



Comune di Pontassieve e Pelago  
Ufficio Tecnico Associato  
**Servizio Pianificazione territoriale ed  
urbanistica**

# **VARIANTE SEMPLIFICATA AL PIANO STRUTTURALE ED AL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE PER IL RECUPERO DELL'AREA ITALCEMENTI A SAN FRANCESCO – AMBITO 1D.2**

**APPROVAZIONE**

**3 – Studio di impatto veicolare**

Pontassieve, Agosto 2022

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Dott. Fabio Carli**

# **ANCONA REAL ESTATE S.R.L.**

**INTERVENTO DI RIGENERAZIONE URBANA  
AREA INDUSTRIALE EX ITALCEMENTI  
IN LOCALITÀ SAN FRANCESCO NEL COMUNE DI PELAGO (FI)**

**STUDIO DELL'IMPATTO VEICOLARE A SEGUITO  
DELLA REALIZZAZIONE DI UN POLO LOGISTICO-COMMERCIALE**



## **RELAZIONE GENERALE**

*Luglio 2022*



## INDICE

PREMESSA .....	4
1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	5
2 IL RILIEVO DEI FLUSSI DI TRAFFICO .....	7
2.1. I dati di traffico derivanti dalle postazioni fisse della Regione Toscana.....	7
2.2. Strumentazione utilizzata ed elaborazione dei dati raccolti .....	12
2.2.1.Utilizzo delle telecamere Miovision© per il conteggio automatico dei veicoli presso lo Svincolo Pontassieve Est della S.S. 69.....	15
2.2.2.Utilizzo delle postazioni radar per il conteggio automatico dei veicoli all'interno dell'area rete in esame.....	18
3 LA MICRO-SIMULAZIONE DINAMICA SU RETE COME STRUMENTO INNOVATIVO DI ANALISI DEL TRAFFICO E DI PIANIFICAZIONE .....	20
3.1. La micro-simulazione dinamica su rete .....	20
3.2. Definizione dei parametri di simulazione .....	22
3.3. Definizione degli indicatori prestazionali della rete.....	22
4 IL QUADRO SINOTTICO DEGLI SCENARI ANALIZZATI .....	24
4.1. Definizione degli scenari.....	25
4.1.1.Scenario 1: Attuale-Feriale - Situazione attuale al 2022 nella punta feriale..	25
4.1.2.Scenario 2: Attuale-Festivo - Situazione attuale al 2022 nella punta festiva	25
4.1.3.Scenario 3: Progetto-Feriale - Centro al 2024 a infrastrutture variate nella punta feriale .....	25
4.1.4.Scenario 4: Progetto-Festivo - Centro al 2024 a infrastrutture variate nella punta festiva.....	26
5 GLI SCENARI ATTUALI (2022) .....	27
5.1. Individuazione dei dati di traffico nell'area di studio.....	28
5.2. La rete attuale.....	28
5.3. Il modello di domanda .....	30
5.4. Il modello di simulazione della rete attuale .....	30
5.4.1.Analisi dello Scenario 1: Attuale-Feriale - Situazione attuale al 2022 nella punta feriale .....	31
5.4.2.Analisi dello Scenario 2: Attuale-Festivo - Situazione attuale al 2022 nella punta festiva.....	32
6 VALUTAZIONE DEL TRAFFICO ATTRATTO DALL'INTERVENTO.....	35
6.1. Aggiornamento dei flussi di traffico a seguito dell'apertura del nuovo polo .....	35
7 GLI SCENARI DI PROGETTO (2024) CON INTERVENTO E INFRASTRUTTURE MODIFICATE.....	37
7.1. Il modello di offerta negli Scenari di Progetto .....	37

7.2.	Il modello di domanda degli Scenari di Progetto .....	38
7.3.	Il modello di simulazione della rete nello Scenario 3: Progetto-Feriale .....	40
7.4.	Il modello di simulazione della rete nello Scenario 4: Progetto-Festivo.....	42
8	ANALISI COMPARATIVA DEGLI INDICATORI PRESTAZIONALI DELLA RETE NEI DIVERSI SCENARI .....	46
9	CONCLUSIONI .....	53

## **PREMESSA**

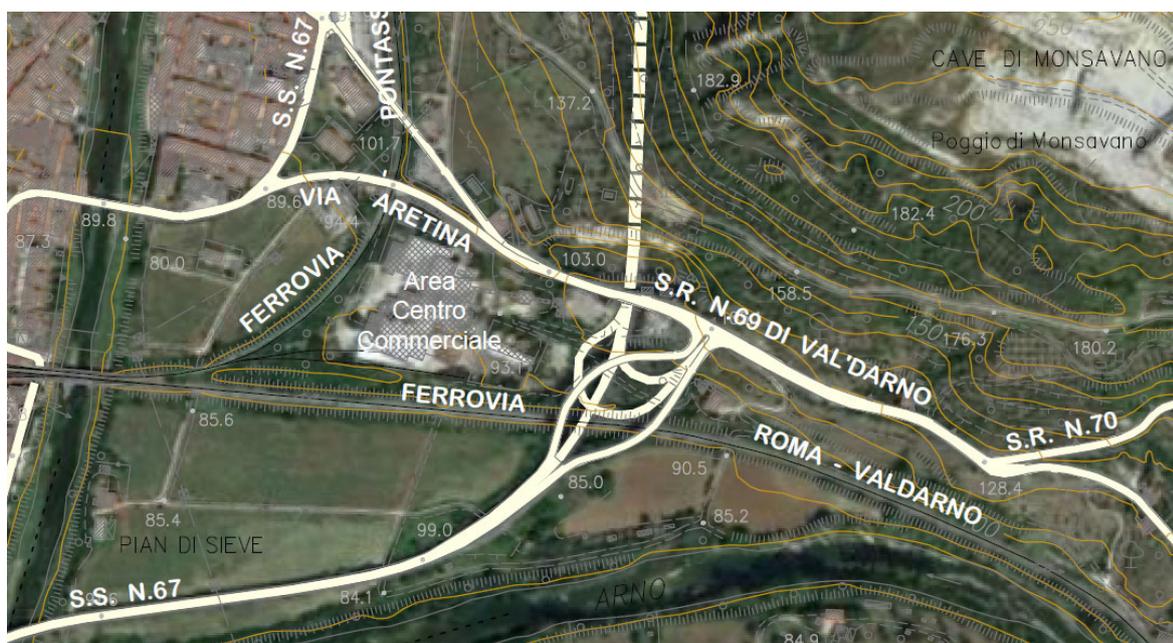
Il presente studio si inquadra all'interno dell'Intervento di rigenerazione urbana dell'area industriale ex Italcementi in località San Francesco, nel comune di Pelago (Firenze). Tale intervento prevede la creazione di una importante struttura logistica e di un'area commerciale di piccole dimensioni, con annessi servizi e parcheggi.

Per una corretta analisi dell'impatto trasportistico indotto dal nuovo polo nelle aree e nelle infrastrutture al contorno, è stata effettuata una campagna di rilievo dei flussi, in grado di descrivere le modalità di accesso all'area in esame, le principali direttrici, le svolte, ed il carico complessivo e puntuale nelle principali sezioni integrandola con i dati provenienti dalle postazioni fisse di monitoraggio dei flussi della Regione Toscana (Portale Open Toscana).

Lo studio di viabilità, realizzato tramite micromodello di simulazione, analizzerà le condizioni del deflusso veicolare prima allo stato attuale e successivamente allo stato di progetto (a valle della realizzazione del polo logistico-commerciale) durante le **ore di punta del pomeriggio del giorno feriale medio e del pomeriggio del giorno festivo tipo**.

## 1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il sito di intervento è collocato nel comune di Pelago, in località San Francesco, ed è delimitato a nord dalla S.R. 69 di Val D'Arno, a est dalla S.S. 67, a sud dalla ferrovia Roma-Firenze e ad ovest dalla ferrovia Pontassieve-Borgo S. Lorenzo.



**Figura 1 - Il sistema infrastrutturale nell'area di intervento**

Il progetto prevede la realizzazione di una grande struttura logistica e di una più piccola di tipo commerciale.

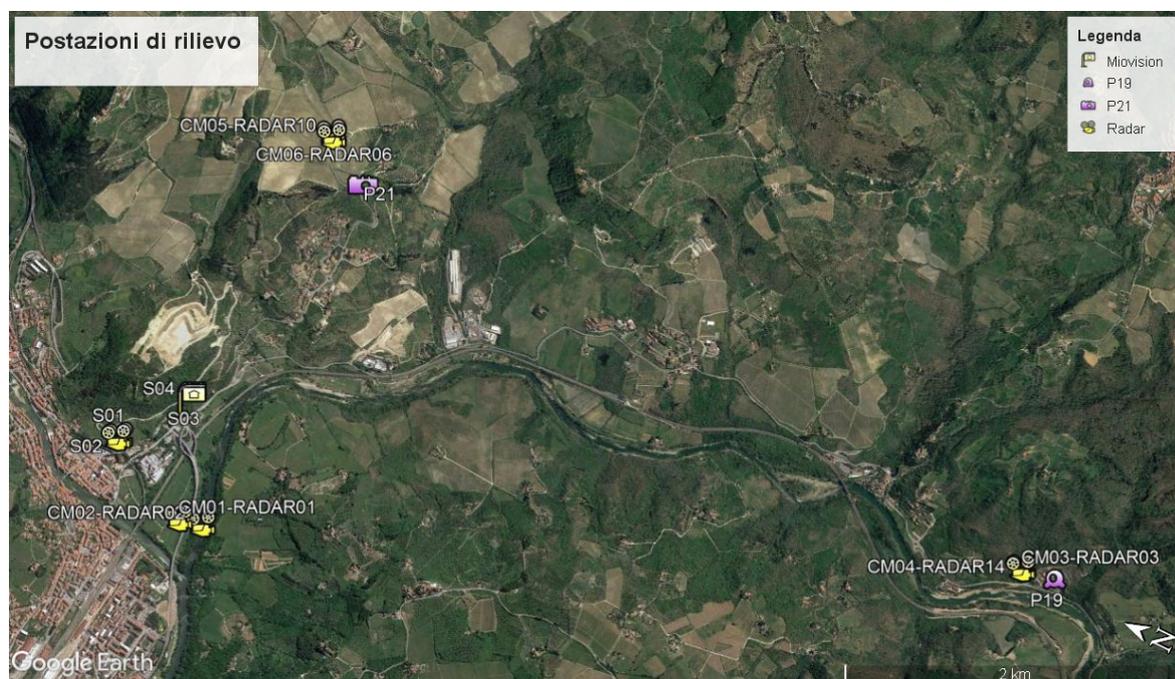


**Figura 2 - Layout dell'intervento logistico-commerciale in oggetto**

Il presente studio ha pertanto come scopo quello di valutare le ricadute viabilistiche conseguenti all'introduzione di opere compensative da realizzarsi sulla viabilità locale. In particolare, l'intervento consiste nella realizzazione di una rotatoria di accesso/egresso al nuovo polo logistico sulla S.R.69. Si tratta di una rotatoria classica con 3 rami, una sola corsia all'anello di larghezza pari a 7,50 metri ed un diametro esterno di 40 metri. I bracci della rotatoria sulla S.R. 69 saranno tutti dotati di una sola corsia in ingresso ed in uscita.

## 2 IL RILIEVO DEI FLUSSI DI TRAFFICO

Per condurre un'analisi trasportistica completa è stata allestita una campagna di rilievo dei flussi di traffico attraverso cui è stata ricostruita la domanda attuale di trasporto nell'area di Pelago. **Partendo dai dati di traffico derivanti dalle postazioni fisse della regione Toscana analizzati per l'intero anno 2019 (appositamente scelto in quanto periodo pre-pandemia da SARS-COVID19 e quindi paragonabili agli attuali livelli di traffico)**, sono state condotte due campagne di rilievo: da venerdì 31 luglio a domenica 2 agosto 2020 e successivamente da venerdì 1 a domenica 3 ottobre 2021, attraverso apparecchiature radar in acquisizione continua di dati e particolari telecamere (Miovision).

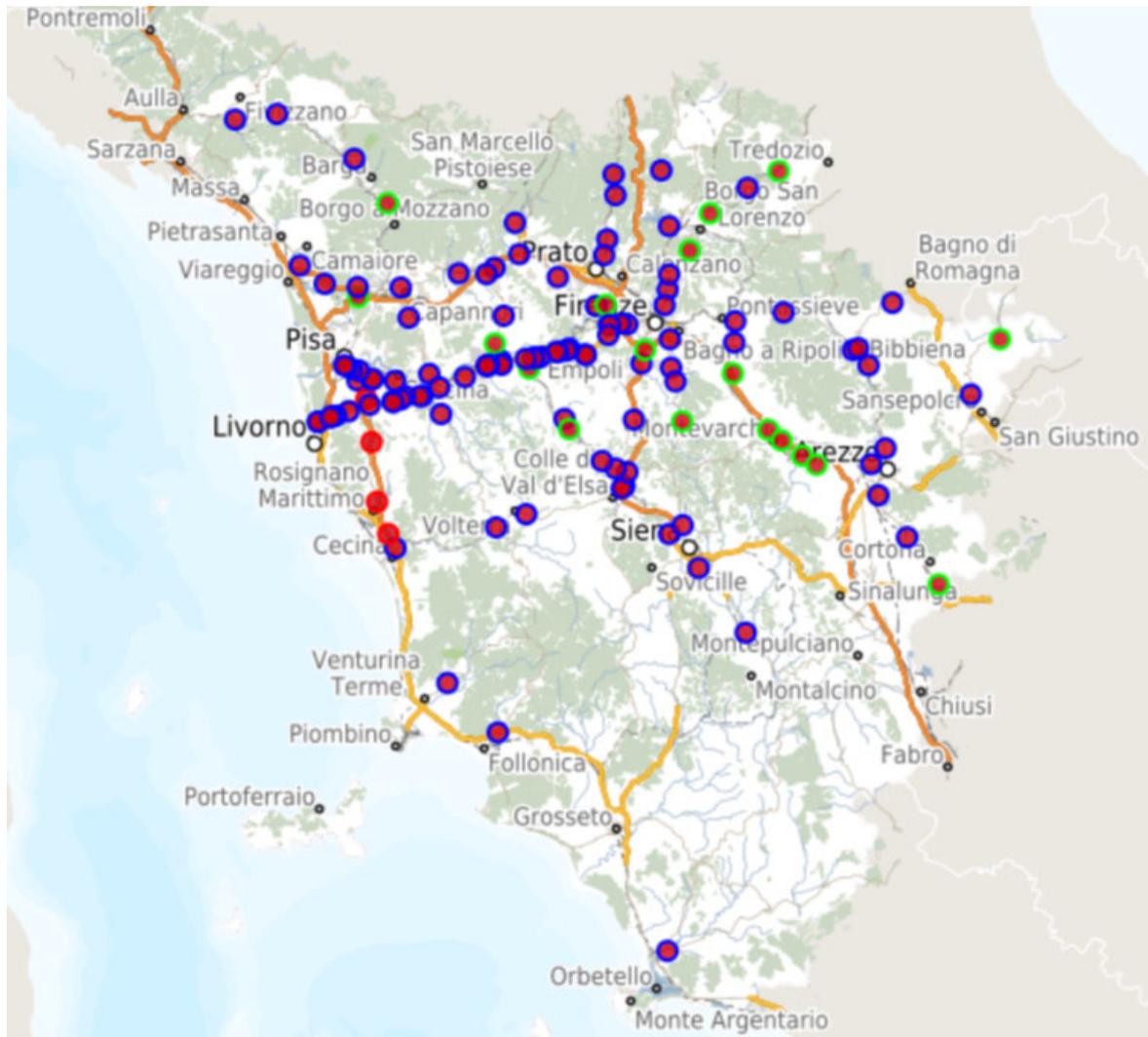


**Figura 3 - Localizzazione postazioni radar, Miovision e postazioni fisse regione Toscana**

### 2.1. I dati di traffico derivanti dalle postazioni fisse della Regione Toscana

Per una corretta definizione della domanda di traffico da assegnare al modello di simulazione si è ritenuto opportuno partire dai dati di traffico rilevati in continuo dalla Regione Toscana mediante il proprio sistema di monitoraggio del traffico, prendendo in considerazione le postazioni più prossime all'area oggetto di studio.

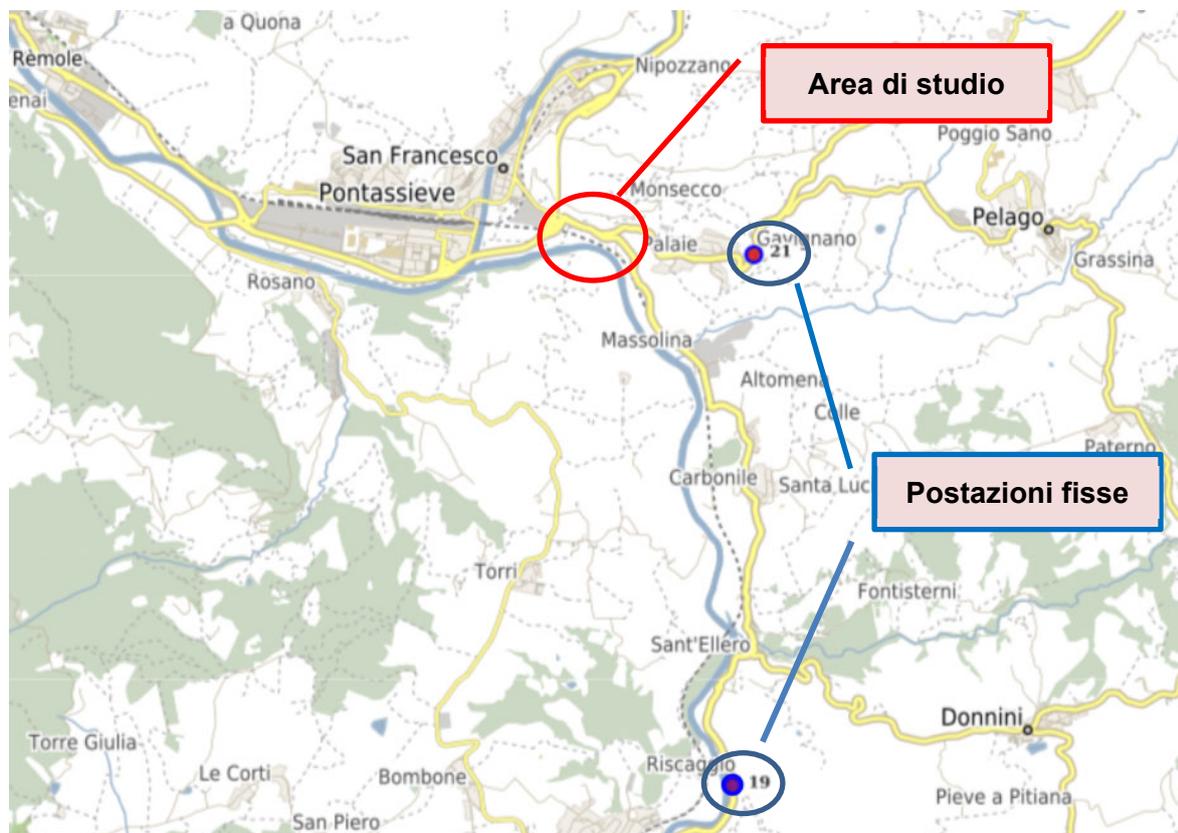
Nella Figura seguente è riportata una schermata complessiva dove sono evidenziate tutte le postazioni fisse di monitoraggio messe a disposizione degli utenti dalla Regione Toscana.



**Figura 4 – Localizzazione delle postazioni fisse di monitoraggio del traffico della Regione Toscana**

In particolare, nella Figura seguente è riportata una schermata con la posizione di dettaglio delle due stazioni di monitoraggio prese in considerazione per l'area di studio. Si tratta infatti di:

- Postazione nr.19, sulla SR69 al Km 7+100, nel comune di Reggello (FI);
- Postazione nr.21, sulla SR70 al Km 1+000, nel comune di Pelago (FI).



**Figura 5 – Dettaglio della posizione delle due stazioni di monitoraggio prese in considerazione per l'area di studio**  
Per ciascuna postazione individuata è possibile aprire una scheda con le seguenti indicazioni.

### Regione Toscana - SR69 - Postazione P019 - km 7 – Sistema di monitoraggio traffico

Il dataset contiene le informazioni relative al monitoraggio della postazione P019 sulla strada regionale 69 al chilometro 7.

**Provincia:** FIRENZE.  
**Comune:** Reggello.  
**Numero Corsie:** 2.  
**Chilometro:** 7.  
**Coordinate (Lon,Lat):** 11.4681,43.7283.  
**Sensori:** TR.

[Link al dataset della strada regionale sr69](#)  
[Link alla lista di tutte le strade regionali](#)

Descrizione delle risorse (file csv)

**Ogni risorsa contiene i dati di traffico della postazione, distinti per flusso:**

- *ascendente/discendente, ossia flusso totale nelle due direzioni di marcia;*
- *solo ascendente (progressiva chilometrica crescente);*
- *solo discendente (progressiva chilometrica decrescente).*

**TGM annuale**

*Traffico Giornaliero Medio annuale, distinto per tipologia di veicolo e totale, per giorno feriale, festivo e prefestivo.*

**Figura 6 – Scheda della Postazione P019 del sistema di monitoraggio della Regione Toscana**

## Regione Toscana - SR70 - Postazione P021 - km 1 – Sistema di monitoraggio traffico

Il dataset contiene le informazioni relative al monitoraggio della postazione P021 sulla strada regionale 70 al chilometro 1.

**Provincia:** FIRENZE.

**Comune:** Pelago.

**Numero Corsie:** 2.

**Chilometro:** 1.

**Coordinate (Lon,Lat):** 11.4722,43.7706.

**Sensori:** TR.

Link al dataset della strada regionale sr70

Link alla lista di tutte le strade regionali

Descrizione delle risorse (file csv)

**Ogni risorsa contiene i dati di traffico della postazione, distinti per flusso:**

- *ascendente/discendente, ossia flusso totale nelle due direzioni di marcia;*
- *solo ascendente (progressiva chilometrica crescente);*
- *solo discendente (progressiva chilometrica decrescente).*

**TGM annuale**

*Traffico Giornaliero Medio annuale, distinto per tipologia di veicolo e totale, per giorno ferial, festivo e prefestivo.*

### **Figura 7 - Scheda della Postazione P021 del sistema di monitoraggio della Regione Toscana**

Tutti i rilevamenti sono liberamente consultabili sul Portale Open Toscana (<http://mappe.regione.toscana.it/tolopostazioni.html>) per i transiti giornalieri e per i dati delle ore di punta per il periodo 2015-2019. Nel nostro caso specifico, si è deciso di utilizzare ed analizzare i dati di traffico per l'intero anno 2019 (appositamente scelto in quanto periodo pre-pandemia da SARS-COVID19 e quindi paragonabili agli attuali livelli di traffico). Per ognuna delle due sezioni sono state quindi individuate le giornate in cui si evidenziavano i livelli maggiori di traffico di punta sia durante i giorni feriali che durante i festivi. I risultati ottenuti hanno consentito di individuare il venerdì pomeriggio nella fascia 17.00-18.00, come ora di punta massima tra i giorni feriali, mentre la domenica pomeriggio dalle 18.00 alle 19.00 come ora di punta per i giorni festivi. In particolare, i valori più alti di flusso sono stati rilevati venerdì 14 giugno 2019 e domenica 30 giugno 2019.

Una sintesi dei dati suddetti è riportata nelle due tabelle seguenti. Tali valori rappresenteranno la base di partenza per la definizione della domanda di trasporto da caricare nel modello.

Per ciascuna tabella vengono riportati i valori giornalieri complessivi del flusso in entrambe le direzioni, l'ora di punta rilevata ed il flusso complessivo, sempre nelle due direzioni, durante l'ora di picco. Analogamente vengono anche riportati i dati sia giornalieri che per l'ora di punta per ciascuna singola direzione. Da notare come per flusso ascendente si

intenda il flusso in direzione del verso di crescita delle chilometriche lungo la strada in oggetto, viceversa discendente per la direzione opposta.

**Tabella 1 – Sintesi dei dati di traffico della postazione fissa P019 del sistema di monitoraggio in continuo del traffico della Regione Toscana**

Tratta nr.19 SR69, Km 7.100, Reggello (FI) (flussi ascendente/discendente)			
Giorno	Totale	Ora di punta	Flusso totale ora di punta
14/06/2019	7905	18	846
30/06/2019	5196	19	469
Tratta nr.19 SR69, Km 7.100, Reggello (FI) (flusso ascendente)			
Giorno	Totale	Ora di punta	Flusso totale ora di punta
14/06/2019	4081	18	404
30/06/2019	2529	19	233
Tratta nr.19 SR69, Km 7.100, Reggello (FI) (flusso discendente)			
Giorno	Totale	Ora di punta	Flusso totale ora di punta
14/06/2019	3824	18	442
30/06/2019	2667	19	266

**Tabella 2 - Sintesi dei dati di traffico della postazione fissa P021 del sistema di monitoraggio in continuo del traffico della Regione Toscana**

Tratta nr.21 SR70, Km 1.000, Pelago (FI) (flussi ascendente/discendente)			
Giorno	Totale	Ora di punta	Flusso totale ora di punta
14/06/2019	10583	18	820
30/06/2019	13058	18	1274
Tratta nr.21 SR70, Km 1.000, Pelago (FI) (flusso ascendente)			
Giorno	Totale	Ora di punta	Flusso totale ora di punta
14/06/2019	5673	19	549
30/06/2019	5953	11	784
Tratta nr.21 SR70, Km 1.000, Pelago (FI) (flusso discendente)			
Giorno	Totale	Ora di punta	Flusso totale ora di punta
14/06/2019	4910	7	511
30/06/2019	7105	18	979

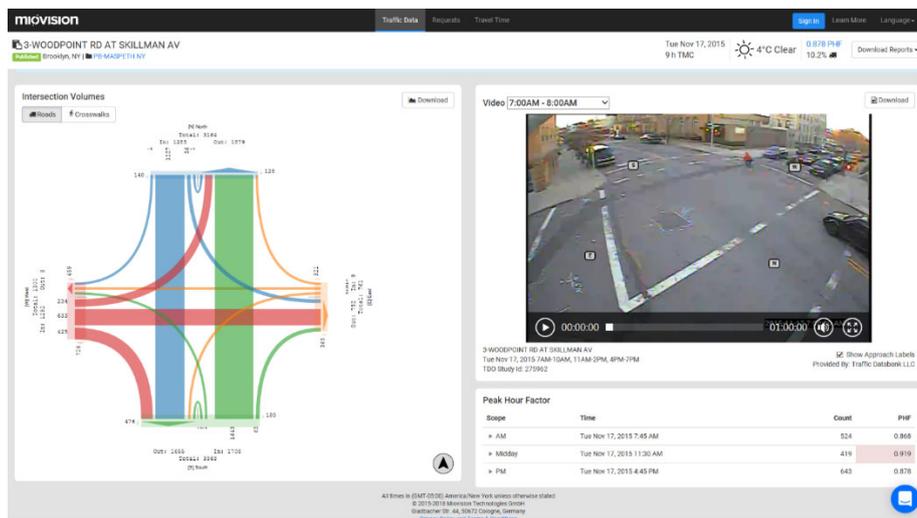
È possibile subito notare la differenza tra le giornate di venerdì e di domenica:

- Il venerdì pomeriggio il flusso, in entrambe le direzioni e per entrambe le sezioni è pressoché bilanciato per un totale di circa 820 veicoli nelle due direzioni;
- La domenica pomeriggio, specie per la postazione P021, il flusso è fortemente sbilanciato in uscita da Pelago ed in direzione della SS 67 (flusso di rientro verso Firenze): 979 veicoli su un totale di 1274 rilevati nelle due direzioni.

## 2.2. Strumentazione utilizzata ed elaborazione dei dati raccolti

Le videocamere Miovision sono un sistema di acquisizione video e decodifica delle immagini per il conteggio e la classificazione del flusso veicolare.

Il sistema è costituito da una telecamera portatile per l'acquisizione del video collegata ad un Control Box che gestisce la telecamera e adempie a tutte le funzioni di recorder, memorizzazione del video, alimentazione del sistema e player video.



**Figura 8 - Esempio di restituzione dati del sistema Miovision per il rilievo di un incrocio semaforizzato**

Successivamente alla registrazione del video, mediante un apposito software, si procede con la decodifica delle immagini per eseguire il conteggio di traffico, la classificazione veicolare e le manovre di svolta.

La classificazione dei veicoli estrapolata dalle registrazioni Miovision è articolata nello schema seguente.

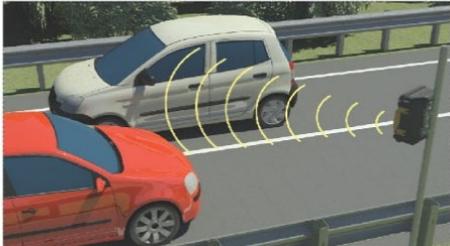
Vehicle classifications
mioVISION

- Bicycles on Road:** Includes pedal bikes traveling on the road with traffic, or in bike lanes on the road.
- Motorcycles:** Includes motorcycles, scooters, and other similar vehicles that are traveling on the road.  
*Relevant FHWA Class: 1. Motorcycles*
- Cars:** Includes cars and light trucks that are manufactured primarily for the purpose of carrying passengers. This includes pick-ups, vans, and SUVs.  
*Relevant FHWA Classes: 2-3. Passenger Cars and Other Two-Axle, Four-Tire Passenger Vehicles*
- Light-Goods Vehicle:** Includes cars and light trucks that are in operation primarily for the purpose of delivering goods or services. This includes pick-ups, vans, and SUVs.  
*Relevant FHWA Classes: 2-3. Passenger Cars and Other Two-Axle, Four-Tire Passenger Vehicles*
- Single-Unit Truck:** Includes moving trucks, dump trucks, cement mixers, garbage trucks, transport trucks without trailers or with small rigid trailers, large flat bed trucks or motor homes.  
*Relevant FHWA Classes: 5-7. Single Unit Trucks with 2, 3, or 4+ Axles*
- Articulated Truck:** Includes tractor trailers with full length trailers or multiple trailers.  
*Relevant FHWA Classes: 8-13. Single Trailer and Multiple-Trailer Trucks*
- Bus:** This classification includes passenger transport buses, including school buses and articulated buses.  
*Relevant FHWA Class: 4. Buses*

**Figura 9 – Schema di classificazione dei veicoli tramite telecamere Miovision**

Sintagma possiede inoltre una strumentazione elettronica di avanguardia costituita da **apparecchiature Radar** che permettono di acquisire automaticamente i volumi di traffico complessivi per l'intera giornata (rilevo su 24h).

Il sistema radar ad effetto Doppler è in grado di rilevare e visualizzare la velocità del veicolo dentro il fascio radar, la sua lunghezza e il gap temporale tra un veicolo e il successivo (modalità *counting*).


	Alimentazione: 12 V <sub>dc</sub>		Tipo di alimentazione: 12V <sub>dc</sub> batteria 18Ah		Dimensioni massimo ingombro: 33,5 x 30 x 16 cm
	Interfaccia di comunicazione: RS232, bluetooth		Sensore: radar doppler K-Band apertura orizzontale 12° apertura verticale 25° alimentazione 20 dBm		Peso: 2,9 kg
	Consumo: massimo: 0,065 A				Temperatura: -20 °C - +85 °C

**Figura 10 - Scheda Tecnica Radar Sisas Junior**

I dati, registrati e raccolti su un supporto informatico (SD Memory), vengono poi elaborati, classificandoli in categorie di veicoli, mediante un programma autoprodotta scritto in Visual Basic, che converte i dati di input rilevati in formato .mdb, e dopo averli elaborati secondo le esigenze del progetto, restituisce grafici e tabelle in formato .xlsx per diversi intervalli di tempo (frazioni di ora, orario, giornaliero).

Il programma restituisce inoltre il dato anche in veicoli equivalenti ottenuti moltiplicando il numero di passaggi per pesi specifici:

- Bici/moto = 0.5 veic<sub>eq</sub>;
- Automobili = 1 veic<sub>eq</sub>;
- Veicoli commerciali leggeri = 1.5 veic<sub>eq</sub>;
- Veicoli commerciali pesanti e Autobus = 2.5 veic<sub>eq</sub>.



Figura 11 - Interfaccia software del sistema Radar

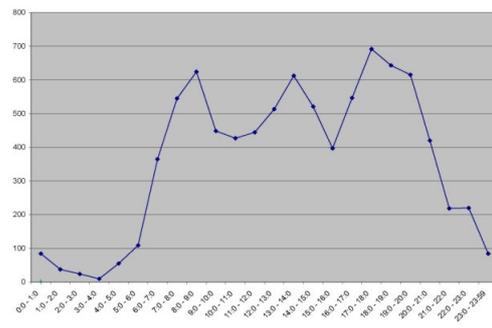


Figura 12 - Grafico di uscita dei dati rilevati con il sistema Radar

Le classi di lunghezza per la definizione delle categorie sono:

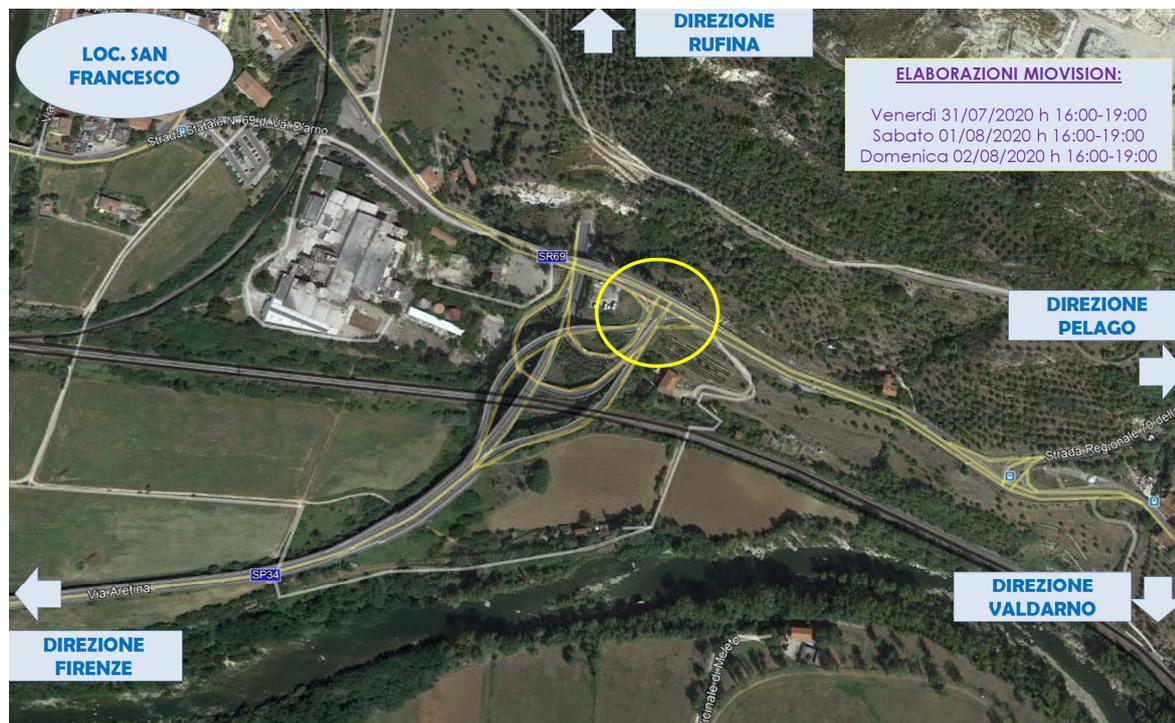
- bici/moto (BM), lunghezza da 0 a 2 m;
- auto (AT), lunghezza da 2 a 5,5 m;
- veicoli commerciali leggeri (VCL), lunghezza da 5,5 a 9 m;
- veicoli commerciali pesanti (VCP), lunghezza da 9 a 20 m;
- anomalie (AN), lunghezza superiore a 20 m.

### **2.2.1. Utilizzo delle telecamere Miovision® per il conteggio automatico dei veicoli presso lo Svincolo Pontassieve Est della S.S. 69**

Il rilievo dei flussi di traffico in prossimità dell'incrocio tra la S.R.69 del Val D'Arno e la S.S.67 è stato condotto con una camera Miovision per 3 giorni consecutivi sulle 24 ore nel periodo compreso tra il 31 luglio ed il 2 agosto 2020 e successivamente per altri 3 giorni da venerdì 1 a domenica 3 ottobre 2021.

Il conteggio automatico è stato condotto analizzando tutte le manovre di svolta lungo le diverse rampe dello svincolo.

A seguire si riporta la localizzazione dell'incrocio monitorato, le manovre di svolta individuate e la legenda di caricamento delle manovre stesse, nonché uno stralcio di tabella con il report dei dati analizzati.



**Figura 13 - Localizzazione dell'intersezione rilevata con telecamera Miovision**

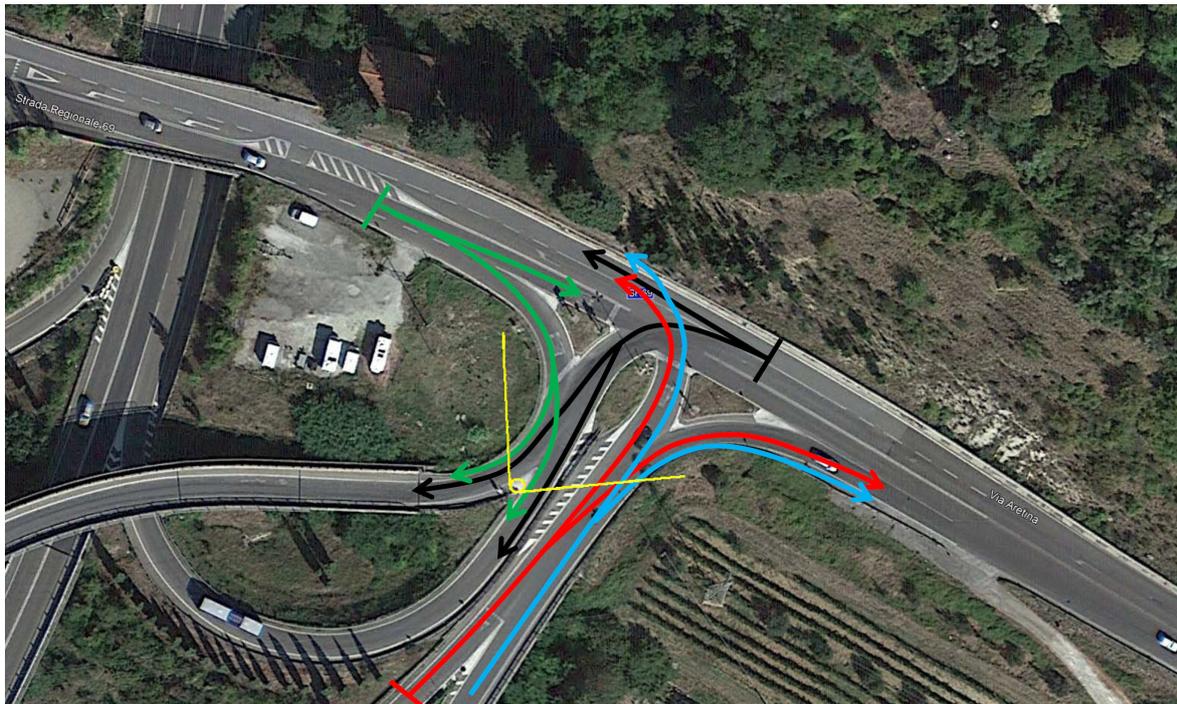


Figura 14 - Manovre di svolta rilevate e localizzazione Miovision

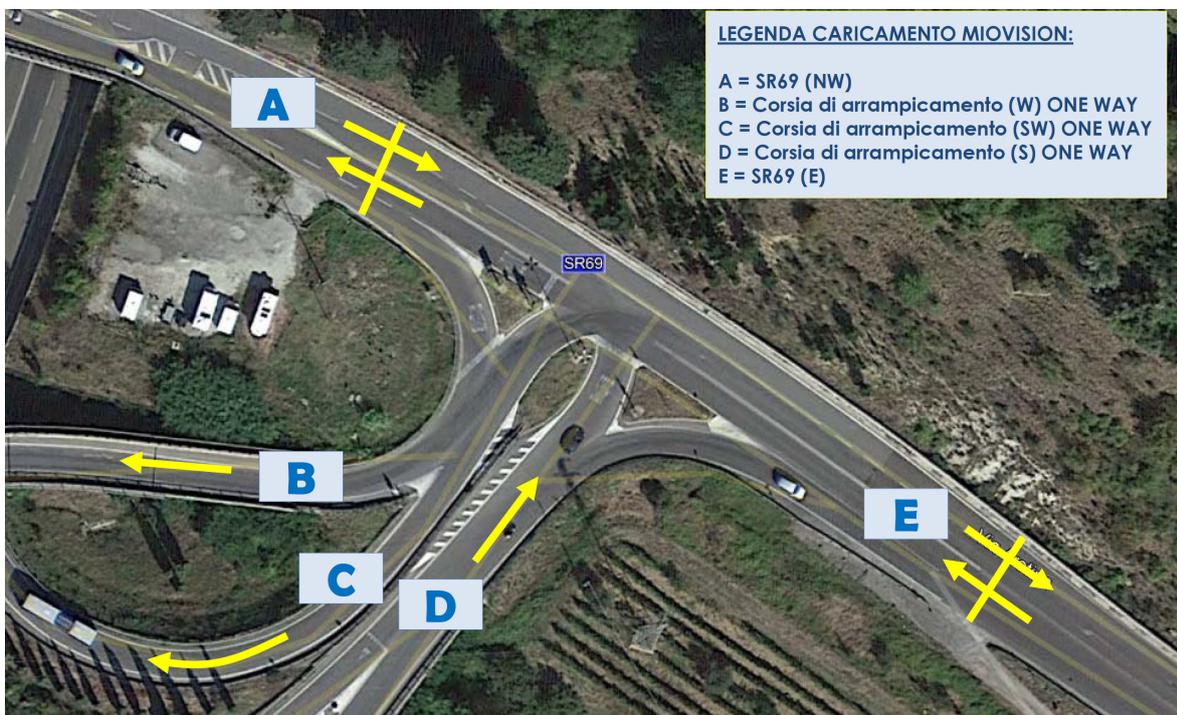


Figura 15 - Legenda caricamento manovre su Miovision

**ANCONA REAL ESTATE S.R.L.**  
via del Tramario, 52100 - Arezzo

**Tabella 3 - Esempio di report di analisi del rilievo condotto con Miovision**

Leg Direction	SR69 (E) Westbound						Corsia di arrampicamento (D) Northbound						Corsia di arrampicamento (C) Northeastbound					
	BR	T	BL	L	U	App	R	BL	L	HL	U	App	HR	BR	L	HL	U	App
2020-08-02 4:00PM	20	112	13	0	0	145	86	6	0	1	0	93	0	0	0	0	0	0
4:15PM	23	121	11	0	0	155	129	12	1	0	0	142	0	0	0	0	0	0
4:30PM	29	126	10	0	0	165	111	7	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0
4:45PM	32	144	14	0	0	190	110	4	0	0	0	114	0	0	0	0	0	0
Hourly Total	104	503	48	0	0	655	436	29	1	1	0	467	0	0	0	0	0	0
5:00PM	23	152	13	0	0	188	86	7	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0
5:15PM	38	161	8	0	0	207	78	10	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0
5:30PM	31	216	16	0	0	263	83	9	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0
5:45PM	40	207	20	0	0	267	109	11	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0
Hourly Total	132	736	57	0	0	925	356	37	0	0	0	393	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	236	1239	105	0	0	1580	792	66	1	1	0	860	0	0	0	0	0	0
<b>% Approach</b>	14.9%	78.4%	6.6%	0%	0%	-	92.1%	7.7%	0.1%	0.1%	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	-
<b>% Total</b>	8.6%	45.2%	3.8%	0%	0%	57.6%	28.9%	2.4%	0%	0%	0%	31.3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>Motorcycles</b>	15	98	9	0	0	122	64	6	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0
<b>% Motorcycles</b>	6.4%	7.9%	8.6%	0%	0%	7.7%	8.1%	9.1%	0%	0%	0%	8.1%	0%	0%	0%	0%	0%	-
<b>Cars</b>	213	1119	92	0	0	1424	711	57	1	1	0	770	0	0	0	0	0	0
<b>% Cars</b>	90.3%	90.3%	87.6%	0%	0%	90.1%	89.8%	86.4%	100%	100%	0%	89.5%	0%	0%	0%	0%	0%	-
<b>Light Goods Vehicles</b>	4	11	3	0	0	18	13	3	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
<b>% Light Goods Vehicles</b>	1.7%	0.9%	2.9%	0%	0%	1.1%	1.6%	4.5%	0%	0%	0%	1.9%	0%	0%	0%	0%	0%	-
<b>Single-Unit Trucks</b>	0	11	1	0	0	12	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
<b>% Single-Unit Trucks</b>	0%	0.9%	1.0%	0%	0%	0.8%	0.5%	0%	0%	0%	0%	0.5%	0%	0%	0%	0%	0%	-
<b>Articulated Trucks</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Articulated Trucks</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
<b>Buses</b>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Buses</b>	0.4%	0%	0%	0%	0%	0.1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
<b>Bicycles on Road</b>	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% Bicycles on Road</b>	1.3%	0%	0%	0%	0%	0.2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-

\*BL: Bear left, BR: Bear right, HL: Hard left, HR: Hard right, L: Left, R: Right, T: Thru, U: U-Turn

Leg Direction	Corsia di arrampicamento (B) Eastbound							SR69 (A) Southeastbound							Int
	HR	R	T	HL	U	App	HR	R	BR	BL	U	App			
2020-08-02 4:00PM	0	0	0	0	0	0	4	7	0	25	0	36	274		
4:15PM	0	0	0	0	0	0	2	7	0	22	0	31	328		
4:30PM	0	0	0	0	0	0	6	9	0	21	0	36	319		
4:45PM	0	0	0	0	0	0	6	8	0	23	0	37	341		
Hourly Total	0	0	0	0	0	0	18	31	0	91	0	140	1262		
5:00PM	0	0	0	0	0	0	5	7	0	34	0	46	327		
5:15PM	0	0	0	0	0	0	9	6	0	32	0	47	342		
5:30PM	0	0	0	0	0	0	6	2	0	22	0	30	385		
5:45PM	0	0	0	0	0	0	10	7	0	24	0	41	428		
Hourly Total	0	0	0	0	0	0	30	22	0	112	0	164	1482		
<b>Total</b>	0	0	0	0	0	0	48	53	0	203	0	304	2744		
<b>% Approach</b>	0%	0%	0%	0%	0%	-	15.8%	17.4%	0%	66.8%	0%	-	-		
<b>% Total</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.7%	1.9%	0%	7.4%	0%	11.1%	-		
<b>Motorcycles</b>	0	0	0	0	0	0	4	3	0	19	0	26	218		
<b>% Motorcycles</b>	0%	0%	0%	0%	0%	-	8.3%	5.7%	0%	9.4%	0%	8.6%	7.9%		
<b>Cars</b>	0	0	0	0	0	0	43	49	0	181	0	273	2467		
<b>% Cars</b>	0%	0%	0%	0%	0%	-	89.6%	92.5%	0%	89.2%	0%	89.8%	89.9%		
<b>Light Goods Vehicles</b>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	4	38		
<b>% Light Goods Vehicles</b>	0%	0%	0%	0%	0%	-	2.1%	1.9%	0%	1.0%	0%	1.3%	1.4%		
<b>Single-Unit Trucks</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16		
<b>% Single-Unit Trucks</b>	0%	0%	0%	0%	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.6%		
<b>Articulated Trucks</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>% Articulated Trucks</b>	0%	0%	0%	0%	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
<b>Buses</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2		
<b>% Buses</b>	0%	0%	0%	0%	0%	-	0%	0%	0%	0.5%	0%	0.3%	0.1%		
<b>Bicycles on Road</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
<b>% Bicycles on Road</b>	0%	0%	0%	0%	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.1%		

\*BL: Bear left, BR: Bear right, HL: Hard left, HR: Hard right, L: Left, R: Right, T: Thru, U: U-Turn

Dall'analisi dei dati rilevati con la camera Miovision è stato possibile confermare quanto già riscontrato dai dati provenienti dalle postazioni fisse della Regione Toscana, ossia come l'ora di punta del giorno feriale medio sia tra le 17:00 e le 18:00, in particolare il venerdì; mentre il livello di traffico maggiore nel weekend è stato stimato tra le 18:00 e le 19:00 di domenica sera.

### ***2.2.2.Utilizzo delle postazioni radar per il conteggio automatico dei veicoli all'interno dell'area rete in esame***

Il conteggio automatico dei flussi di traffico sulla rete in esame è stato condotto su 8 sezioni in modo continuativo sulle 24 ore, con tecnologie Radar di proprietà Sintagma per 3 giorni nel periodo compreso tra il 31 luglio ed il 2 agosto 2020 e per altri 3 giorni da venerdì 1 a domenica 3 ottobre 2021.

Nella tabella seguente vengono descritte in dettaglio le sezioni monitorate con le relative direzioni di marcia.

**Tabella 4 - Elenco postazioni di rilievo Radar**

<b>Numero</b>	<b>Sezione</b>	<b>Direzione</b>
<b>R01</b>	S.S. 67	Out – Sud
<b>R02</b>	S.S. 67	In – Nord
<b>R03</b>	S.R. 69	Out – ovest
<b>R04</b>	S.R. 69	In – est
<b>R05</b>	S.R. 69	Out – ovest
<b>R06</b>	S.R. 69	In - ovest
<b>R07</b>	S.R. 70	Out – Est
<b>R08</b>	S.R. 70	In – Ovest

Nell'immagine seguente sono riportate le sezioni di rilievo nelle quali sono state posizionate le apparecchiature radar.

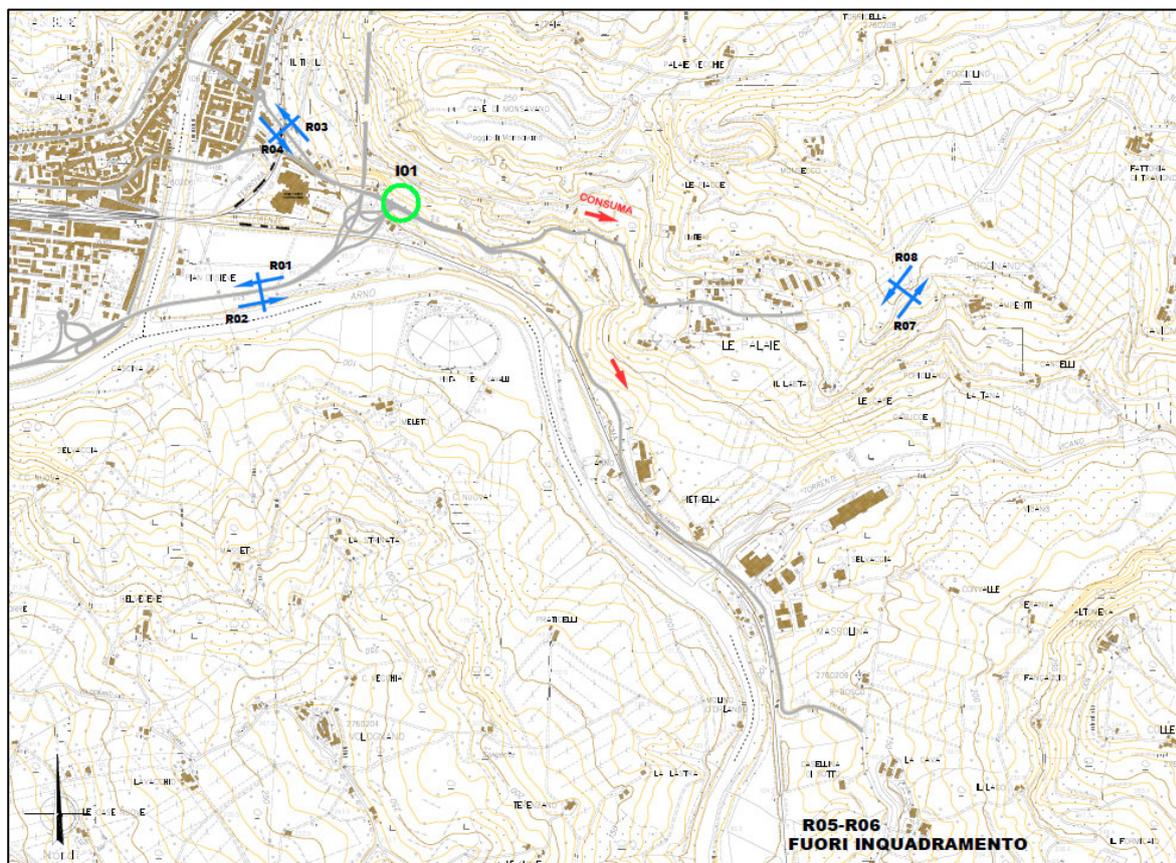


Figura 16 - Localizzazione delle postazioni radar sulla rete

L'analisi dei dati ottenuti con i radar ha confermato quanto già rilevato con la Miovision e soprattutto con i dati delle postazioni fisse di monitoraggio della Regione Toscana, ossia che l'ora di punta del giorno feriale medio (venerdì pomeriggio) risulta tra le 17:00 e le 18:00, mentre quella del giorno festivo medio (domenica pomeriggio) è tra le 18:00 e le 19:00.

In generale, **per la determinazione della domanda di trasporto dei micromodelli sono state prese in considerazione le condizioni di deflusso veicolare più critiche combinando i flussi più elevati riscontrati sugli archi della rete derivanti dalle tre fonti dati precedentemente descritte (in particolare facendo riferimento ai dati di Monitoraggio delle stazioni fisse disponibili sul sito di <http://mappe.regione.toscana.it/topostazioni.html>), durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio e durante quella del pomeriggio del giorno festivo tipo.**

### **3 LA MICRO-SIMULAZIONE DINAMICA SU RETE COME STRUMENTO INNOVATIVO DI ANALISI DEL TRAFFICO E DI PIANIFICAZIONE**

La valutazione dell'impatto trasportistico conseguente alla realizzazione di un polo logistico-commerciale in località San Francesco a Pelago (FI) ed alle modifiche viabilistiche da attuare sull'intera area è stata effettuata tramite l'utilizzo della micro-simulazione dinamica del traffico particolarmente efficace per valutazioni trasportistiche su ambiti territoriali abbastanza ridotti.

I modelli di micro-simulazione rappresentano quindi un valido strumento a disposizione dei tecnici e dei decisori nel settore dei trasporti per la valutazione degli effetti di scelte progettuali. Tali modelli consentono, in modo particolare, analisi di dettaglio delle soluzioni pianificate, risultando di grande supporto nella verifica di soluzioni di reti e di nodi complessi.

I modelli di micro-simulazione del traffico consentono di visualizzare in maniera realistica il movimento dei singoli veicoli e di seguire l'evoluzione del traffico sulla rete stradale; infatti, i veicoli vengono modellati come singole entità contraddistinte da specifiche comportamentali e fisiche che interagiscono in tempo reale con gli attributi di rete, in modo da determinare in modo dinamico la scelta del percorso.

In questo modo i software forniscono tutti gli elementi per una dettagliata analisi quantitativa, sia disaggregata che aggregata.

#### **3.1. La micro-simulazione dinamica su rete**

I modelli di simulazione microscopica sono in grado di rappresentare in maniera puntuale, precisa e specifica il traffico e la sua evoluzione istantanea, prendendo in considerazione gli aspetti geometrici di dettaglio dell'infrastruttura e il comportamento reale del conducente, legato all'accoppiamento delle caratteristiche del veicolo e del guidatore.

Essi sono in grado di analizzare ed elaborare istante per istante il movimento di ogni singolo veicolo presente sulla rete, sulla base di leggi legate al moto del veicolo e al comportamento del conducente. Consentono inoltre di determinare per ogni mezzo alcune grandezze quali posizione, velocità ed accelerazione.

Ogni aggiornamento viene ottenuto dal guidatore considerando la propria velocità ed accelerazione e tenendo presente la situazione del traffico che lo circonda. Infatti, in questi modelli, si considera che la posizione del veicolo al tempo  $t+\Delta t$  dipenda dalla posizione e dalla velocità tenuta dal guidatore al tempo  $t$ .

Alla fine di ogni ciclo di simulazione, di durata  $\Delta t$ , viene aggiornata la posizione di tutti i veicoli e le informazioni sul comportamento macroscopico della rete: tutti questi elementi fanno sì che il modello si avvicini il più possibile alla realtà.

Attraverso la micro-simulazione è possibile rappresentare più famiglie di spostamenti, ognuna caratterizzata da differenti parametri comportamentali dell'utente (aggressività, tempo di reazione, accelerazione, decelerazione) e del veicolo (velocità massima, dimensioni, prestazioni, emissioni di inquinanti). Conducenti molto abili, come i sistematici, hanno tempi di reazione più bassi ed in genere guidano più vicini ai veicoli che li precedono, trovando più facilmente intervalli di inserimento, con accelerazioni repentine e manovre rapide.

I microsimulatori basano il loro funzionamento su modelli in grado di rappresentare singolarmente il movimento di ciascun veicolo sulla base del comportamento del conducente, che segue le regole dettate, ad esempio, dalla:

- *Teoria dell'inseguitore - Car Following*: I modelli di car following si basano sull'idea che ogni veicolo si muove lungo una strada seguendo il veicolo che lo precede e perciò la sua dinamica è funzione solo di quel veicolo: ciascun conducente tende a raggiungere una velocità prescelta sulla base del suo stile di guida, delle prestazioni del veicolo e delle caratteristiche infrastrutturali dell'arco che sta percorrendo, se durante la marcia raggiunge un veicolo che lo precede, dovrà rallentare ed adeguare la sua velocità o se possibile cambiar corsia per sorpassarlo. Questa ipotesi risulta di semplice modellazione matematica, anche se è relativamente poco complessa se confrontata con la totalità dei comportamenti che si tengono durante la guida. Tra i parametri utilizzati per calcolare, istante per istante, la velocità desiderata, si elencano: la massima velocità ammessa in base alle capacità di guida del conducente, la massima velocità ammessa dalla tipologia di veicolo, la velocità limite della tratta stradale;
- *Teoria del cambio corsia - Lane Changing*: Solitamente, i modelli di car following vengono usati per modellare strade ad un'unica corsia. Per la modellizzazione di archi stradali più grandi, dove è necessario considerare la possibilità di effettuare dei cambi di corsia, vengono migliorati con l'aggiunta di una nuova componente modellistica chiamata "*lane changing models*", attraverso la quale ciascun conducente stabilisce, istante per istante, l'opportunità o meno della manovra di

cambio corsia, sulla base della necessità, della desiderabilità e dell'attuabilità della manovra stessa;

- *Teoria dell'intervallo minimo di accesso - Gap Acceptance*: Il "gap acceptance" è un elemento importante nella maggior parte dei modelli di "lane changing": per eseguire manovre di cambio di corsia, il guidatore valuta la posizione e la velocità dei veicoli che lo precedono e in arrivo nella corsia prescelta. Questi modelli sono formulati come un problema di scelta binario, nel quale i guidatori decidono se accettare o rifiutare il possibile gap, confrontandolo con un gap critico (minimo gap accettabile). I gap critici sono modellati come variabili random per analizzare la variazione dei comportamenti dei diversi o degli stessi guidatori.

### **3.2. Definizione dei parametri di simulazione**

La microsimulazione della rete riferita all'area logistico-commerciale di Pelago (FI) è stata realizzata con il software "Aimsun 8.0". Le simulazioni sono state condotte per l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio individuata dalle 17.00 alle 18.00 e per l'ora di punta del pomeriggio del giorno festivo tipo individuata dalle 18.00 alle 19.00 di domenica, che sono risultati i periodi temporali di maggior carico per la rete. Su questi specifici intervalli temporali sono state effettuate le valutazioni prestazionali dei diversi scenari che verranno di seguito riportate.

Sulla base dei dati di rilievo già esposti nei paragrafi precedenti, sono state costruite le matrici Origine/Destinazione dei diversi scenari, tenendo conto esclusivamente di flussi di traffico espressi in veicoli equivalenti

### **3.3. Definizione degli indicatori prestazionali della rete**

La valutazione dello scenario attuale e di quelli di progetto simulati è stata condotta sulla base di due tipologie di analisi:

- una valutazione visiva della realtà virtuale simulata (on-line);
- una valutazione analitica dei parametri prestazionali della rete (off-line).

La prima famiglia di analisi viene condotta durante la simulazione dinamica, il software visualizza in animazione il flusso dei veicoli in modo da verificare immediatamente l'eventuale insorgenza di code o criticità sulla rete.

Diversamente, la valutazione analitica consente di confrontare, in forma grafica o tabulare, i diversi parametri prestazionali forniti dal software al termine di ciascuna assegnazione dinamica, sia a livello globale orario, che puntuale ogni 15 minuti.

Gli indici prestazionali di tipo generale della rete che verranno riportati a valle delle simulazioni dei diversi scenari sono i seguenti:

- Flussi veicolari (veic/h): numero di veicoli all'ora che attraversano la rete durante il periodo di simulazione;
- Densità veicolare (veic/km): numero medio di veicoli per chilometro sull'intera rete;
- Velocità media (km/h): velocità media di tutti i veicoli all'interno della rete;
- Ritardo Medio (sec/km): ritardo medio per veicolo per chilometro che si ottiene come differenza tra il tempo di percorrenza atteso e l'effettivo tempo di percorrenza;
- Tempo di attesa in coda (sec/km): tempo medio di attesa in coda per veicolo per chilometro;
- Numero di fermate: numero di fermate per veicolo per chilometro;
- Tempo di percorrenza totale (h): Tempo di percorrenza totale [h] di tutti i veicoli che si trovano nella rete o che l'hanno già lasciata.
- Distanza totale percorsa (km): numero totale di chilometri percorsi da tutti i veicoli all'interno della rete.
- Lunghezza media virtuale della coda (veic). In ciascun passo di simulazione viene calcolata la lunghezza media di coda per intervallo di tempo.
- Lunghezza massima virtuale della coda (veic). In ciascun passo di simulazione viene calcolato la lunghezza massima di coda per intervallo di tempo.
- Emissioni inquinanti di CO<sub>2</sub> (Anidride Carbonica), NO<sub>x</sub> (Ossidi di Azoto), PM (Particolato) e VOC (Composti Organici Volatili).

Per ciascuno di questi indicatori verrà riportato il valore complessivo e gli istogrammi per singolo scenario durante l'ora di punta.

#### 4 Il quadro sinottico degli scenari analizzati

Il modello di microsimulazione del deflusso veicolare è stato sviluppato nell'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio ed anche nell'ora di punta del giorno festivo medio.

Tabella 5 – Tabella degli Scenari attuali e di progetto da analizzare con il micromodello

SCENARI	ANNO	PROIEZIONE DOMANDA ATTRATTA	SENZA CENTRO	CON CENTRO	INFRASTRUTTURE INVARIATE	INFRASTRUTTURE MODIFICATE
1: Attuale-Feriale	2022		X		X	
2: Attuale-Festivo	2022		X		X	
3: Progetto-Feriale	2024	X		X		X
4: Progetto-Festivo	2024	X		X		X

In particolare:

- **Lo Scenario 1: Attuale-Feriale**, facente riferimento allo stato attuale (2022) durante l'ora di punta del giorno feriale medio, non presenta la realizzazione del nuovo centro logistico-commerciale e considera invariate le infrastrutture di trasporto dell'area in esame;
- **Lo Scenario 2: Attuale-Festivo**, facente riferimento allo stato attuale (2022) durante l'ora di punta del giorno festivo medio, non presenta la realizzazione del nuovo centro logistico-commerciale e considera invariate le infrastrutture di trasporto dell'area in esame;
- **Lo Scenario di 3: Progetto-Feriale**, facente riferimento all'anno 2024 durante l'ora di punta del giorno feriale medio, prevede un incremento dei flussi di traffico, a seguito della realizzazione del nuovo polo logistico-commerciale con la conseguente nuova domanda massima attratta, e presenta delle modifiche viabilistiche ed infrastrutturali (realizzazione della rotonda in accesso/egresso dal nuovo centro logistico-commerciale);
- **Lo Scenario di 4: Progetto-Festivo**, facente riferimento all'anno 2024 durante l'ora di punta del giorno festivo medio, prevede un incremento dei flussi di traffico, a seguito della realizzazione del nuovo centro commerciale con la conseguente nuova domanda massima attratta durante il weekend, e presenta le stesse modifiche viabilistiche ed infrastrutturali dello scenario precedente (realizzazione della rotonda in accesso/egresso dal nuovo centro logistico-commerciale).

#### 4.1. Definizione degli scenari

Lo studio di viabilità, realizzato tramite micromodello di simulazione, è stato condotto durante l'ora di punta del pomeriggio (17:00-18:00) del giorno feriale medio e durante quella di punta (18:00-19:00) del giorno festivo medio.

Come precedentemente descritto, le fasce orarie di massimo afflusso alla nuova struttura commerciale sono state individuate in relazione alle analisi dirette operate per mezzo di apparecchiature video e radar. Le portate attratte dal nuovo intervento urbanistico negli scenari di progetto sono state invece concordate e definite con la committenza.

In generale, per la determinazione della domanda di trasporto dei micromodelli sono state prese in considerazione le condizioni di deflusso veicolare più critiche combinando i flussi più elevati riscontrati sugli archi della rete derivanti dalle tre fonti dati precedentemente descritte nel Capitolo 2 (in particolare facendo riferimento ai dati di Monitoraggio delle stazioni fisse disponibili sul sito di <http://mappe.regione.toscana.it/tolopostazioni.html>), durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio e durante quella del pomeriggio del giorno festivo tipo.

##### 4.1.1. Scenario 1: Attuale-Feriale - Situazione attuale al 2022 nella punta feriale

Lo Scenario Attuale-Feriale rappresenta la configurazione viaria attuale al 2022, senza intervento urbanistico (polo logistico) realizzato, e con i flussi di traffico rilevati durante l'ora di punta del pomeriggio (17:00-18:00) del giorno feriale medio.

##### 4.1.2. Scenario 2: Attuale-Festivo - Situazione attuale al 2022 nella punta festiva

Lo Scenario Attuale-Festivo rappresenta la configurazione viaria attuale al 2022, senza intervento urbanistico (polo logistico) realizzato, e con i flussi di traffico rilevati durante l'ora di punta del pomeriggio (18:00-19:00) del giorno festivo medio.

##### 4.1.3. Scenario 3: Progetto-Feriale - Centro al 2024 a infrastrutture variate nella punta feriale

Lo Scenario di Progetto-Feriale prevede la realizzazione dell'intervento urbanistico (apertura del centro) e la modifica delle infrastrutture (rotatoria in accesso/egresso dal

nuovo centro logistico-commerciale) con la domanda di traffico comprensiva delle quote attratte dal nuovo polo logistico-commerciale durante l'ora di punta del giorno feriale medio.

**4.1.4. Scenario 4: Progetto-Festivo - Centro al 2024 a infrastrutture variate nella punta festiva**

Lo Scenario di Progetto-Festivo prevede la realizzazione dell'intervento urbanistico (apertura del centro) e la modifica delle infrastrutture (rotatoria in accesso/egresso dal nuovo centro logistico-commerciale) con la domanda di traffico comprensiva delle quote attratte dal nuovo polo logistico-commerciale durante l'ora di punta del giorno festivo medio.

## **5 GLI SCENARI ATTUALI (2022)**

Il presente documento illustra quindi le risultanze delle analisi trasportistiche condotte da Sintagma sull'area industriale ex Italcementi in località San Francesco nel comune di Pelago (FI), su cui è prevista la realizzazione di un nuovo polo logistico-commerciale e di alcuni interventi infrastrutturali di miglioramento della viabilità.

La mobilità e le condizioni di traffico nell'area in esame sono state analizzate facendo prima di tutto riferimento allo Stato Attuale (Scenario 1 e Scenario 2), corrispondente a quanto già completamente esistente nella area in esame in termini di infrastrutture di trasporto e di domanda di traffico.

In particolare, lo studio si è posto i seguenti obiettivi:

- quantificare e caratterizzare spazialmente e temporalmente la domanda di mobilità che interessa il sistema stradale analizzato durante l'ora di punta del giorno medio feriale e del giorno festivo medio;
- analizzare le prestazioni di ciascun elemento del sistema viabilistico principale a servizio dell'area, in termini di grado di congestione, velocità di deflusso, tempi di percorrenza e livelli di emissioni inquinanti.

Come già accennato, le analisi prestazionali su descritte sono state condotte attraverso l'utilizzo del software di simulazione modellistica del traffico "Aimsun 8.0", mediante il quale sono state replicate la distribuzione dei flussi veicolari sulla rete e le condizioni di traffico, nell'intervallo temporale maggiormente critico, in riferimento agli scenari considerati.

La metodologia utilizzata per la redazione del presente studio di mobilità può essere sintetizzata secondo le seguenti fasi di lavoro:

- analisi del contesto di riferimento e definizione dell'area di studio;
- acquisizione dei dati relativi all'offerta di trasporto nell'area di studio;
- ricostruzione della domanda di mobilità nell'area di studio, attraverso:
  - dati di traffico ottenuti dalle postazioni fisse di rilievo a disposizione della Regione Toscana;
  - il monitoraggio dei flussi di traffico effettuato tramite videocamere e radar montati in apposite sezioni della rete;

- individuazione delle fasce orarie maggiormente critiche per il sistema viario in esame;
- implementazione del modello di simulazione rappresentativo del sistema di trasporto oggetto di studio, mediante l'utilizzo di Aimsun;
- calibrazione e validazione del modello di simulazione, in modo che esso replichi quanto più fedelmente possibile i dati di traffico rilevati sul campo;
- implementazione del modello di simulazione in riferimento agli scenari rappresentativi dello stato di fatto;
- predisposizione di appositi output rappresentativi del grado di congestione, delle condizioni di deflusso e delle prestazioni della rete nei periodi di maggiore criticità;
- analisi dei risultati e degli indicatori ottenuti per gli scenari in esame.

Tutte queste fasi verranno descritte singolarmente in dettaglio nei paragrafi seguenti.

### **5.1. Individuazione dei dati di traffico nell'area di studio**

Come già riportato, al fine di ricostruire esaustivamente la domanda di mobilità nell'ambito dell'area oggetto di studio, sono stati acquisiti dati quantitativi e qualitativi esclusivamente mediante il monitoraggio dei flussi di traffico in sezioni stradali ritenute rilevanti ai fini dello studio tramite rilevatori video e radar montati per più giornate consecutive.

Dall'elaborazione dei dati acquisiti mediante la suddetta attività, è stato possibile ottenere una stima della matrice O/D, rappresentativa degli spostamenti che impegnano il sistema infrastrutturale esaminato durante la fascia oraria che è risultata essere la più critica della settimana, ossia il venerdì pomeriggio dalle 17:00 alle 18:00, e del weekend che invece è risultata essere la domenica sera dalle 18:00 alle 19:00.

### **5.2. La rete attuale**

La costruzione del modello di offerta comporta la rappresentazione schematica delle caratteristiche fisiche e organizzative della stessa, in modo da sintetizzarne gli aspetti rilevanti e fornire un supporto adeguato alle procedure di simulazione dell'interazione fra offerta e domanda di mobilità.

Il modello di offerta di trasporto è rappresentato da un grafo di rete ai cui archi e nodi componenti sono associate delle caratteristiche quantitative: i nodi individuano le

intersezioni presenti dell'area di studio, mentre gli archi sono rappresentativi delle relazioni esistenti tra i nodi, ovvero gli assi stradali compresi fra due nodi successivi. Associando ad ogni elemento del grafo i propri attributi quantitativi, che ne definiscono la risposta sia a livello statico che dinamico, quali la capacità, la velocità a deflusso libero, la funzione di costo, i parametri comportamentali degli utenti che lo percorrono (tempi di reazione, rispetto delle regole, tempi massimi di attesa agli stop, grado di cooperazione nell'effettuazione delle manovre di cambio corsia, ecc.) è stata implementata la rete rappresentativa dell'area di studio.

Ad ogni nodo ed arco sono state assegnate le rispettive caratteristiche geometriche (lunghezza, numero di corsie, interconnessioni) e funzionali (velocità di libero deflusso, classi veicolari ammesse, manovre consentite, regole di precedenza, etc.). In questo modo è stato compiutamente definito il modello di rete dell'area di studio.

Il grafo di rete utilizzato per la costruzione del modello di offerta è riportato qui di seguito ed in dettaglio nelle tavole allegate al presente lavoro. Si tratta di un grafo non eccessivamente complesso in quanto pone in connessione, allo stato attuale, 5 Centroidi di Zona con una rete viaria che si articola su due livelli principali.



**Figura 17 - Grafo della rete in prossimità dell'area industriale di Pelago (FI) allo Stato Attuale**

### **5.3. Il modello di domanda**

Il modello di domanda permette quindi di rappresentare gli spostamenti che vengono compiuti nell'area di studio, tra le diverse origini e destinazioni individuate, durante il periodo temporale di riferimento.

La complessità nella determinazione dei flussi di traffico corretti per l'implementazione del modello di simulazione è dovuta alla particolare configurazione e distribuzione degli spostamenti all'interno dell'area di studio. A tal proposito, i dati rilevati dalla camera Miovision e dai radar nelle intersezioni principali della rete, nonché i dati di traffico forniti dalla Regione Toscana, hanno consentito di determinare in maniera abbastanza precisa i flussi in ingresso ed in uscita dal perimetro dell'area di studio.

A questo punto, partendo dalla base dei dati di rilievo e dalla definizione del grafo, sono state determinate le matrici origine-destinazione, espresse in veicoli equivalenti. A valle delle matrici O/D, i dati dei radar, della Miovision e delle postazioni fisse di rilievo sono poi serviti per calibrare in maniera efficace le matrici stesse.

### **5.4. Il modello di simulazione della rete attuale**

A partire dalla schematizzazione geometrico-funzionale dell'offerta di trasporto e delle matrici O/D rappresentative della mobilità dell'area nel giorno feriale medio e nel weekend, mediante analisi modellistiche di tipo microscopico è stato possibile ottenere la distribuzione dei carichi veicolari sui vari elementi della rete e la valutazione dei principali parametri di deflusso, che descrivono le attuali condizioni di circolazione dell'ex area industriale di Pelago.

A garanzia di una fedele rappresentazione della realtà da parte del modello di simulazione, quest'ultimo è stato calibrato sulle reali condizioni di circolazione rilevate mediante la campagna di monitoraggio dei flussi di traffico e durante i sopralluoghi sul campo.

Tale procedura di calibrazione, disponibile in Aimsun tramite la funzione "*Adjust Matrix*", consente di minimizzare la differenza fra i flussi assegnati con approccio statico ed i flussi rilevati, in questo caso dai radar e dalla Miovision, nella fase di monitoraggio. Il risultato di tale procedura correttiva è consistito nella stima finale delle matrici O/D di veicoli equivalenti per l'ora di punta del giorno feriale medio e del weekend.

#### 5.4.1. Analisi dello Scenario 1: Attuale-Feriale - Situazione attuale al 2022 nella punta feriale

Pertanto, la procedura iterativa messa in atto per calibrare il modello di simulazione dello Scenario 1 (Stato Attuale – Giorno Feriale Medio), ha consentito di pervenire ad un elevato livello di accostamento fra i risultati simulati e i dati rilevati, con un  $R^2=0,974$  così come si evince dalla Figura sottostante.

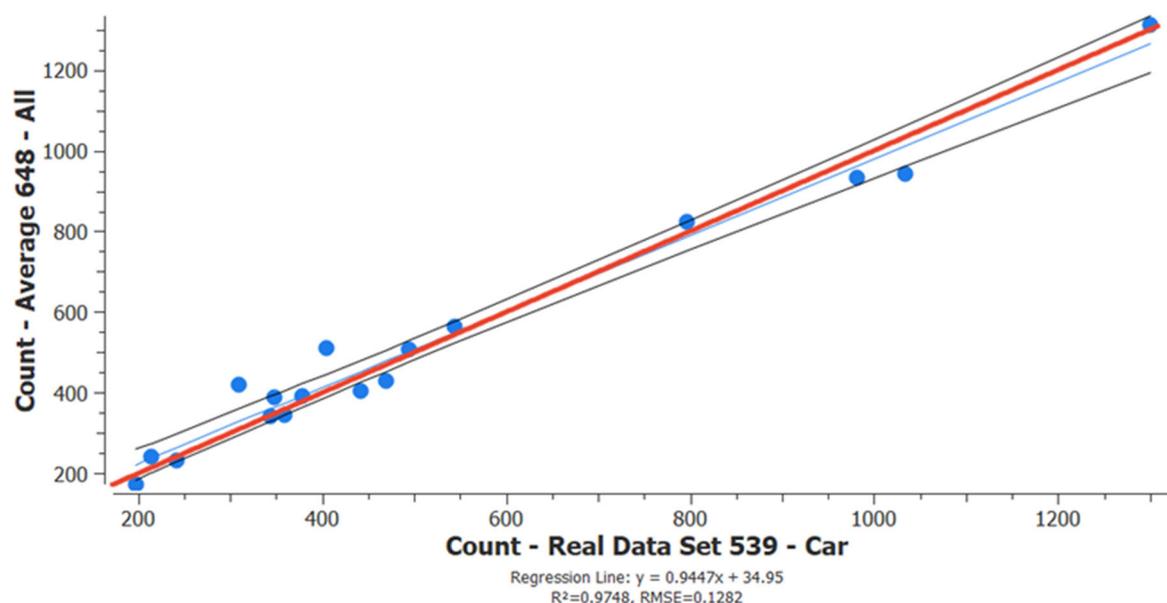


Figura 18 - Calibrazione del modello – Confronto fra flussi assegnati e flussi rilevati nello Scenario 1

La matrice, espressa in veicoli equivalenti, ottenuta per l'ora di punta del giorno feriale medio (tra le 17:00 e le 18:00) a seguito dalla calibrazione è la seguente.

Tabella 6 - Matrice O/D calibrata della rete dell'area industriale di Pelago (FI) allo Stato Attuale nell'ora di punta (17:00-18:00) del giorno feriale medio

O/D	Carbonile	Pelago	Pontassieve	SS67-NORD	SS67-SUD	Totale
Carbonile	0	3	117	102	201	<b>423</b>
Pelago	1	0	110	96	188	<b>395</b>
Pontassieve	70	106	0	46	116	<b>338</b>
SS67-NORD	36	59	12	0	56	<b>164</b>
SS67-SUD	324	357	146	470	0	<b>1296</b>
<b>Totale</b>	<b>432</b>	<b>525</b>	<b>385</b>	<b>714</b>	<b>561</b>	<b>2616</b>

I risultati delle simulazioni modellistiche mostrano, così come direttamente rilevato sul campo, che il sistema viario dell'area industriale di Pelago risulta interessato da valori non eccessivi dei flussi di traffico durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio. Non si manifestano infatti fenomeni di congestione, salvo qualche piccola coda in

corrispondenza dello svincolo Pontassieve Est della S.S. 67, dove la presenza di due segnali di stop, genera accodamento di veicoli sulla S.R. 69 in direzione ovest-est. Il numero complessivo di veicoli equivalenti che si muovono all'interno della rete durante l'ora di punta del giorno feriale medio è pari a 2616 veic<sub>eq</sub>/h.

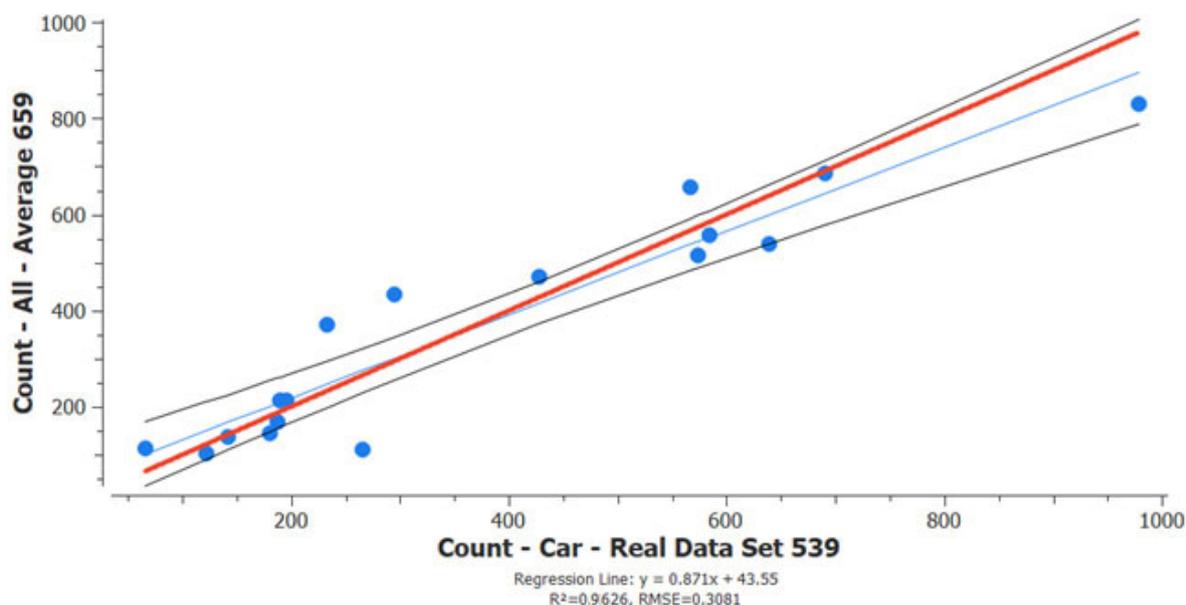
Qui di seguito si riportano invece in maniera aggregata gli indicatori prestazionali dell'intera rete analizzata.

**Tabella 7 - Indicatori prestazionali aggregati della rete dell'area industriale di Pelago nello Scenario 1**

<b>Indicatore</b>	<b>Scenario 1 (2022)</b>	<b>Unità di misura</b>
Ritardo medio	6,23	sec/km
Densità veicolare	8,25	veic/km
Flusso veicolare	2595	veic/h
Emissioni CO2	624540	g
Emissioni Nox	1034	g
Emissioni PM	104	g
Emissioni VOC	668	g
Massima coda virtuale	5,3	veic
Lunghezza media coda	1,4	veic
Media coda virtuale	0,3	veic
Numero di fermate	0,05	#/veic/km
Velocità media	60,91	km/h
Tempo medio di fermata	1,99	sec/km
Distanza totale percorsa	3120,41	km
Tempo totale di viaggio	55,83	h
Tempo medio di viaggio	62,64	sec/km

#### **5.4.2. *Analisi dello Scenario 2: Attuale-Festivo - Situazione attuale al 2022 nella punta festiva***

Anche per lo Scenario 2 è stata eseguita la procedura iterativa per calibrare il modello di simulazione (Stato Attuale – Giorno Festivo Medio), che ha consentito di pervenire ad un altissimo livello di accostamento fra i risultati simulati e i dati rilevati, con un  $R^2=0,962$ , così come si evince dalla Figura sottostante.



**Figura 19 - Calibrazione del modello – Confronto fra flussi assegnati e flussi rilevati nello Scenario 2**

La matrice, espressa in veicoli equivalenti, ottenuta a seguito dalla calibrazione per l'ora di punta della domenica (tra le 18:00 e le 19:00) è la seguente.

**Tabella 8 - Matrice O/D calibrata della rete dell'area industriale di Pelago (FI) allo Stato Attuale nell'ora di punta (18:00-19:00) del giorno festivo medio**

O/D	Carbonile	Pelago	Pontassieve	SS67-NORD	SS67-SUD	Totale
<b>Carbonile</b>	0	46	10	10	52	<b>118</b>
<b>Pelago</b>	266	0	150	140	415	<b>971</b>
<b>Pontassieve</b>	13	52	0	6	64	<b>136</b>
<b>SS67-NORD</b>	16	41	8	0	69	<b>134</b>
<b>SS67-SUD</b>	122	275	75	205	0	<b>677</b>
<b>Totale</b>	<b>417</b>	<b>414</b>	<b>243</b>	<b>361</b>	<b>600</b>	<b>2035</b>

I risultati delle simulazioni modellistiche mostrano, così come direttamente rilevato sul campo, che il sistema viario dell'area industriale di Pelago manifesta attualmente flussi di traffico abbastanza scarsi durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno festivo medio. Anche in questo caso non sono presenti fenomeni di congestione, salvo le solite poche code in corrispondenza dello svincolo Pontassieve Est della S.S. 67, a causa della presenza dei due segnali di stop che generano accodamenti di veicoli sulla S.R. 69 in direzione ovest-est. Il numero complessivo di veicoli equivalenti che si muovono all'interno della rete durante l'ora di punta del giorno festivo medio è pari a 2035 veic<sub>eq</sub>/h. Particolarmente significativo risulta essere però il flusso di veicoli che entra nella rete provenendo dalla S.R. 70: dei 1225 veic<sub>eq</sub> derivanti dalla calibrazione della matrice, ben

600, tra le 18:00 e le 19:00 della domenica, imboccano la S.S. 67 a Pontassieve Est in direzione Sud (direzione Firenze) e 361 in direzione Nord.

Qui di seguito si riportano invece in maniera aggregata gli indicatori prestazionali dell'intera rete analizzata.

**Tabella 9 - Indicatori prestazionali aggregati della rete dell'area industriale di Pelago nello Scenario 2**

<b>Indicatore</b>	<b>Scenario 2 (2022)</b>	<b>Unità di misura</b>
Ritardo medio	6,70	sec/km
Densità veicolare	6,30	veic/km
Flusso veicolare	1989	veic/h
Emissioni CO2	469977	g
Emissioni Nox	794	g
Emissioni PM	80	g
Emissioni VOC	506	g
Massima coda virtuale	3,6	veic
Lunghezza media coda	1,0	veic
Media coda virtuale	0,2	veic
Numero di fermate	0,04	#/veic/km
Velocità media	58,35	km/h
Tempo medio di fermata	2,47	sec/km
Distanza totale percorsa	2345,72	km
Tempo totale di viaggio	42,62	h
Tempo medio di viaggio	65,32	sec/km

## 6 VALUTAZIONE DEL TRAFFICO ATTRATTO DALL'INTERVENTO

Il traffico attratto dalla realizzazione del nuovo polo logistico-commerciale e direzionale di Pelago è stato determinato effettuando alcune elaborazioni supplementari mutuata dalla conoscenza del comportamento dei consumatori di altri centri logistico-commerciali, assimilabili al Parco in oggetto, derivante da indagini dirette sui frequentatori.



**Figura 20 - Planimetria di progetto del nuovo Polo Logistico-Commerciale di Pelago**

### 6.1. Aggiornamento dei flussi di traffico a seguito dell'apertura del nuovo polo

La stima dei flussi di traffico conseguente alla realizzazione del nuovo polo logistico-commerciale a Pelago è stata quantificata sulla base delle indicazioni fornite dalla Committenza, distinguendo le due attività:

- a) Area Logistica: sono stati presi in considerazione due turni di lavoro, dalle 6.00 alle 14.00 e dalle 14.00 alle 22.00 con l'attrazione di 50 bilici nell'arco delle sedici ore lavorative; il personale impiegato sarà di circa 80/100 unità.
- b) Area Commerciale: la massima disponibilità di veicoli attratti è stimata in 160 autovetture.

L'incidenza del traffico pesante nei flussi prodotti dalla struttura commerciale, è prevedibile che sia molto bassa, in quanto probabilmente inferiore all'1% del totale dei veicoli giornalieri e praticamente nulla nell'ora di punta serale.

Quindi, in corrispondenza **dell'ora di punta del giorno feriale medio (17.00-18.00)** è stato stimato un valore di **250 veicoli equivalenti in entrata/uscita (condizione più critica analizzata)**, supponendo una permanenza media inferiore all'ora.

E discorso analogo, in via cautelativa, è stato fatto per **l'ora di punta della domenica (18:00-19:00)** stimando sempre una portata aggiuntiva di **250 veicoli equivalenti in entrata/uscita (condizione più critica analizzata)** e supponendo sempre una permanenza media inferiore all'ora.

## **7 GLI SCENARI DI PROGETTO (2024) CON INTERVENTO E INFRASTRUTTURE MODIFICATE**

In questo capitolo verranno descritti gli scenari di progetto (Scenario 3 e Scenario 4), a valle della realizzazione dell'intervento urbanistico (apertura del nuovo polo) e della realizzazione delle seguenti modifiche viabilistiche ed infrastrutturali:

- realizzazione della rotatoria sulla S.R. 69 del Val D'Arno per garantire l'accesso/egresso diretto al nuovo centro logistico-commerciale.

### **7.1. Il modello di offerta negli Scenari di Progetto**

Come appena accennato, negli scenari di progetto, riferiti all'orizzonte temporale del 2024, è previsto un importante intervento infrastrutturale per una migliore gestione di uno dei nodi critici della rete. Si tratta, per l'appunto, della realizzazione di un'intersezione con soluzione a rotatoria per l'entrata e l'uscita dei veicoli dal nuovo polo commerciale.

La rotatoria sarà realizzata per la gestione dei flussi in ingresso ed in uscita dalla nuova area logistico-commerciale in corrispondenza con l'innesto sulla S.R. 69 del Val D'Arno.



**Figura 21 - Nuova rotatoria di accesso/egresso all'area logistico-commerciale negli Scenari di Progetto**

Si tratta di una rotatoria classica con 3 rami, una sola corsia all'anello di larghezza pari a 7,50 metri ed un diametro esterno di 40 metri. I bracci della rotatoria sulla S.R. 69 saranno tutti dotati di una sola corsia in ingresso ed in uscita.

Il grafo di rete utilizzato per la costruzione del modello di offerta tiene quindi conto delle modifiche infrastrutturali appena esposte ed è riportato in dettaglio nella figura qui di seguito allegata. Il grafo presenta 6 Centroidi di Zona mantenendo sempre i cinque centroidi degli Scenari Attuali, con una rete disposta su 2 livelli.



Figura 22 - Grafo della rete della nuova area commerciale di Pelago (FI) negli Scenari di Progetto

## 7.2. Il modello di domanda degli Scenari di Progetto

Per la rappresentazione della domanda di mobilità negli Scenari 3 e 4, si è fatto ovviamente riferimento a quanto già determinato nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, dove si era tenuto conto di:

- matrice O/D calibrata per lo Scenario Attuale nell'ora di punta del pomeriggio (17:00-18:00) del giorno feriale medio;
- matrice O/D calibrata per lo Scenario Attuale nell'ora di punta del pomeriggio (18:00-19:00) del giorno festivo medio;
- apertura del nuovo polo logistico-commerciale con 250 veicoli equivalenti in ingresso ed in uscita durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale tipo;
- apertura del nuovo polo logistico-commerciale con 250 veicoli equivalenti in ingresso ed in uscita durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno festivo tipo.

Il flusso massimo attratto durante il pomeriggio del giorno feriale medio sommato alla matrice degli spostamenti attuali permette di ottenere i flussi totali nell'ora di punta (17:00-

18:00) del giorno feriale medio nella **condizione di deflusso più critica riferita all'anno 2024**. Tale condizione **deriva pertanto dalla combinazione tra i flussi massimi rilevati sugli archi in esame durante il pomeriggio del giorno feriale medio** (che sono risultati essere maggiori rispetto a quelli relativi alla stessa ora del sabato e della domenica pomeriggio) **ed il livello di attrattività del centro logistico-commerciale stimato sempre per l'ora di punta del giorno feriale medio**. Associando un nuovo centroide di zona al polo logistico-commerciale è stata definita la matrice O/D degli spostamenti per l'ora di punta del giorno feriale medio, per come riportato qui di seguito.

Tabella 10 - Matrice O/D all'apertura del centro nell'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio

O/D	CC_1	Carbonile	Pelago	Pontassieve	SS67-NORD	SS67-SUD	Totale
CC_1	0	37	59	38	60	55	<b>249</b>
Carbonile	40	0	3	117	102	201	<b>463</b>
Pelago	39	1	0	110	96	188	<b>434</b>
Pontassieve	30	70	106	0	46	116	<b>368</b>
SS67-NORD	17	36	59	12	0	56	<b>180</b>
SS67-SUD	125	324	357	146	470	0	<b>1422</b>
<b>Totale</b>	<b>251</b>	<b>468</b>	<b>584</b>	<b>423</b>	<b>774</b>	<b>616</b>	<b>3116</b>

Stesso discorso è stato fatto per la determinazione della **matrice O/D** dell'ora di punta del giorno festivo tipo, **sommando il flusso massimo attratto dal nuovo polo logistico-commerciale nel pomeriggio della domenica alla matrice degli spostamenti attuali ottenuta per l'ora di punta (18:00-19:00) sempre della domenica pomeriggio** (condizione di traffico più critica del weekend per come riscontrato in sede di rilievo). Tale condizione deriva pertanto dalla combinazione tra i flussi massimi rilevati sugli archi in esame durante il pomeriggio del giorno festivo medio ed il livello di attrattività del centro commerciale stimato sempre per l'ora di punta del giorno festivo medio.

Associando un nuovo centroide di zona al polo logistico-commerciale è stata definita la matrice O/D degli spostamenti per l'ora di punta del giorno festivo medio, per come riportato qui di seguito.

Tabella 11 - Matrice O/D all'apertura del centro nell'ora di punta del pomeriggio del giorno festivo medio

O/D	CC_1	Carbonile	Pelago	Pontassieve	SS67-NORD	SS67-SUD	Totale
CC_1	0	31	42	26	17	100	<b>216</b>
Carbonile	59	0	46	10	10	52	<b>177</b>
Pelago	120	266	0	150	140	415	<b>1091</b>
Pontassieve	45	13	52	0	6	64	<b>180</b>
SS67-NORD	63	16	41	8	0	69	<b>197</b>
SS67-SUD	75	122	275	75	205	0	<b>752</b>

<b>Totale</b>	<b>362</b>	<b>448</b>	<b>456</b>	<b>269</b>	<b>378</b>	<b>700</b>	<b>2613</b>
---------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------

### 7.3. Il modello di simulazione della rete nello Scenario 3: Progetto-Feriale

Pertanto, partendo dal modello di offerta di trasporto e dalla matrice O/D rappresentativa della mobilità dell'area su esposta, tramite il micromodello è stato possibile ottenere la distribuzione dei carichi veicolari sui vari elementi della rete e la valutazione dei principali parametri di deflusso veicolare.

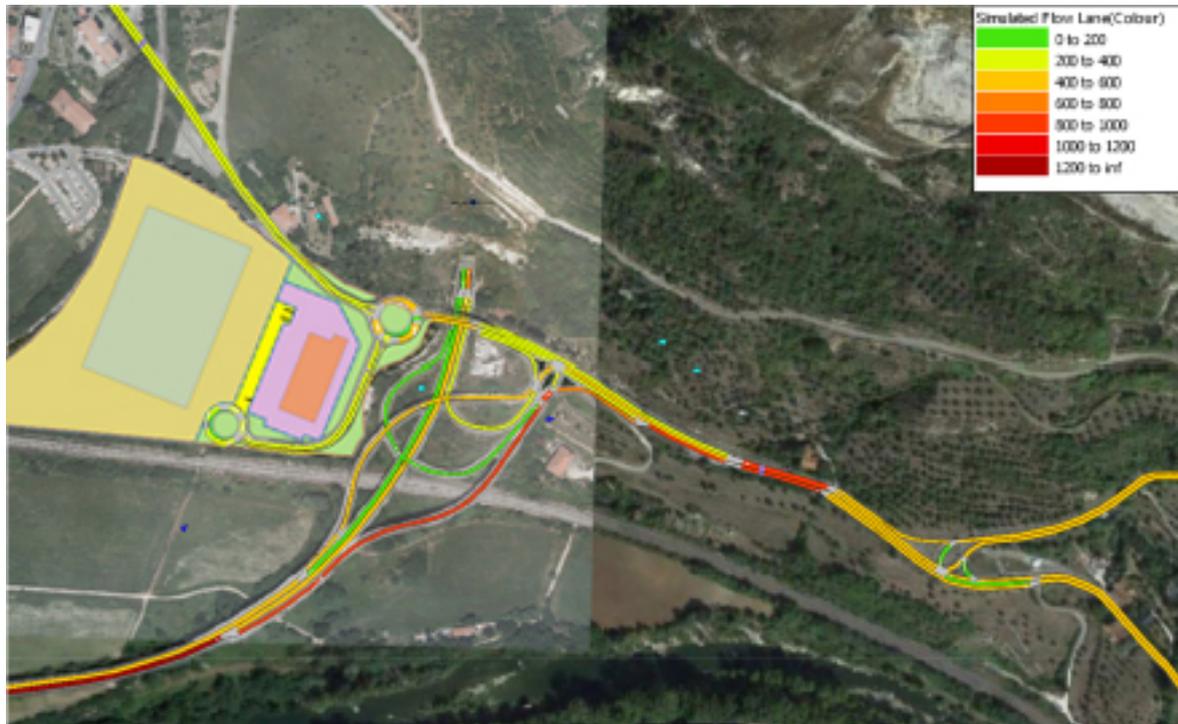
In questo scenario, i risultati delle simulazioni modellistiche evidenziano come il sistema viario dell'area commerciale di Pelago, nonostante l'aumento dei flussi di traffico derivanti dall'attrattività del nuovo centro logistico-commerciale, presenti dei parametri di performance aggregati della rete analoghi a quanto riscontrato nello scenario attuale. Durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio si manifestano ancora modesti fenomeni di coda nel nodo critico della rete, ossia in prossimità dello svincolo di Pontassieve Est della S.S. 67. Ciò dimostra la bontà delle modifiche infrastrutturali previste in questo scenario progettuale.

**Tabella 12 - Indicatori prestazionali aggregati della rete dell'area commerciale nello Scenario 3 nell'ora di punta del giorno feriale tipo**

<b>Indicatore</b>	<b>Valore</b>	<b>Unità di misura</b>
Ritardo medio	7,42	sec/km
Densità veicolare	8,44	veic/km
Flusso veicolare	3060	veic/h
Emissioni CO2	767477	g
Emissioni Nox	1240	g
Emissioni PM	145	g
Emissioni VOC	801	g
Massima coda virtuale	6,0	veic
Lunghezza media coda	1,3	veic
Media coda virtuale	0,4	veic
Numero di fermate	0,04	#/veh/km
Velocità media	57,99	km/h
Tempo medio di fermata	1,68	sec/km
Distanza totale percorsa	3640,84	km
Tempo totale di viaggio	67,57	h
Tempo medio di viaggio	65,58	sec/km

Qui di seguito si riportano tre rappresentazioni grafiche relative a tre indicatori ottenuti dalla simulazione del modello: la distribuzione dei flussi veicolari sulla rete durante l'ora di punta simulata, il ritardo medio veicolare calcolato per ciascun arco ed espresso in sec/km e la

densità veicolare calcolata in veic/km. Dall'analisi grafica si nota ancor di più come, nonostante l'incremento dei flussi dovuti alla nuova area logistico-commerciale, il livello di servizio della rete sia comunque ottimale.



**Figura 23 - Distribuzione flussi veicolari nello Scenario 3 – ora di punta del giorno feriale medio**



**Figura 24 – Ritardo medio veicolare nello Scenario 3 – ora di punta del giorno feriale medio**



**Figura 25 - Densità veicolare nello Scenario 3 – ora di punta del giorno feriale medio**

#### **7.4. Il modello di simulazione della rete nello Scenario 4: Progetto-Festivo**

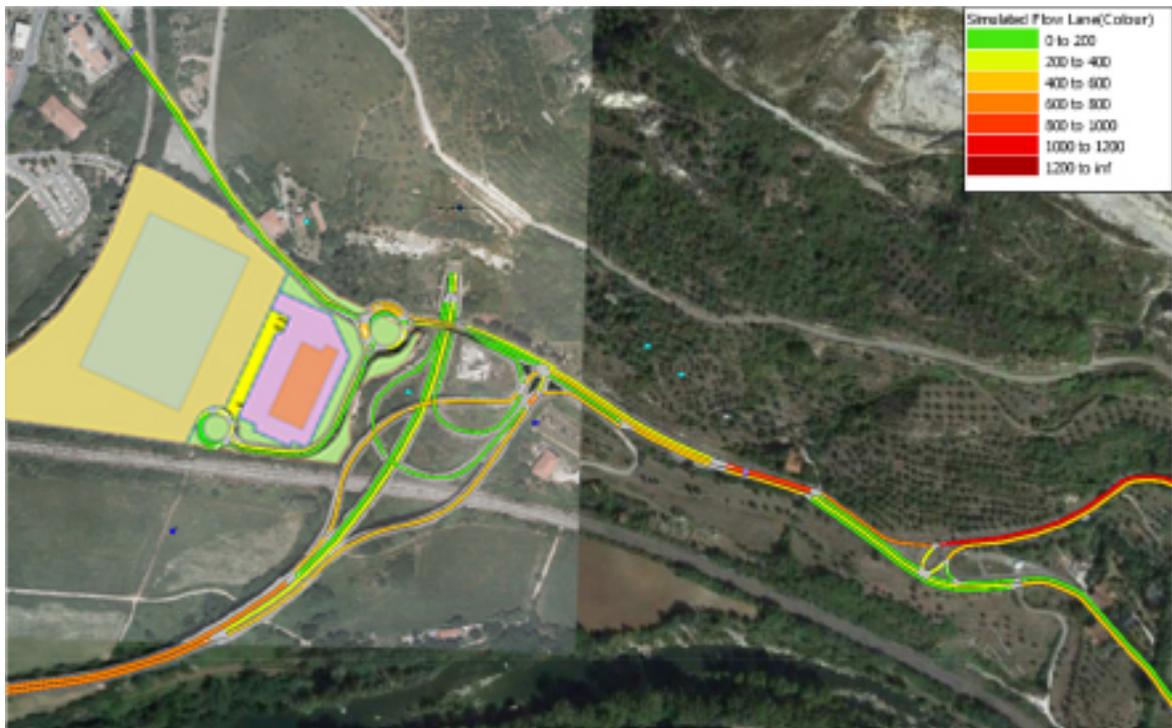
Anche per questo scenario, partendo dal modello di offerta di trasporto e dalla matrice O/D rappresentativa della mobilità dell'area su esposta, tramite il micromodello è stato possibile ottenere la distribuzione dei carichi veicolari sui vari elementi della rete e la valutazione dei principali parametri di deflusso veicolare.

Anche per questa configurazione, i risultati delle simulazioni modellistiche evidenziano come il sistema viario dell'area commerciale di Pelago, nonostante l'aumento di 250 veicoli equivalenti in entrata ed in uscita dal nuovo polo commerciale, mantenga dei parametri di performance aggregati della rete decisamente buoni. Durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio si manifestano ancora modesti fenomeni di coda nel nodo critico della rete, ossia in prossimità dello svincolo di Pontassieve Est della S.S. 67 confermando quanto già evidenziato nello Scenario 3. La rete mantiene quindi un buon livello di qualità del deflusso veicolare, dimostrando quindi la bontà delle modifiche infrastrutturali previste in questo scenario progettuale.

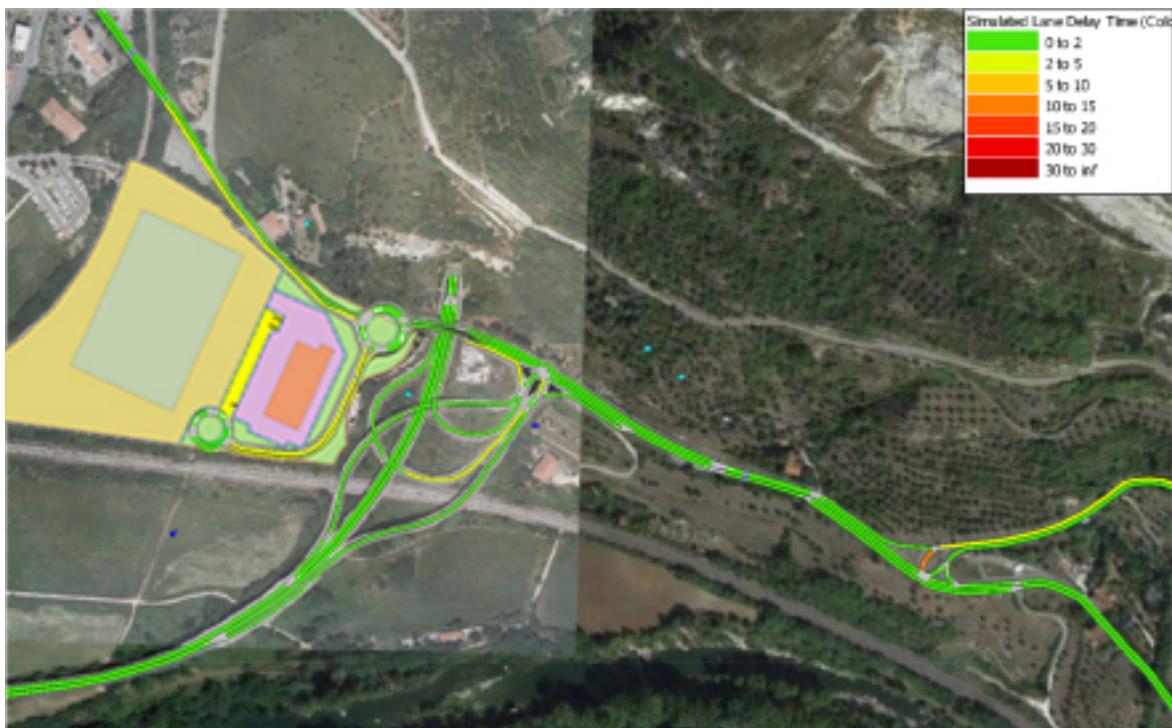
**Tabella 13 - Indicatori prestazionali aggregati della rete dell'area logistico-commerciale nello Scenario 4 nell'ora di punta del giorno festivo tipo**

<b>Indicatore</b>	<b>Valore</b>	<b>Unità di misura</b>
Ritardo medio	7,85	sec/km
Densità veicolare	6,9	veic/km
Flusso veicolare	2535	veic/h
Emissioni CO2	620583	g
Emissioni Nox	1003	g
Emissioni PM	117	g
Emissioni VOC	658	g
Massima coda virtuale	4,8	veic
Lunghezza media coda	1,2	veic
Media coda virtuale	0,2	veic
Numero di fermate	0,04	#/veh/km
Velocità media	55,96	km/h
Tempo medio di fermata	2,39	sec/km
Distanza totale percorsa	2936,2	km
Tempo totale di viaggio	55,18	h
Tempo medio di viaggio	67,89	sec/km

Anche per questo scenario si riportano tre rappresentazioni grafiche relative a tre indicatori ottenuti dalla simulazione del modello: la distribuzione dei flussi veicolari sulla rete durante l'ora di punta simulata, il ritardo medio veicolare calcolato per ciascun arco ed espresso in sec/km e la densità veicolare calcolata in veic/km. Dall'analisi grafica si nota ancor di più come, nonostante l'incremento dei flussi dovuti alla nuova area logistico-commerciale, il livello di servizio della rete sia comunque buono.



**Figura 26 - Distribuzione flussi veicolari nello Scenario 4 – ora di punta del giorno festivo medio**



**Figura 27 - Ritardo medio veicolare nello Scenario 4 – ora di punta del giorno festivo medio**



**Figura 28 - Densità veicolare nello Scenario 4 – ora di punta del giorno festivo medio**

## 8 ANALISI COMPARATIVA DEGLI INDICATORI PRESTAZIONALI DELLA RETE NEI DIVERSI SCENARI

Dall'analisi dei risultati tabellati, si evince come la variazione degli indicatori aggregati registrata fra gli scenari analizzati allo stato attuale, sia durante l'ora di picco del giorno feriale medio che durante quella del giorno festivo tipo, risulti assai contenuta (Scenario 1 e Scenario 2). Con la realizzazione del nuovo polo logistico-commerciale di Pelago e la conseguente portata attratta, tutti gli indicatori rispetto allo stato attuale peggiorano nel passaggio allo Scenario 3 (Scenario di Progetto – ora di punta giorno feriale medio) ed allo Scenario 4 (Scenario di Progetto – ora di punta giorno festivo tipo). In questi scenari di progetto, comunque, la realizzazione di questo importante intervento infrastrutturale (la rotatoria di accesso/egresso dal centro commerciale) consente di mantenere livelli di qualità della circolazione elevati nonostante l'incremento dei flussi derivante dall'attrattività del nuovo polo.

Nella tabella seguente si riporta il confronto tra i diversi indicatori prestazionali aggregati per tutti e quattro gli scenari modellizzati e analizzati ed un loro confronto.

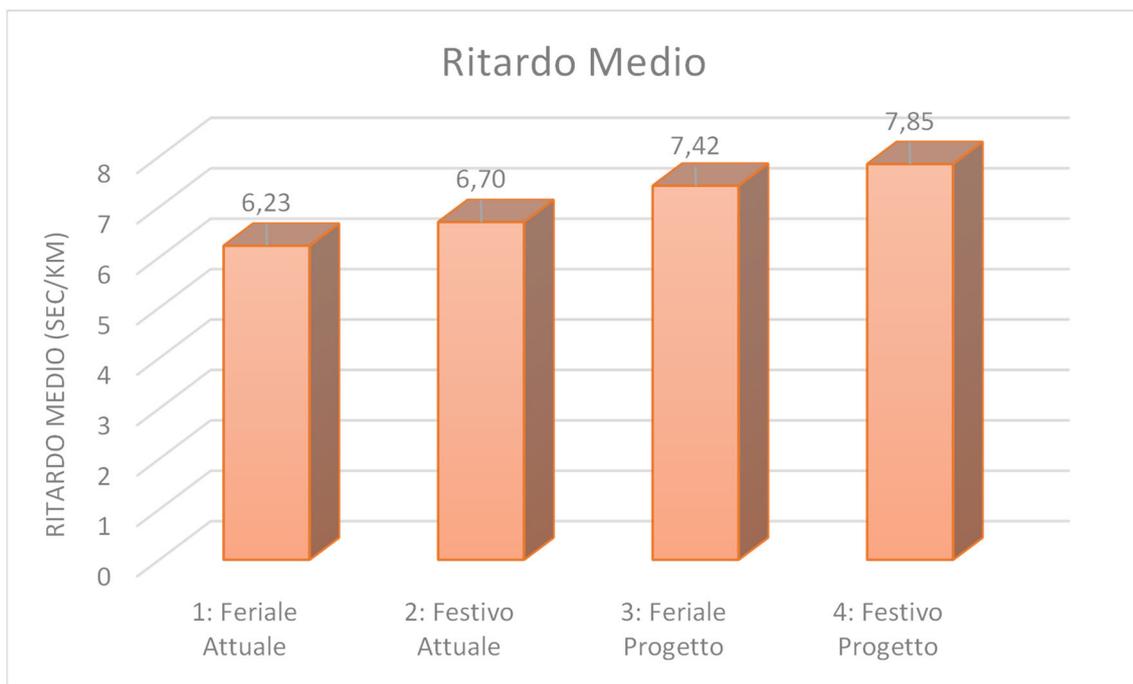
**Tabella 14 - Indicatori prestazionali aggregati della rete dell'area commerciale nei 4 Scenari analizzati e modellizzati**

<b>Indicatore</b>	<b>1: Feriale Attuale</b>	<b>2: Festivo Attuale</b>	<b>3: Feriale Progetto</b>	<b>4: Festivo Progetto</b>	<b>Delta 1-3</b>	<b>Delta 2-4</b>
<b>Ritardo medio</b>	6,23	6,70	7,42	7,85	19,1%	17,2%
<b>Densità veicolare</b>	8,25	6,30	8,44	6,90	2,3%	9,5%
<b>Flusso veicolare</b>	2595	1989	3060	2535	17,9%	27,4%
<b>Emissioni CO2</b>	624540	469977	767477	620583	22,9%	32,0%
<b>Emissioni Nox</b>	1034	794	1240	1003	20,0%	26,3%
<b>Emissioni PM</b>	104	80	145	117	39,7%	46,5%
<b>Emissioni VOC</b>	668	506	801	658	19,9%	30,1%
<b>Massima coda virtuale</b>	5,25	3,60	6,00	4,80	14,3%	33,3%
<b>Lunghezza media coda</b>	1,41	1,04	1,30	1,22	-7,8%	17,3%
<b>Media coda virtuale</b>	0,28	0,16	0,36	0,23	28,6%	43,8%
<b>Numero di fermate</b>	0,05	0,04	0,04	0,04	-20,0%	0,0%
<b>Velocità media</b>	60,91	58,35	57,99	55,96	-4,8%	-4,1%
<b>Tempo medio di fermata</b>	1,99	2,47	1,68	2,39	-15,6%	-3,2%
<b>Distanza totale percorsa</b>	3120	2346	3641	2936	16,7%	25,2%
<b>Tempo totale di viaggio</b>	55,83	42,62	67,57	55,18	21,0%	29,5%
<b>Tempo medio di viaggio</b>	62,64	65,32	65,58	67,89	4,7%	3,9%

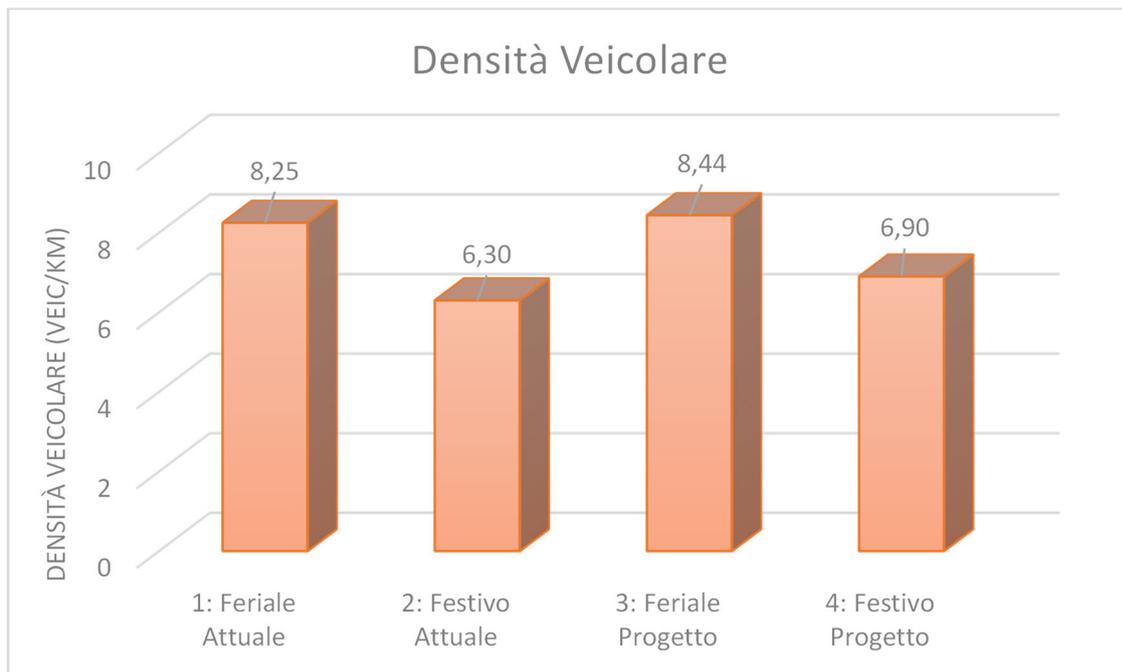
Si nota quindi immediatamente come tutti i parametri presentino valori simili tra lo Scenario 1 e lo Scenario 2, mentre evidenzino leggeri peggioramenti nel passaggio allo Scenario 3

ed allo Scenario 4, pur presentando dei valori di flusso veicolare più elevati (incrementi rispettivamente del 18% per il giorno feriale medio e del 27% per il giorno festivo tipo). Ciò ovviamente è da imputarsi all'efficacia degli interventi infrastrutturali introdotti che andranno a modificare, negli Scenari di Progetto, l'intera viabilità di Pelago garantendo una migliore accessibilità sia all'area logistico-commerciale che alla S.S. 67 da tutte le direzioni. A tal proposito particolarmente significativi risultano: la densità veicolare, che tra lo scenario 1 e lo scenario 3 aumenta solo del 2,3%, mentre aumenta del 9,5% tra lo scenario 2 e lo scenario 4; il tempo medio di viaggio che aumenta rispettivamente del 4,7% tra scenario 1 e scenario 3, e del 3,9% tra 2 e 4; la distanza totale percorsa che cresce di circa il 17% tra scenario 1 e scenario 3, e del 25% tra scenario 2 e scenario 4.

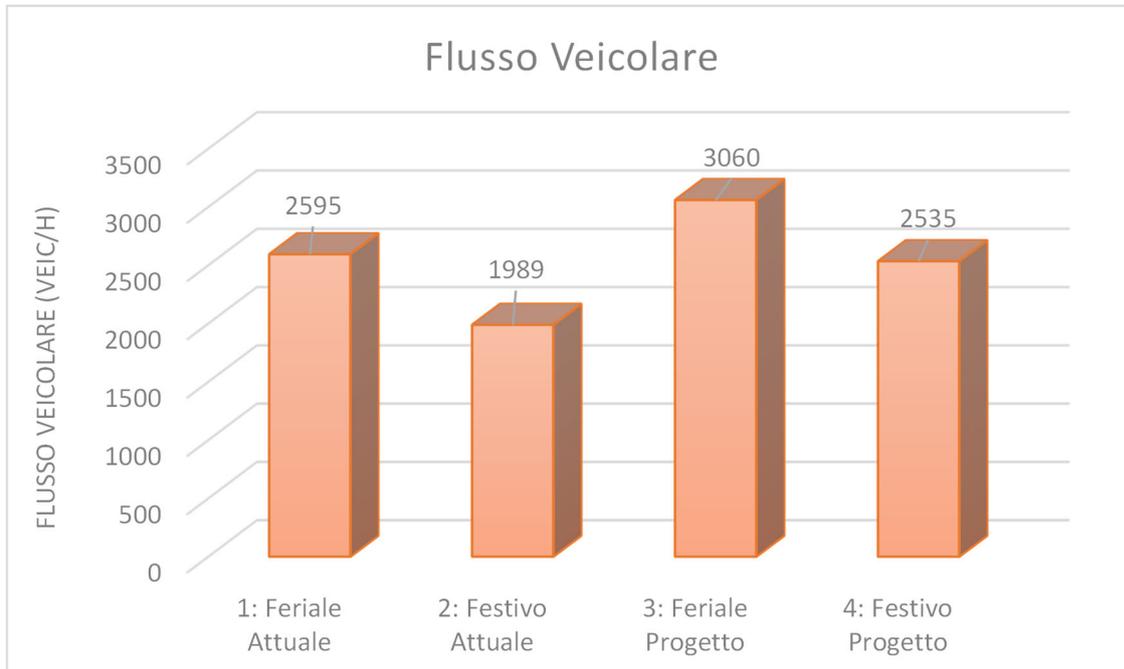
Qui di seguito si riporta una serie di istogrammi in cui si mettono a confronto i parametri prestazionali principali nei diversi scenari durante le ore di punta del pomeriggio del giorno feriale medio e del festivo medio.



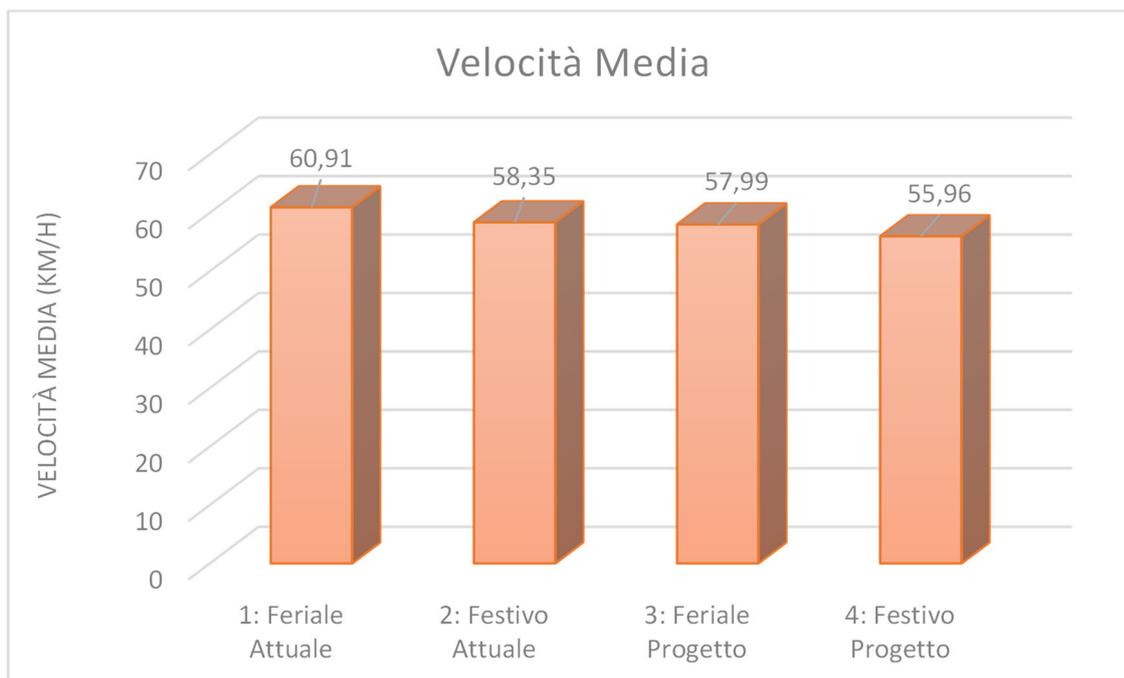
**Figura 29 - Confronto tra il Ritardo Medio nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**



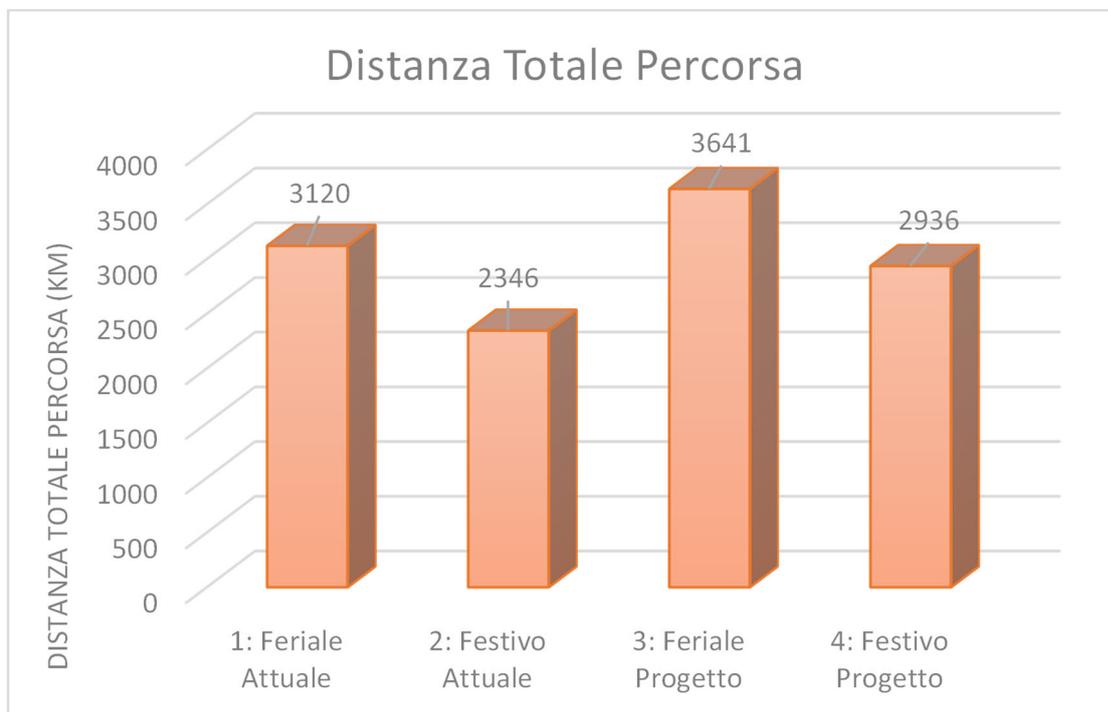
**Figura 30 - Confronto tra le Densità Veicolari nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**



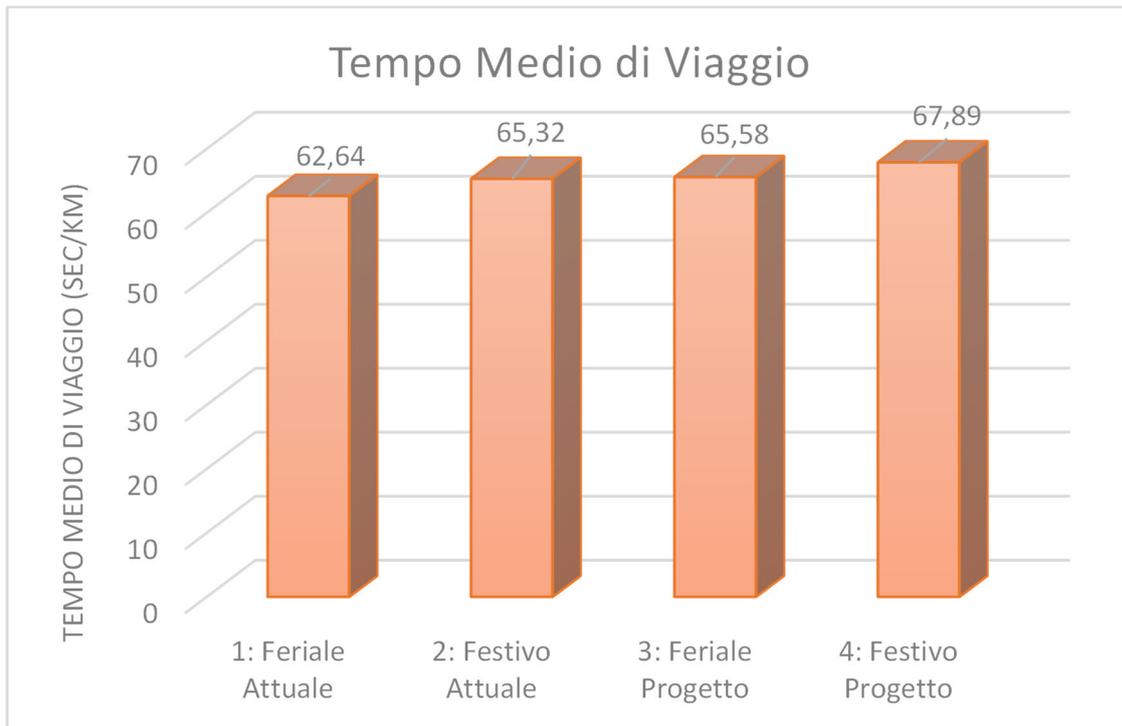
**Figura 31 - Confronto tra i Flussi Veicolari nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**



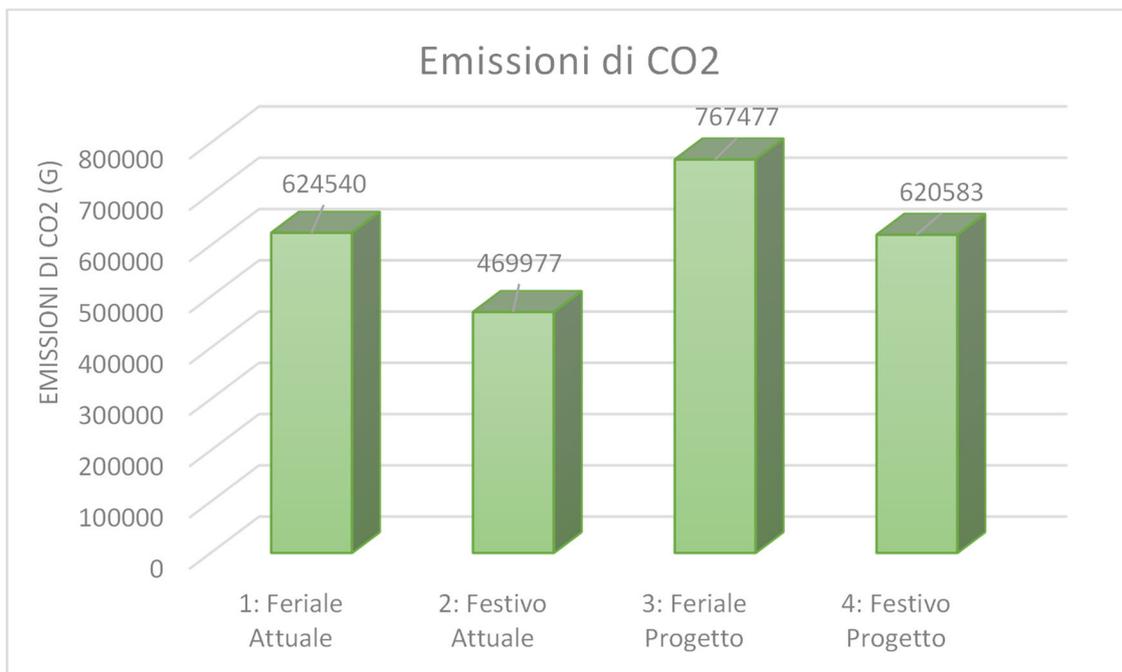
**Figura 32 - Confronto tra la Velocità Media nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**



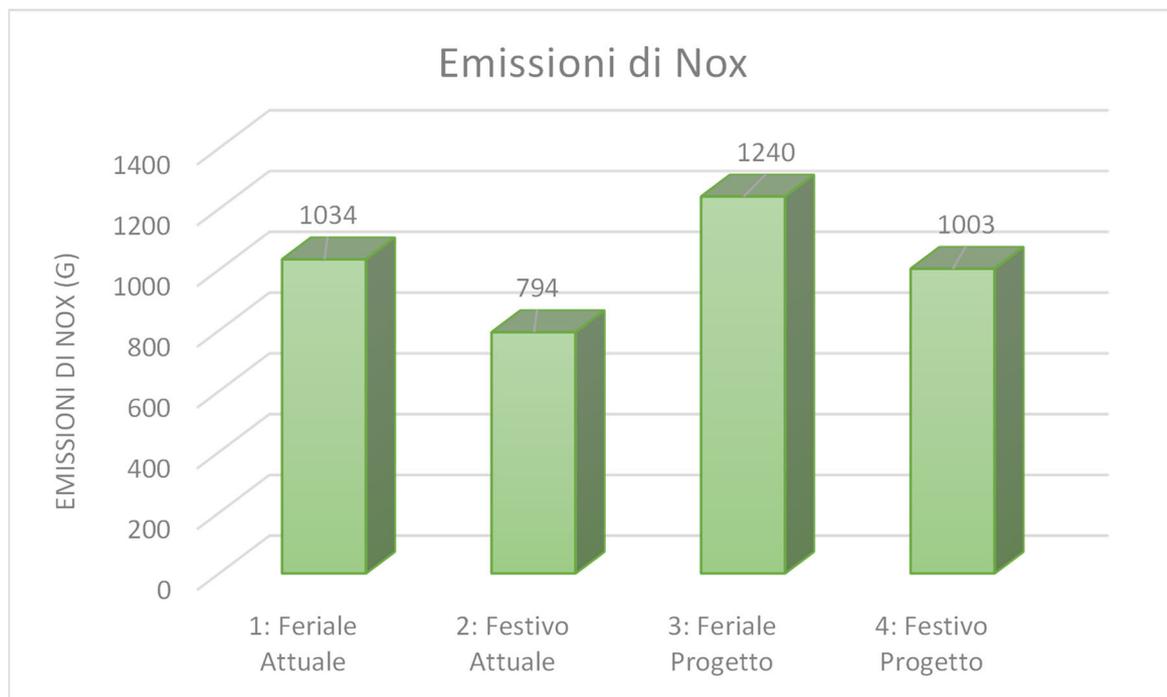
**Figura 33 - Confronto tra le Distanze Totali percorse nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**



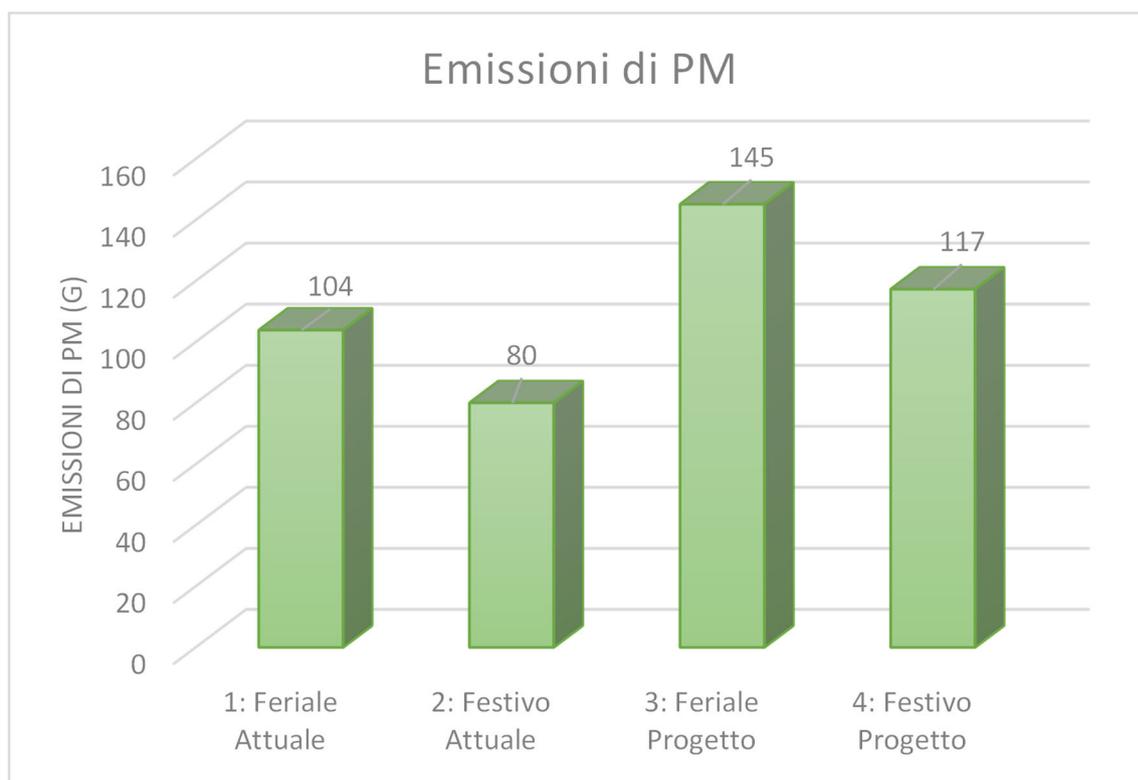
**Figura 34 - Confronto tra i Tempi Medi di Viaggio nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**



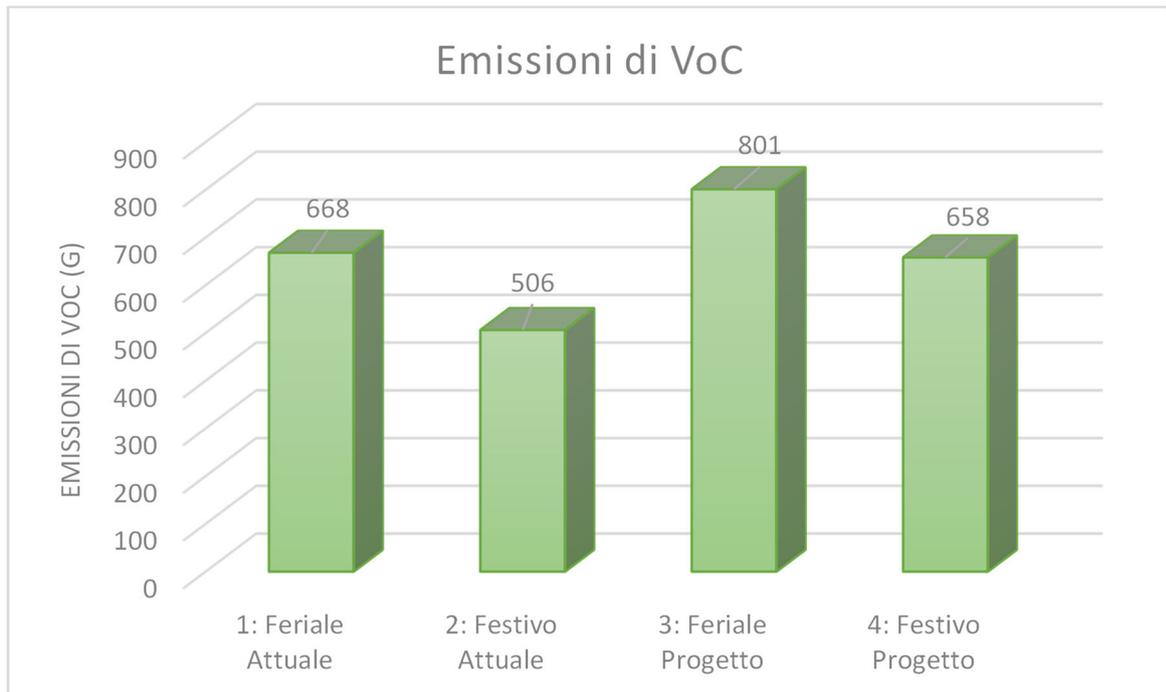
**Figura 35 - Confronto tra le Emissioni di CO2 nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**



**Figura 36 - Confronto tra le Emissioni di NOX nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**



**Figura 37 - Confronto tra le Emissioni di PM nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**



**Figura 38 - Confronto tra le Emissioni di VOC nei 4 scenari analizzati e modellizzati durante le ore di punta**

## **9 CONCLUSIONI**

A partire dai dati di traffico derivanti dalle postazioni fisse della regione Toscana analizzati per l'intero anno 2019 (appositamente scelto in quanto periodo pre-pandemia da SARS-COVID19 e quindi paragonabili agli attuali livelli di traffico), rafforzati dai rilievi eseguiti tra il 31 luglio ed il 2 agosto 2020 e ripetuti tra l'1 ed il 3 ottobre 2021, è stato realizzato il micromodello di deflusso veicolare della ex area industriale di Pelago nell'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio, dalle 17:00 alle 18:00 e nell'ora di punta del pomeriggio del giorno festivo tipo, dalle 18:00 alle 19:00. Lo scopo è stato quello di capire se, la realizzazione di un nuovo polo logistico-commerciale nella zona, potesse compromettere il livello di servizio della rete, considerando il livello massimo di attrattività previsto.

Sulla base delle indicazioni fornite dalla Committenza, è stato stimato in circa **250 il numero di veicoli equivalenti massimi attratti nell'ora di punta dal nuovo insediamento commerciale nel giorno feriale medio ed anche in quello festivo tipo**, in linea con quanto osservato per i centri commerciali limitrofi già esistenti.

Il modello di microsimulazione del deflusso veicolare dell'area in esame è stato quindi sviluppato ed analizzato per quattro diversi scenari:

- **Scenario 1 (2022)**, stato attuale senza realizzazione del nuovo centro logistico-commerciale e con infrastrutture di trasporto invariate analizzato nell'ora di punta del giorno feriale medio;
- **Scenario 2 (2022)**, stato attuale senza realizzazione del nuovo centro logistico-commerciale e con infrastrutture di trasporto invariate analizzato nell'ora di punta del giorno festivo tipo;
- **Scenario 3 (2024)**, scenario di progetto con realizzazione del nuovo polo logistico-commerciale e con modifiche viabilistiche ed infrastrutturali nell'ora di punta del giorno feriale medio;
- **Scenario 4 (2024)**, scenario di progetto con realizzazione del nuovo centro commerciale e con modifiche viabilistiche ed infrastrutturali nell'ora di punta del giorno festivo tipo.

Quindi, per come già descritto, **sono state prese in considerazione le condizioni di deflusso veicolare più critiche combinando i flussi più elevati riscontrati sugli archi della rete derivanti dalle tre fonti dati precedentemente descritte nel Capitolo 2 (in particolare facendo riferimento ai dati di Monitoraggio delle stazioni fisse disponibili sul sito di <http://mappe.regione.toscana.it/tolopostazioni.html>), durante l'ora di punta**

**del pomeriggio del giorno feriale medio e durante quella del pomeriggio del giorno festivo tipo, con le rispettive portate massime attratte dal nuovo polo logistico-commerciale negli equivalenti periodi di punta (rispettivamente 250 veic<sub>eq</sub>/h).**

Pertanto, dall'analisi dei risultati ottenuti con il micromodello dell'area nei quattro scenari è possibile affermare che:

- ✚ Nello **Scenario 1**, così come direttamente rilevato sul campo, il sistema viario dell'ex area industriale di Pelago **risulta interessato da valori non eccessivi dei flussi di traffico** durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio. Ciò **non dà origine a fenomeni di congestione, salvo leggeri accodamenti in corrispondenza dell'ingresso della S.S. 67 a seguito della presenza di due segnali di stop.**
- ✚ Nello **Scenario 2**, la rete dell'ex area industriale di Pelago durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno festivo medio **risulta interessata da flussi leggermente inferiori rispetto alla punta del feriale medio (circa 2035 veic<sub>eq</sub> rispetto ai circa 2600 dello Scenario 1).** Anche in questo scenario **non sono evidenti importanti fenomeni di congestione tranne la presenza di brevi accodamenti sul nodo critico della rete in corrispondenza dell'ingresso della S.S. 67 a seguito della presenza di due segnali di stop** (risulta infatti notevole il flusso di veicoli che, provenendo da est verso ovest sulla S.R. 69 svoltano a sinistra per imboccare la S.S. 67 in direzione sud).
- ✚ Nello **Scenario 3**, la realizzazione del **nuovo polo logistico-commerciale di Pelago genera durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio una portata attratta di 250 veic<sub>eq</sub>/h in entrata e uscita dall'area commerciale** ed è accompagnata dall'intervento infrastrutturale di realizzazione della rotatoria di accesso/egresso dal centro commerciale stesso. Anche in tali condizioni, il sistema viario dell'area **manifesta piccoli fenomeni di coda in prossimità dei nodi critici del sistema viario.** Quindi, **nonostante un incremento complessivo di veicoli nella rete durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno feriale medio superiore al 19%, la qualità del deflusso veicolare rimane ottima, dimostrando la bontà delle modifiche infrastrutturali previste in questo scenario progettuale per il 2024.**
- ✚ Anche nello **Scenario 4**, la realizzazione del **nuovo centro logistico-commerciale di Pelago** è accompagnata dalla realizzazione della rotatoria di accesso/egresso dall'area commerciale. In questa configurazione, la **portata attratta in entrata e**

uscita dall'area commerciale durante l'ora di punta del pomeriggio del giorno festivo tipo è stata stimata in 250 veic<sub>eq</sub>/h. Questa variazione della domanda di trasporto, pur generando un incremento complessivo di veicoli nella rete superiore al 28% rispetto allo Scenario 2, non corrisponde ad un altrettanto tale peggioramento delle condizioni di deflusso veicolare della rete per come è possibile apprezzare dagli indicatori prestazionali di output del micromodello: i fenomeni di coda rimangono temporanei e limitati ai punti nevralgici della rete. Ciò dimostra pertanto come le modifiche infrastrutturali previste già per lo Scenario 3 siano sufficienti per garantire un adeguato livello di servizio dell'intera area durante l'ora di punta del giorno festivo tipo.

In conclusione, è chiaro che il nuovo insediamento nell'area industriale di località San Francesco di Pelago (FI) comporta un aumento dei flussi dovuto ai veicoli attratti, ma grazie alle modifiche infrastrutturali previste per il 2024, quali la rotatoria di accesso/egresso dal centro commerciale, è possibile affermare che l'offerta di trasporto è in grado di sopportare l'incremento di domanda derivante dalla realizzazione del nuovo insediamento commerciale sia durante l'ora di punta del giorno ferial medio che durante quella del giorno festivo tipo. Ciò è pienamente riscontrabile dai risultati derivanti da un'analisi modellistica impostata sui livelli massimi di flusso veicolare sugli archi e sul livello massimo di attrattività stimato per il nuovo centro commerciale, sia durante l'ora di punta del pomeriggio della giornata ferial media che durante quella del pomeriggio del giorno festivo tipo.