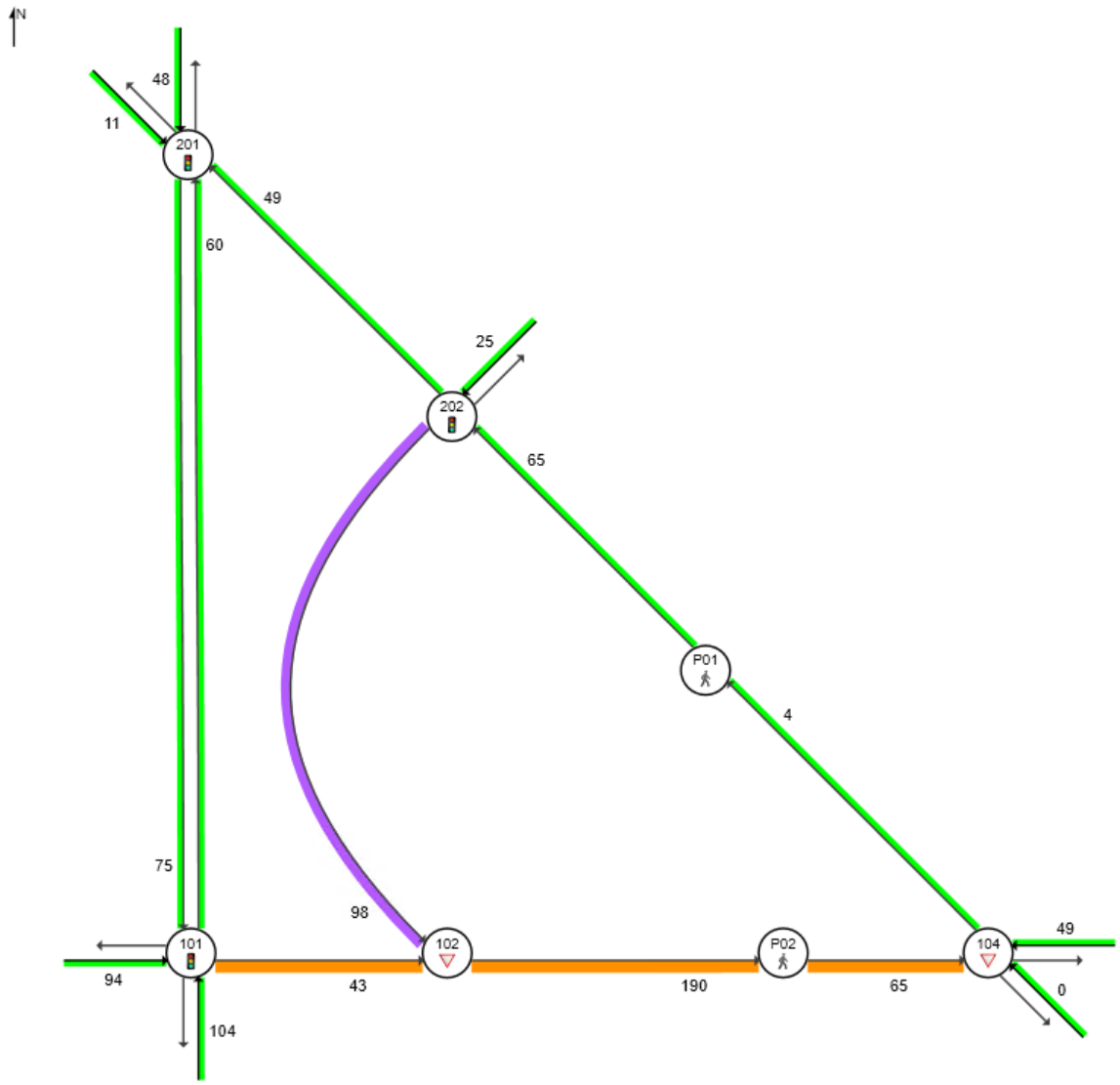
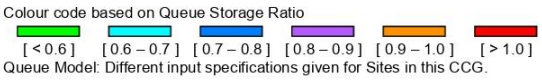


Figure 1-18 - Code medie Scenario Attuale - Picco PM



Possiamo osservare come Via Modena risulta quella più congestionata rispetto alla rete totale, sia durante la fascia oraria mattutina che pomeridiana.

1.4 Scenario di Progetto

Lo scenario di trasformazione della rete stradale descritto nel Progetto Esecutivo (cfr. INO-MIC-PE-XXX-RP-CVL-8112_001-r00 “Relazione stradale” allegata), prevede la chiusura parziale al flusso veicolare del tronco di Viale Po compreso tra Via Padova e Via Marconi. Di fatto si tratta di istituire una zona a traffico limitato (“ZTL”) dove sia consentito solo il passaggio di Bus e Taxi, oltre a pedoni e ciclisti.

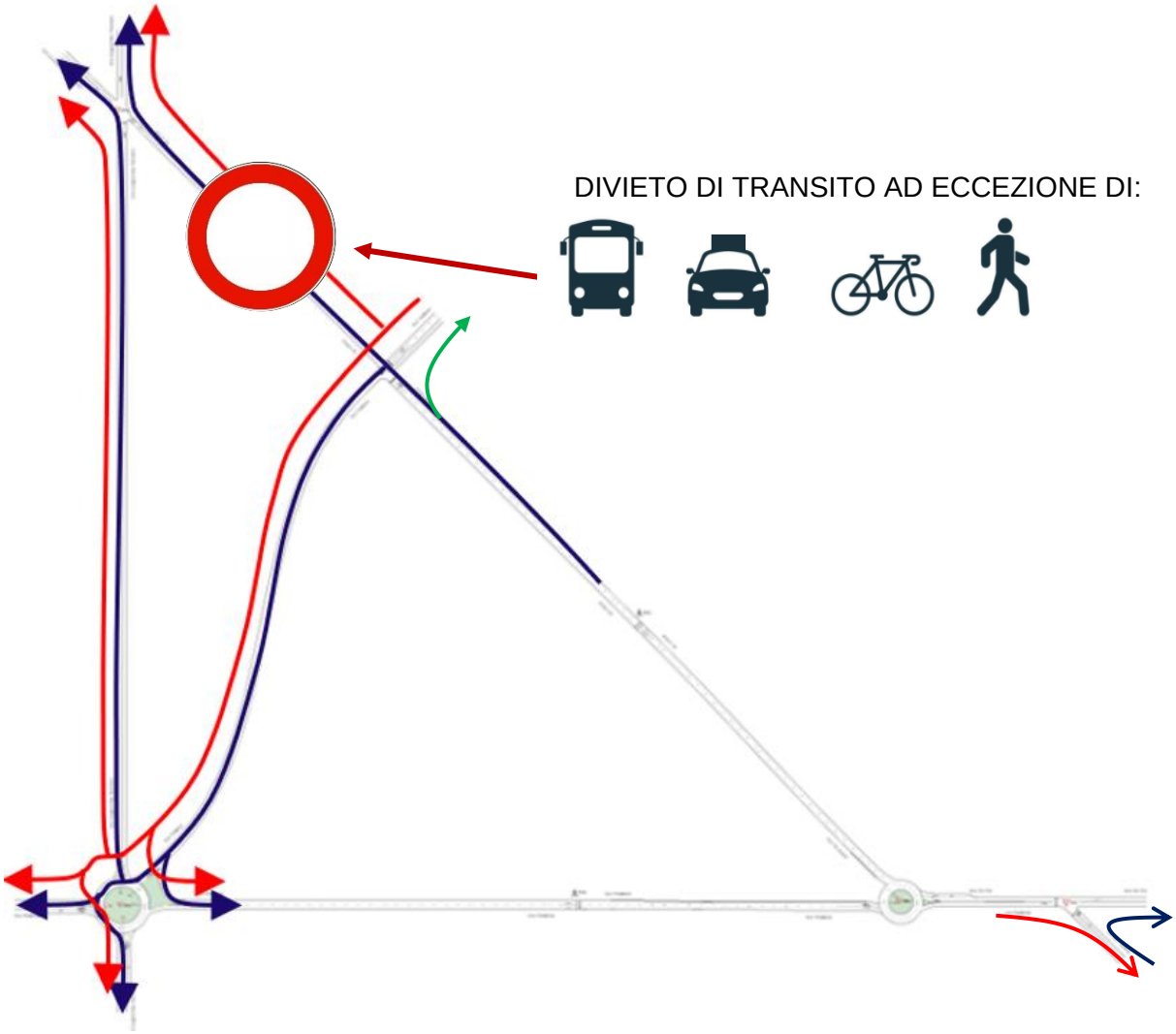


Figure 1-19 - Distribuzione dei flussi nel Progetto allegato

D’intesa con la Stazione Appaltante (“SA”) si è infatti deciso che i flussi che da Viale Po hanno come destinazione Via Marconi direzione nord preferiscono svoltare a destra su Via Padova (v. freccia verde nel diagramma che precede), anziché entrare raggiungere l’intersezione a rotatoria tra Via Modena - Via Marconi per poi risalire su Via Marconi verso nord.

È stato considerato esterno all’area di studio il flusso modesto di veicoli che da Via Padova hanno come destinazione Via Modena verso nord. Pertanto i principali cambiamenti alla rete si riscontrano nelle intersezioni Via Marconi - Viale Po e Via Padova - Viale Po.

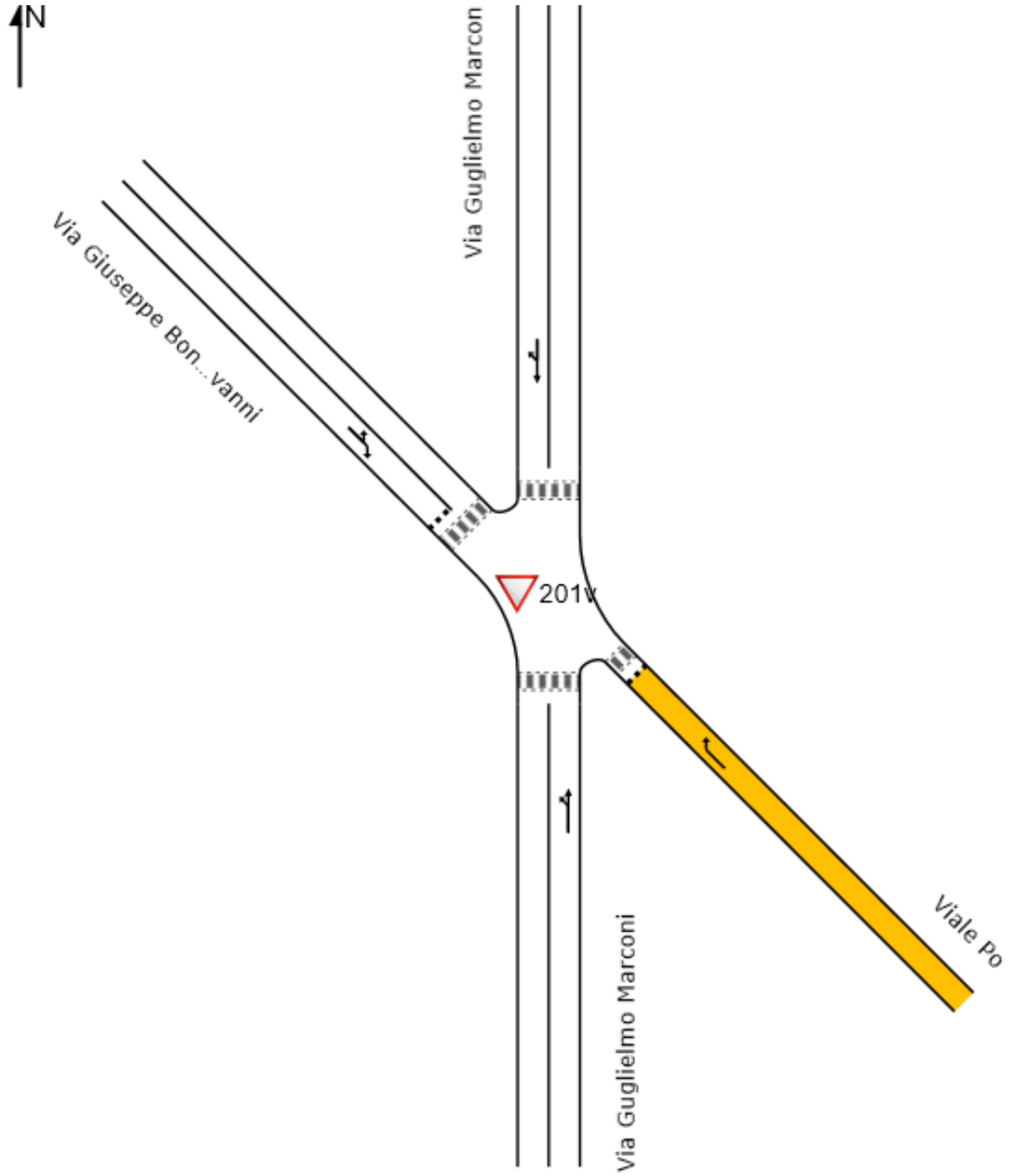


Figure 1-20 - **Nodo 201** (Via Marconi – Viale Po)

Il nodo 202 tra Via Padova e Viale Po è l'unica intersezione che, anche nello scenario di progetto risulta semaforizzata. In seguito alle modifiche geometriche che è possibile osservare nella figura seguente, sono state apportate modifiche all'impianto semaforico.

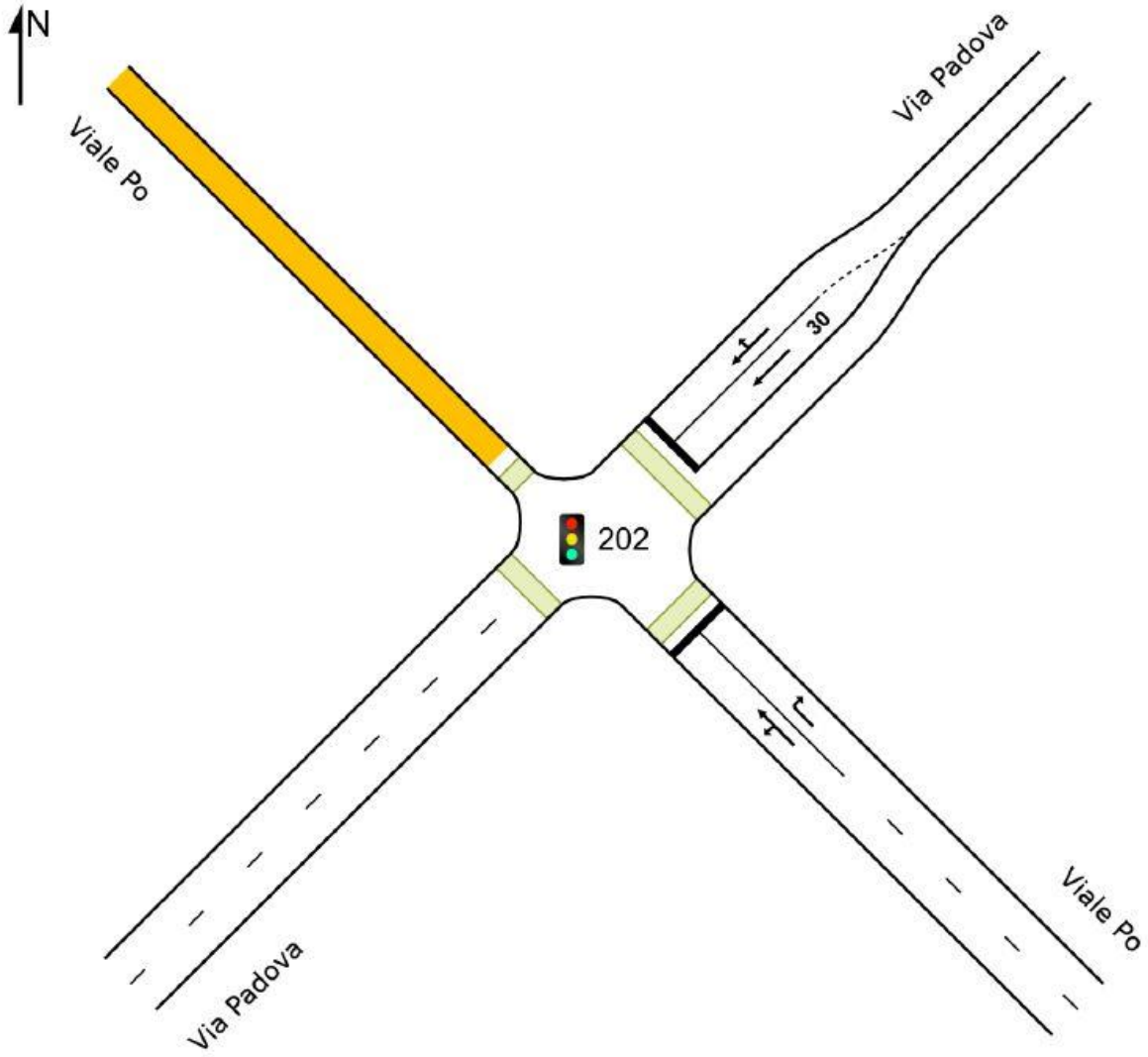
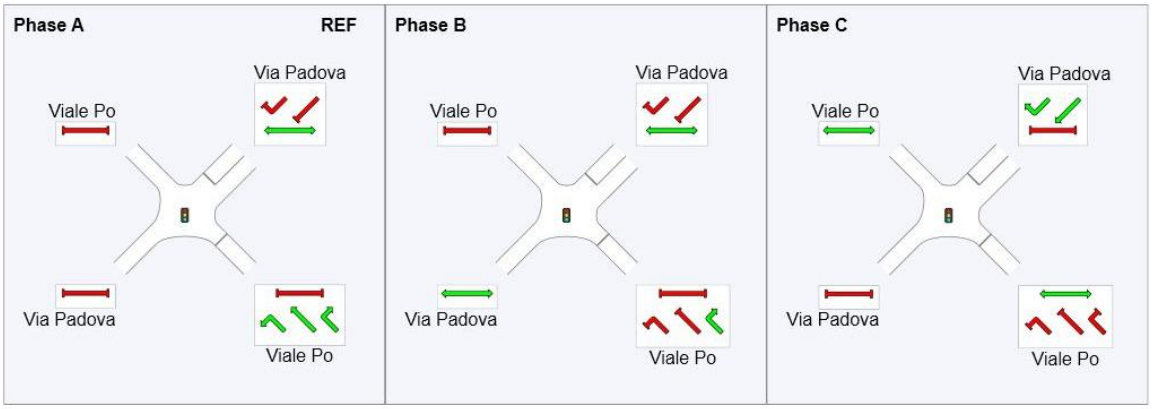
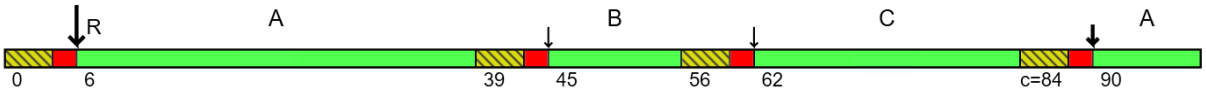


Figure 1-21 - **Nodo 202** (Viale Po - Via Padova)

La durata delle fasi semaforiche è stata ottimizzata in funzione della redistribuzione dei flussi nello scenario di progetto. Per entrambi i picchi il ciclo ha una durata di 84 secondi, con le seguenti caratteristiche:





Reference Phase: A

Phase	A	B	C
Phase Change Time (sec)	0	39	56
Green Time (sec)	33	11	22
Phase Time (sec)	39	17	28
Phase Split	46%	20%	33%

Yellow Time	4 sec	4 sec	4 sec
All-Red Time	2 sec	2 sec	2 sec

Altre due intersezioni sono state convertite in rotatorie. In particolare l'intersezione tra Via Modena e Via Marconi e l'intersezione tra Via Modena e Viale Po.

Entrambe le rotatorie sono state realizzate con un anello di circolazione a due corsie.

La prima rotatoria, tra Via Modena e Via Marconi presenta un'isola rilevata del diametro di 21,5 m con larghezza complessiva dell'anello di circolazione di 8 m.

La seconda rotatoria, tra Via Modena e Viale Po, è stata realizzata con un'isola rilevata di 16,0m e un anello di circolazione di 7,5m.

Rispetto allo scenario dello stato di fatto il braccio di Via del lavoro viene collegato alla rete con una nuova intersezione a circa 100 m dalla seconda rotatoria.

Di seguito sono rappresentate graficamente le tre intersezioni appena menzionate, precisando che trattasi sempre di modelli che tentano di riprodurre il più fedelmente possibile le intersezioni progettate.

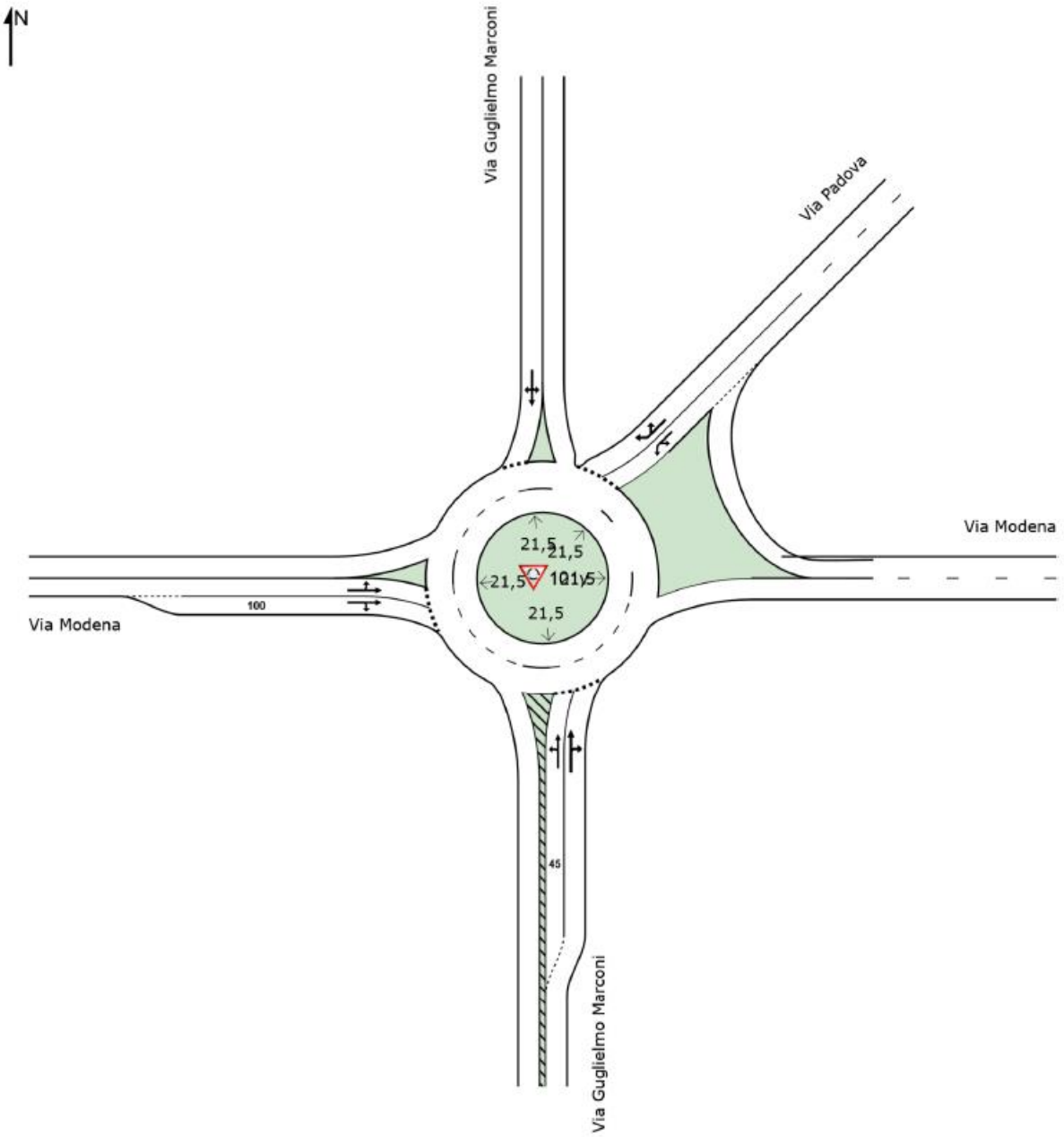


Figure 1-22 - **Nodo 101** (Via Marconi – Via Modena)

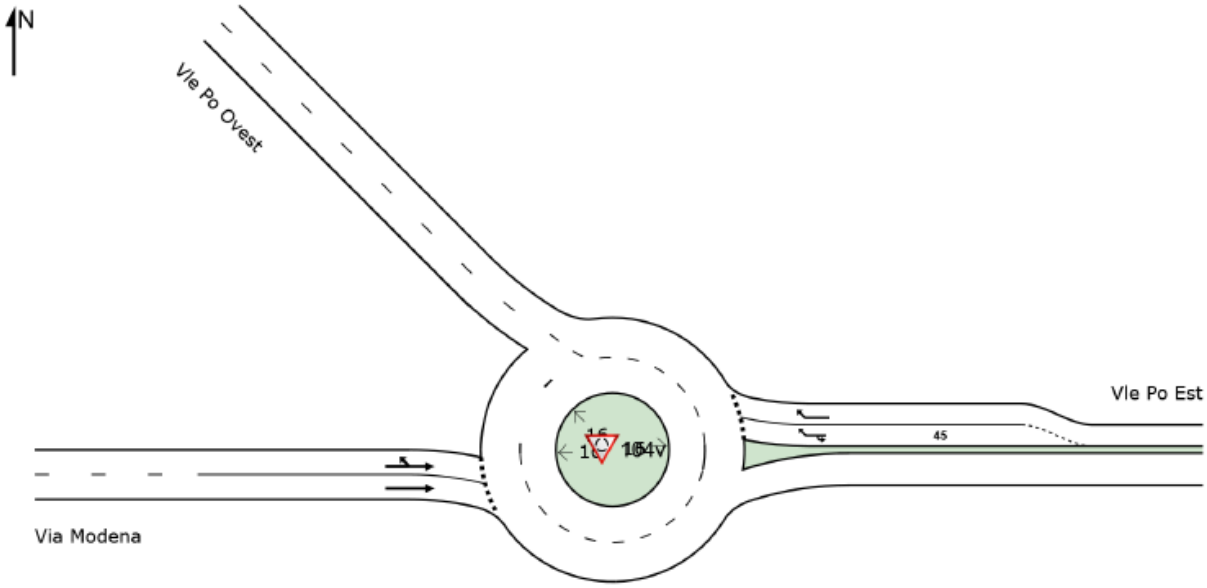


Figure 1-23 - **Nodo 104** (Via Modena – Viale Po)

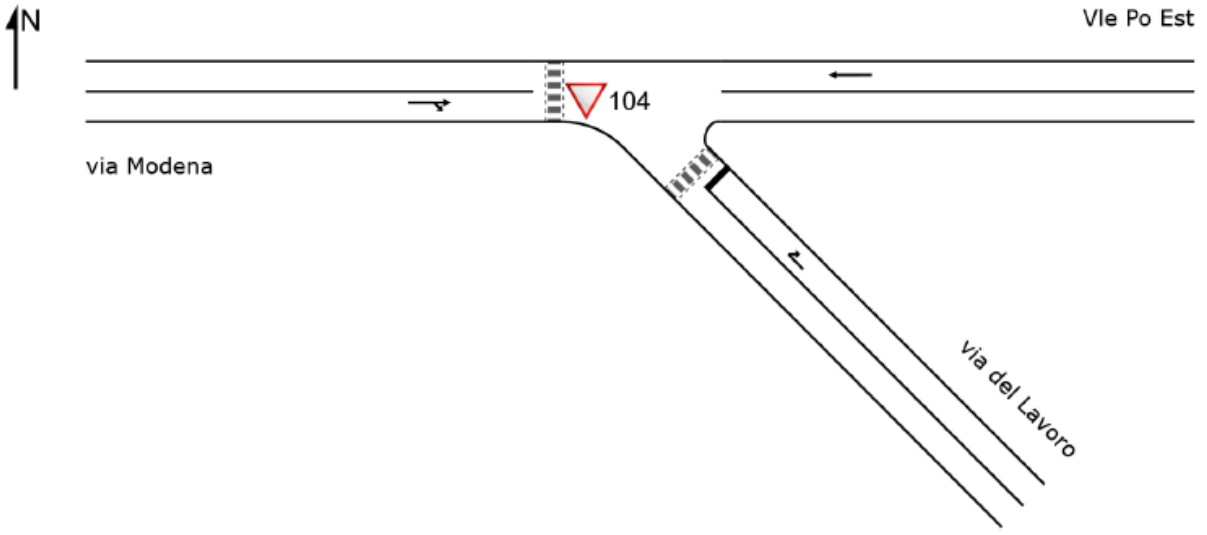


Figure 1-24 - **Nodo 104.1** (Viale Po – Via Modena – Via del Lavoro)

I nodi sono stati considerati all'interno della rete per tenere conto, anche nello scenario di progetto, dell'interazione tra le intersezioni.

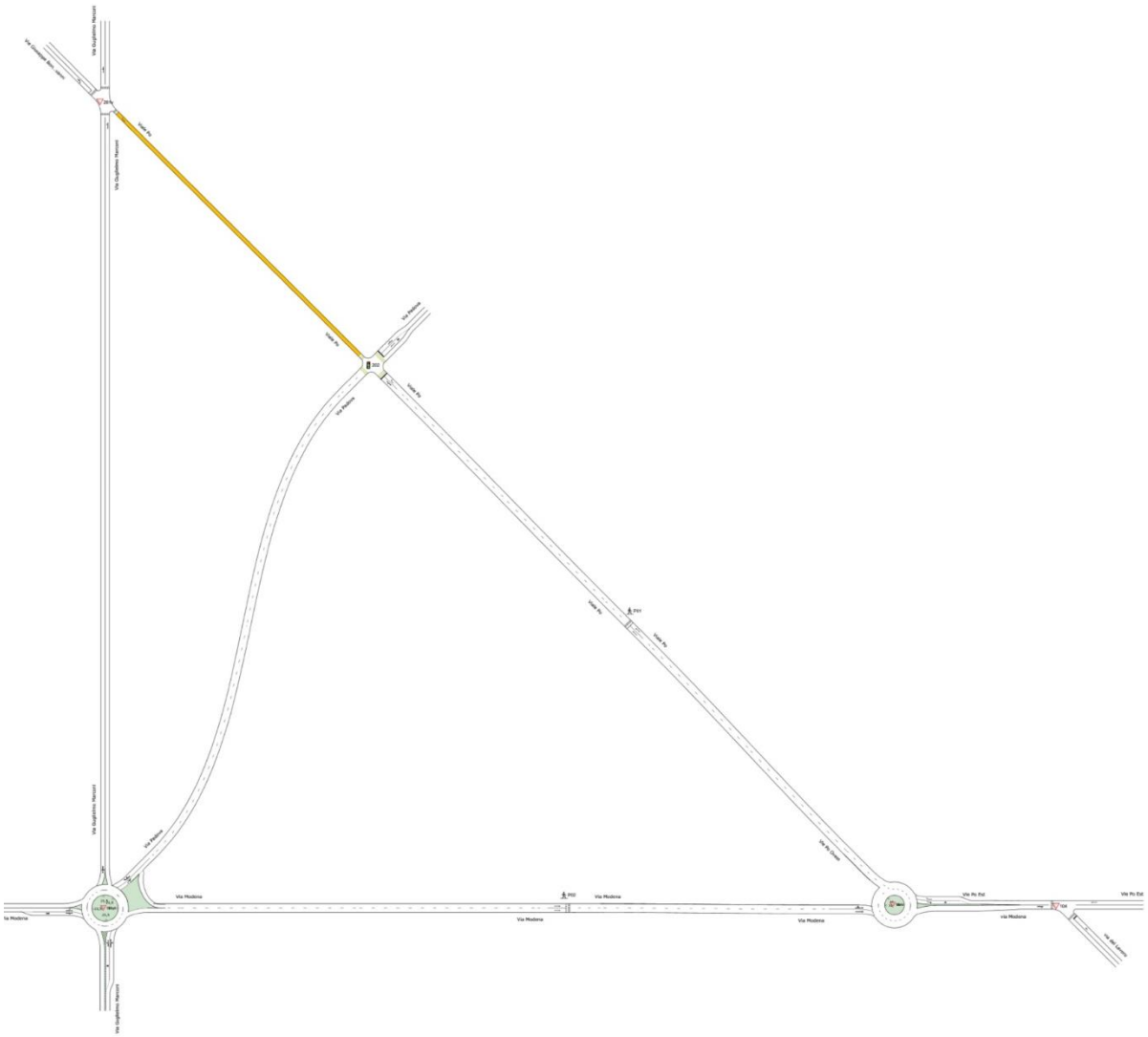


Figure 1-25 - Rete di Progetto Definitivo

1.4.1.1 Livelli di servizio Progetto

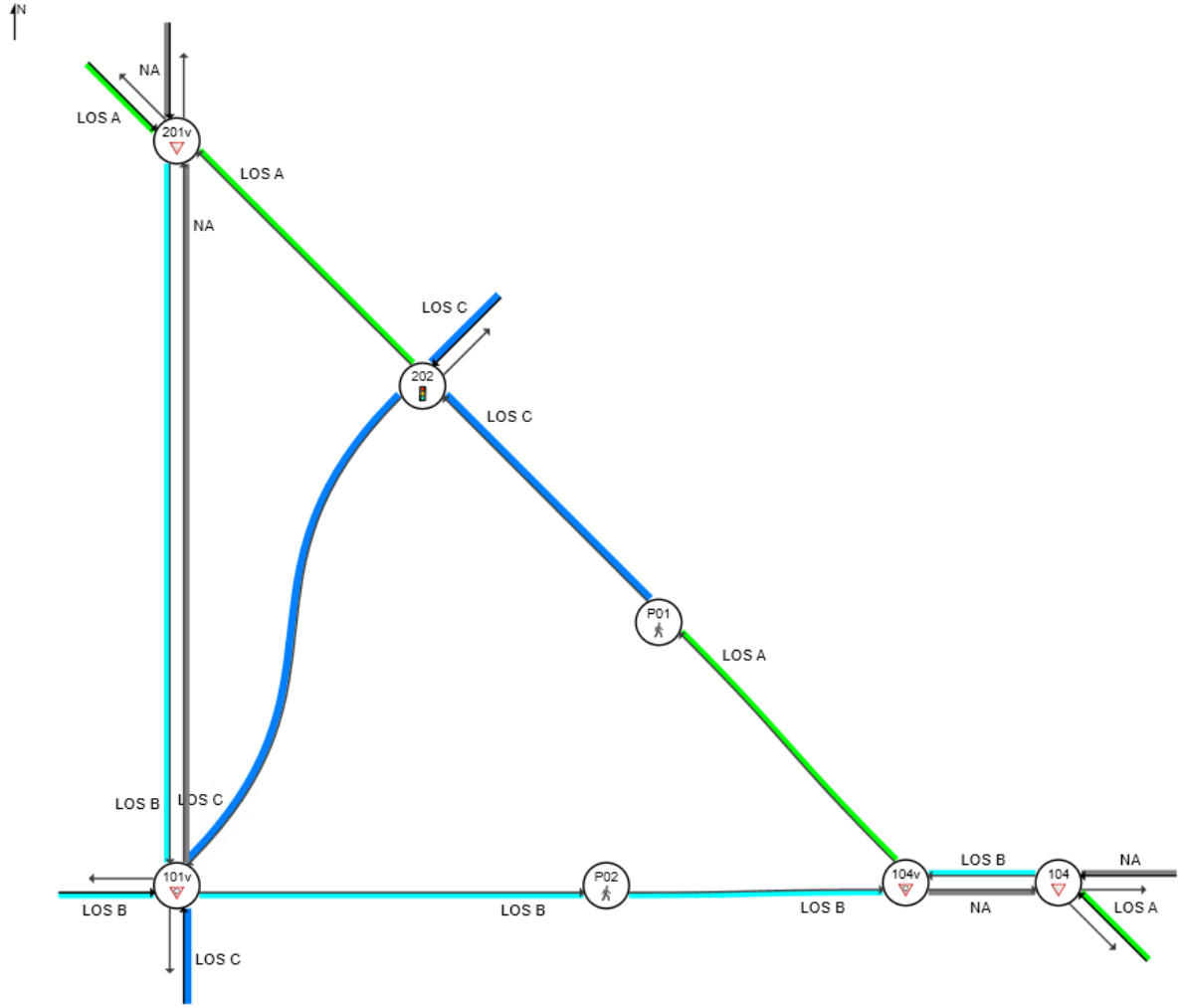
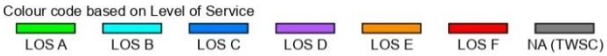


Figure 1-26 - Livelli di servizio Scenario di Progetto Definitivo- Picco AM



Nello Scenario di Progetto gli unici due nodi dove sono presenti variazioni progettuali importanti riguardano le intersezioni Viale Po - Via Padova e l'intersezione Viale Po - Via Marconi. Pertanto, è possibile osservare dai risultati ottenuti nel picco AM che non vi sono sostanziali variazioni tanto da restare invariati i livelli di servizio.

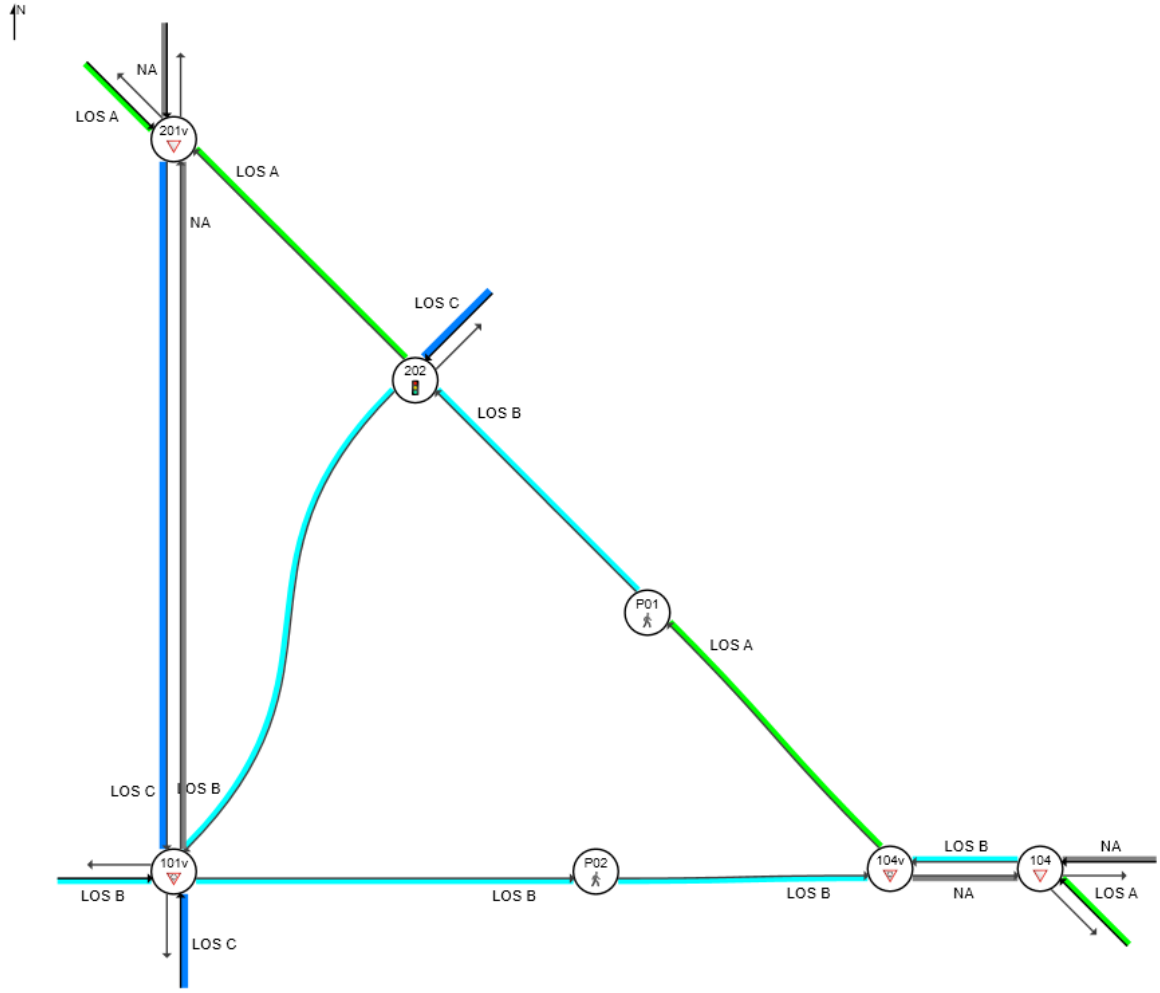


Figure 1-27 - Livelli di servizio Scenario di Progetto Definitivo- Picco PM

Allo stesso modo, anche nel picco pomeridiano non vi sono sostanziali variazioni tali da determinare variazioni in termini di livello di servizio.

1.4.1.2 Code Medie Progetto

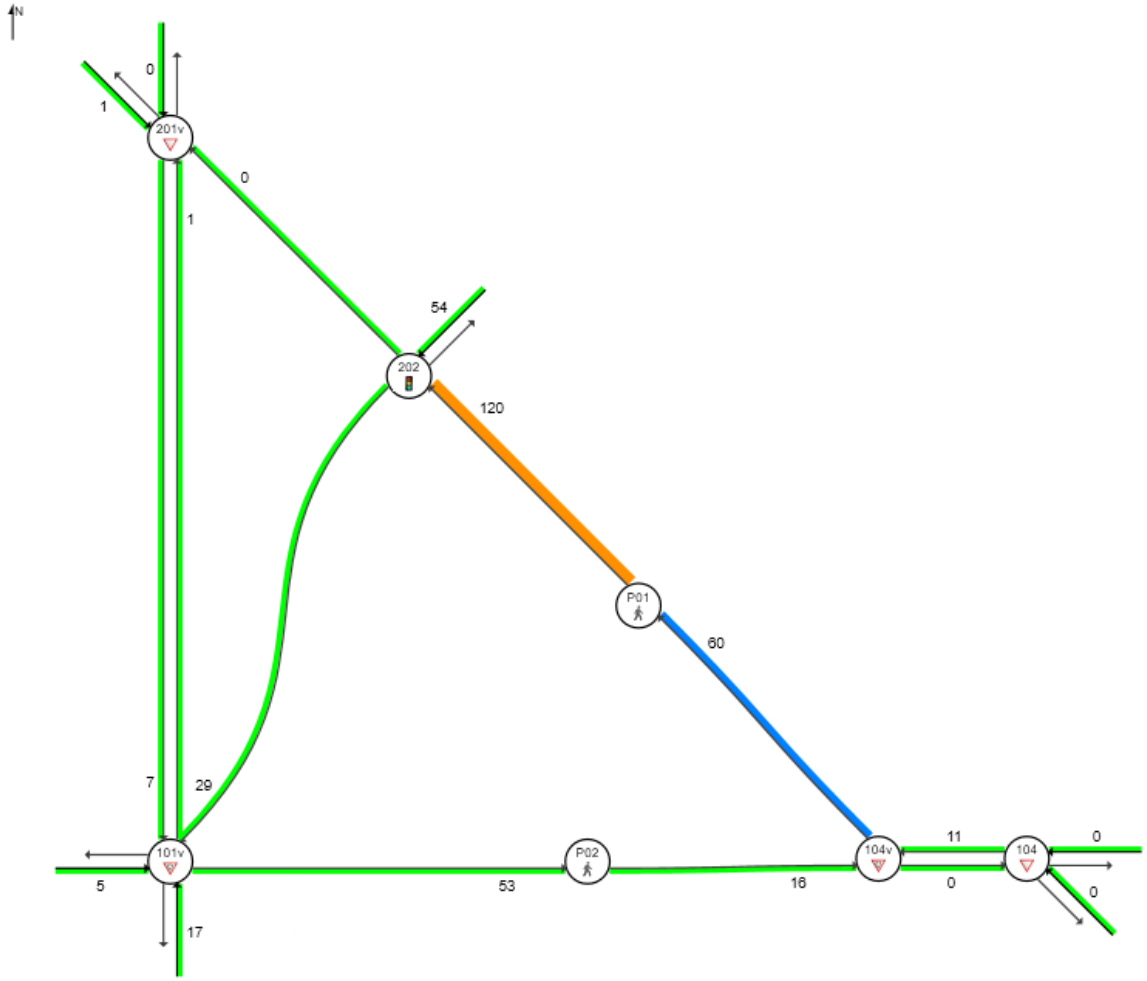
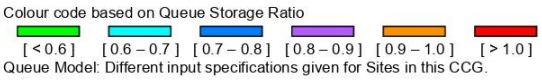


Figure 1-28 - Code Medie Scenario di Progetto Definitivo - Picco AM



Anche in questo scenario non vi sono particolari criticità ad eccezione dell'approccio all'intersezione di Viale Po dove la coda supera il 90% della lunghezza dell'arco ma che non rappresenta certamente un problema alla regolarità di marcia.

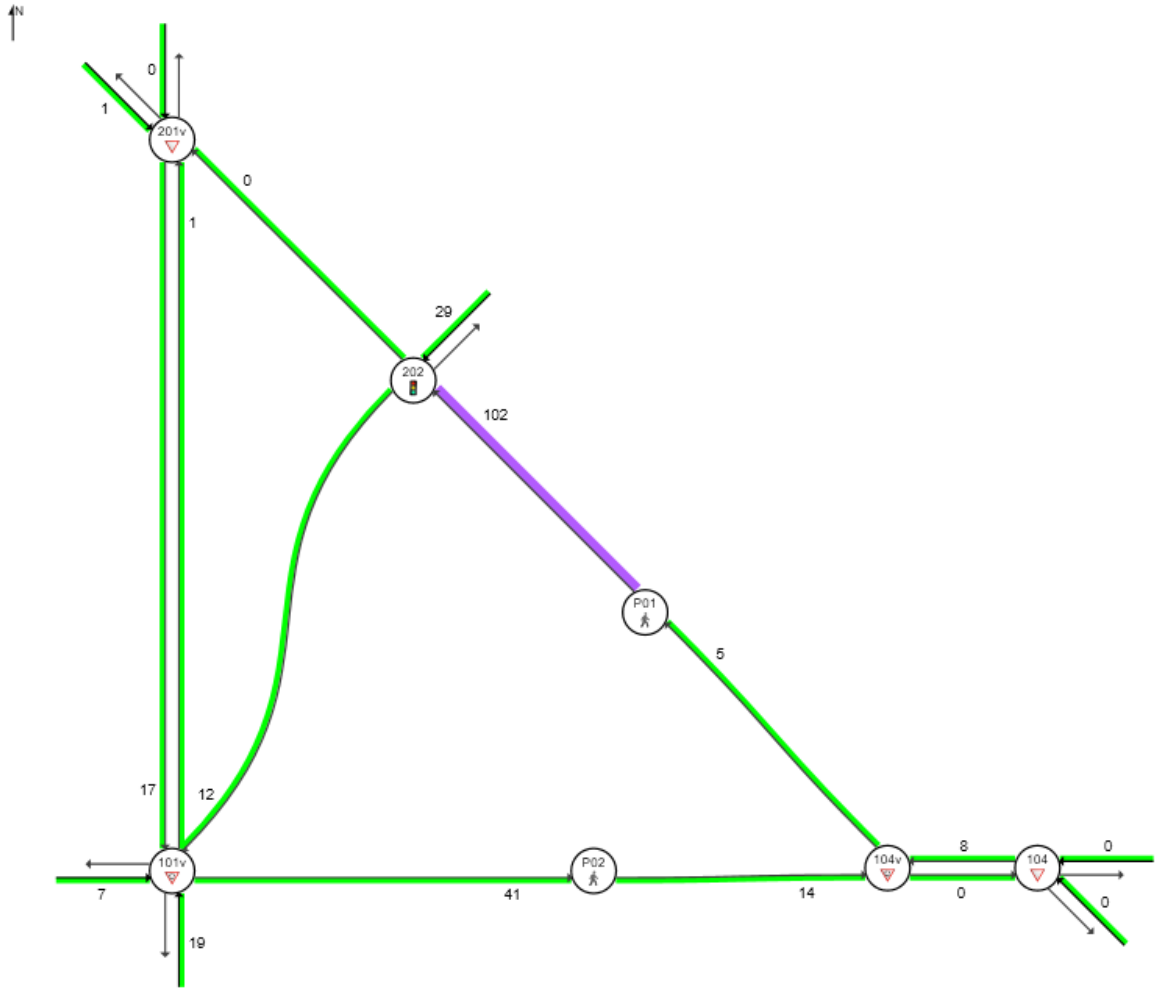
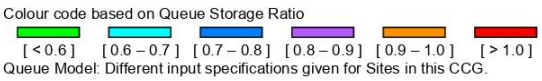
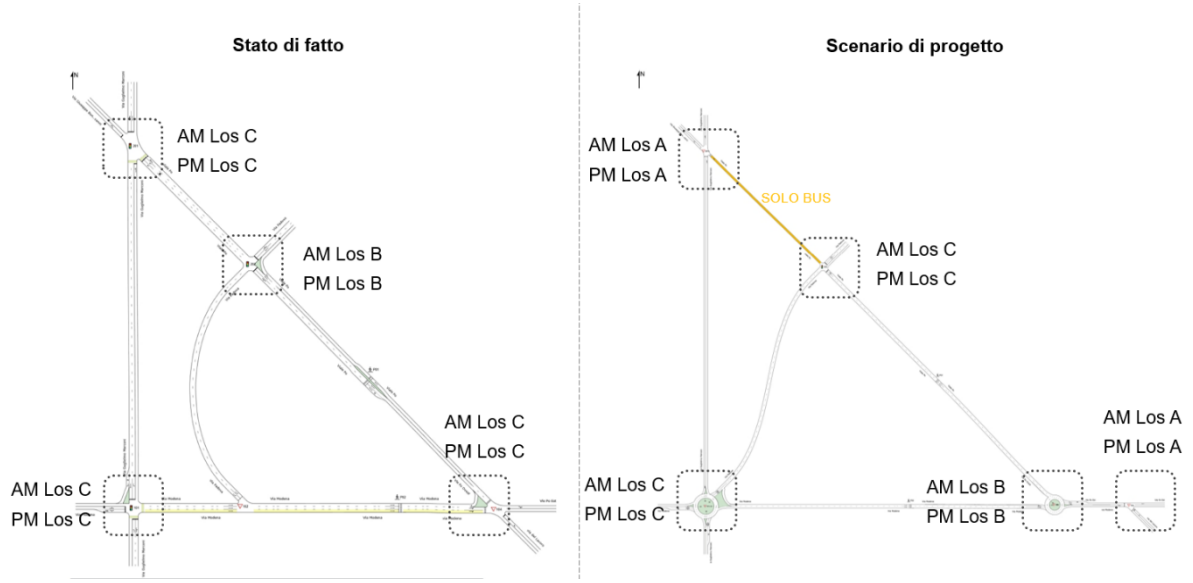


Figure 1-29 - Code Medie Scenario di Progetto Definitivo - Picco PM



Osservando le code medie calcolate per il picco del pomeriggio, è possibile notare che non vi sono particolari criticità su tutta la rete analizzata.

1.5 Confronto scenari



Dal confronto tra lo Scenario Attuale e lo Scenario di Progetto si evince come le modifiche apportate generino un effetto favorevole in termini di livello di servizio e riduzione delle code.

L'unica intersezione semaforizzata presente nello scenario di progetto è l'intersezione tra Viale Po e Via Padova. Sono stati ottimizzati i tempi delle fasi semaforiche presenti nello stato di fatto in funzione delle diverse distribuzioni dei flussi. In entrambi i picchi possiamo osservare un incremento di ritardo che abbassa leggermente il livello di servizio passando da B a C.
Vi sono code più lunghe soprattutto sul braccio di Viale Po. Ovviamente bisogna considerare che tale intersezione è stata compattata rispetto allo scenario attuale e sono stati inseriti attraversamenti pedonali su tutti e quattro i bracci e questo ha comportato l'inserimento di una fase aggiuntiva al ciclo semaforico per permettere l'attraversamento pedonale sul braccio sud-ovest. Ciò nonostante l'intersezione presenta buoni livelli di servizio.

L'intersezione tra Via Marconi e Viale Po, in seguito alle modifiche apportate in termini di variazione nella scelta dei percorsi passa da livello di servizio C ad un livello di servizio A. Tale variazione ha permesso di acquisire maggiore spazio da destinare ai pedoni e al verde riducendo il numero di corsie.

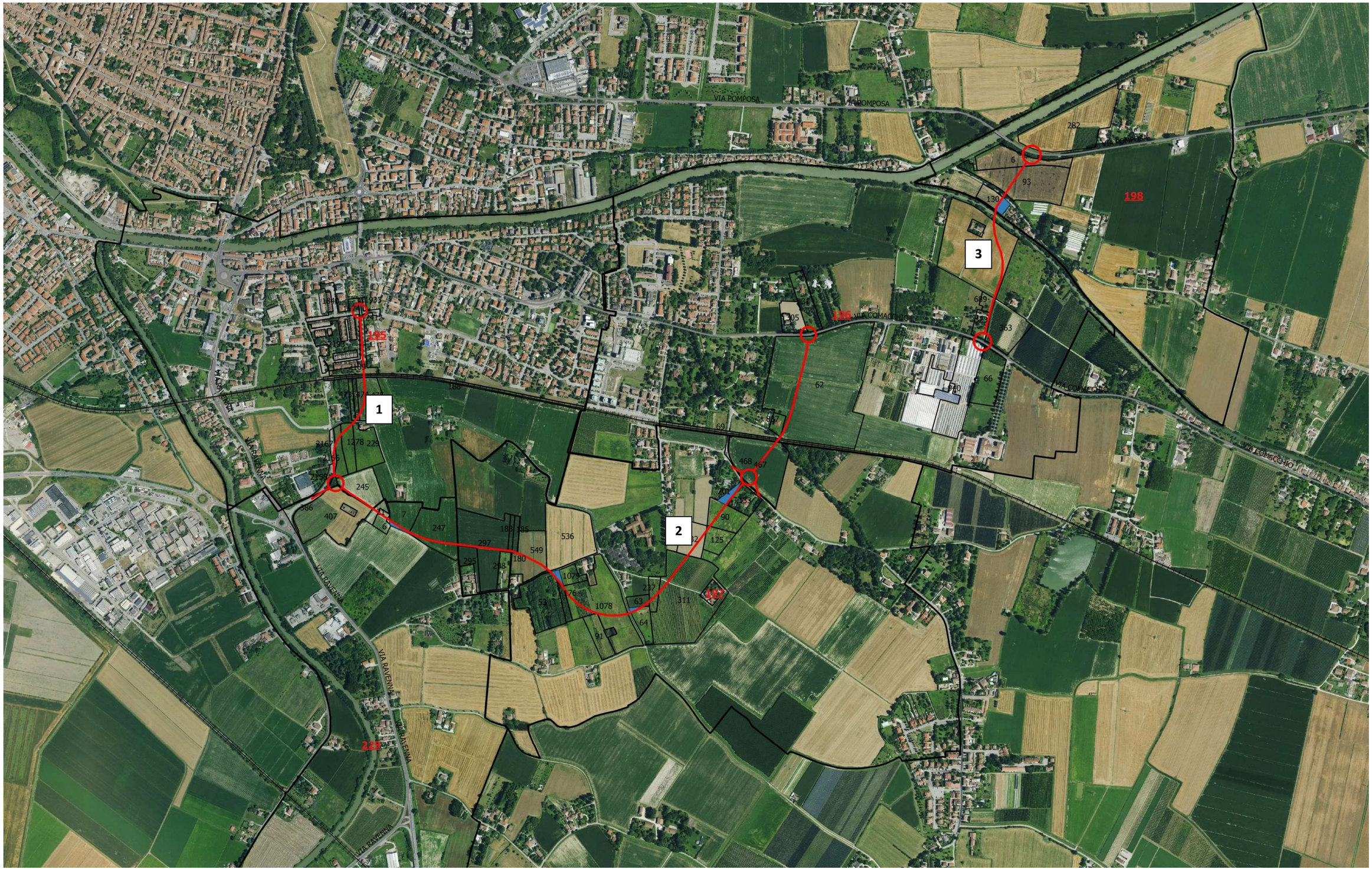
La rotatoria tra Via Modena e Via Marconi presenta un miglioramento notevole in termini abbattimento delle code passando da intersezione semaforizzata a rotatoria. Non si hanno variazioni in termini di livelli di servizio ma è da precisare che gli intervalli in termini di ritardo, passando da una intersezione semaforizzata ad una rotatoria sono molto più restrittivi.

La rotatoria inserita tra Viale Po e Via Modena, in prossimità di Via del Lavoro, presenta miglioramenti in termini di livello di servizio in entrambe le ore di punta analizzate, passando da C a B.

La nuova intersezione realizzata tra Viale Po e Via del Lavoro risulta avere un ottimo livello di servizio.

Nella tabella successiva è possibile confrontare i principali parametri tra i vari scenari analizzati e per ciascun braccio delle intersezioni. In particolar modo "LOS" (Livello di Servizio), "Ritardo Medio" e "Coda Media".

				Base		PRG	
Posizione	Codice	Sezione	Valutazione	AM	PM	AM	PM
	101	Ingresso SUD	LDS	D	D	C	C
			ritardo medio	46.4	47.0	17.7	21.6
			coda media	102.6	103.8	16.6	18.8
		Ingresso NORD	LDS	B	B	B	C
			ritardo medio	14.6	16.3	15.0	22.9
			coda media	77.8	75.0	7.0	17.3
		Ingresso OVEST	LDS	C	D	A	B
			ritardo medio	33.2	35.1	10.0	12.0
			coda media	243.9	94.2	4.8	6.6
		Ingresso NORD-EST	LDS			C	B
			ritardo medio			17.2	12.4
			coda media			28.8	12.1
		TOT INTERSEZIONE	**LDS**	C	C	C	C
			ritardo medio	**28.0**	**29.5**	**15.5**	**16.2**
			coda media	**243.9**	**103.8**	**28.8**	**18.8**
	102	Ingresso NORD-OVEST	LDS	A	A		
			ritardo medio	3.5	3.1		
			coda media	115.5	97.7		
		Ingresso OVEST	LDS	A	A		
			ritardo medio	0.0	0.0		
			coda media	42.5	42.5		
		TOT INTERSEZIONE	**LDS**	A	A		
			ritardo medio	**1.3**	**0.8**		
			coda media	**115.5**	**97.7**		
	104	Ingresso SUD-EST	LDS	A	A		
			ritardo medio	0.0	0.0		
			coda media	0.0	0.0		
		Ingresso EST	LDS	C	B	B	B
			ritardo medio	16.8	11.7	13.1	11.3
			coda media	196.8	49.3	10.8	8.2
		Ingresso OVEST	LDS	C	C	B	B
			ritardo medio	22.3	21.1	14.9	14.0
			coda media	65.0	65.0	16.3	14.4
		TOT INTERSEZIONE	**LDS**	C	C	B	B
			ritardo medio	**19.7**	**16.8**	**14.1**	**12.7**
			coda media	**196.8**	**65.0**	**16.3**	**14.4**
	104.1	Ingresso SUD-EST	LDS			A	A
			ritardo medio			8.4	8.5
			coda media			0.0	0.1
		Ingresso EST	LDS			A	A
			ritardo medio			0.6	0.4
			coda media			0.0	0.0
		Ingresso OVEST	LDS			A	A
			ritardo medio			0.1	0.1
			coda media			0.0	0.0
		TOT INTERSEZIONE	**LDS**			A	A
			ritardo medio			**0.0**	**0.0**
			coda media			**0.0**	**0.1**
	201	Ingresso SUD	LDS	C	C	A	A
			ritardo medio	20.8	28.4	2.0	2.4
			coda media	46.4	59.5	1.0	1.4
		Ingresso SUD-EST	LDS	B	B	A	A
			ritardo medio	16.3	14.9	7.2	7.4
			coda media	65.1	48.8	0.1	0.0
		Ingresso NORD	LDS	C	D	A	A
			ritardo medio	34.4	38.1	0.0	0.0
			coda media	27.8	48.2	0.0	0.0
		Ingresso NORD-OVEST	LDS	D	D	A	A
			ritardo medio	38.7	39.1	4.6	6.5
			coda media	9.0	11.4	0.5	0.9
		TOT INTERSEZIONE	**LDS**	C	C	A	A
			ritardo medio	**21.0**	**24.8**	**1.3**	**1.4**
			coda media	**65.1**	**59.5**	**1.0**	**1.4**
	202	Ingresso SUD-EST	LDS	C	B	C	B
			ritardo medio	21.8	17.5	32.9	18.4
			coda media	88.0	64.9	120.0	102.0
		Ingresso NORD-EST	LDS	B	B	C	C
			ritardo medio	14.9	13.9	34.2	25.7
			coda media	39.9	24.8	53.6	29.5
		TOT INTERSEZIONE	**LDS**	B	B	C	C
			ritardo medio	**19.5**	**16.5**	**33.3**	**20.3**
			coda media	**88.0**	**64.9**	**120.0**	**102.0**



TRACCIATI BRETELLE EST

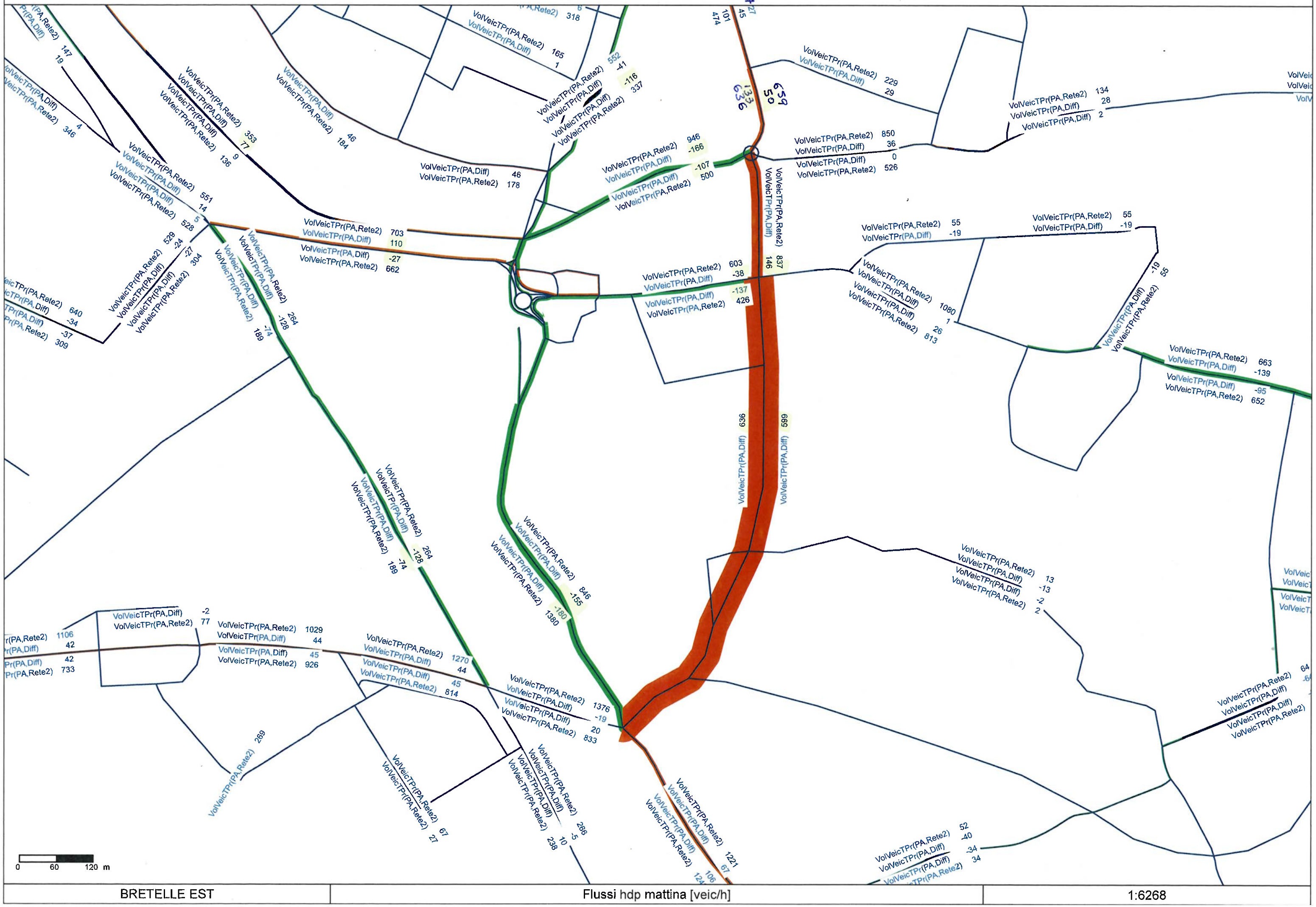
VALUTAZIONE SIMULAZIONI VISUM BRETTELLE EST nel THP del mattino (lo stato di fatto simula l'eliminazione dei passaggi a livello su v. Bologna e v. Boldrini)

DESCRIZIONE BRETELLE: 1 da via Wagner a via Capodistria **- 2** da via Marvelli a via Comacchio **- 3** da via Comacchio a via Pomposa

DESCRIZIONE TRATTI VIA COMACCHIO: Comacchio 1 tra v. Capodistria e v. Boschetto; Comacchio 2 tra v. Capodistria e v. Valle Fatibello; Comacchio 3 a est di bretella 3

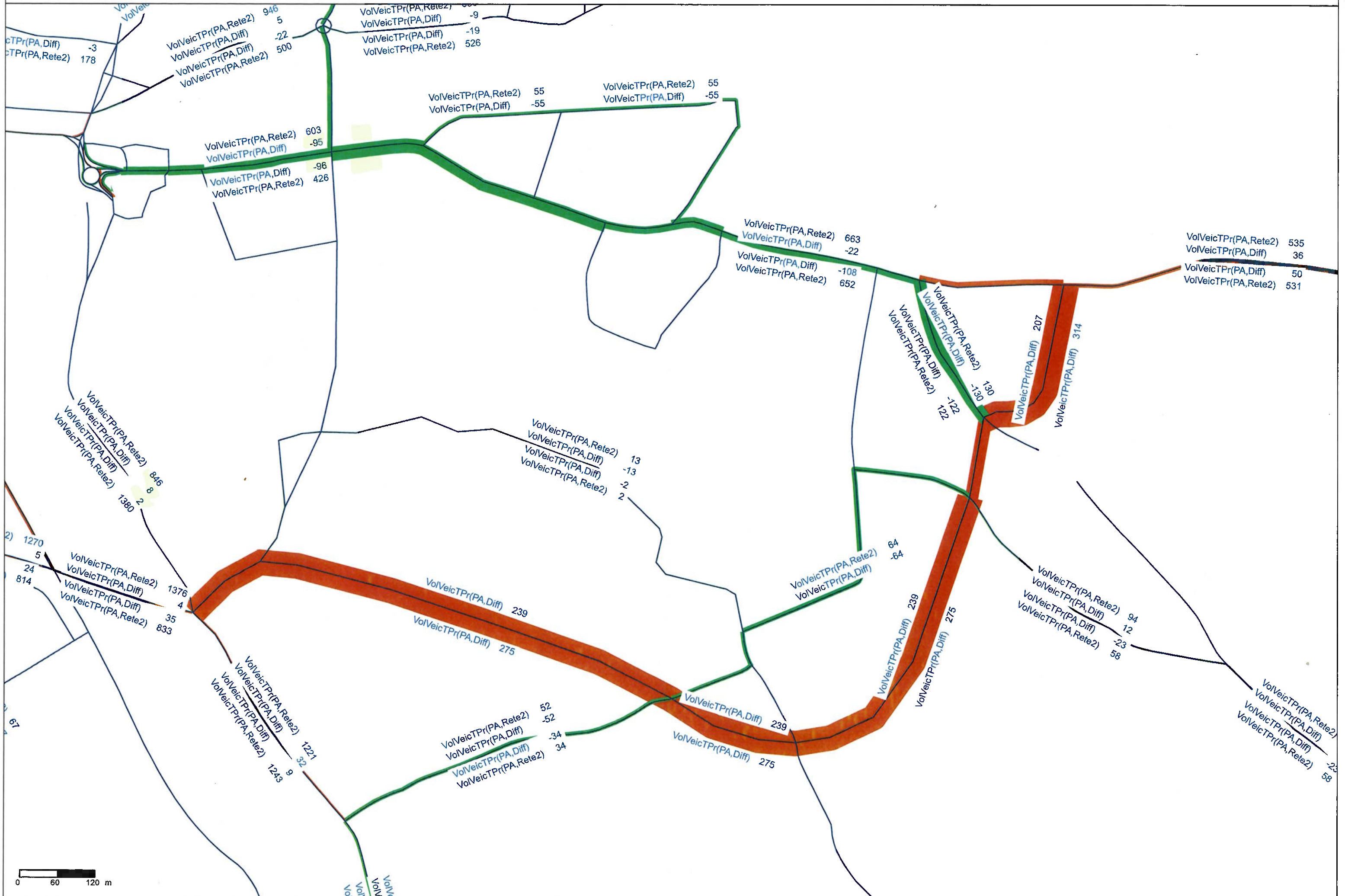
BRETELLE	VANTAGGI	CRITICITA'	SINTESI
solo 1	Ravenna verso nord -19% / sud -13% Fabbri verso nord -48% / -39% Colombarola verso ovest -17% / est -21% Alfonso I D'Este verso nord -34% Comacchio1 verso est -32%	Caldirolo verso sud +21% / nord + 8% Volano verso ovest +24% Putinati verso ovest +16%	Alleggerisce via Ravenna con prevedibili criticità sulla rotatoria di Comacchio/Caldirolo/Capodistria dovute ai nuovi flussi della bretella, possibili criticità anche e su via Volano e Putinati in direzione ovest
solo 2	Comacchio 1 verso ovest -16% / est 23% Comacchio 2 verso est -23%	NESSUNA RIDUZIONE SU VIA RAVENNA LA NUOVA BRETELLA PORTA POCHI VEICOLI	Alleggerisce via Comacchio ma senza benefici su via Ravenna, inoltre la nuova bretella avrà un costo elevato ma porterà pochi veicoli
solo 3	Caldirolo (vicino Colombarola) verso nord -34% / sud -39% Prinella verso ovest -86%	NESSUNA RIDUZIONE SU VIA RAVENNA Comacchio 1 verso ovest +28% / verso est +28%	Riduce molto il traffico in via Caldirolo e Comacchio ma senza alcun beneficio per via Ravenna
1+2	Ravenna verso nord -11% / sud -13% Fabbri verso nord -47% / -39% Colombarola verso ovest -18% / est -10% Alfonso I D'Este verso nord -31% Comacchio 1 verso ovest -14% / est 45% Comacchio 2 verso ovest -11% / est 12% Comacchio 3 verso ovest -22% / est 19%	I FLUSSI SULLA BRETTELLA 2 IN PRESENZA DELLA 1 SI RIDUCONO ULTERIORMENTE Caldirolo verso sud +23% / nord + 17% Volano verso ovest +18% Putinati verso ovest +15%	Alleggeriscono via Ravenna (ma meno che con solo bretella 1) con prevedibili criticità sulla rotatoria di Comacchio/Caldirolo/Capodistria e su via Volano e Putinati in direzione ovest. Peggiora la situazione su via Caldirolo, Volano e Putinati. Alleggeriscono inoltre via Comacchio ma con un ulteriore riduzione del traffico sulla nuova bretella 2
2+3	Caldirolo (vicino Colombarola) verso nord -37% / sud -42% Prinella verso ovest -69% Comacchio 1 verso ovest -8% / est -28%	NESSUNA RIDUZIONE SU VIA RAVENNA LA BRETELLA 2 PORTA POCHI VEICOLI Comacchio verso ovest +29% / verso est +49%	Alleggeriscono il traffico su via Caldirolo e Comacchio ma senza alcun benefico sua via Ravenna. La nuova bretella 2 porta sempre pochi veicoli
1+2+3	Ravenna verso nord -17% / sud -14% Fabbri verso nord -49% / -39% Colombarola verso ovest -16% / est -25% Alfonso I D'Este verso nord -50% / sud 32% Comacchio 1 verso est -26% Comacchio 2 verso ovest -18% / verso est -32% Caldirolo (vicino Colombarola) verso nord -20% / sud -11%	LA BRETELLA 2 PORTA POCHI VEICOLI Comacchio 3 verso ovest +31% / verso est +48% Volano verso ovest + 21% / verso est +13% Putinati verso ovest +15%	Alleggeriscono via Ravenna con prevedibili criticità sulla rotatoria di Comacchio/Caldirolo/Capodistria e su via Volano e Putinati in direzione ovest, con riduzioni sensibili anche su via Comacchio 1 e 2 e su Caldirolo
1+3	Ravenna verso nord -21% / sud -13% Fabbri verso nord -50% / -39% Colombarola verso ovest -13% / est -25% Alfonso I D'Este verso nord -51% / sud 29% Comacchio 2 verso ovest 11% / est -14% Caldirolo (vicino Colombarola) verso nord -17%	Comacchio 3 verso ovest +27% / est +45% Volano verso ovest + 18% Putinati verso ovest +16%	I risultai sono molto simili alla soluzione 1+2+3 ma senza i costi della bretella 2 ed con una riduzione su via Caldirolo anche verso sud

DA SDF A BRETELLA 1



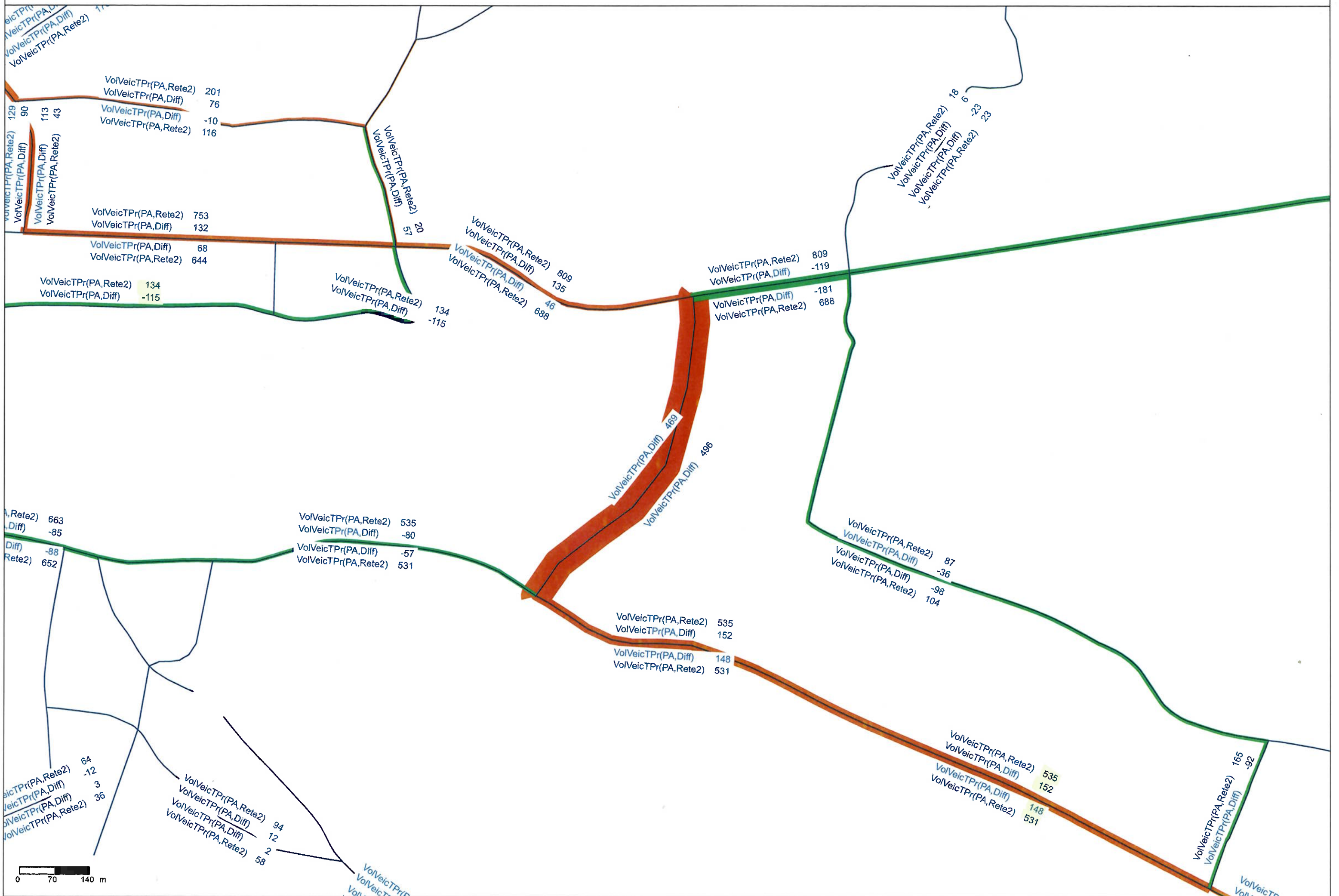
BRETELLE EST	Flussi hdp mattina [veic/h]	1:6268

BRETELLA 2 zoom



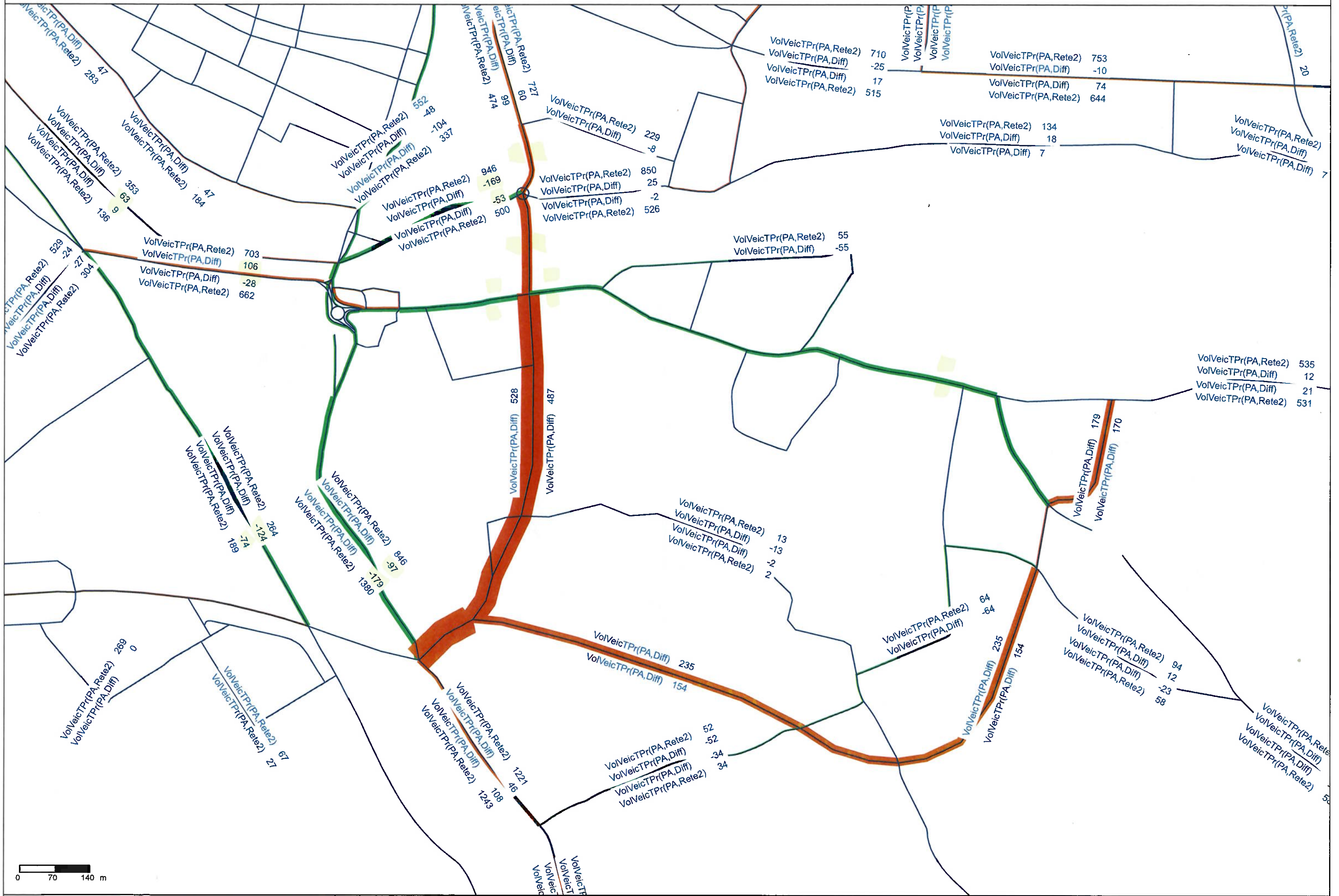
BRETELLE EST	Flussi hdp mattina [veic/h]	1:6268

BRETELLA 3



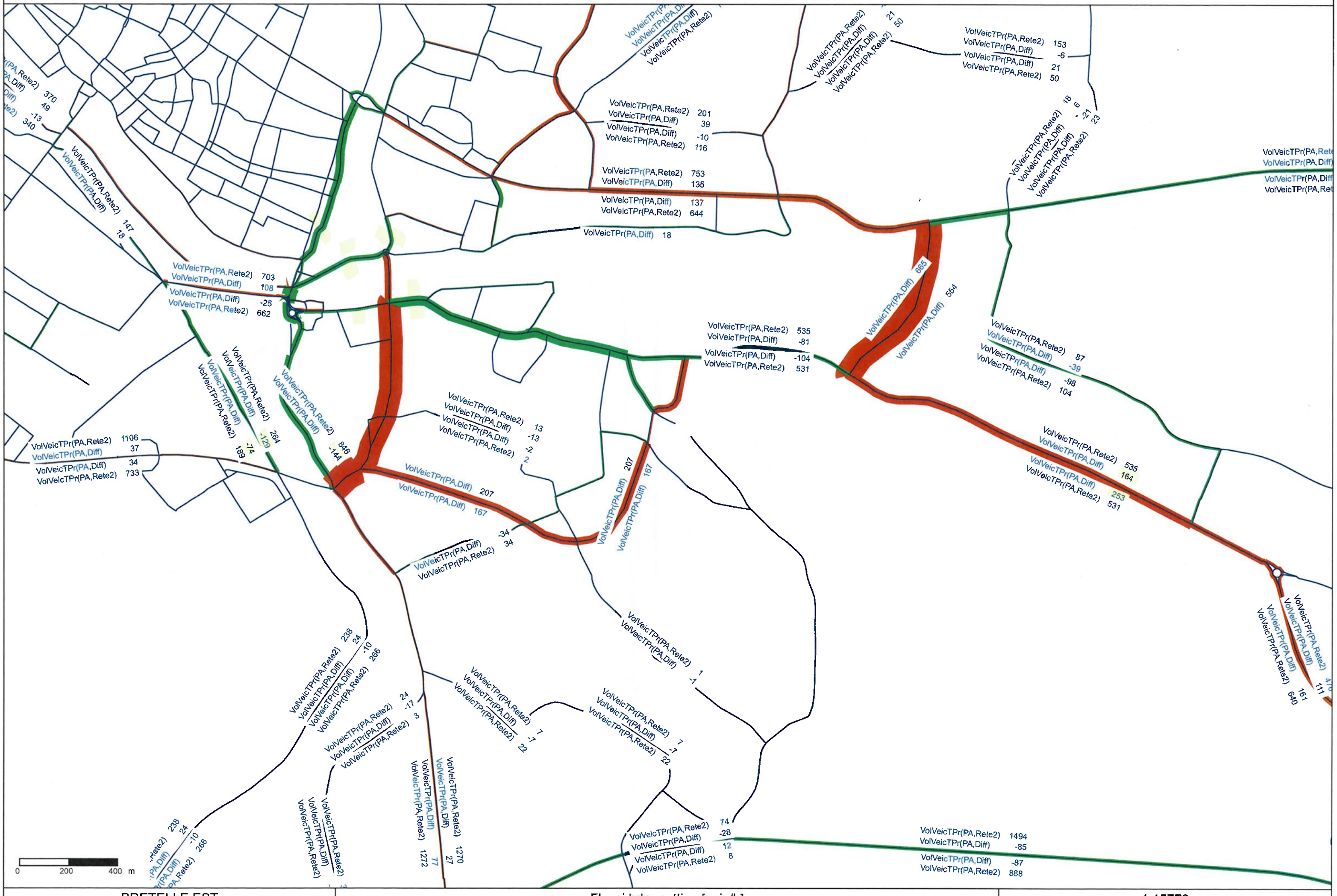
BRETELLE EST	Flussi hdp mattina [veic/h]	1:7834

BRETELLE 1+2 zoom



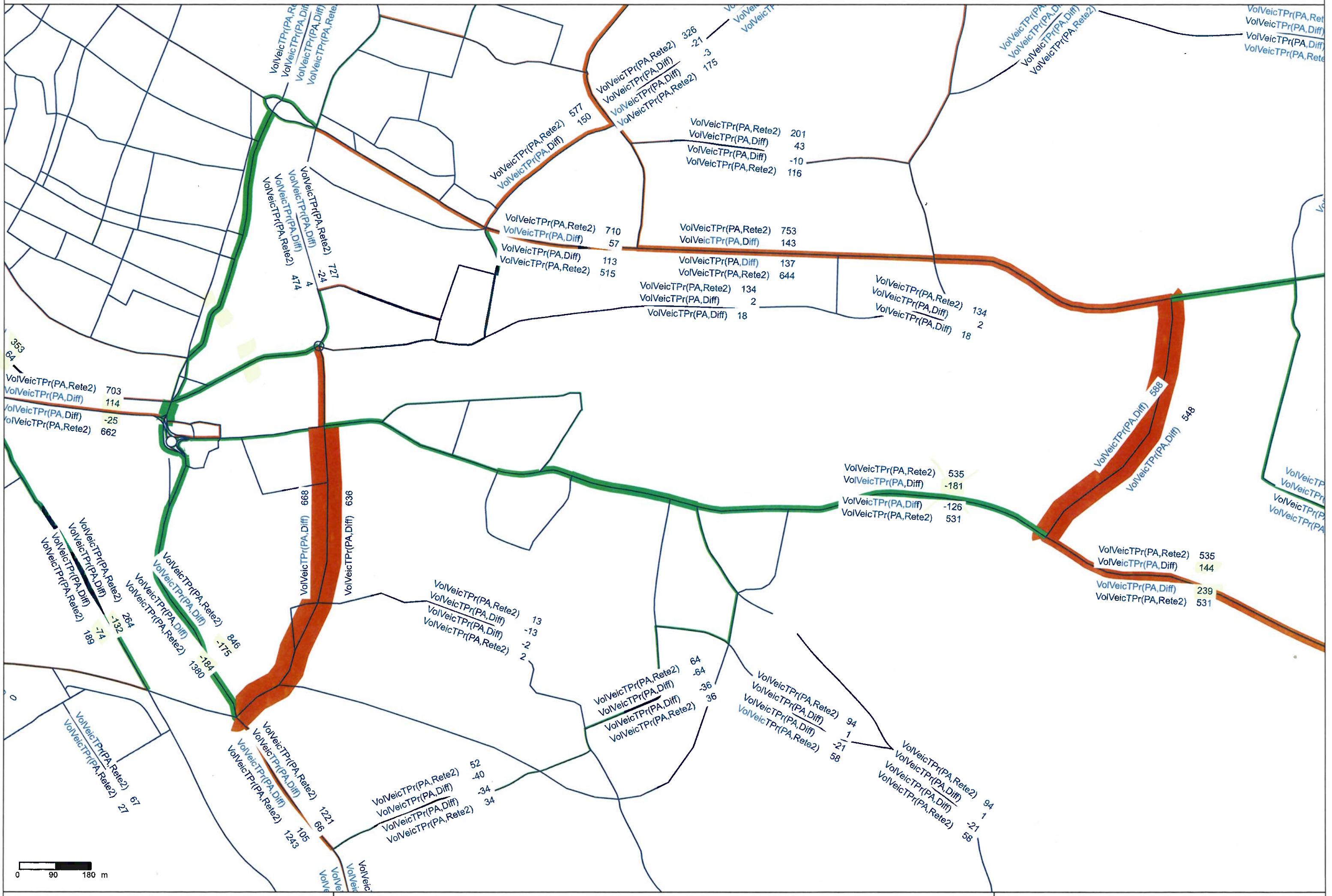
BRETELLE EST	Flussi hdp mattina [veic/h]	1:7835

BRETELLE 1+2+3



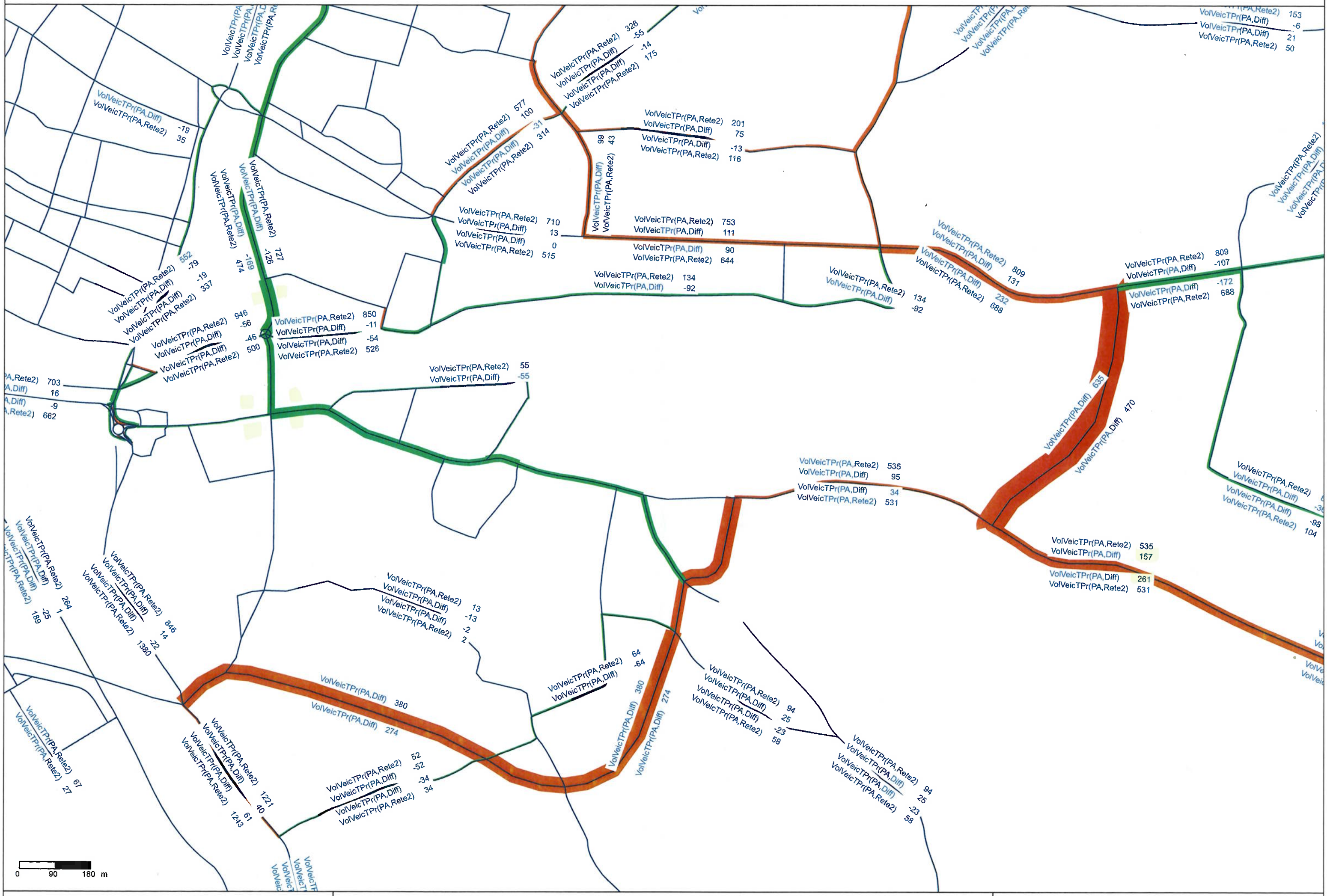
BRETELLE EST	Flussi hdp mattina [veic/h]	1:15778

BRETELLE 1+3 zomm



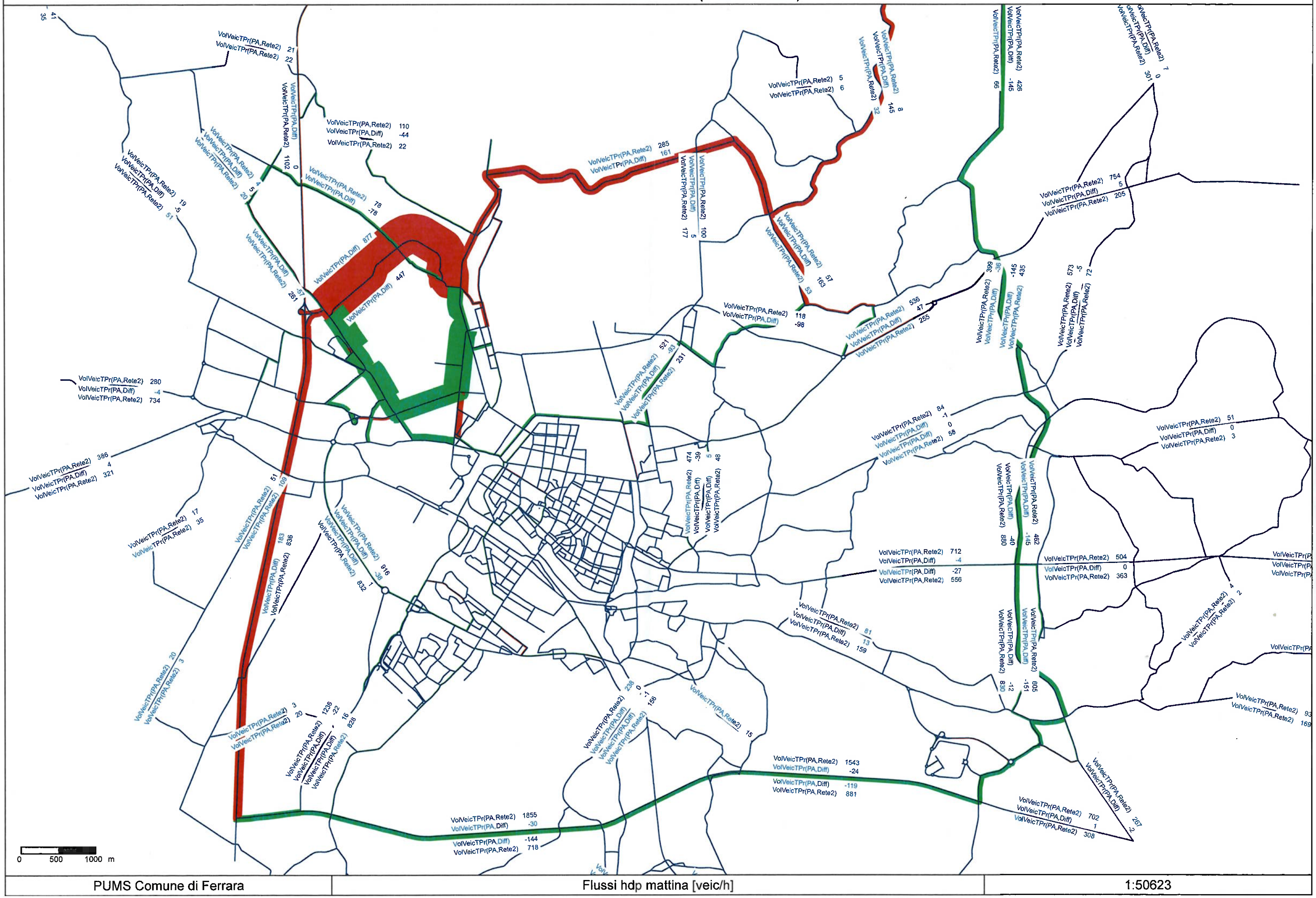
BRETELLE EST	Flussi hdp mattina [veic/h]	1:9793

BRETELLE 2+3 zoom



BRETELLE EST	Flussi hdp mattina [veic/h]	1:9793

Raffronto Bretella Nord (vista estesa)



PUMS Comune di Ferrara	Flussi hdp mattina [veic/h]	1:50623

Raffronto Bretella Nord (vista di dettaglio)



PUMS Comune di Ferrara	Flussi hdp mattina [veic/h]	1:13271