



REGIONE MARCHE

GIUNTA REGIONALE
INFRASTRUTTURE, TERRITORIO E PROTEZIONE CIVILE

SETTORE INFRASTRUTTURE E VIABILITA'

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

REALIZZAZIONE DELLA BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO SANT'ELPIDIO

Lungotenna da San Marco a svincolo autostradale A14 Porto S. Elpidio (FM)

CUP B49J21005500002

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

MANDATARIA



MANDANTI



DOTT. GEOL. GIOVANNI MANCINI
DOTT. ARCHEOL. LUCA FORNARI
DOTT. AGR. EMILIANO POMPEI

RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO
Arch. Cinzia Napolitano

RESPONSABILE DELLE
INTEGRAZIONI
SPECIALISTICHE
Ing. Stefano Luca Possati

PROGETTISTA: ING. STEFANO LUCA POSSATI

TITOLO DELL'ELABORATO

STUDIO DEL TRAFFICO

Analisi trasportistica

CODICE ELABORATO

15347-PFTE-01-RIL-RTP-001

REV.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	08/11/2024	Seconda emissione	Systematica SRL	API	SPO
00	11/10/2024	Prima emissione	Systematica SRL	API	SPO

scala	commessa	fase	disciplina	tipo	seq.
-	15347	PFTE	RIL	RTP	001

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	BRIDGE CONSULTING DSD	 EN.AR. Conti srl Engineering & Architecture	<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i> <i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i> <i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 1

Sommario

1. Premessa	3
2. Inquadramento territoriale	4
3. APPROCCIO METODOLOGICO	5
4. Campagna di indagine	7
4.1. Rete locale.....	7
4.1.1 Risultanze della campagna di rilievi sulla rete locale	8
4.2. Rete autostradale.....	11
5. Analisi modellistica a scala locale.....	13
5.1. Il software di simulazione	13
5.2. Definizione della subarea.....	14
5.3. Stato Attuale (SA).....	15
5.3.1 Modello di offerta.....	15
5.3.2 Zonizzazione.....	18
5.3.3 Modello di domanda.....	19
5.3.4 Calibrazione	19
5.3.5 Risultanze.....	21
5.4. Scenario di riferimento (SR)	24
5.4.1 Risultanze.....	25
5.4.2 Comparativa risultanze scenario di riferimento – stato attuale.....	29
5.5. Scenario di progetto 1 (SP1).....	30
5.5.1 Risultanze.....	31
5.5.2 Comparativa risultanze scenario di progetto 1 – scenario di riferimento.....	34
5.6. Scenario di progetto 2 (SP2).....	36
5.6.1 Risultanze.....	37
5.6.2 Comparativa risultanze scenario di progetto 2 – stato attuale	41
6. Livelli di Servizio – HCM 2016.....	43
6.1. Metodologie di calcolo LOS HCM 2016.....	45
6.1.1 Strade ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia.....	46
6.1.2 Rotatorie	48
6.2. Livelli di servizio – stato attuale (SA).....	49

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>		
				<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
				<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
				<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 2

6.2.1	Rotatoria NORD	50
6.3.	Livelli di servizio – scenario di riferimento (SR)	50
6.3.1	Rotatoria NORD	50
6.4.	Livelli di servizio – scenario di progetto 1 (SP1)	51
6.4.1	Bretella di collegamento	51
6.4.2	Rotatoria NORD	52
6.4.3	Rotatoria SUD	52
6.5.	Livelli di servizio – scenario di progetto 2 (SP2)	53
6.5.1	Bretella di collegamento	53
6.5.2	Rotatoria NORD	54
6.5.3	Rotatoria SUD	54
7.	Conclusioni	55

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

1. PREMESSA

Il presente documento descrive nel dettaglio la metodologia e le analisi effettuate per la predisposizione dello studio di impatto viabilistico e verifica di compatibilità trasportistica dell'intervento previsto a migliorare l'accessibilità tramite la realizzazione della Bretella di collegamento Lungotenna – Porto S. Elpidio dalla località San Marco nel comune di Fermo allo svincolo dell'autostrada A14 Porto S. Elpidio (FM).

Lo studio trasportistico rappresenta un elemento determinante nella definizione di soluzioni progettuali, testando attraverso l'interrogazione di modelli di simulazione del traffico veicolare l'effetto ottenuto in termini di indicatori di congestione e livello di servizio.

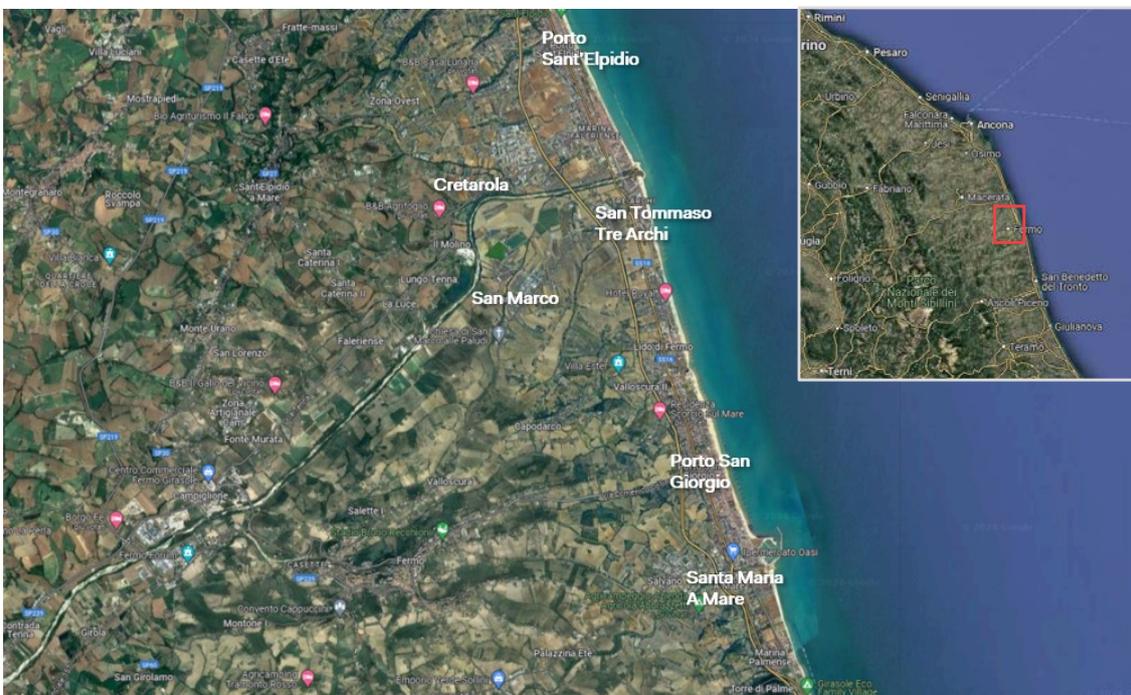


Figura 1 Inquadramento territoriale

Nei successivi capitoli sono riportati l'inquadramento territoriale del progetto, una sintesi della metodologia utilizzata, le campagne di indagine e raccolta dati effettuate, una descrizione dei software di simulazione del traffico utilizzati, ed infine le analisi dettagliate sullo scenario attuale e di progetto.

Mandataria:	Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 BRIDGE CONSULTING DSD	 EN.AR. Conti s.r.l. ENgineering & ARchitecture	Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di macro-simulazione a scala locale proposta è limitata dalle località di Marina Faleriense nel comune di Porto S. Elpidio, Santa Maria a Mare (Porto San Giorgio) e San Marco (Fermo). Le principali viabilità per il presente studio sono l'autostrada A14 e la SS16, entrambe parallele alla linea di costa.

L'estensione così definita serve a rappresentare lo stato attuale e permette di focalizzare le valutazioni in modo preciso sugli effetti della realizzazione della bretella di collegamento in progetto.



Figura 2 Inquadramento progettuale - in rosso il tracciato della bretella di collegamento

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 BRIDGE CONSULTING DSD	 EN.AR. Conti s.r.l. Engineering & Architecture	<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 5

3. APPROCCIO METODOLOGICO

L'approccio metodologico adottato si fonda sull'analisi di tutte le componenti di mobilità, partendo dalla definizione di un'area di studio tale da comprendere tutte le dinamiche interessate, unitamente agli itinerari alternativi alla tratta stradale in oggetto.

Il primo passo per la predisposizione dello studio di traffico è stato la definizione di un quadro diagnostico focalizzato sull'area di studio volto a comprendere la componente infrastrutturale e la domanda di mobilità. A questo scopo sono state prese come base di partenza le risultanze di un modello di traffico veicolare elaborato per l'intera Regione Marche, ricevuto da parte dell'amministrazione pubblica. Le risultanze del **modello ad area vasta** presentano assegnazioni di **traffico veicolare giornaliero** per i seguenti scenari:

- Stato Attuale (2019)
- Scenario di Riferimento (2032)
- Scenario di Progetto (2032)

Tale informazione di input serve per l'implementazione e calibrazione di un modello di simulazione di traffico veicolare dell'area di studio.

Questo strumento, costruito nell'ambito del **software VISUM (PTV Group)**, consente una rappresentazione accurata e precisa delle condizioni del sistema dei trasporti, sia a livello di offerta (rete) sia di domanda (flussi veicolari) dell'ambito di intervento.

Nel modello di traffico la rete stradale è stata riprodotta secondo la tipologia di un grafo orientato nel quale gli archi rappresentano i tronchi stradali omogenei mentre i nodi delle discontinuità geometrico/funzionali degli archi o le intersezioni. Ogni arco è stato caratterizzato in termini di gerarchia, velocità di percorrenza a flusso libero e capacità, fattori che consentono di ricostruire le caratteristiche della circolazione in termini di tempi di percorrenza, scelte del percorso e grado di congestione.

L'intero ambito di studio è stato suddiviso in zone di analisi di traffico (TAZs, Traffic Analysis Zones), ciascuna rappresentante un nucleo omogeneo di potenziale generazione e attrazione di traffico, con dimensioni e aree di influenza variabili a seconda della gerarchizzazione (zona interna o zona di cordone/confine, queste ultime rappresentanti l'aggregazione di tutte le relazioni che l'area vasta ha

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 6

con l'esterno). La zonizzazione, è la base per la predisposizione delle zone di origine e le destinazioni dei flussi di traffico che utilizzano la rete di traffico.

Dalle risultanze del modello regionale ad area vasta (rete e dati di assegnazione), è stata estratta una sub-area di simulazione comprendente le località di San Marco, Porto Sant'Elpidio, Porto San Giorgio e Santa Maria A Mare, di seguito "**il modello a scala locale**", per garantire una corretta calibrazione dei flussi veicolari dello stato attuale e un'adeguata valutazione dell'impatto della nuova bretella di collegamento sulla componente di traffico.

Attraverso l'utilizzo dei dati disponibili e l'integrazione dei dati ricavati dall'esecuzione di indagini di traffico *in situ*, è stato possibile ricostruire l'attuale domanda di mobilità veicolare che insiste nell'area di studio. I dati di traffico rilevati sono stati implementati per la fase di calibrazione del modello a scala locale, nella quale è stata effettuata la stima della matrice di domanda di mobilità con lo scopo di riprodurre fedelmente quelle che attualmente sono le dinamiche di mobilità nell'area di studio.

La bontà della calibrazione del modello dello stato attuale è stata espressa attraverso indicatori statistici tipici della modellizzazione macroscopica del traffico (R^2 , RMSE). Il modello, una volta calibrato, è diventato una rappresentazione precisa dello stato attuale ed è stato utilizzato come base per la simulazione degli scenari futuri.

Gli **scenari di simulazione** sono stati definiti da indirizzo programmatico per la ricostruzione del quadro infrastrutturale e di domanda di riferimento. In questo caso, sono state utilizzate le risultanze del modello di traffico ricevute con i diversi orizzonti temporali per poter definire la proiezione della domanda nelle simulazioni. Nello specifico, sono stati simulati i seguenti scenari:

- Scenario Stato Attuale (2024)
- Scenario di Riferimento (2032)
- Scenario di Progetto 1 (2032, con bretella di collegamento)
- Scenario di Progetto 2 (domanda attuale, assetto infrastrutturale di progetto)

Tutti gli scenari simulati sono stati oggetto di confronto e analisi delle risultanze in termini di indicatori trasportistici.

In aggiunta, per la tratta di progetto e le interconnessioni alla rete viabilistica attuale è stato definito il Livello di Servizio (LOS) secondo i dettami dell'Highway Capacity Manual 2016 – HCM 2016 in ogni scenario, sulla base delle risultanze del modello macroscopico a scala locale.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

4. CAMPAGNA DI INDAGINE

È stata condotta una campagna di indagine sul traffico in loco per analizzare le condizioni attuali del traffico e quantificare l'entità dei flussi veicolari in determinate sezioni della rete. Queste informazioni sono essenziali per impostare e calibrare la subarea estratta dal modello di traffico regionale allineandone la domanda di mobilità privata motorizzata ad uno scenario rappresentativo dello Stato Attuale aggiornato al 2024.

4.1. Rete locale

Sono stati effettuati rilievi di traffico in corrispondenza di 6 sezioni stradali nell'area di studio: la Figura 3 evidenzia i punti di conteggio dei flussi veicolari identificati sulla rete; le coordinate geografiche delle sezioni rilevate sono elencate in Tabella 1.



Figura 3 Localizzazione rilievi di traffico nell'area di studio

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
			
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 8

Sezione	Strada	Coordinate geografiche
SEZ_26	SS16 Adriatica	43.228517, 13.775948
SEZ_27	SP224	43.225134, 13.769416
SEZ_28	Strada Lungotenna	43.216027, 13.745305
SEZ_32	SP28 - Str. Faleriense	43.231504, 13.743946
SEZ_94	Raccordo svincolo Porto Sant'Elpidio	43.233106, 13.766805
SEZ_95	Via S. Marco	43.205504, 13.745199

Tabella 1 Sezioni stradali rilevate

I rilievi sono stati effettuati in modalità automatica nei giorni di martedì 25 giugno 2024, giovedì 27 giugno 2024 e venerdì 28 giugno 2024 e hanno restituito i flussi di veicoli nelle 24 ore delle giornate indicate, registrati per entrambe le direzioni e aggregati per quarto d'ora, nonché differenziati per tipologia veicolare come segue:

- Car - autovetture
- Motorbike – cicli e motocicli
- Truck - veicoli commerciali pesanti
- Bus
- Night car (veicoli non categorizzati poiché transitati in condizioni di bassa visibilità, ad esempio di notte)

4.1.1 Risultanze della campagna di rilievi sulla rete locale

Il flusso di traffico giornaliero in tutte le località mostra picchi costanti durante la mattina (intorno alle 08:00) e la sera (dopo le 17:00). I conteggi sono stati rielaborati calcolando i flussi in veicoli equivalenti, applicando i seguenti parametri di conversione:

- Car: 1
- Motorbike: 0,33
- Truck: 2,5
- Bus: 4
- Night car: 1

Come mostrato nel grafico in Figura 4, le sezioni SEZ_26 e SEZ_94 registrano i volumi più alti, superando i 1.200 veicoli la sera. Le SEZ_27 e SEZ_32 presentano picchi più moderati, tra i 900 e i 1.100 veicoli, mentre le SEZ_28 e SEZ_95 hanno volumi di traffico più bassi, con picchi inferiori ai

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

350 veicoli. Questi dati evidenziano il tipico modello delle ore di punta in tutte le località, con intensità di traffico variabili.

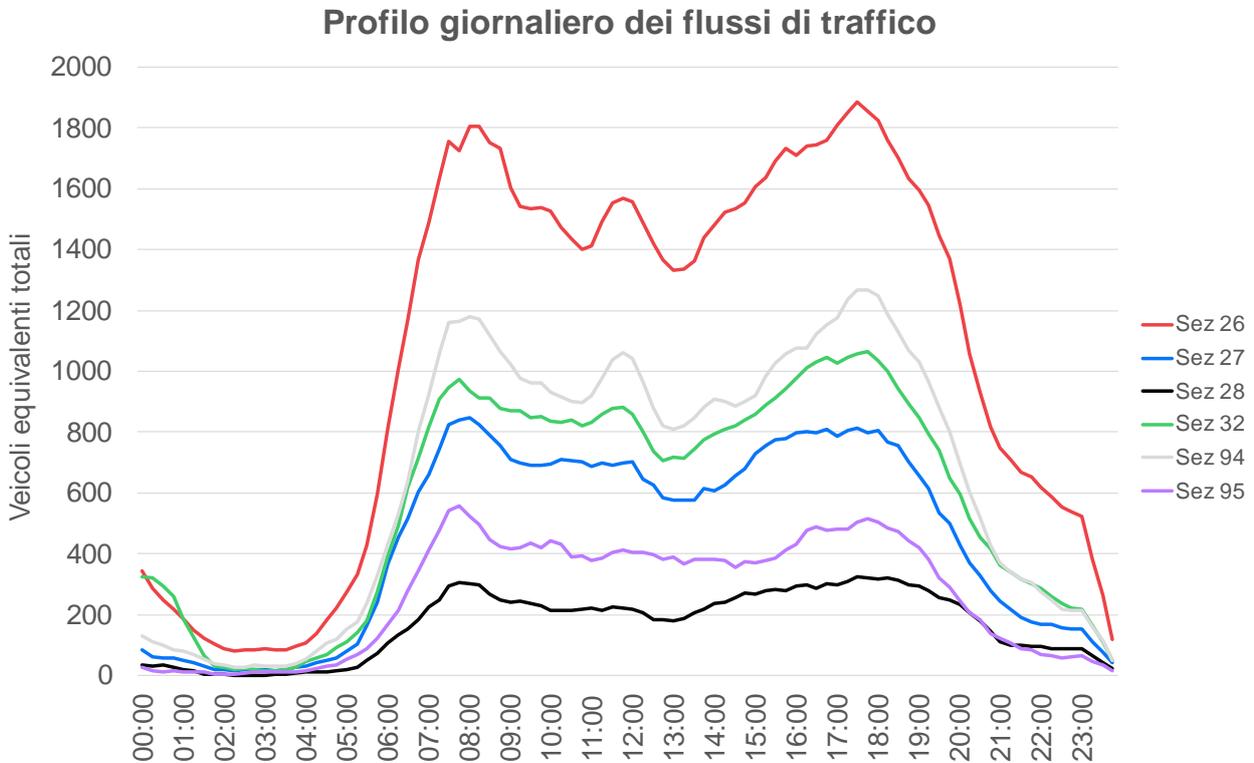
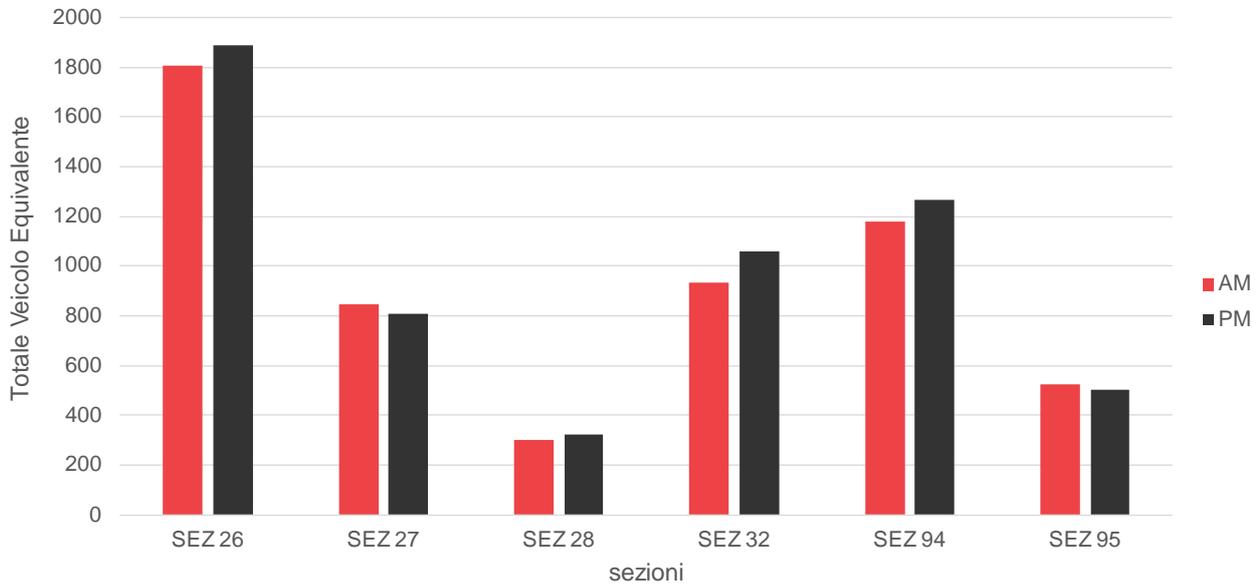


Figura 4 Profilo giornaliero dei flussi di traffico nelle sezioni rilevate

I profili giornalieri evidenziano l'esistenza di un'ora di picco mattutino **tra le 8:00 e le 9:00** e di un'ora di picco serale, individuata **tra le 17:30 e le 18:30**. I grafici in Figura 5 mettono a confronto i due picchi per sezione e in seguito complessivamente: i totali cumulativi mostrano un flusso complessivo leggermente superiore durante l'ora di punta serale (5.850 veicoli eq.) rispetto a quella del mattino (5.591 veicoli eq.), indicando un traffico maggiore durante l'ora di punta serale in tutte le sezioni.

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>		
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
				<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
				<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

Flussi di Traffico nelle ore di punta [eq. veic/h]



Flusso di Traffico ora di punta mattutina vs serale

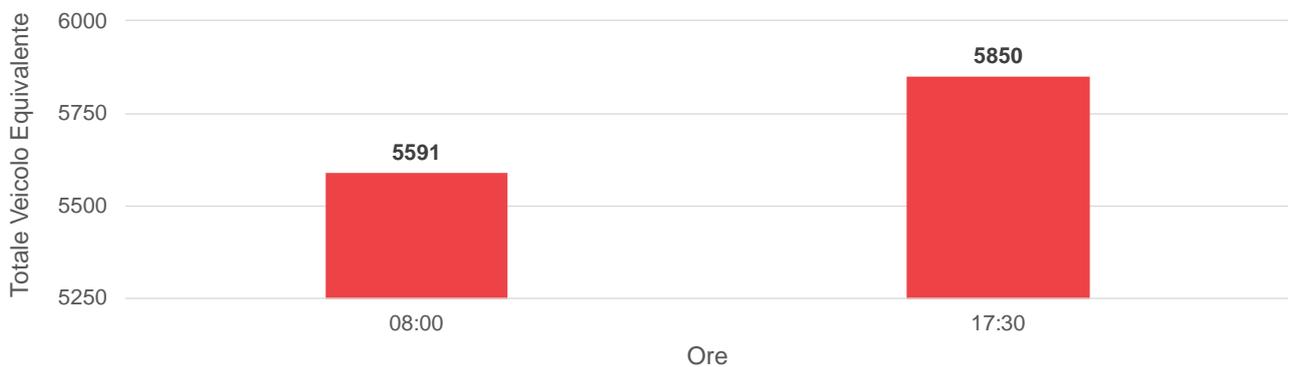


Figura 5 Flussi di traffico nelle ore di punta

Analizzando nel dettaglio i dati sulla distribuzione dei veicoli in termini assoluti, si evince che le auto dominano nettamente il traffico complessivo, rappresentando l'88-90% del totale dei veicoli durante tutto il giorno, comprese le ore di punta. Le moto, pur essendo il secondo veicolo più comune, rappresentano solo il 7-10%, con un leggero aumento nelle ore mattutine. I camion e gli autobus rimangono minimi, variando dallo 0 al 3%, mentre i veicoli non categorizzati sono quasi inesistenti.

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

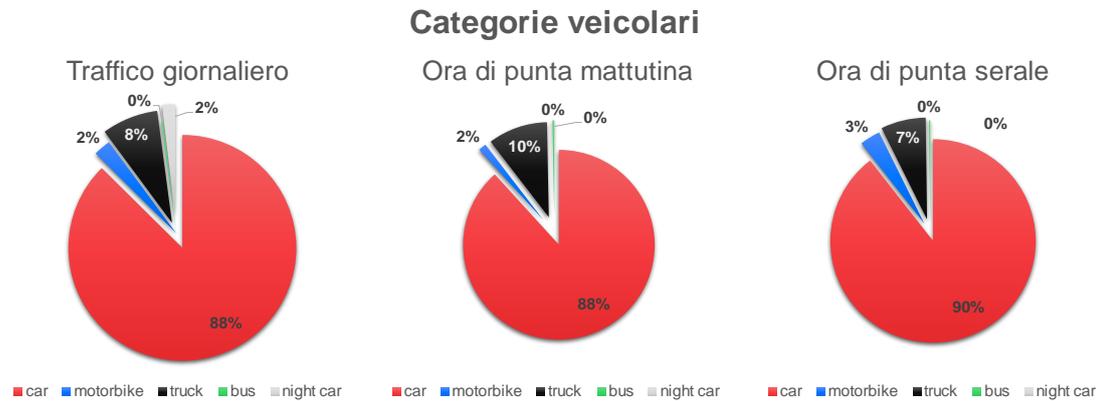


Figura 6 Composizioni veicolari dei flussi conteggiati

4.2. Rete autostradale

Siccome nell'area di studio è compreso un tratto dell'Autostrada Adriatica A14, sono stati acquistati da Autostrade per l'Italia i dati di flusso lungo il tratto compreso nell'area, nonché i dati di entrate e uscite dalle stazioni autostradali di Porto Sant'Elpidio e Fermo – Porto San Giorgio, nell'ottica di arricchire i dati di flusso veicolare raccolti mediante i rilievi sulla rete locale per la calibrazione dello strumento di modellazione allo stato attuale. I dati sono stati forniti come media su base mensile per marzo e luglio 2023 e per quanto riguarda il tratto autostradale in questione, il dato disponibile presenta un livello di sintesi giornaliera mentre per i caselli i flussi sono dettagliati su base oraria. Comparando per simile stagionalità con i conteggi sulla rete locale i profili giornalieri medi di ingressi ed uscite dalle stazioni autostradali monitorate nel luglio 2024, si nota che:

- per gli ingressi, verso l'autostrada, l'ora di punta giornaliera si riscontra nella fascia mattutina tra le 8 e le 9, con picchi di 650 veq/h per il casello di Porto Sant'Elpidio e di 520 veq/h per il casello di Fermo;
- per le uscite, dall'autostrada, l'ora di punta giornaliera si registra invece nella fascia serale tra le 18 e le 19, con picchi di 640 veq/h per il casello di Porto Sant'Elpidio e di 500 veq/h per il casello di Fermo.

La Figura 7 mostra la localizzazione dei tratti autostradali presenti nel modello a scala locale.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

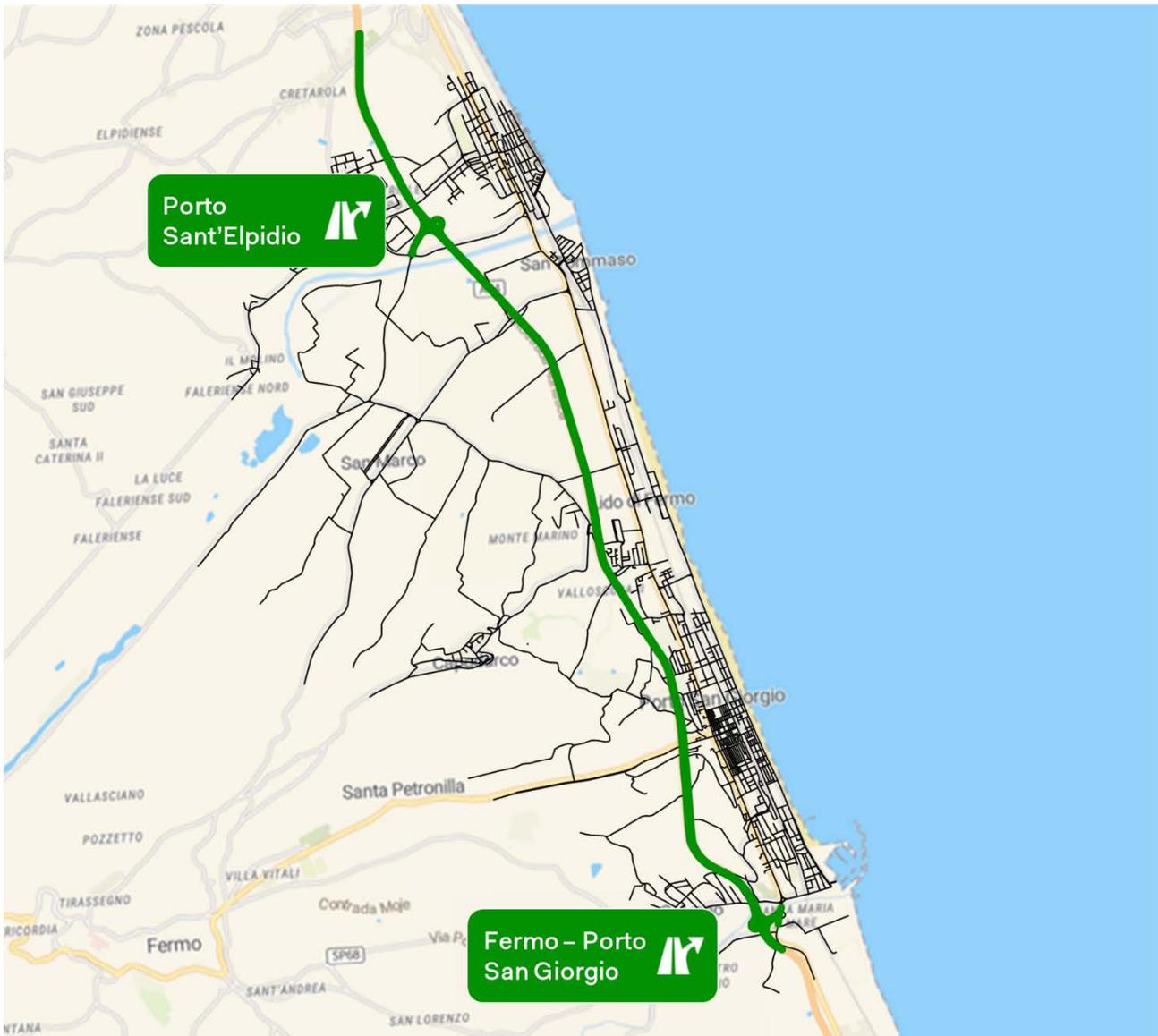


Figura 7 Tratte e caselli autostradali nel modello a scala locale

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
 3TI 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 BRIDGE CONSULTING DSD		 EN.AR. Conti s.r.l. ENgineering & ARchitecture
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
		<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>	

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 13

5. ANALISI MODELLISTICA A SCALA LOCALE

5.1. Il software di simulazione

Lo strumento di simulazione utilizzato in questo studio, è un modello macroscopico statico multimodale costruito tramite il software **PTV Visum**.

PTV Visum è un software per la pianificazione dei trasporti, modellizzazione della domanda e gestione delle reti. Il modello di assegnazione della domanda di trasporto alla rete consente agli specialisti la scelta tra una serie di algoritmi al fine di rendere i risultati più rispondenti rispetto al livello di definizione e alle caratteristiche del caso trattato e dei dati disponibili. Progettato per un'analisi multimodale, PTV Visum integra in un unico modello di rete tutti i principali sistemi di trasporto (auto come conducente, auto come passeggero, mezzi pesanti, autobus, tram, treno, pedoni, ciclisti, ecc.).

Il software può gestire un numero illimitato di archi e di nodi, caratteristica molto importante soprattutto quando si intende impiegare come base per la ricostruzione del grafo di rete l'importazione di DB da *map provider* che, come è noto, si caratterizzano per un livello di rappresentazione estremamente dettagliata.

Una delle caratteristiche più interessanti di PTV Visum è la possibilità di unire dati specifici del modello di traffico e dati GIS in un unico database comune con una molteplicità di *layer* che includono: zone di analisi del traffico e aree amministrative; reti di trasporto inclusive di connessioni, assi stradali, manovre di svolta alle intersezioni e percorsi del trasporto pubblico, attributi definiti dall'utente, classi di oggetti definiti dall'utente e sfondi grafici. PTV Visum è in grado di creare complesse rappresentazioni grafiche e mappe tematiche, senza l'uso addizionale di ulteriori software GIS per la post-elaborazione e presentazione dei risultati.

In PTV Visum è anche possibile visualizzare mappe *"live" in streaming* o immagini da satellite come sfondi grafici a supporto dei dati del modello. È sufficiente una connessione internet e una valida impostazione di proiezione per la rete.

Oltre ai *provider* predefiniti OpenStreetMap e Microsoft Bing Maps, è possibile configurare altri *provider* (es. *rendering* di OpenStreetMap alternativi o servizi WMS) attraverso i rispettivi modelli di URL contenenti i parametri per il rendering come gli estremi di mappa e il livello di zoom.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

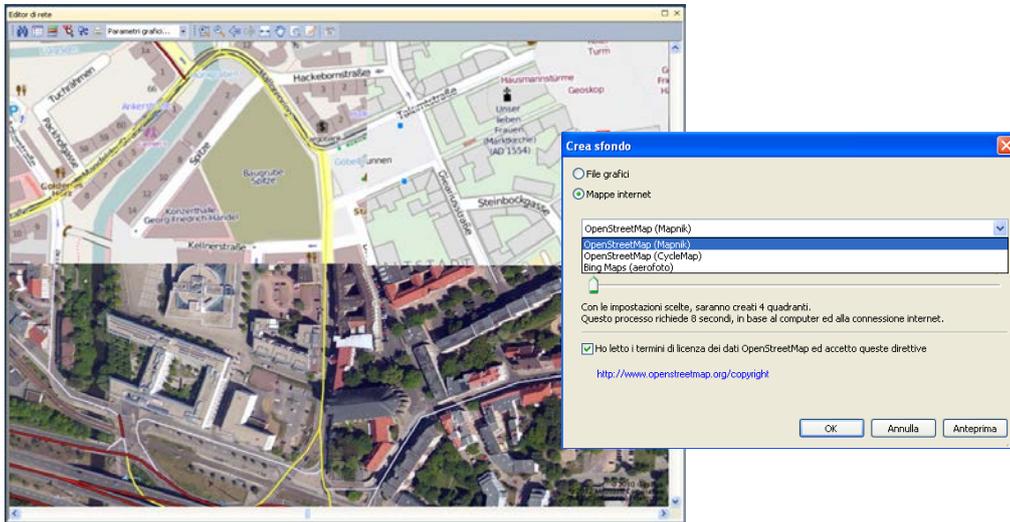


Figura 8. Esempio di gestione degli sfondi da Internet

5.2. Definizione della subarea

Dal modello dell'intera rete regionale è stata estratta una subarea (evidenziata in Figura 9) che comprende l'area di intervento dove verrà realizzata la nuova bretella di collegamento e verosimilmente la porzione di rete infrastrutturale i cui pattern di traffico verranno significativamente modificati a seguito dell'intervento.

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
			
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	

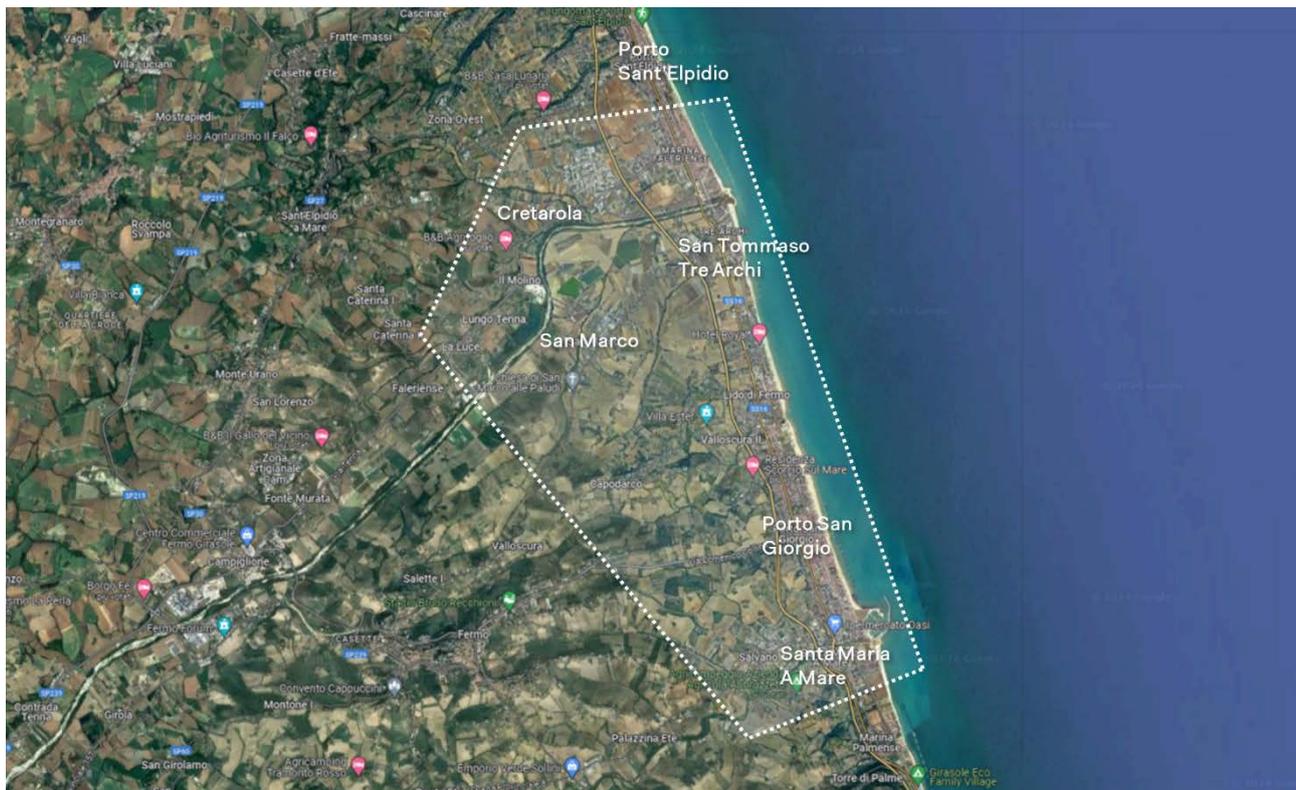


Figura 9 Definizione della subarea

5.3. Stato Attuale (SA)

5.3.1 Modello di offerta

Il sistema di offerta infrastrutturale viene rappresentato da un grafo di rete orientato. Ogni arco costituisce un tronco di strada di caratteristiche geometrico-funzionali omogenee, e i nodi costituiscono le intersezioni o punti di discontinuità fisica e/o geometrico-funzionale tra due archi consecutivi.

La rete estratta come subarea dal modello regionale è composta da oltre 4.600 archi, i quali sono stati classificati a seconda della categoria stradale che rappresentano. In particolare, sono state considerate le seguenti categorie funzionali principali: Autostrade, Strade extraurbane principali, Strade statali, Strade extraurbane secondarie, Strade di Quartiere e Strade Locali.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

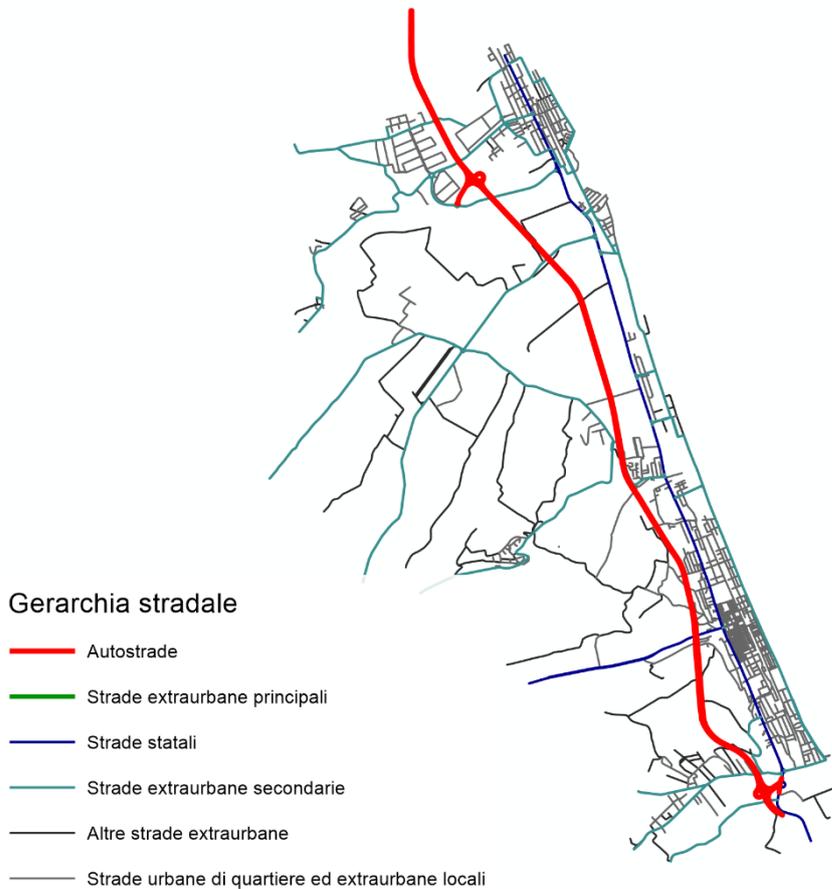


Figura 10 Gerarchia stradale della rete

Inoltre, ogni arco è stato caratterizzato con le seguenti informazioni:

- Classificazione stradale;
- Velocità a flusso libero [km/h], ovvero la velocità alla quale un veicolo percorrerebbe la strada a rete scarica;
- Capacità veicolare oraria [veq/h]. Dipende dalla categoria stradale e dalle condizioni fisiche e geometriche particolari di ogni tratto di strada, nonché da eventuali vincoli imposti dall'interazione dei veicoli con pedoni e ciclisti;

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

- Curve di deflusso, ovvero il legame tra la saturazione di un arco (rapporto volume/capacità, V/C) e il tempo di percorrenza dell'arco stesso. Nel modello sono state utilizzate curve del tipo BPR (Bureau of Public Roads):

$$t_c = t_0 [1 + a(V/C)^b]$$

dove:

t_c , tempo di percorrenza a rete carica con un flusso V ;

t_0 , tempo di percorrenza alla velocità di flusso libero;

V , flusso orario sull'arco;

C , capacità oraria dell'arco;

a, b , parametri dipendenti dalle caratteristiche dell'arco.

I parametri delle curve BPR variano a seconda della categoria stradale e rappresentano il modo in cui la congestione o crescente interazione tra i veicoli influenza la velocità media di deflusso veicolare. L'adeguata caratterizzazione della rete è fondamentale per stimare l'impedenza dei diversi percorsi possibili tra ogni origine e destinazione, in modo che sia possibile quindi ricostruire una rappresentazione realistica dei flussi veicolari sulla rete attraverso il modello di assegnazione.

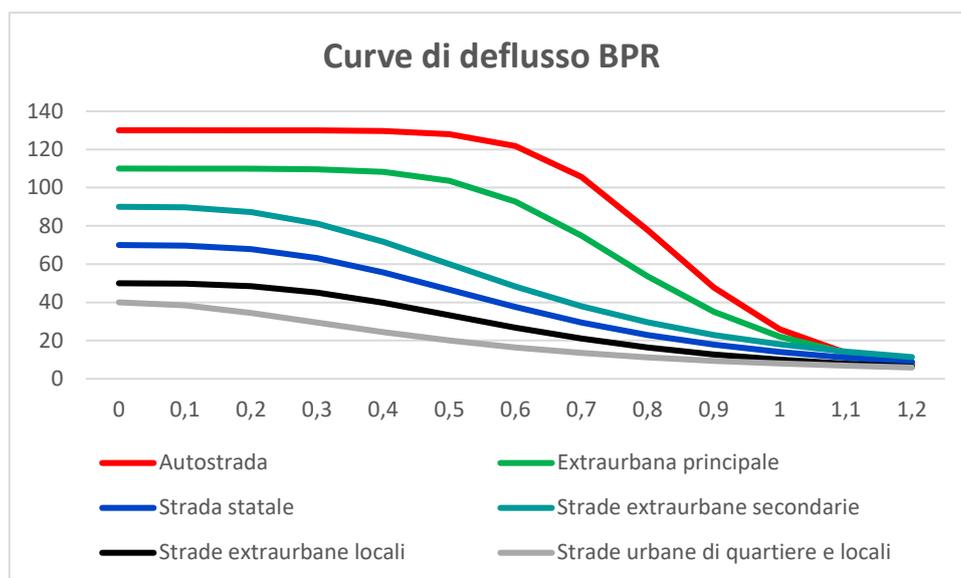


Figura 11 Esempi di curve di deflusso per categoria stradale implementate nel modello

Mandataria:	Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		 ENgineering & ARchitecture	Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

Le curve di deflusso BPR sono state desunte dal modello di traffico regionale, applicando una regressione che minimizzasse lo scarto tra i tempi di percorrenza calcolati su ciascun arco mediante curve pilota (i cui parametri venivano aggiornati iterativamente) e i tempi registrati nell'assegnazione del modello regionale.

5.3.2 Zonizzazione

Il modello della subarea mantiene la logica della zonizzazione su base comunale che presenta il modello regionale: infatti, le zone interne sono rappresentate da centroidi in corrispondenza di ciascun comune all'interno dell'area di studio – Porto Sant'Elpidio e Porto San Giorgio – mentre le zone cordonali sono state identificate in corrispondenza di ciascuna direttrice di accesso all'area oggetto di studio.

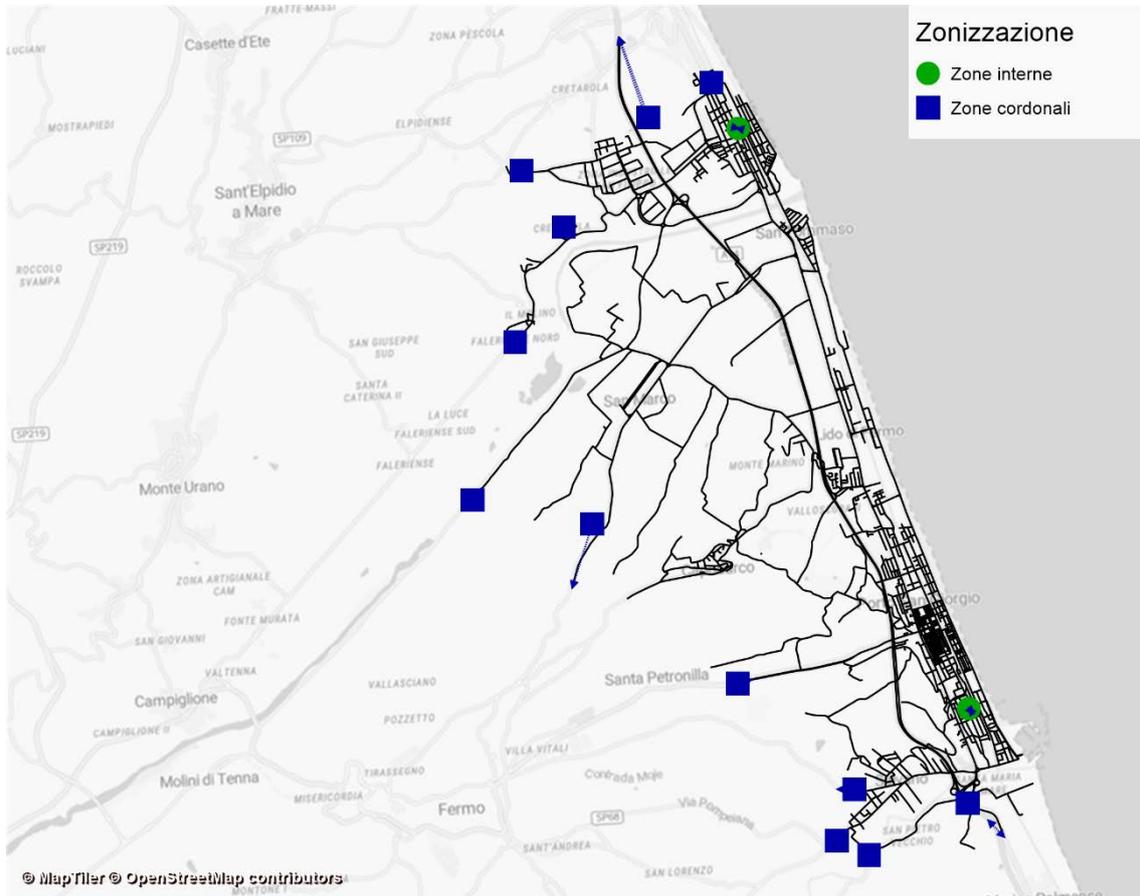


Figura 12 Zonizzazione della subarea

Mandataria:	Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		rev: 01 pag. 19

5.3.3 Modello di domanda

Il sistema di domanda viene rappresentato dalla matrice di spostamenti in veicoli equivalenti relativa alla subarea estratta dal modello regionale. La matrice dello scenario Stato Attuale rappresenta la domanda della fascia di punta della sera compresa tra le 17:30 e le 18:30 ed è stata calibrata tramite apposite indagini di mobilità.

5.3.4 Calibrazione

Attraverso il processo di calibrazione sono stati affinati attributi e le complessive prestazioni del modello di traffico in modo tale che i flussi assegnati riproducessero al meglio i flussi rilevati nell'ambito della campagna d'indagine descritta nel capitolo 4.

Il processo di stima matriciale utilizza come dati di partenza una matrice *prior* che corrisponde alla matrice giornaliera esistente scalata con un fattore di 8,5% per rappresentare indicativamente i flussi dell'ora di punta serale, e i conteggi di traffico raccolti nelle indagini di traffico; il procedimento utilizza inoltre i costi di percorso ottenuti attraverso un'assegnazione preliminare utilizzando la matrice originale.

L'intero processo viene ripetuto iterativamente finché non si raggiunge una situazione di equilibrio o uno specificato numero di iterazioni. Nello specifico, la stima matriciale è stata svolta effettuando la seguente serie di operazioni:

- Inserimento della matrice di base nel modello;
- Svolgimento della fase di assegnazione, usando il metodo iterativo di assegnazione all'equilibrio dell'utente su rete congestionata;
- Inserimento nel modello dei conteggi di traffico delle manovre e definizione di un livello di tolleranza per ciascuna;
- Correzione iterativa della matrice di base in modo che i flussi prodotti dall'assegnazione si adattino al meglio ai flussi rilevati dai conteggi;
- Il processo di implementazione del modello di traffico si conclude con l'assegnazione della matrice di domanda alla rete di trasporto, caricando i volumi di traffico sulla rete.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

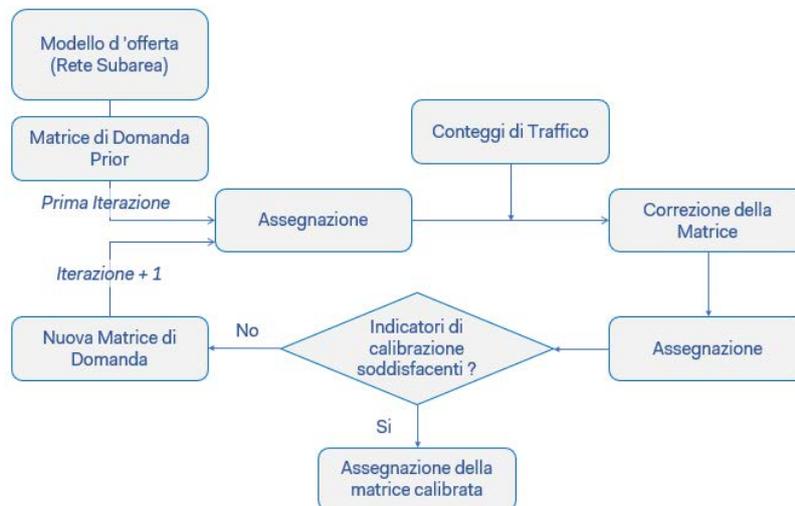


Figura 13 Processo logico della calibrazione

Per la calibrazione dei modelli macroscopici statici, i parametri statistici utilizzati normalmente sono i coefficienti R^2 (coefficiente di determinazione | soglia minima: 0,8) e il RMSE (errore quadratico medio | soglia massima 30%). Questi indicatori statistici indicano la capacità del modello di riprodurre i valori sperimentali osservati.

Per quanto riguarda la calibrazione della matrice di questo scenario sono stati ottenuti i valori seguenti:

- R^2 | coefficiente di determinazione = 0,98
- RMSE | Errore quadratico medio = 6%

Il valore di R^2 prossimo all'unità e il RMSE relativamente contenuto certificano che i flussi simulati tramite l'assegnazione della matrice calibrata sono in linea con il traffico effettivamente rilevato durante la campagna di indagine.

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

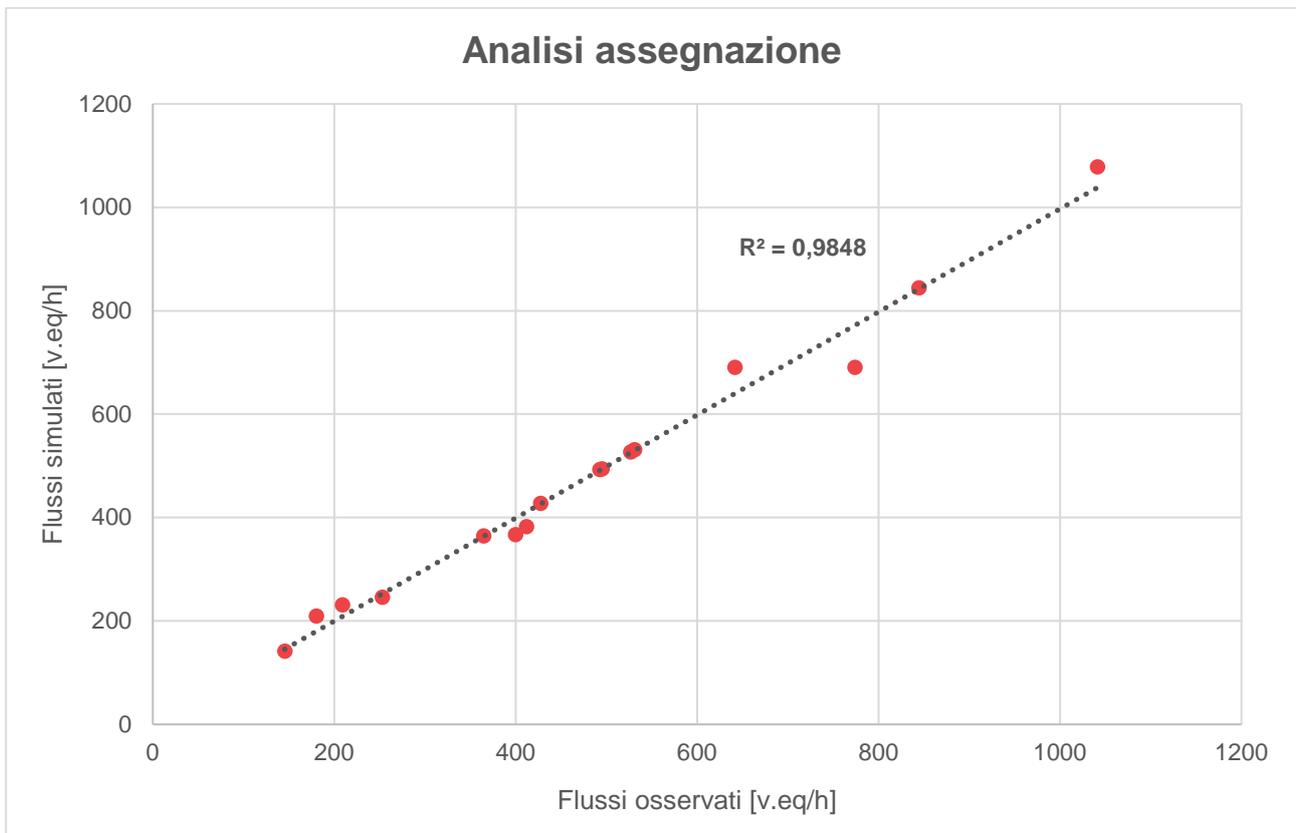


Figura 14 Analisi di assegnazione

5.3.5 Risultanze

Di seguito si presentano gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato ottenuti dalla simulazione, sia per tutta la rete del modello sia per l'area di studio.

Categoria	Percorrenze [veh*km]	Tempo speso [veh*ora]	V media [km/ora]
Autostrada	85.994	1.043	82
Extraurbana principale	-	-	-
Strade statali	15.393	246	63
Extraurbane secondarie	14.355	230	63
Strade urbane di quartiere e locali	1.755	77	23
Altre strade extraurbane	236	4	55
TOTALE	117.682	1.599	
Media (per veicolo)	8,69	0,118	

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

Tabella 2 Indicatori di rete dello stato attuale

Si riportano di seguito il flussogramma di assegnazione in veicoli equivalenti, nonché il diagramma volume/capacità (V/C) che rappresenta i valori di congestione della rete simulata.

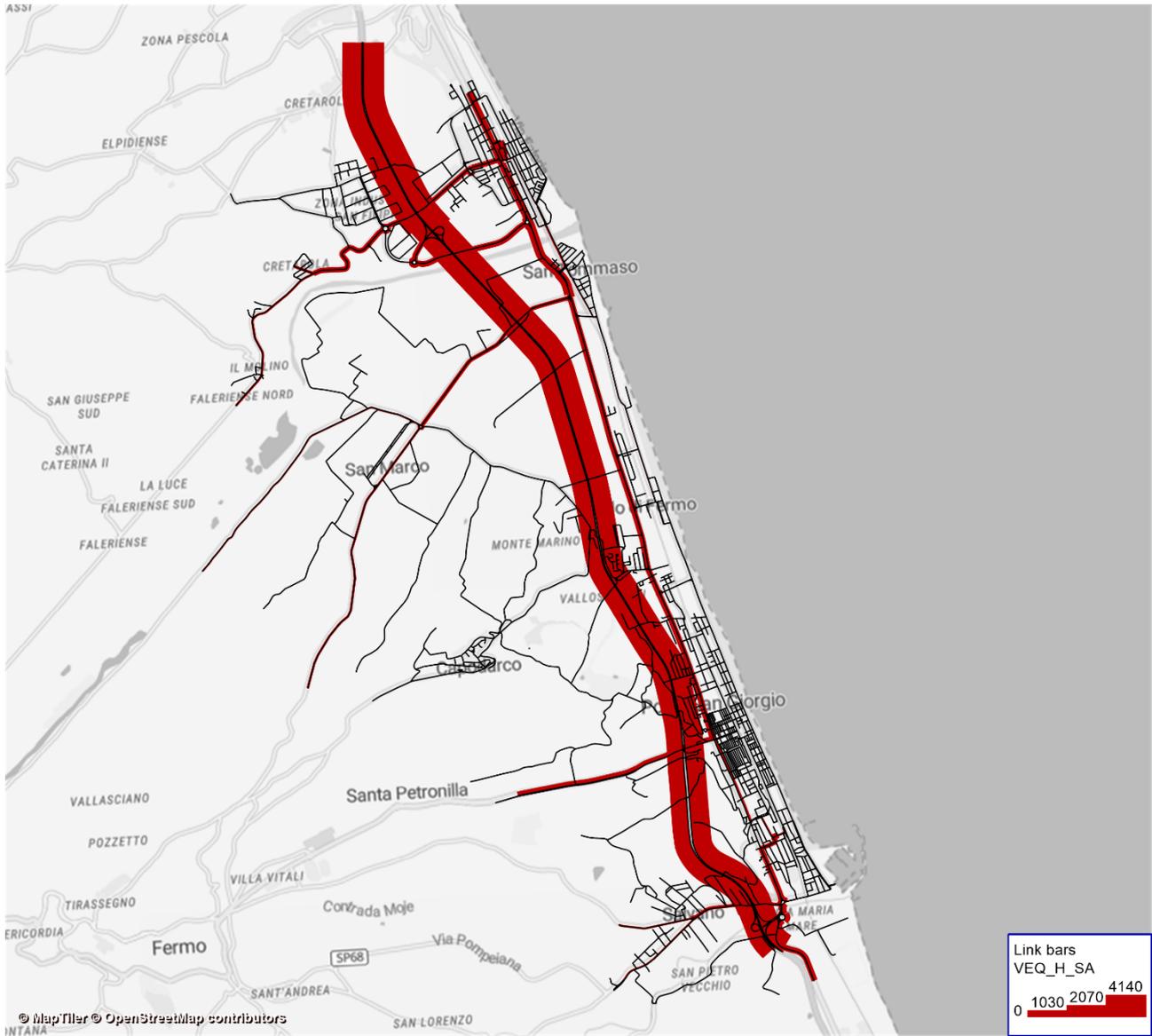


Figura 15 Flussogramma in veicoli equivalenti - stato attuale

Mandataria:	Mandanti:		
3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

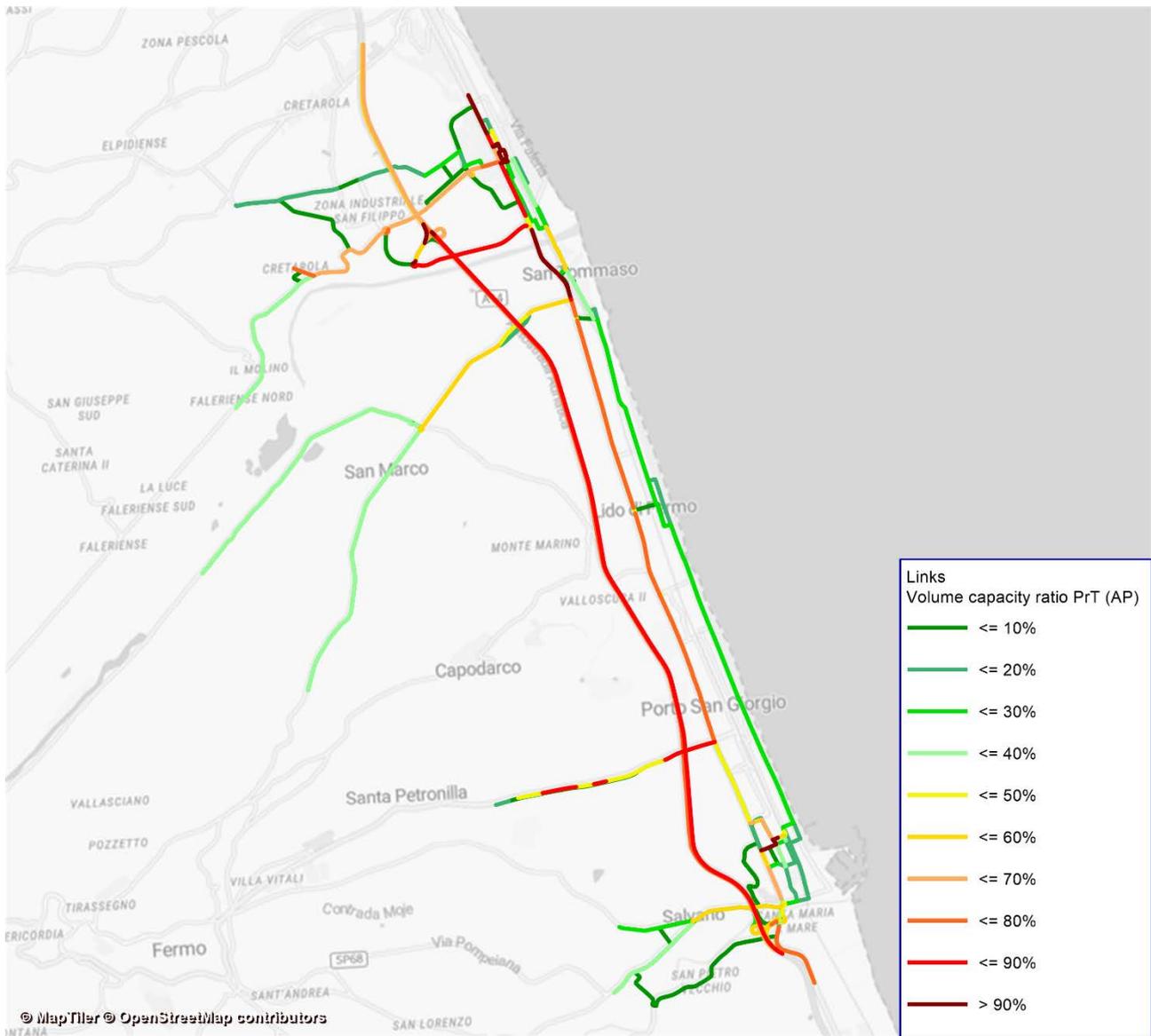


Figura 16 Diagramma flusso/capacità - stato attuale

La situazione del traffico allo stato attuale mostra che i flussi si concentrano sulle principali direttrici che attraversano l'area di studio: in primis la dorsale autostradale, a cui si affiancano i flussi di minore entità presenti sulla SS16 e sulle strade provinciali che collegano l'entroterra alla costa. Le maggiori criticità sono riscontrate sulla A14, che nel tratto tra Porto Sant'Elpidio e Fermo – Porto San Giorgio presenta un elevato livello di saturazione in entrambe le direzioni, così come il tratto di SS16 tra i due centri abitati costieri e come alcuni tratti di viabilità di collegamento tra le stazioni autostradali e i centri limitrofi.

Mandataria:		Mandanti:	
 3TI PROGETTI	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	BRIDGE CONSULTING	
		DSD	
		 EN.AR. Conti s.r.l. ENgineering & ARchitecture	
		Dott. Geol. Giovanni Mancini	
		Dott. Archeol. Luca Fornari	
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	



Figura 17 Flussogramma in veicoli equivalenti - stato attuale - area d'intervento

Osservando più nel dettaglio i flussi assegnati dal modello a scala locale nell'area d'intervento, si nota come nello stato attuale i veicoli nel primo entroterra che si spostano tra sponde opposte del fiume Tenna utilizzino la SS16 in assenza di percorsi alternativi, congestionando di fatto il tratto di collegamento tra le due sponde (vedi Figura 16).

5.4. Scenario di riferimento (SR)

Lo scenario di riferimento in questa analisi intende rappresentare la situazione del traffico in un orizzonte temporale futuro coincidente con l'anno 2032. Più nel dettaglio:

- dal punto di vista dell'**offerta** infrastrutturale figurano tutte le opere previste nel Piano Infrastrutturale 2032 della Regione Marche tranne la nuova bretella di collegamento, che sarà considerata soltanto nello scenario a seguire, al fine di isolarne ed evidenziarne gli effetti e i benefici sulla funzionalità della rete – l'unico intervento che ricade nell'area di studio considerata dal modello a scala locale al netto della bretella di collegamento è l'ampliamento da 2 a 3 corsie per senso di marcia dell'autostrada A14 nel tratto compreso nel modello a scala locale a sud di Porto Sant'Elpidio;

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
		<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>	
		<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>	
		<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>	

- dal punto di vista della **domanda** privata motorizzata da simulare, le relazioni OD descritte dalla matrice dello stato attuale riferita all'area di studio sono state scalate sulla base dei flussi simulati nel modello su scala regionale nell'orizzonte temporale 2032 – nel complesso la domanda nell'area di studio ha subito una flessione del -5%, in tendenza con le proiezioni sviluppate per il modello del Piano Infrastrutturale Marche 2032.

5.4.1 Risultanze

Di seguito si presentano gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato ottenuti dalla simulazione, sia per tutta la rete del modello sia per l'area di studio.

Categoria	Percorrenze [veh*km]	Tempo speso [veh*ora]	V media [km/ora]
Autostrada	98.308	1.055	93
Extraurbana principale	-	-	-
Strade statali	10.004	146	69
Extraurbane secondarie	11.080	169	66
Strade urbane di quartiere e locali	1.093	44	25
Altre strade extraurbane	151	3	52
TOTALE	120.636	1.416	
Media (per veicolo)	9,37	0,110	

Tabella 3 Indicatori di rete dello scenario di riferimento

Si riportano di seguito il flussogramma di assegnazione in veicoli equivalenti, nonché il diagramma volume/capacità (V/C) che rappresenta i valori di congestione della rete simulata.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO

Regione Marche – LOTTO 2
San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)

Studio del Traffico - Analisi trasportistica

Codice documento: 15347 – PFFE-01-RIL-RPT-001



rev: 01

pag. 26

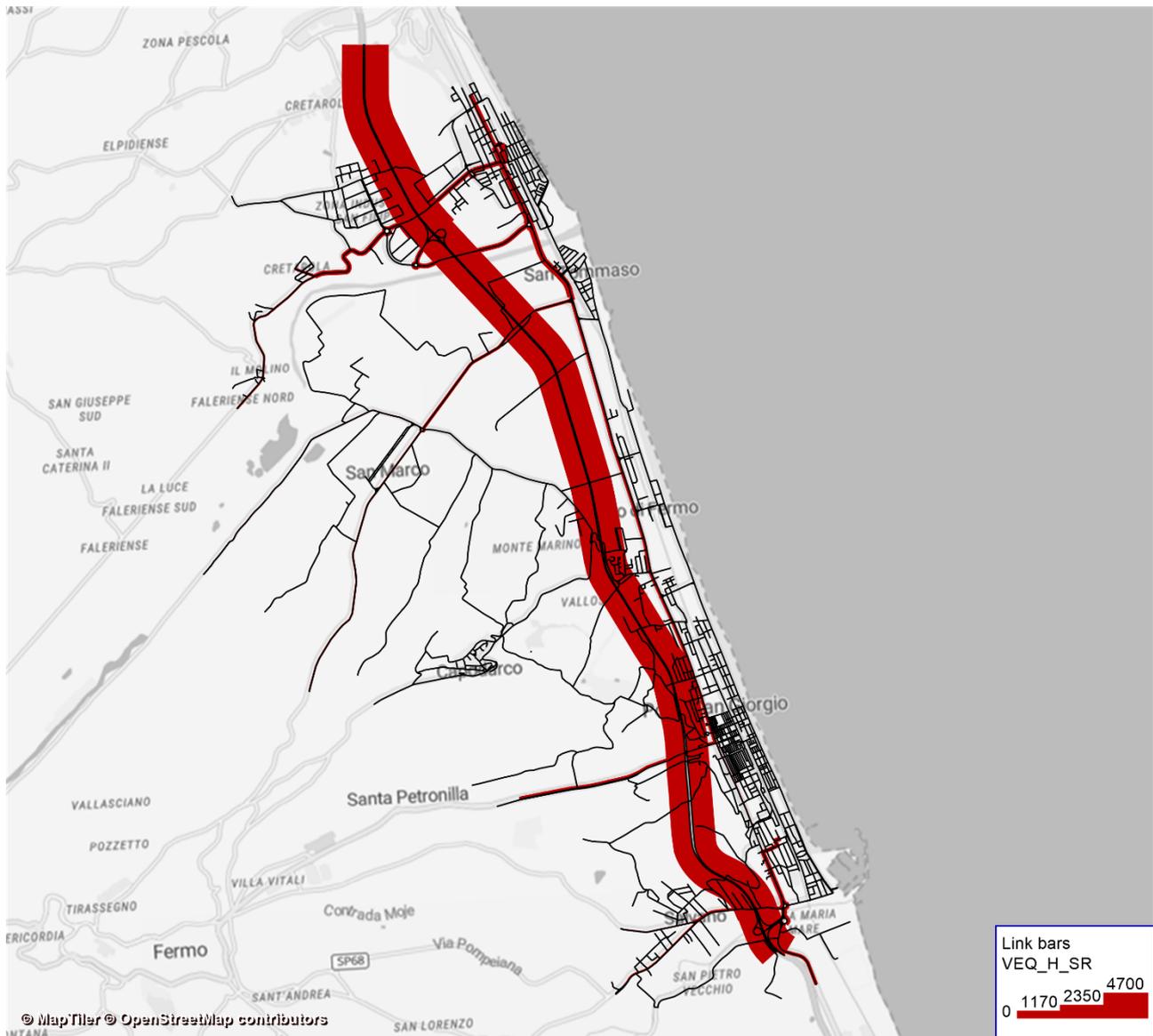


Figura 18 Flussogramma in veicoli equivalenti – scenario di riferimento

Mandataria:	Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	BRIDGE CONSULTING DSD	 EN.AR. Conti s.r.l. ENgineering & ARchitecture	<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

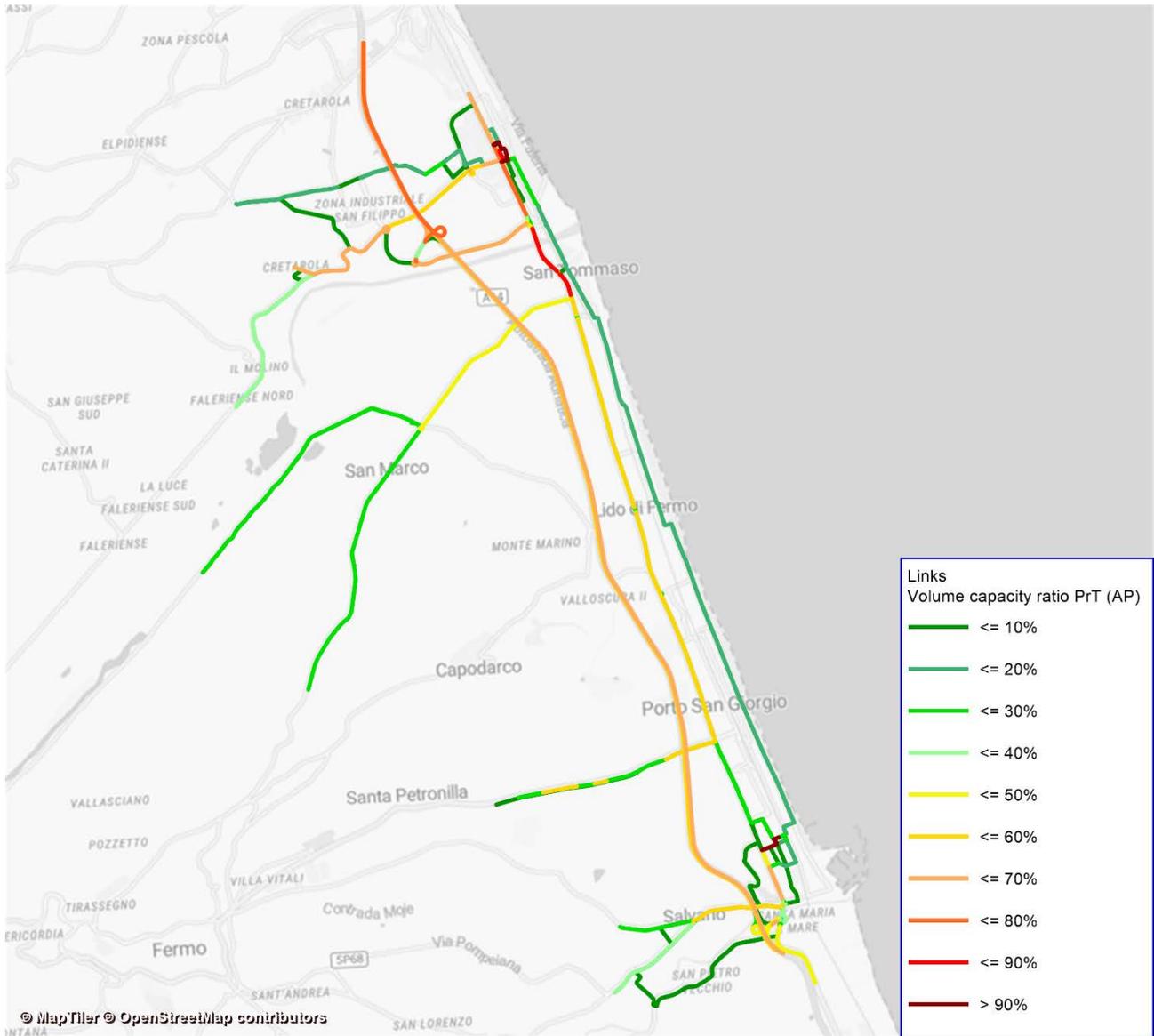


Figura 19 Diagramma flusso/capacità – scenario di riferimento

La situazione del traffico in questo scenario si caratterizza per un netto miglioramento in termini di saturazione dell’infrastruttura lungo la dorsale autostradale: infatti, anche a fronte di un aumento delle percorrenze risultante da una maggiore appetibilità della tratta data la maggiore capacità offerta, il rapporto flusso/capacità si riduce notevolmente rientrando in limiti accettabili sempre grazie al potenziamento infrastrutturale messo in opera. Sebbene anche la viabilità locale e interurbana tragga un generale beneficio da questo intervento in termini di congestione, il tratto di SS16 tra

Mandataria:	Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		 EN.AR. Conti srl ENgineering & ARchitecture	<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

Marina Faleriense e San Tommaso Tre Archi continua a registrare alti valori di saturazione, evidenziando la necessità a livello locale di un percorso alternativo di scavalco del fiume Tenna.



Figura 20 Flussogramma in veicoli equivalenti – scenario di riferimento - area d'intervento

Mandataria:		Mandanti:	
 3TI 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 BRIDGE CONSULTING DSD	 EN.AR. Conti s.r.l. ENgineering & ARchitecture	<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

5.4.2 Comparativa risultanze scenario di riferimento – stato attuale

Si riportano in seguito gli indicatori di rete estratti dagli scenari in questione e i valori di confronto espressi in termini percentuali.

Categoria	Percorrenze [veh*km]			Tempo speso [veh*ora]			V media [km/ora]		
	SA	SR	% Variazione	SA	SR	% Variazione	SA	SR	% Variazione
Autostrade	85.944	98.308	14%	1.043	1.055	1%	82	93	13%
Extraurbane principali	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strade statali	15.393	10.004	-35%	246	146	-41%	63	69	10%
Extraurbane Secondarie	14.355	11.080	-23%	230	169	-26%	63	66	5%
Strade urbane di quartiere e locali	1.755	1.093	-38%	77	44	-43%	23	25	9%
Altre strade extraurbane	236	151	-36%	4	3	-25%	55	52	-5%
TOTALE	117.682	120.636	3%	1.599	1.416	-11%			
Media (per veicolo)	8,69	9,37	8%	0,118	0,110	-1%			

Tabella 4 Confronto tra gli indicatori di rete tra stato attuale e scenario di riferimento

Gli indicatori di rete a confronto in Tabella 4 rimarcano la maggior appetibilità del tratto autostradale nell'area di studio a seguito dell'incremento di capacità; complice anche la flessione di domanda nel nuovo orizzonte temporale, sulle altre categorie stradali si assiste a un decremento delle percorrenze e del tempo speso, a cui consegue una decongestione generale della rete simulata e un aumento delle velocità medie di percorrenza. Risulta evidente anche dal flussogramma di traffico acquisito e distolto in Figura 21 la generale diminuzione del traffico sulla rete locale data dalla flessione della domanda e l'incremento delle percorrenze sul tratto autostradale rispetto allo stato attuale.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

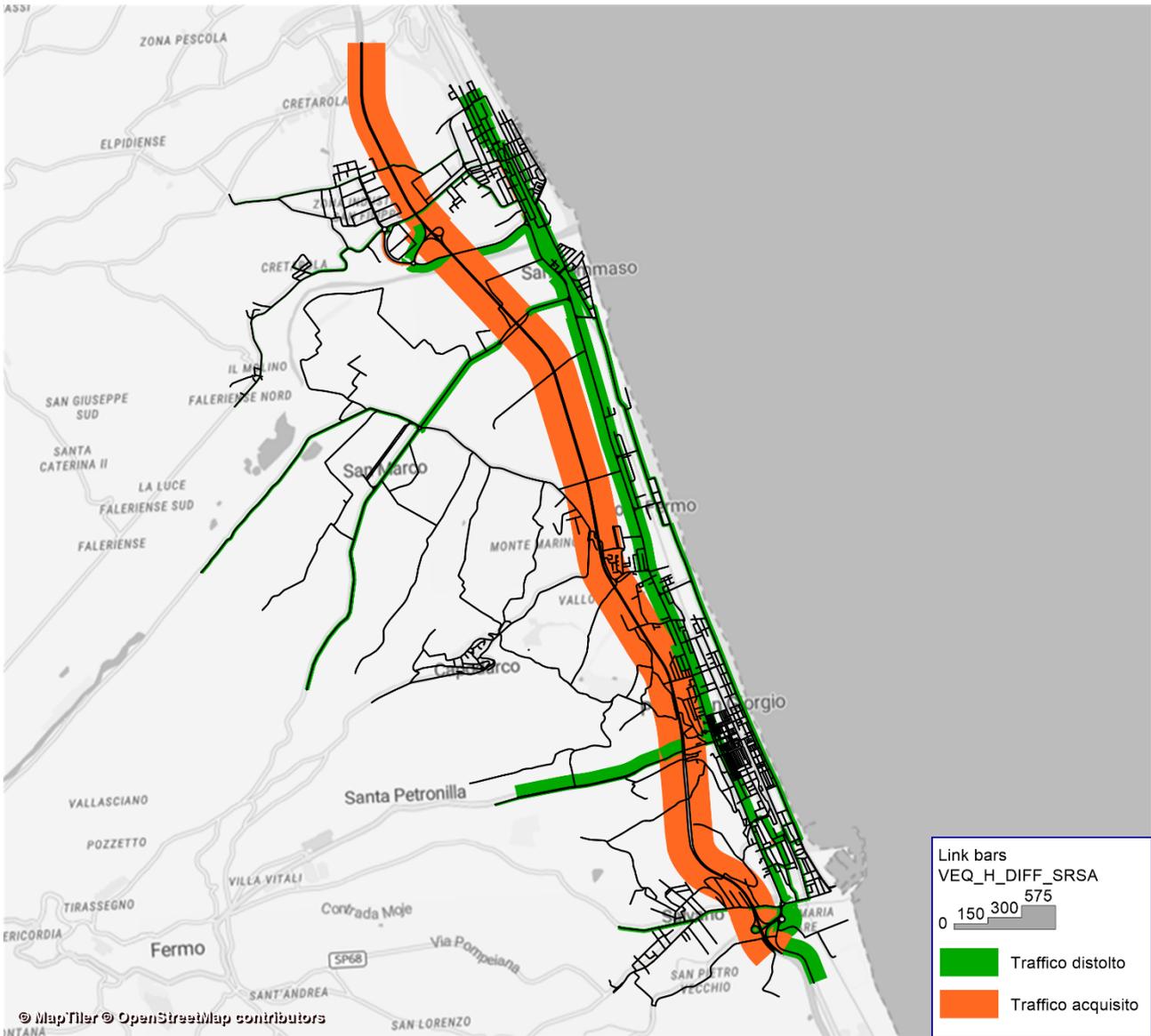


Figura 21 Flussogramma di traffico acquisito/distolto in veicoli equivalenti - scenario di riferimento vs. stato attuale

5.5. Scenario di progetto 1 (SP1)

Lo scenario di progetto descritto in questo paragrafo intende rappresentare la situazione del traffico nello stesso orizzonte temporale del precedente scenario di riferimento con l'aggiunta della nuova bretella di collegamento, oggetto di questo studio del traffico. Più nel dettaglio:

Mandataria:		Mandanti:			
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.					
				 EN.AR. Conti srl Engineering & Architecture	
				Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei	

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 31

- dal punto di vista dell'**offerta** infrastrutturale figurano dunque tutte le opere previste nel Piano Infrastrutturale 2032 della Regione Marche, compresa anche la nuova bretella di collegamento tra lo svincolo autostradale di Porto Sant'Elpidio e la strada SP 204 "Lungotenna";
- dal punto di vista della **domanda** privata motorizzata da simulare, il modello assegna la stessa matrice utilizzata per lo scenario di riferimento, quindi scalata a partire dalla matrice dello stato attuale sui flussi assegnati dal modello regionale nello scenario 2032.

5.5.1 Risultanze

Di seguito si presentano gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato ottenuti dalla simulazione, sia per tutta la rete del modello sia per l'area di studio.

Categoria	Percorrenze [veh*km]	Tempo speso [veh*ora]	V media [km/ora]
Autostrada	98.308	1.055	93
Extraurbana principale	-	-	-
Strade statali	9.444	135	70
Extraurbane secondarie	10.668	164	65
Strade urbane di quartiere e locali	1.162	46	25
Altre strade extraurbane	803	13	62
TOTALE	120.384	1.412	
Media (per veicolo)	9,35	0,110	

Tabella 5 Indicatori di rete dello scenario di progetto 1

Si riportano di seguito il flussogramma di assegnazione in veicoli equivalenti, nonché il diagramma volume/capacità (V/C) che rappresenta i valori di congestione della rete simulata.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO

Regione Marche – LOTTO 2

San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)

Studio del Traffico - Analisi trasportistica

Codice documento: 15347 – PFT-01-RIL-RPT-001



rev: 01

pag. 32

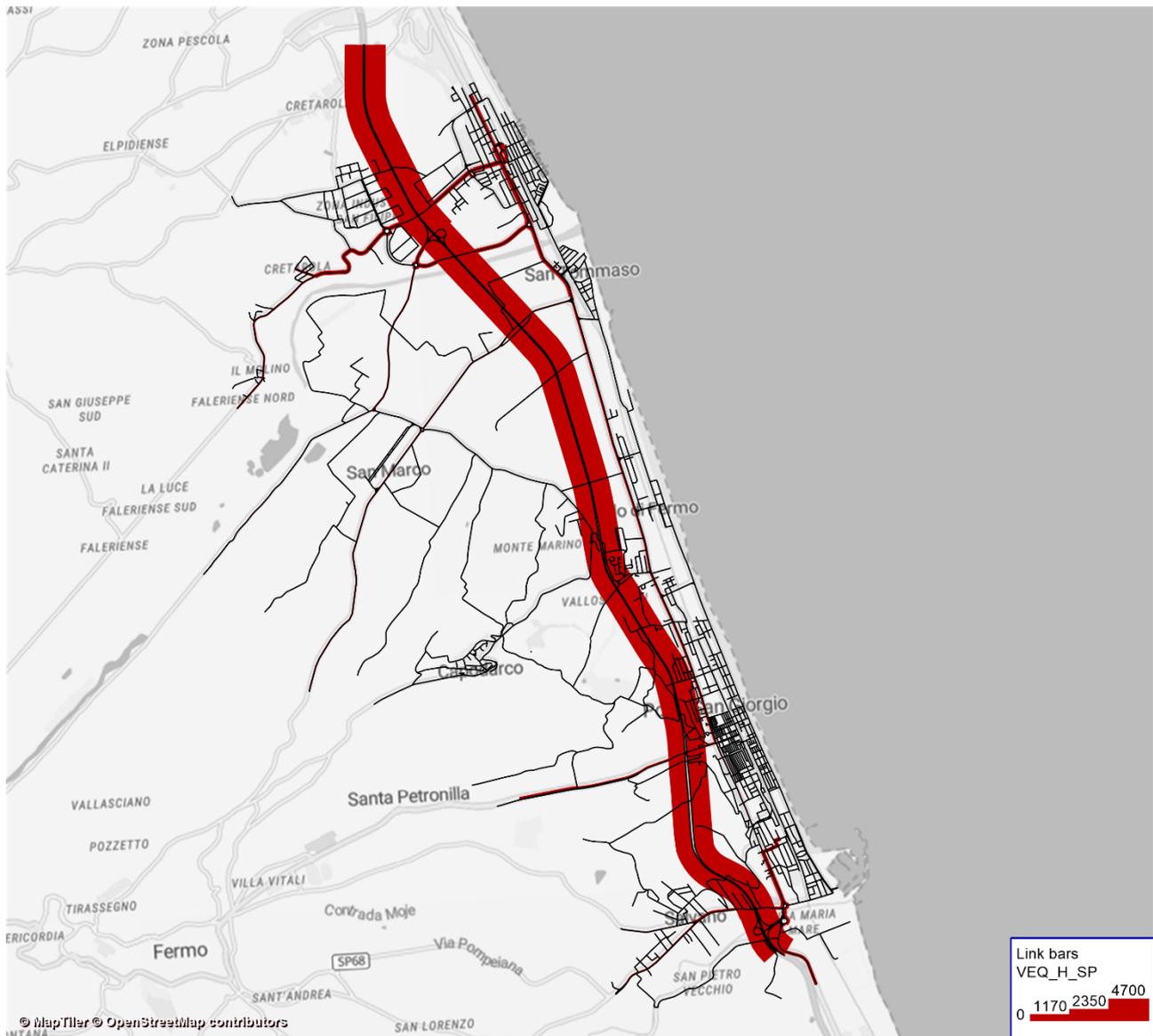


Figura 22 Flussogramma in veicoli equivalenti – scenario di progetto 1

Mandataria:		Mandanti:	
			
			
		Dott. Geol. Giovanni Mancini	
		Dott. Archeol. Luca Fornari	
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIORegione Marche – LOTTO 2
San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)

Studio del Traffico - Analisi trasportistica

Codice documento: 15347 – PFT-01-RIL-RPT-001



rev: 01

pag. 33

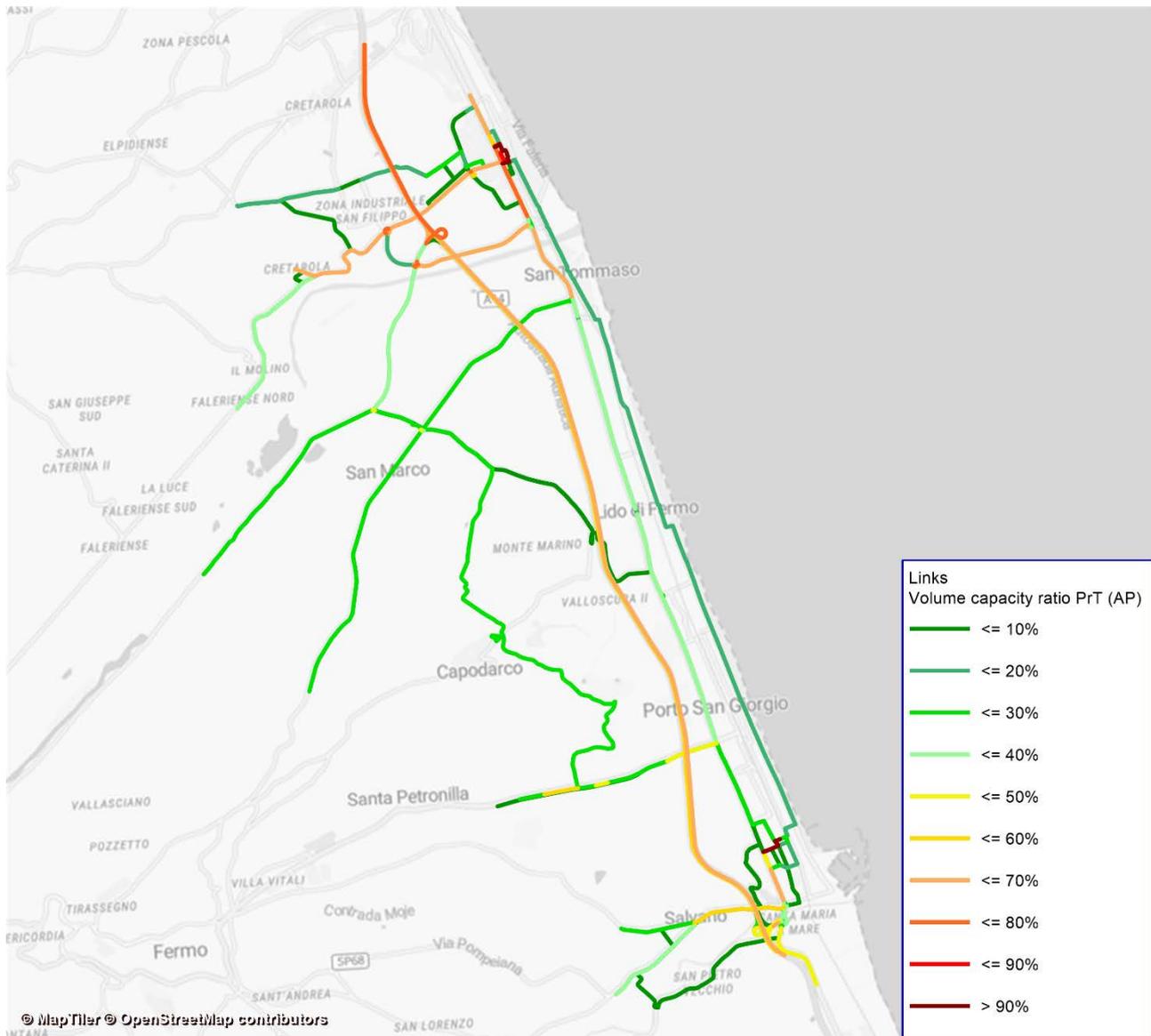


Figura 23 Diagramma flusso/capacità – scenario di progetto 1

Le risultanze di questo scenario evidenziano come la bretella di collegamento in progetto assorba parte del traffico sulla rete locale in attraversamento del fiume Tenna che negli scenari precedenti si riversava sulla SS16 decongestionandone moderatamente il tratto interessato; inoltre, la bretella fa confluire in maniera più diretta verso il casello di Porto Sant'Elpidio i flussi che intendono imboccare la A14 dalla sponda destra del Tenna. La nuova bretella permette dunque ai flussi che si muovono nell'entroterra percorsi più brevi, senza dover raggiungere la costa e percorrere la SS16.

Mandataria:	Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Figura 24 Flussogramma in veicoli equivalenti – scenario di progetto 1 – area d'intervento

Il modello a scala locale assegna nell'ora di punta simulata (17:30 – 18:30) sulla nuova bretella di collegamento

- 178 v.eq./h in direzione del casello A14 di Porto Sant'Elpidio (Nord);
- 233 v.eq./h in direzione della strada SP 204 "Lungotenna" (Sud);

registrando in entrambe le direzioni livelli di saturazione inferiori al 40% della capacità infrastrutturale di una tipica strada extraurbana secondaria (categoria C1). La funzionalità della nuova bretella verrà ulteriormente esaminata in termini di Livello di Servizio secondo i dettami dell'*Highway Capacity Manual* nel capitolo 6.

5.5.2 Comparativa risultanze scenario di progetto 1 – scenario di riferimento

Si riportano in seguito gli indicatori di rete estratti dagli scenari in questione e i valori di confronto espressi in termini percentuali.

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		 EN.AR. Conti srl ENgineering & ARchitecture	<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

Categoria	Percorrenze [veh*km]			Tempo speso [veh*ora]			V media [km/ora]		
	SR	SP1	% Variazione	SR	SP1	% Variazione	SR	SP1	% Variazione
Autostrade	98.308	98.308	0%	1.055	1.055	0%	93	93	0%
Extraurbane principali	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strade statali	10.004	9.444	-6%	146	135	-7%	69	70	1%
Extraurbane Secondarie	11.080	10.668	-4%	169	164	-3%	66	65	-1%
Strade urbane di quartiere e locali	1.093	1.162	6%	44	46	4%	25	25	0%
Altre strade extraurbane	151	803	431%	3	13	347%	52	62	19%
TOTALE	120.636	120.384	0%	1.416	1.412	0%			
Media (per veicolo)	9,37	9,35	0%	0,110	0,110	0%			

Tabella 6 Confronto tra gli indicatori di rete tra scenario di riferimento e scenario di progetto 1

A fronte di una stabilità degli indicatori di rete a livello di intera rete, si nota come la flessione in termini assoluti di percorrenze sulle strade statali, categoria di cui la SS16 fa parte, e sulle extraurbane secondarie sia assorbita dalle altre strade extraurbane, che costituiscono un naturale percorso alternativo nell'entroterra fermano. Tale fenomeno si riscontra chiaramente anche nel flussogramma di traffico acquisito/distolto in Figura 25.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

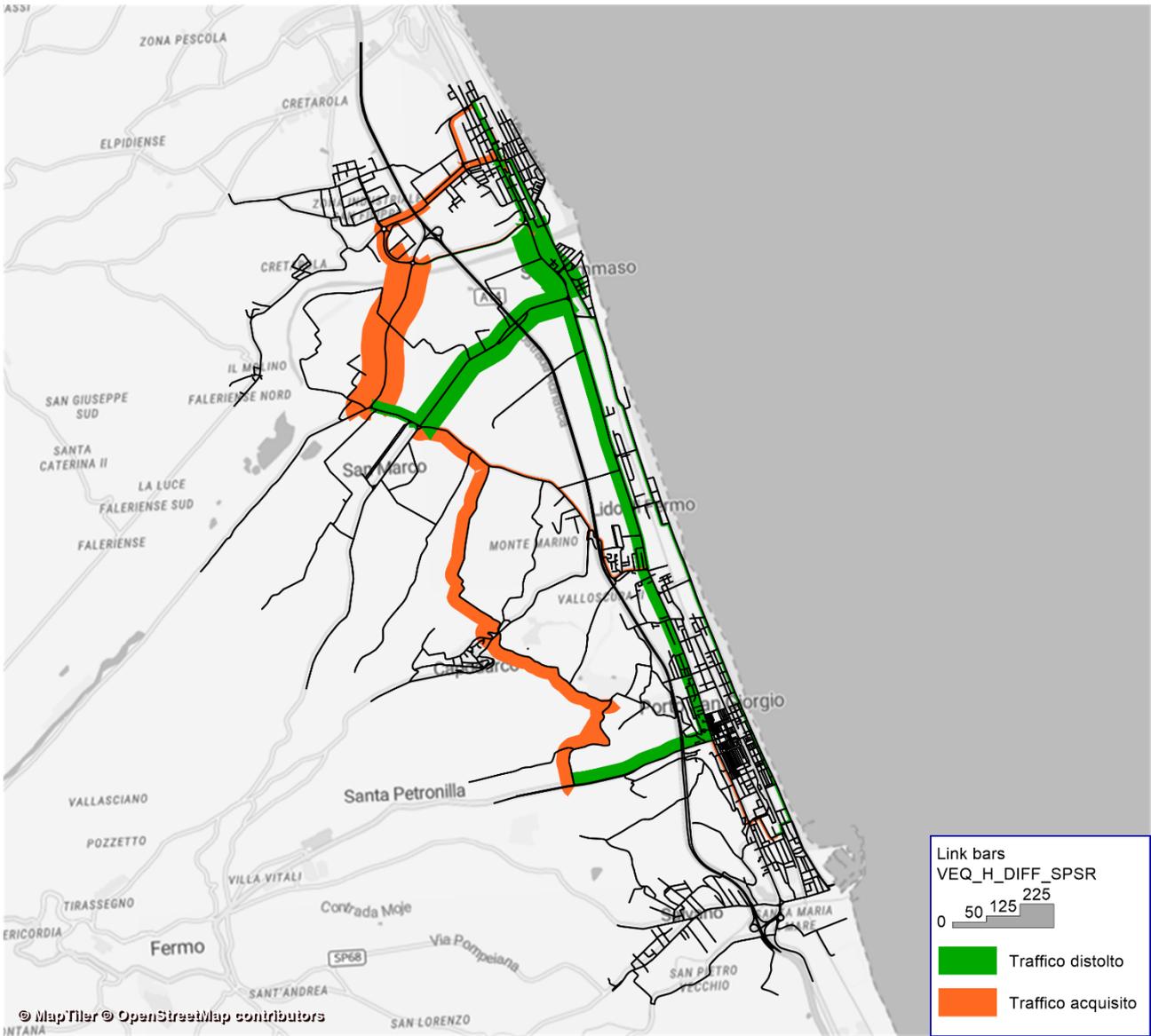


Figura 25 Flussogramma di traffico acquisito/distolto in veicoli equivalenti – scenario di progetto 1 vs. scenario di riferimento

5.6. Scenario di progetto 2 (SP2)

Lo scenario di progetto alternativo descritto in questo paragrafo intende rappresentare le condizioni di traffico generate dalla domanda di trasporto privato motorizzato allo stato attuale applicata nella configurazione infrastrutturale di progetto. Più nel dettaglio:

Mandataria:	Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2		
San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		rev: 01 pag. 37

- dal punto di vista dell'**offerta** infrastrutturale figurano dunque tutte le opere previste nel Piano Infrastrutturale 2032 della Regione Marche, compresa la nuova bretella di collegamento oggetto di questo studio;
- dal punto di vista della **domanda** privata motorizzata da simulare, in questo scenario alternativo il modello assegna la stessa matrice utilizzata per lo stato attuale.

5.6.1 Risultanze

Di seguito si presentano gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato ottenuti dalla simulazione, sia per tutta la rete del modello sia per l'area di studio.

Categoria	Percorrenze [veh*km]	Tempo speso [veh*ora]	V media [km/ora]
Autostrada	84.944	855	99
Extraurbana principale	-	-	-
Strade statali	14.332	214	67
Extraurbane secondarie	13.994	224	62
Strade urbane di quartiere e locali	1.860	81	23
Altre strade extraurbane	1.118	19	60
TOTALE	116.248	1.393	
Media (per veicolo)	8,59	0,103	

Tabella 7 Indicatori di rete dello scenario di progetto 2

Si riportano di seguito il flussogramma di assegnazione in veicoli equivalenti, nonché il diagramma volume/capacità (V/C) che rappresenta i valori di congestione della rete simulata.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

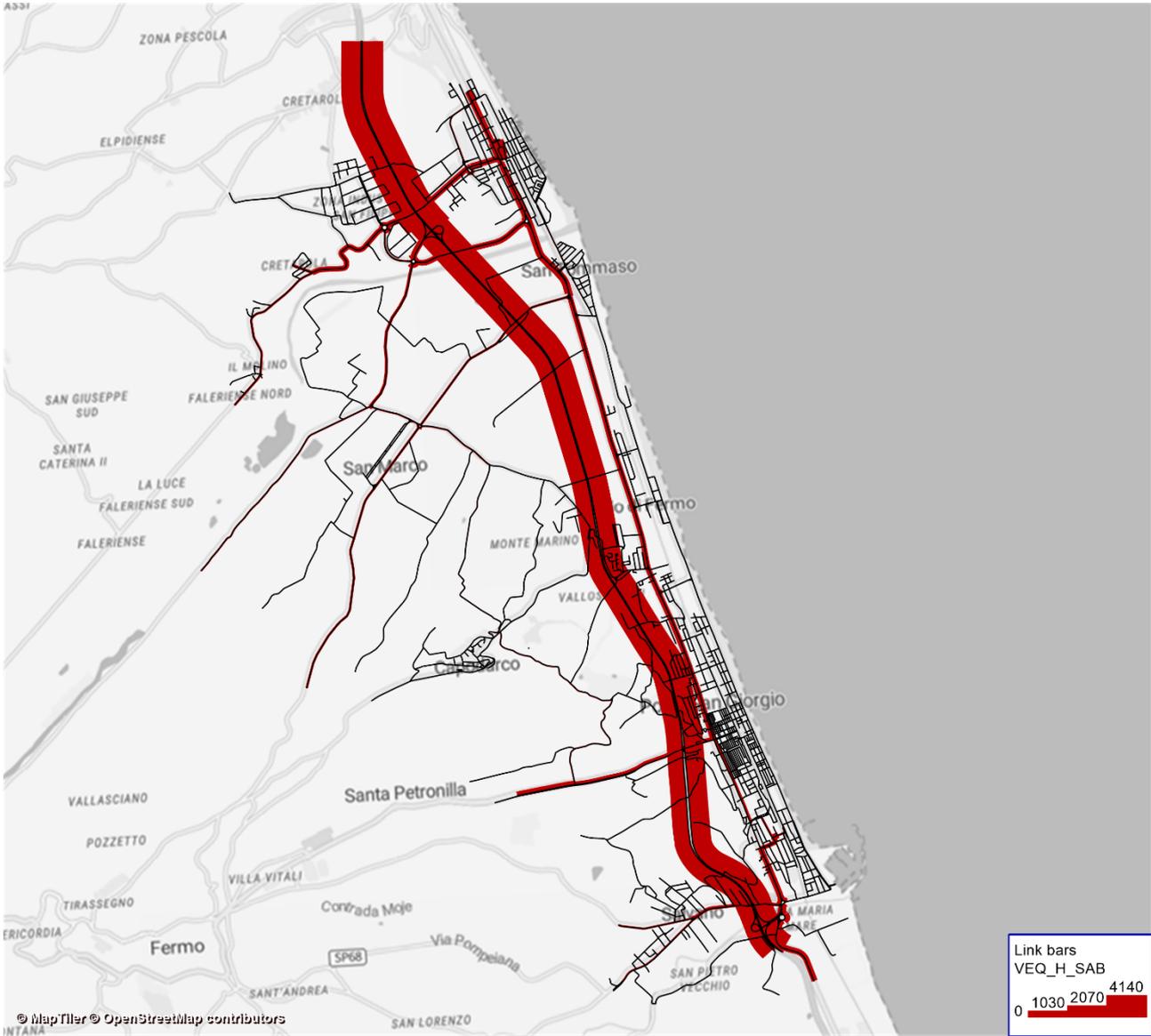


Figura 26 Flussogramma in veicoli equivalenti – scenario di progetto 2

Mandataria:		Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 BRIDGE CONSULTING DSD	 EN.AR. Conti s.r.l. ENgineering & ARchitecture	<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>	
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>	
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>	

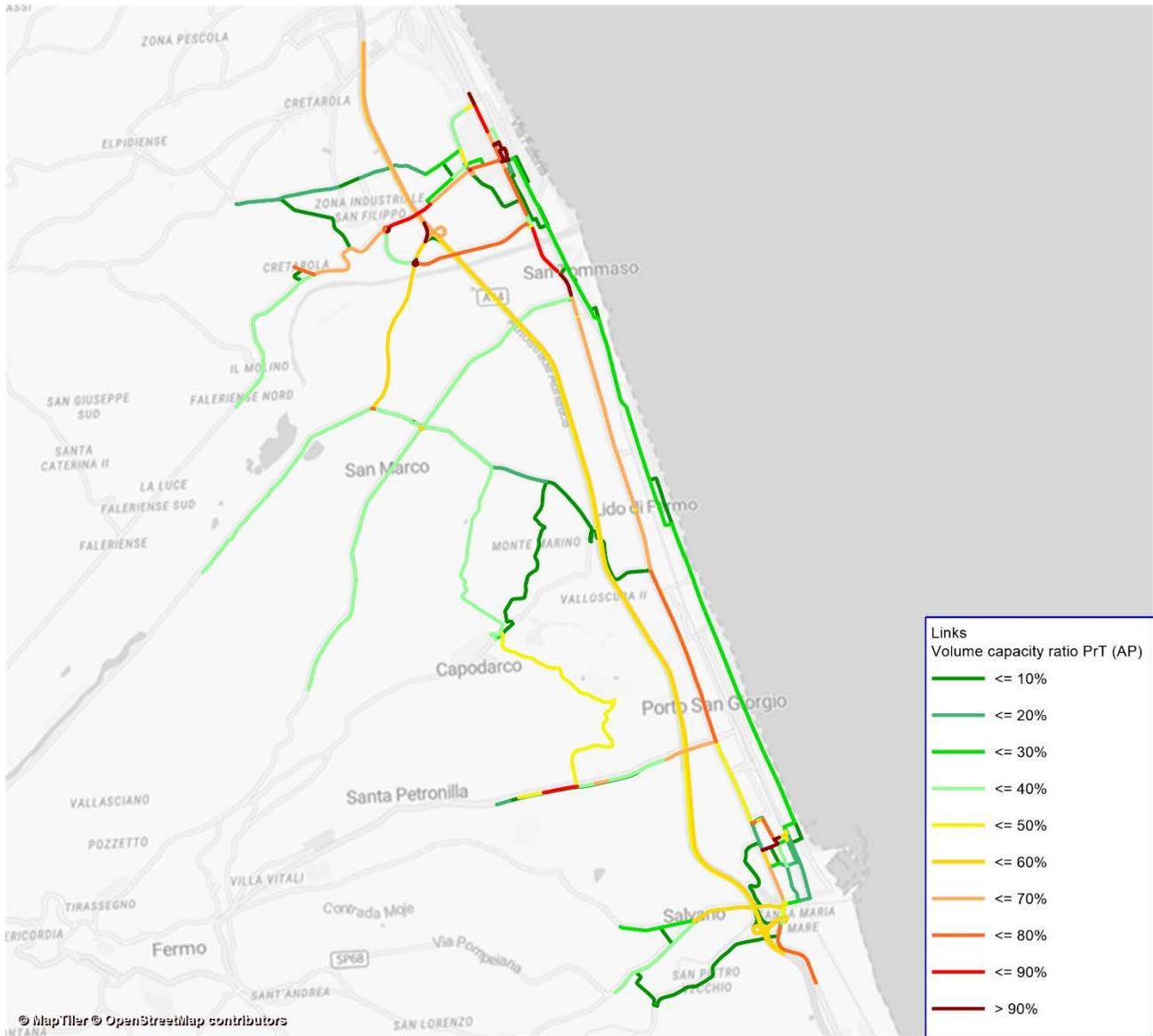


Figura 27 Diagramma flusso/capacità – scenario di progetto 2

Anche per questo scenario progettuale, le risultanze estratte dal modello evidenziano come la bretella di collegamento in progetto assorba parte del traffico sulla rete locale in attraversamento del fiume Tenna che negli scenari precedenti si riversava sulla SS1, compresi i flussi che transitano tra la sponda sinistra del fiume Tenna e il casello autostradale di Porto Sant’Elpidio. La nuova bretella, infatti, permette ai flussi che si muovono nell’entroterra percorsi più brevi, senza dover raggiungere la costa e percorrere la SS16. Sebbene la domanda di traffico simulata sia più elevata rispetto allo

Mandataria:	Mandanti:		
3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

scenario di progetto 1, la rete non mostra segni di criticità in termini di saturazione dell'infrastruttura, o comunque nessun peggioramento apprezzabile rispetto alla situazione della rete allo stato attuale.



Figura 28 Flussogramma in veicoli equivalenti – scenario di progetto 2 – area d'intervento

Il modello a scala locale assegna nell'ora di punta simulata (17:30 – 18:30) sulla nuova bretella di collegamento

- 231 v.eq./h in direzione del casello A14 di Porto Sant'Elpidio (Nord);
- 368 v.eq./h in direzione della strada SP 204 "Lungotenna" (Sud);

registrando in entrambe le direzioni livelli di saturazione inferiori al 50% della capacità infrastrutturale di una tipica strada extraurbana secondaria (categoria C1). Anche per questo scenario, la funzionalità della nuova bretella verrà ulteriormente esaminata in termini di Livello di Servizio secondo i dettami dell'*Highway Capacity Manual* nel capitolo 6.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

5.6.2 Comparativa risultanze scenario di progetto 2 – stato attuale

Dal momento che lo stato attuale e questo scenario progettuale presentano lo stesso input di domanda, si ritiene necessario riportare gli indicatori di rete estratti dagli scenari in questione e i valori di confronto espressi in termini percentuali.

Categoria	Percorrenze [veh*km]			Tempo speso [veh*ora]			V media [km/ora]		
	SA	SP2	% Variazione	SA	SP2	% Variazione	SA	SP2	% Variazione
Autostrade	85.944	84.944	-1%	1.043	855	-18%	82	99	20%
Extraurbane principali	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strade statali	15.393	14.332	-7%	246	214	-13%	63	67	7%
Extraurbane Secondarie	14.355	13.994	-3%	230	224	-2%	63	62	0%
Strade urbane di quartiere e locali	1.755	1.860	6%	77	81	4%	23	23	2%
Altre strade extraurbane	236	1.118	375%	4	19	331%	55	60	10%
TOTALE	117.682	116.248	-1%	1.599	1.393	-13%			
Media (per veicolo)	8,69	8,58	-1%	0,118	0,103	-13%			

Tabella 8 Confronto tra gli indicatori di rete tra stato attuale e scenario di progetto 2

Il confronto tra indicatori in Tabella 8 mostra come il nuovo assetto infrastrutturale apporti benefici alla situazione di traffico nell'area di studio anche mantenendo i livelli di traffico che caratterizzano lo stato attuale: a fronte di una sostanziale stabilità nel dato sulle percorrenze totali, il tempo speso sulla rete registra una marcata flessione, con conseguente aumento della velocità media.

Anche per questo scenario progettuale, l'aggiunta della bretella di collegamento attiva percorsi più diretti tra località nell'entroterra su sponde opposte del fiume Tenna, di fatto scaricando l'unico attraversamento disponibile allo stato attuale su rete locale (SS16). Tale fenomeno si riscontra chiaramente anche nel flussogramma di traffico acquisito/distolto in Figura 29.

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO

Regione Marche – LOTTO 2

San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)

Studio del Traffico - Analisi trasportistica

Codice documento: 15347 – PFT-01-RIL-RPT-001



rev: 01

pag. 42

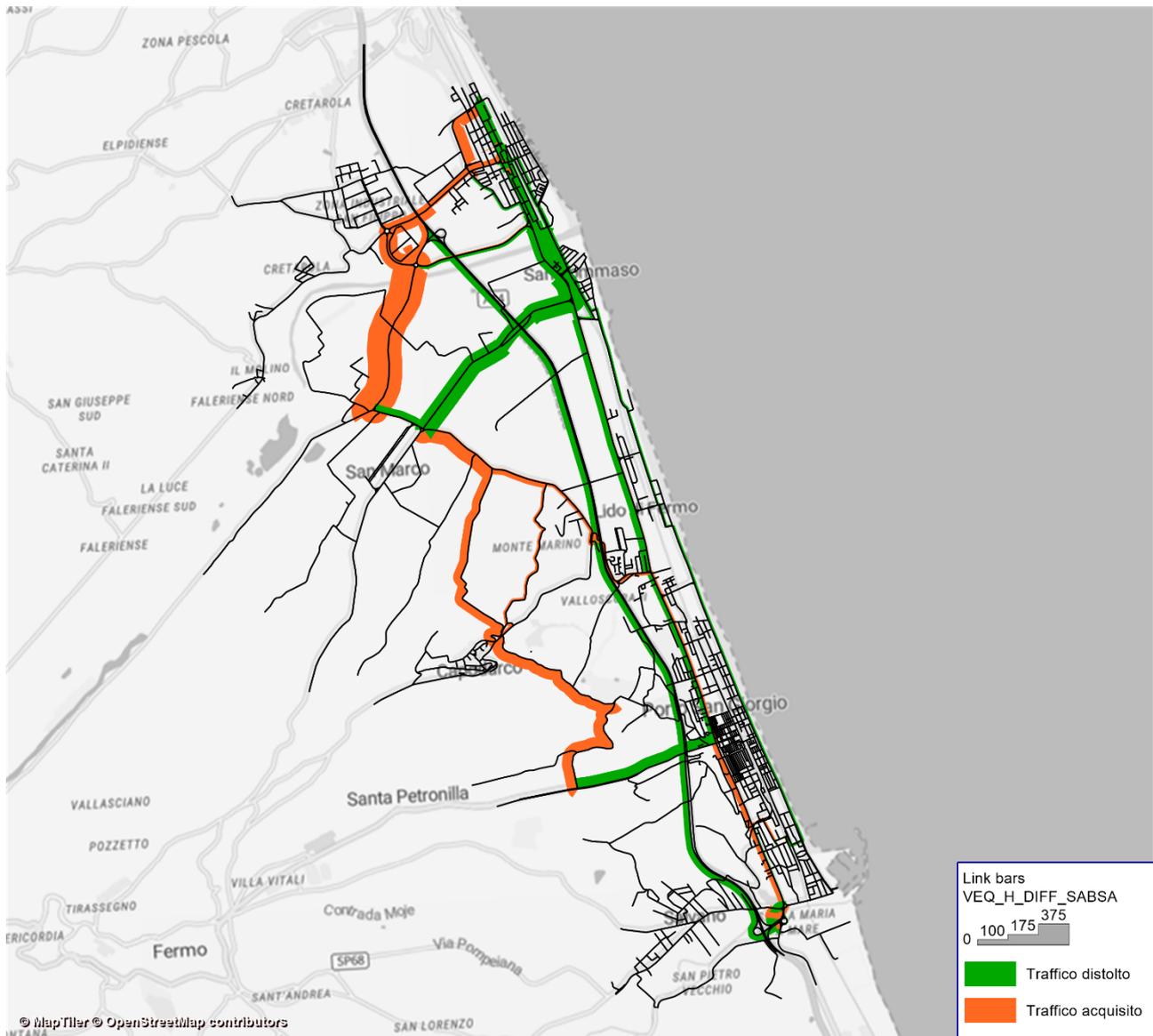


Figura 29 Flussogramma di traffico acquisito/distolto in veicoli equivalenti – stato attuale vs. scenario di progetto 2

Mandataria:		Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGENGERIA INTEGRATA S.p.A.		 BRIDGE CONSULTING DSD		 EN.AR. Conti s.r.l. Engineering & Architecture
		Dott. Geol. Giovanni Mancini		
		Dott. Archeol. Luca Fornari		
		Dott. Agr. Emiliano Pompei		

6. LIVELLI DI SERVIZIO – HCM 2016

A completamento dell’analisi modellistica presentata nel capitolo precedente, si è calcolato il Livello di Servizio della nuova infrastruttura e delle rotatorie di connessione alla rete esistente. La Figura 30 indica nella rete simulata la localizzazione della bretella di collegamento e delle rotatorie NORD e SUD: la rotatoria NORD, già esistente allo stato attuale sarà valutata in tutti gli scenari simulati; la bretella e la rotatoria SUD saranno valutate solo per lo scenario progettuale.

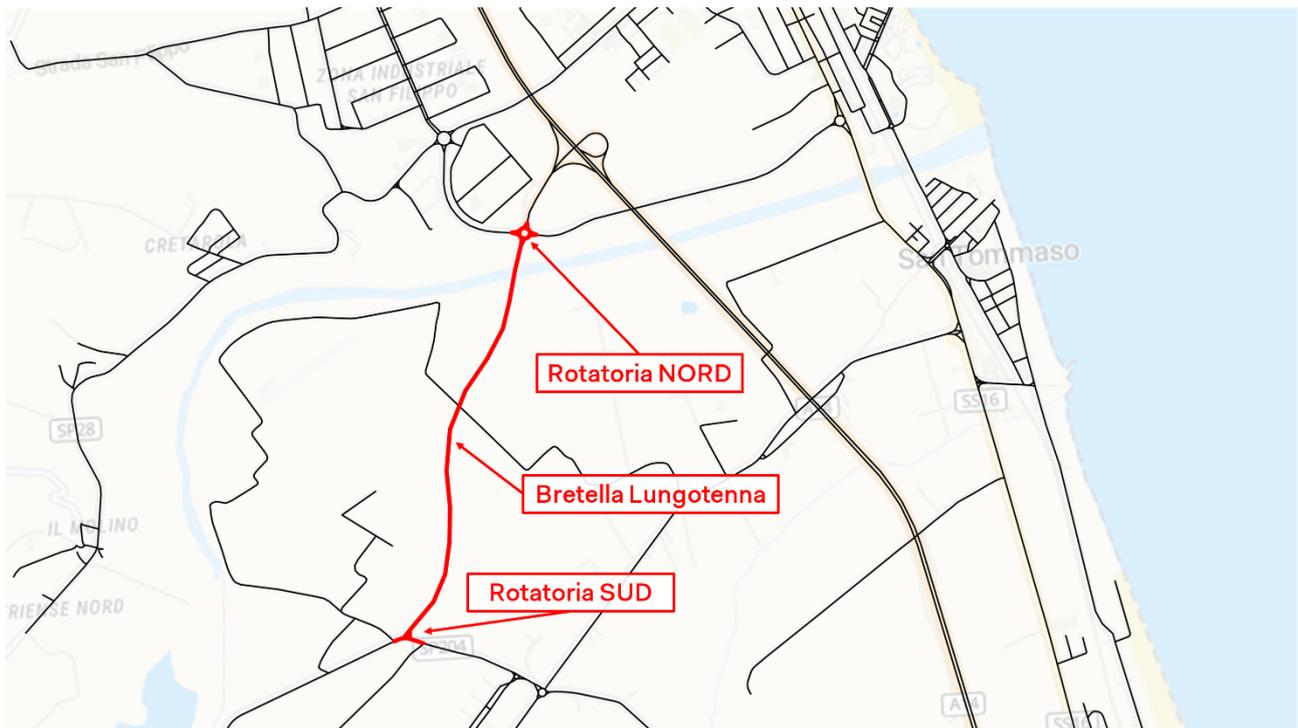


Figura 30 Localizzazione tratti stradali per calcolo LOS con procedure HCM2016

Il calcolo è stato eseguito secondo i dettami dell’Highway Capacity Manual (*Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2016).

Il livello di servizio (LdS, oppure Level Of Service – LOS) è una misura di qualità che descrive le condizioni operative all’interno di un flusso di traffico, generalmente in termini di misure di servizio come la velocità e il tempo di viaggio, la libertà di manovra, le interruzioni del traffico, il comfort e la convenienza.

La procedura fornita nell’HCM è formulata per una serie di condizioni standard specificate, tra le quali:

Mandataria:	Mandanti:		
3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	BRIDGE CONSULTING	EN.AR. Conti s.r.l. ENgineering & ARchitecture	Dott. Geol. Giovanni Mancini
	DSD		Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 44

- Buone condizioni meteo;
- Buone condizioni della pavimentazione;
- Utenti familiarizzati con la infrastruttura;
- Assenza di ostacoli per il flusso veicolare.

Inoltre, specifica condizioni ideali per impianti a flusso ininterrotto:

- Larghezza della corsia maggiore o uguale a 3,60 metri;
- Distanza a ostacoli laterali maggiore o uguale a 1,80 metri;
- Livelletta orizzontale;
- Velocità a flusso libero uguale a 100 km/h;
- Assenza di accessi laterali.

Nella maggior parte delle analisi di capacità, le condizioni di prevalutazione differiscono dalle condizioni di base, e i calcoli di capacità, portata del servizio e livello di servizio devono includere aggiustamenti. Le condizioni prevalenti sono generalmente classificate come stradale, traffico o controllo.

A partire da ciò, il livello di servizio è un artificio che consente una misura qualitativa idonea per caratterizzare le condizioni operative per una data corrente di traffico, nonché la loro percezione da parte degli utenti. Il suo scopo è quindi valutare quale possa essere l'entità dei flussi di traffico che potranno percorrere l'infrastruttura oggetto di analisi senza che si verifichino code o rallentamenti.

Il livello di servizio si esprime attraverso una classificazione in cui i livelli sono distinti da sei lettere, da A a F, in ordine decrescente di qualità di circolazione, e vengono delimitati da particolari valori dei parametri velocità, densità o rapporto q/c. La più alta portata oraria di ogni livello o portata di servizio massima (PSM), rappresenta la massima quantità di veicoli che quel livello può ammettere. La portata oraria massima assoluta o capacità della strada (c), coincide con la portata massima del livello E. I limiti di separazione tra i livelli A e B, D ed E, E ed F segnano, rispettivamente, il passaggio del deflusso da libero a stabile, da stabile ad instabile e da instabile a forzato.

In generale, per strade a flusso ininterrotto, le condizioni di marcia dei veicoli ai vari LdS sono definibili come segue:

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 45

- 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.

6.1. Metodologie di calcolo LOS HCM 2016

Le metodologie di calcolo del livello di servizio variano in funzione della tipologia di infrastruttura in analisi; trattandosi di molteplici scenari di studio si è cercata di adottare la metodologia di calcolo più coerente in relazione a campo di applicazione, parametri influenzanti il livello di servizio e parametro di espressione del livello di servizio stesso.

<i>Mandatario:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 46

Di seguito si introducono le metodologie per il calcolo del LOS implementate negli scenari modellati.

6.1.1 *Strade ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia*

Questa tipologia stradale ha una corsia per senso di marcia. La caratteristica principale che separa il traffico automobilistico sulle autostrade a due corsie da altri impianti a flusso ininterrotto è che le manovre di passaggio avvengono nella corsia opposta del traffico.

L'HCM suddivide questa tipologia stradale come di seguito:

- Classe I: Segmenti stradali in cui si aspetta che i veicoli viaggino a relativamente elevate velocità di percorrenza giacché queste infrastrutture rappresentano connessioni principali tra poli attrattori, fanno parte di percorsi di spostamenti pendolari e vengono sfruttati per realizzare spostamenti di lunga percorrenza;
- Classe II: Segmenti stradali dove i veicoli non necessariamente devono viaggiare a velocità elevate. Di solito rappresentano connessioni stradali di accesso alle strade di Classe I o funzionano come percorsi alternativi alle stesse;
- Classe III: Strade che potrebbero essere porzioni delle strade Classe I / Classe II, di solito attraversano piccoli centri abitati.

Il metodo “Two-Lane Highway” definisce capacità e livello di servizio per strade a una corsia per senso di marcia secondo tre possibili parametri di riferimento:

- “ATS” (Average Travel Speed) definita come la lunghezza del segmento stradale diviso dal tempo medio di viaggio impiegato dai veicoli per percorrerlo all'interno di un periodo di riferimento;
- “PTSF” (Approximate Percentage of Vehicles Travelling on Platoon) definito come la percentuale approssimata di veicoli costretti a viaggiare in plotone data l'impossibilità di sorpassare altri veicoli;
- “PFFS” (Percent of Free-Flow Speed) definito come l'abilità dei veicoli di viaggiare ad una velocità vicina al limite di velocità imposto per l'infrastruttura in esame.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		rev: 01
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		pag. 47

Per strade Classe I, il livello di servizio è funzione dell'ATS e del PTSF. Per classe II, il LOS è definito solo in termini di PTSF; per Classe III, dato che non si presentano alte velocità e non hanno lunghezze significative, si utilizza solo il PFFS per definire il LOS.

Di seguito si presenta la formulazione per il calcolo di ogni parametro e la Tabella 9 presenta i ranghi di valori di ogni uno in funzione del livello di servizio e della classe della infrastruttura stradale.

$$ATS = FFS - 0.00776 (v_d + v_o) - f_{np,ATS}$$

Dove:

ATS, Velocità media nella direzione di analisi [mi/h];

FFS, Velocità media a flusso libero [mi/h];

v_d, Flusso veicolare nella direzione di analisi [pc/h];

v_o, Flusso veicolare in direzione opposta [pc/h];

f_{np,ATS}, Fattore “no passing zones”, ossia zone a sorpasso proibito.

$$PTFS = BPTSF + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_d}{v_d + v_o} \right)$$

Dove:

BPTSF, Percentuale base di “time-spent-following” nella direzione di analisi;

v_d, Flusso veicolare nella direzione di analisi [pc/h];

v_o, Flusso veicolare in direzione opposta [pc/h];

f_{np,PTFS}, Fattore “no passing zones”, ossia zone a sorpasso proibito.

$$PFSS = \frac{ATS}{FFS}$$

Dove:

ATS, Velocità media nella direzione di analisi [mi/h];

FFS, Velocità media a flusso libero [mi/h].

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

LOS	Classe I		Classe II	Classe III
	ATS [mi/h]	PTSF [%]	PTSF [%]	PFFS [%]
A	55	35	40	> 91.7
B	50 – 55	35 – 50	40 – 55	> 83.3 - 91.7
C	45 – 50	50 – 65	55 – 70	> 75.0 - 83.3
D	40 – 45	65 – 80	70 – 85	> 66.7 - 75.0
E	40	80	85	≤ 66.7
F	Domanda > Capacità			

Tabella 9 Ranghi dei parametri per calcolo del LOS in funzione della classe stradale

6.1.2 Rotatorie

La metodologia proposta dal manuale di riferimento HCM 2016 propone una procedura per l'analisi del funzionamento di rotatorie a singola corsia. Tale procedura prevede che il funzionamento di ciascun ramo della rotatoria possa essere analizzato indipendentemente dagli altri.

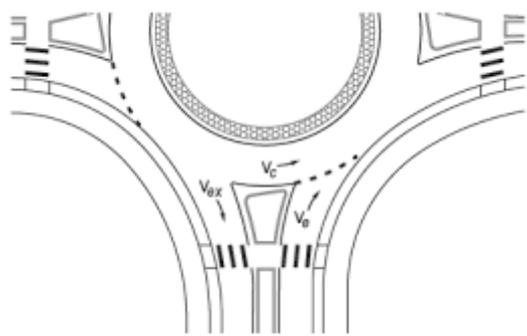


Figura 31 Analisi di una rotatoria a singola corsia

La stima del ritardo medio del ramo si stima con la seguente equazione:

$$d [s/veh] = \frac{3600}{c} + 900T \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{(\frac{3600}{c})x}{450T}} \right] + 5 \min [x, 1]$$

Dove:

- d , Ritardo medio dei veicoli entranti nel ramo [s/veh];
- x , Rapporto Flusso / Capacità del ramo;
- c , Capacità del ramo in [veh/h];

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

T , Intervallo di tempo dell'analisi ($T = 0.25$ per analisi di 15 minuti).

Una volta calcolato il ritardo medio di ogni braccio della rotatoria è possibile stimare il Livello di Servizio dell'intersezione mediante l'equazione sotto riportata.

$$d_{intersezione} = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i}$$

Dove:

$d_{intersection}$, Ritardo medio dell'intersezione [s];

d_i , Ritardo medio del ramo i [s/veh];

v_i , Flusso entrante nel ramo i [veh/h].

La Tabella 10 presenta i ranghi di densità in funzione del livello di servizio per intersezioni a rotatoria.

LOS	Ranghi di ritardo [s]
A	10
B	10 – 15
C	15 – 25
D	25 – 35
E	35 – 50
F	> 50

Tabella 10 Ranghi di ritardo [s] in funzione del LOS per intersezioni a rotatoria

6.2. Livelli di servizio – stato attuale (SA)

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi di capacità e livello di servizio della rotatoria in uscita dal casello autostradale di Porto Sant'Elpidio (*Rotatoria NORD*). I flussi veicolari utilizzati per il calcolo sono stati estratti dalle simulazioni dell'ora di punta serale del modello macroscopico di cui al capitolo precedente. Siccome in questo scenario la nuova bretella di collegamento non è ancora in funzione, non è possibile calcolarne il Livello di Servizio, né per la rotatoria di connessione con la strada SP204 "Lungotenna".

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

6.2.1 Rotatoria NORD

La rotatoria nella sua configurazione attuale registra un Livello di Servizio ottimale, come indica più nel dettaglio la tabella seguente:

Braccio	Ritardo [s/veh]	LOS
OVEST	5	A
NORD – Casello	9	A
EST	6	A
Intera intersezione	8,0	A

Tabella 11 Livello di Servizio Rotatoria NORD - stato attuale

6.3. Livelli di servizio – scenario di riferimento (SR)

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi di capacità e livello di servizio della rotatoria in uscita dal casello autostradale di Porto Sant'Elpidio (*Rotatoria NORD*). I flussi veicolari utilizzati per il calcolo sono stati estratti dalle simulazioni dell'ora di punta serale del modello macroscopico di cui al capitolo precedente. Siccome in questo scenario la nuova bretella di collegamento non è ancora in funzione, non è possibile calcolarne il Livello di Servizio, né per la rotatoria di connessione con la strada SP 204 "Lungotenna".

6.3.1 Rotatoria NORD

La rotatoria, che in questo scenario rimane nella sua configurazione attuale, registra comunque un Livello di Servizio ottimale, come indica più nel dettaglio la tabella seguente:

Braccio	Ritardo [s/veh]	LOS
OVEST	5	A
NORD – Casello	6	A
EST	6	A
Intera intersezione	6,3	A

Tabella 12 Livello di Servizio Rotatoria NORD – scenario di riferimento

Mandataria:	Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

6.4. Livelli di servizio – scenario di progetto 1 (SP1)

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi di capacità e livello di servizio della nuova bretella di collegamento, della rotatoria in uscita dal casello autostradale di Porto Sant’Elpidio (*Rotatoria NORD*) e della nuova rotatoria di connessione tra la bretella e la strada SP 204 “Lungotenna”. I flussi veicolari utilizzati per il calcolo sono stati estratti dalle simulazioni dell’ora di punta serale del modello macroscopico di cui al capitolo precedente.

6.4.1 Bretella di collegamento

Ai fini dell’analisi, la nuova bretella di collegamento è stata classificata come *Classe II* secondo le linee guida dell’HCM, quindi risulta sufficiente calcolare il parametro PTSF (*Approximate Percentage of Vehicles Travelling on Platoon*) per ottenerne il Livello di Servizio. La tabella mostra i parametri PTSF per entrambe le direzioni della nuova bretella, calcolati nell’ipotesi di minima percentuale garantita per le manovre di sorpasso (20%):

Direzione	PTSF [%]	LOS
NORD – Porto Sant’Elpidio	44,0	B
SUD - Fermo	56,0	C

Tabella 13 Livello di Servizio nuova bretella di collegamento - scenario di progetto 1

L’analisi restituisce buoni Livelli di Servizio nell’ora di punta in entrambe le direzioni, verificando l’idoneità dell’infrastruttura per le percorrenze in previsione.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

6.4.2 Rotatoria NORD

La rotatoria nella sua nuova configurazione di progetto registra un ottimo Livello di Servizio, come indica più nel dettaglio la tabella seguente:

Braccio	Ritardo [s/veh]	LOS
OVEST	6	A
NORD – Casello	7	A
EST	7	A
SUD - Bretella	6	A
Intera intersezione	6,6	A

Tabella 14 Livello di Servizio Rotatoria NORD – scenario di progetto 1

6.4.3 Rotatoria SUD

La nuova rotatoria sulla strada SP 204 “Lungotenno” nella sua configurazione di progetto registra un ottimo Livello di Servizio, come indica più nel dettaglio la tabella seguente:

Braccio	Ritardo [s/veh]	LOS
OVEST	4	A
NORD – Bretella	4	A
EST	4	A
Intera intersezione	4,2	A

Tabella 15 Livello di Servizio Rotatoria SUD – scenario di progetto 1

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

6.5. Livelli di servizio – scenario di progetto 2 (SP2)

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi di capacità e livello di servizio della nuova bretella di collegamento, della rotatoria in uscita dal casello autostradale di Porto Sant’Elpidio (*Rotatoria NORD*) e della nuova rotatoria di connessione tra la bretella e la strada SP 204 “Lungotenno”. I flussi veicolari utilizzati per il calcolo sono stati estratti dalle simulazioni dell’ora di punta serale del modello macroscopico di cui al capitolo precedente.

6.5.1 Bretella di collegamento

Ai fini dell’analisi, la nuova bretella di collegamento è stata classificata come *Classe II* secondo le linee guida dell’HCM, quindi risulta sufficiente calcolare il parametro PTSF (*Approximate Percentage of Vehicles Travelling on Platoon*) per ottenerne il Livello di Servizio. La tabella mostra i parametri PTSF per entrambe le direzioni della nuova bretella, calcolati nell’ipotesi di minima percentuale garantita per le manovre di sorpasso (20%):

Direzione	PTSF [%]	LOS
NORD – Porto Sant’Elpidio	50,7	B
SUD - Fermo	62,0	C

Tabella 16 Livello di Servizio nuova bretella di collegamento - scenario di progetto 2

L’analisi restituisce buoni Livelli di Servizio nell’ora di punta in entrambe le direzioni, verificando l’idoneità dell’infrastruttura per le percorrenze in previsione.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

6.5.2 Rotatoria NORD

La rotatoria nella sua nuova configurazione di progetto registra un Livello di Servizio accettabile, come indica più nel dettaglio la tabella seguente:

Braccio	Ritardo [s/veh]	LOS
OVEST	10	B
NORD – Casello	22	C
EST	9	A
SUD - Bretella	9	A
Intera intersezione	15,3	C

Tabella 17 Livello di Servizio Rotatoria NORD – scenario di progetto 2

6.5.3 Rotatoria SUD

La nuova rotatoria sulla strada SP 204 “Lungotenna” nella sua configurazione di progetto registra un ottimo Livello di Servizio, come indica più nel dettaglio la tabella seguente:

Braccio	Ritardo [s/veh]	LOS
OVEST	5	A
NORD – Bretella	5	A
EST	4	A
Intera intersezione	5,2	A

Tabella 18 Livello di Servizio Rotatoria SUD – scenario di progetto 2

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO		
Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)		
Studio del Traffico - Analisi trasportistica		
Codice documento: 15347 – PFTE-01-RIL-RPT-001		rev: 01 pag. 55

7. CONCLUSIONI

L'analisi modellistica a scala locale dell'area di intervento nei vari scenari considerati ha potuto validare gli effetti trasportistici positivi della realizzazione di una bretella di collegamento tra lo svincolo autostradale della A14 in località Porto Sant'Elpidio e la strada SP 204 "Lungotenna". In particolare, le risultanze del modello macroscopico permettono

- di evidenziare la necessità allo stato attuale di un percorso alternativo in corpo alla rete viabilistica locale di attraversamento del fiume Tenna, al fine di non sovraccaricare ulteriormente la viabilità interurbana odierna, rappresentata in primis dalla strada statale Adriatica SS16;
- di verificare non solo la tenuta del sistema viabilistico così modificato, ma anche che la nuova infrastruttura di fatto migliora le condizioni del traffico di punta tipiche dell'area in cui si inserisce.

Inoltre, a seguito delle analisi di capacità e livello di servizio secondo i dettami dell'*Highway Capacity Manual 2016*, la nuova bretella di collegamento risulta idonea dal punto di vista della funzionalità, ottenendo in entrambe le direzioni di percorrenza buoni Livelli di Servizio calcolati con i flussi stimati per l'ora di punta serale. Anche le rotatorie ai capi della bretella (la rotatoria a nord già esistente da allacciare alla nuova infrastruttura, la rotatoria a sud da realizzare *ex novo*) risultano funzionali a gestire i flussi previsti nello scenario progettuale.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>