



rewind

remediation & waste into development

*Comparto di sviluppo Ponticelle:  
piattaforma polifunzionale HEA e  
piattaforma bio-recupero Eni Rewind*

Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR)

Delibera Num. 1061 del 26/06/2023

OTTEMPERANZA A PRESCRIZIONI  
(Allegato 1, Paragrafo 4.A.2 punto 16)

**Procedura di gestione dei mezzi in  
entrata e uscita dall'area di cantiere al  
servizio Mobilità e Viabilità del Comune  
di Ravenna**

<b>Approvato</b> HEA	C. Pezzi		<b>Approvato</b> ER	G. Romano G.Cardu		
<b>Controllato</b>			<b>Controllato</b> ER	L.Conti D.D'Anna		
<b>Redatto</b>	<b>Pro Iter Ambiente</b>		A.Tognoni			
<b>Cod. Doc.</b> HA	CO 05 RA VA 01 O1		<b>Cod. Doc.</b> ER	RM0051-ENG-I-I5-6008		
<b>Rev.</b>	00	<b>Data</b>	16/07/2024	<b>Pagine</b>	1 di 48	

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>B</b>	<b>OBIETTIVI E ATTIVITÀ DELLO STUDIO.....</b>	<b>6</b>
<b>C</b>	<b>ANALISI DEI DATI DI TRAFFICO .....</b>	<b>7</b>
C.1	DATI FCD .....	7
C.2	DATI REGIONE EMILIA-ROMAGNA.....	7
C.3	VALIDAZIONE ED ESPANSIONE DEI DATI FCD .....	9
C.4	ANALISI DELL'ANDAMENTO ORARIO .....	10
<b>D</b>	<b>SCENARIO DI CANTIERE .....</b>	<b>12</b>
D.1	DEFINIZIONE DEL PIANO DEI TRASPORTI .....	12
D.2	INDOTTI GIORNALIERI.....	14
D.3	ANALISI DELL'ANDAMENTO ORARIO DELLE MOVIMENTAZIONI DI CANTIERE .....	16
D.4	ANALISI DELLE PROVENIENZE .....	18
D.5	ACCESSO AL CANTIERE .....	19
<b>E</b>	<b>MODELLO DI SIMULAZIONE A SCALA MACRO .....</b>	<b>21</b>
E.1	DOMANDA DI MOBILITÀ .....	21
E.2	ASSEGNAZIONE DELLA DOMANDA NELLO SCENARIO ATTUALE SDF .....	22
E.2.1	Grafici flusso/capacità SDF .....	23
E.3	ASSEGNAZIONE DELLA DOMANDA MASSIMA NELLO SCENARIO DI CANTIERE (SDC) .....	24
E.3.1	Grafici flusso/capacità SDC .....	27
<b>F</b>	<b>ANALISI STATICA DELLE ROTATORIE.....</b>	<b>29</b>
F.1	METODOLOGIA DI ANALISI PER LE ROTATORIE.....	30
F.2	I RISULTATI DELLE VERIFICHE FUNZIONALI .....	33
F.3	SINTESI ROTATORIE .....	44

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	2 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

<b>G</b>	<b>SINTESI PIANO DEI TRASPORTI .....</b>	<b>45</b>
<b>H</b>	<b>PROCEDURA DI GESTIONE DEI MEZZI DI CANTIERE.....</b>	<b>46</b>
H.1	PROCEDURE DA ADOTTARE PER IL TRAFFICO DI TIPO PESANTE IN FASE DI CANTIERE 46	
H.2	PROCEDURE DA ADOTTARE PER IL TRAFFICO DI TIPO LEGGERO IN FASE DI CANTIERE 47	
H.3	MONITORAGGI PREVISTI.....	47
<b>I</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>48</b>

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	3 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## A PREMESSA

Nell'ambito del Procedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) relativo al **progetto denominato "Comparto di sviluppo Ponticelle: piattaforma HEA e piattaforma biorecupero Eni Rewind"**, conclusosi con Delibera 1061 del 26/06/2023 della Regione Emilia Romagna di approvazione del progetto, il Comune di Ravenna si è espresso positivamente, con parere acquisito da ARPAE SAC al PG n. 16070 del 30/01/2023, in merito ai potenziali impatti del progetto sul sistema della mobilità con la seguente prescrizione :

"i proponenti dovranno prevedere opportuni accorgimenti al fine di ottimizzare la gestione, in fase di cantiere, dei mezzi in entrata ed in uscita dall'area di intervento per evitare fenomeni di congestione sui tratti di viabilità percorsi dagli stessi. A tal fine dovrà essere predisposta, prima dell'inizio dei lavori, una procedura di gestione dei mezzi di cantiere da presentare al Servizio Mobilità e Viabilità del Comune di Ravenna prima dell'inizio lavori."

Il presente documento intende rispondere a tale prescrizione.

Nella presente relazione viene quindi descritto il piano dei trasporti per la gestione dei cantieri di Eni Rewind ed HEA che comprende in particolare l'attività di verifica, mediante uno studio trasportistico, della capacità della rete viaria di sopportare gli effetti che le attività di cantiere e la movimentazione di materiali, mezzi e maestranze hanno sul traffico locale, individuando le soluzioni ottimali al fine di ridurre al minimo gli impatti sulla viabilità interessata dai lavori di cantiere.

A valle della valutazione di cui sopra vengono definite le modalità di monitoraggio e gestione del traffico in fase di cantiere.

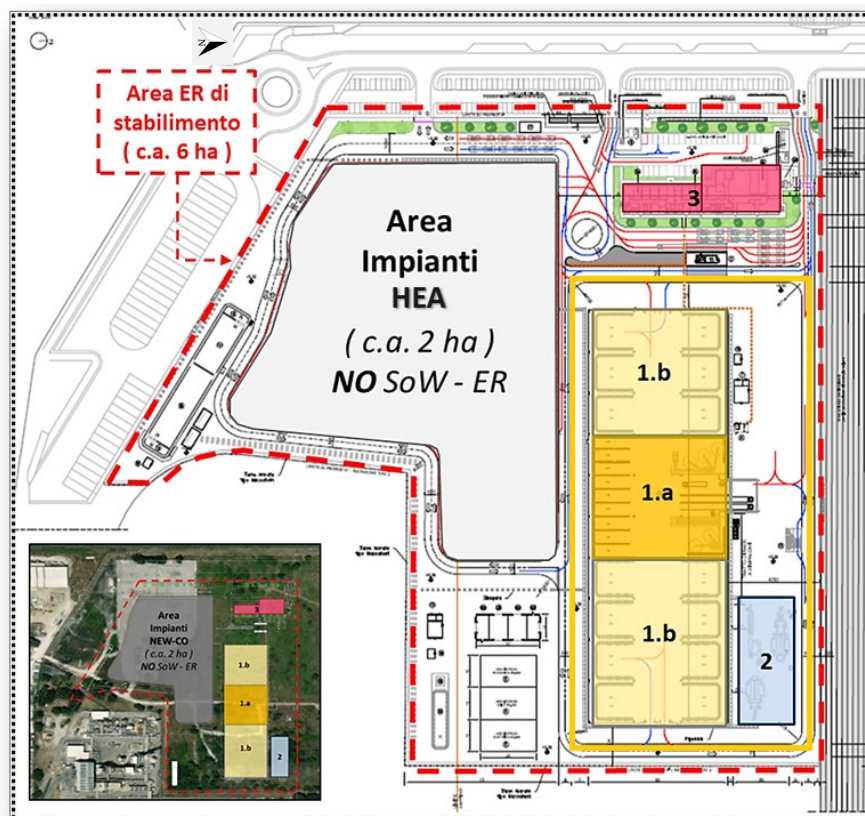
Lo studio trasportistico si è articolato a partire dall'analisi dei flussi di traffico transitanti nella rete prossima all'area d'intervento tramite l'utilizzo dei dati Floating Car Data (FCD, vedi paragrafo C.1) e delle sezioni di traffico monitorate dalla Regione Emilia-Romagna.



**Figura 1 – Inquadramento territoriale**

Il cantiere oggetto di studio è localizzato nell'area Ponticelle, nel quartiere industriale Nord-Est di Ravenna (Figura 1). Il cantiere ha l'obiettivo di costruire sia la Piattaforma bio-recupero "Ponticelle", che sarà adibita al trattamento dei terreni contaminati provenienti da operazioni di bonifica e/o messa in sicurezza di siti Eni e terzi, oltreché alcune strutture a supporto, sia la piattaforma trattamento rifiuti HEA. Nella figura sottostante viene presentato con dettaglio il progetto di tutta l'opera e le varie competenze di società.

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	4 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



**Figura 2 – Progetto dell'area di cantiere**

Le attività dei due cantieri si svilupperanno con una sovrapposizione temporale e pertanto nell'ambito del presente studio si sono valutati gli eventuali impatti del traffico indotto per entrambe le opere da realizzarsi.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	5 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## B OBIETTIVI E ATTIVITÀ DELLO STUDIO

I principali obiettivi del presente studio di traffico possono essere così sintetizzati:

- determinare i volumi di traffico attuali (SDF o Scenario Attuale) tramite l'utilizzo di dati FCD e dei dati di traffico delle sezioni monitorate dalla Regione Emilia-Romagna nei pressi dell'area di studio;
- fornire il dettaglio del numero previsto di mezzi di cantiere che circoleranno nella rete durante le fasi di cantiere e i relativi percorsi;
- verificare le performances di rete sia nello Scenario attuale (SDF) che nello Scenario di Cantiere (SDC) più significativo ovvero quello ritenuto trasportisticamente più impattante;
- redigere, secondo necessità, una procedura per la gestione dei trasporti al fine di definire orari e numero di mezzi che potranno circolare sulla rete stradale oggetto di studio durante le fasi di cantiere, individuando altresì i percorsi più efficaci per limitare gli impatti, in particolare sulla viabilità dell'area di studio.

Sono stati, quindi, considerati due scenari, che fanno riferimento all'ora di punta (OdP) del giorno feriale medio:

- Lo scenario **Stato di Fatto** (SDF): è determinato dalla domanda di traffico ad oggi presente sulla rete infrastrutturale esistente;
- Lo scenario **Stato di Cantiere** (SDC): è determinato dalla domanda attuale più quella indotta dal cantiere ipotizzando una distribuzione giornaliera ed oraria standard di movimentazione di persone e mezzi inerenti al cantiere, ovvero basata sui cronoprogrammi ad oggi ipotizzati. Si specifica sin d'ora che oltre ai mezzi di cantiere previsti per la piattaforma di Eni Rewind sono stati considerati anche quelli di HEA, dato la sovrapposizione temporale dei due cantieri. Inoltre, si terranno in considerazione le modifiche infrastrutturali previste nell'area di studio.

Le attività previste dallo studio di traffico sono state articolate nelle seguenti fasi:

- Fase 1 – Reperimento di dati Floating Car Data (FCD) da fonte Telepass Innova per la viabilità dell'area di studio e ricostruzione della domanda di mobilità a partire da tali dati e dalle sezioni di rilievo monitorate dalla Regione Emilia-Romagna a disposizione in prossimità dell'area di studio;
- Fase 2 – Stima dei futuri flussi indotti dalle attività di cantiere;
- Fase 3 – Redazione delle macrosimulazioni nello scenario Stato di fatto (SDF) e Stato di Cantiere (SDC);
- Fase 4 – Verifica funzionale delle intersezioni a rotatoria presenti nell'area di studio con gli opportuni strumenti di analisi.

In particolare, le macrosimulazioni sono state condotte impiegando il software VISUM, prodotto e commercializzato dalla società PTV e riconosciuto unanimemente dalla comunità scientifica come riferimento per tale tipo di simulazioni.

Per le intersezioni a rotatoria è stata svolta una valutazione della capacità residua di ogni singolo ramo in ingresso, utilizzando il software GIRABASE, riconosciuto come strumento di riferimento per la verifica di tale tipo di intersezione.

Tutte le analisi sono state condotte per l'OdP del giorno feriale della settimana più critica, in termini di indotti generati dal cantiere.

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	6 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



## C ANALISI DEI DATI DI TRAFFICO

Per ricostruire la domanda di traffico sulla rete di studio, implementata a partire da cartografia OpenStreetMap (OSM) si è fatto riferimento principalmente a due banche dati:

- i dati di traffico disponibili al tecnico redattore del presente documento, di tipo Floating Car Data (FCD), che monitorano continuamente una flotta di circa 4 milioni di veicoli a totale Italia.
- i dati disponibili sul portale Regione Emilia-Romagna per le principali postazioni di rilievo presenti sul territorio regionale;

Di seguito sono presentate tali banche dati e il loro utilizzo nel progetto per definire i carichi veicolari di interesse per le successive analisi, nonché l'ora di punta (OdP) della rete.

Infine, si precisa sin d'ora che il periodo considerato per la ricostruzione è quello di Ottobre 2022 poiché si ritiene tra i periodi generalmente utilizzati per le campagne di traffico (mesi di maggio o ottobre) quello più significativo dato che nell'anno 2023 tale territorio è stato colpito da un'importante alluvione.

### C.1 DATI FCD

I dati FCD provengono dal monitoraggio di flotte veicolari che montano a bordo dei dispositivi in grado di registrare e inviare le informazioni sulla posizione del veicolo nel tempo.

I dati FCD forniscono in modo continuativo la posizione del mezzo, dotato di unità On Board, registrando l'istante di transito in determinati punti GPS: implementando un algoritmo di route matching, è stato quindi possibile ricostruire il percorso del veicolo come sequenza di archi attraversati in ordine cronologico. Ciò permette sia di conteggiare quanti veicoli sono transitati su un determinato arco.

Il dato elementare per ciascun veicolo, che inizialmente è la sua posizione (latitudine e longitudine) in determinati istanti (con frequenze dell'ordine del minuto) è stato elaborato da Telepass Innova al fine di ricostruire la sequenza di archi che vengono attraversati durante ciascun spostamento. Per ogni spostamento viene quindi indicato:

- L'ID degli archi attraversati con corrispondenza al grafo di riferimento;
- Il tempo di ingresso a ciascun arco;
- La velocità media su ogni arco;
- La classe veicolare, separatamente per veicoli leggeri e pesanti.

La banca dati FCD considerata fa riferimento ai giorni feriali del mese di ottobre 2022. Tali dati, essendo di tipo campionario ovvero rappresentano solo una quota parte del totale dei veicoli circolanti, vengono espansi all'universo così da ottenere le matrici reali. Tale processo di espansione viene descritto nel successivo paragrafo C.3 mentre i dati di confronto utilizzati per tale procedimento sono descritti nel paragrafo seguente.

### C.2 DATI REGIONE EMILIA-ROMAGNA

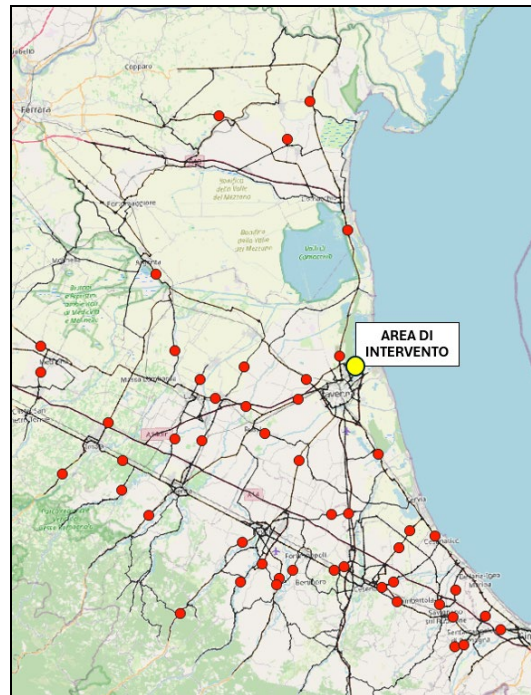
Come anticipato, per definire il procedimento di espansione del dato FCD è necessario disporre di dati di traffico reali su archi successivamente confrontabili col flusso derivato dall'FCD.

I dati utilizzati per tale confronto fanno riferimento ai flussi di traffico rilevati da Regione Emilia-Romagna sulle strade di sua competenza (disponibili dal sito web: <https://serviziisr.regione.emilia-romagna.it/FlussiMTS/>). Nello specifico, per il processo di espansione del dato FCD sono state considerate

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	7 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

le sezioni nell'intorno di 50 km rispetto all'area di intervento (AREA VASTA) così da disporre di un maggior numero di sezioni di confronto.

Nella figura seguente si riportano le sezioni di rilievo considerate.



**Figura 3 – Localizzazione delle sezioni di rilievo - AREA VASTA**

In totale sono state considerate 49 postazioni di rilievo bidirezionali estratte dal database di Regione Emilia-Romagna. I dati di traffico estratti fanno riferimento al medesimo periodo del dato FCD utilizzato. Il dato è disponibile con dettaglio orario, distinto per direzione e secondo una categorizzazione veicolare a 9 classi come riportato nella seguente tabella.

Postazione	Giorno	HH-MM	Direzione Marcia	Conteggiati	Auto e monovolume	Auto e monovolume con rimorchio	Furgoncini e camioncini	Camion medi (fino a 7,5 m)	Camion grandi	Autotreni (autocarri con rimorchi)	Autoarticolati (trattori con semirimorchio)	Autobus	Altri (veicoli non classificati)
7	10 Ott 2022	08:00	0		265	1	20	4	4	1	1	1	
7	10 Ott 2022	08:00	1		203		16	7	4	3	3		2
153	10 Ott 2022	08:00	0		397	1	19	2	4	1		1	
153	10 Ott 2022	08:00	1		370		44	6	7		1	2	
154	10 Ott 2022	08:00	0		562		32	9			2	2	
154	10 Ott 2022	08:00	1		416	1	19	6	1		1		
156	10 Ott 2022	08:00	0		394		30	6	7		4	2	
156	10 Ott 2022	08:00	1		1,001	1	48	16	8	2	7	2	

**Tabella 1 – Dati di traffico database Regione Emilia-Romagna**

Tale classificazione veicolare è stata ricondotta a quella data dalla banca dati FCD (leggeri e pesanti):

- Leggeri: auto e monovolume, auto e monovolume con rimorchio, furgoncini e camioncini e altri (veicoli non classificati);
- Pesanti: camion medi (fino a 7.5m), camion grandi, autotreni (autocarri con rimorchio), autoarticolati (trattori con semirimorchi), autobus.

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	8 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



Si riporta inoltre il dettaglio delle sezioni prossime all'area di intervento ovvero nell'intorno di 10 km (AREA LOCALE).

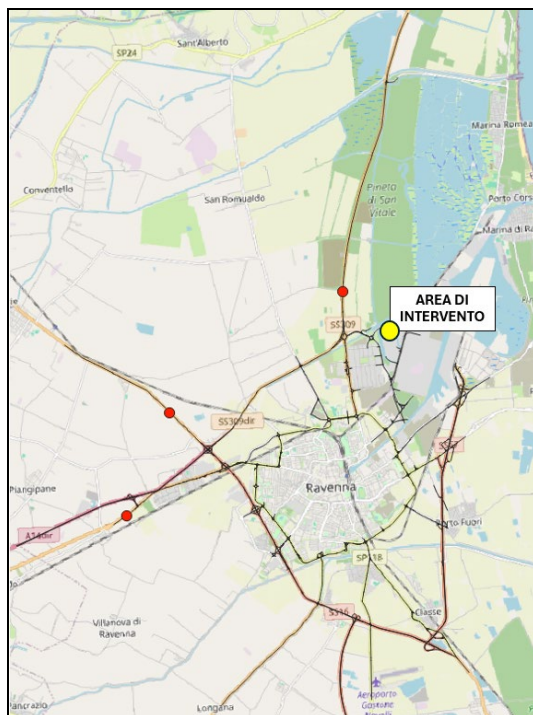


Figura 4 – Localizzazione delle sezioni di rilievo – AREA LOCALE

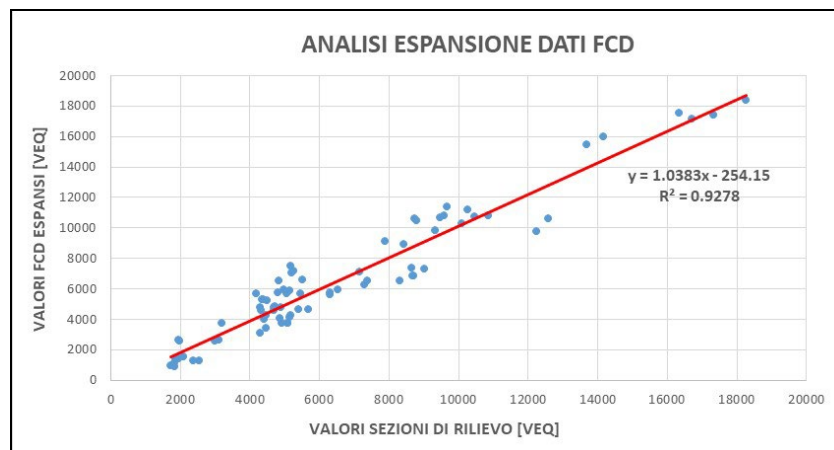
### C.3 VALIDAZIONE ED ESPANSIONE DEI DATI FCD

Per riportare il dato FCD al dato effettivo è stato svolto un processo di espansione utilizzando come riferimento il dato REGIONE EMILIA-ROMAGNA, in particolare si è tenuto in maggior considerazione il dato nelle vicinanze dell'intervento.

Di seguito si mostrano alcuni risultati per definire la bontà del processo di espansione del dato, tutti i valori presentati si riferiscono ad un valore medio giornaliero annuo TGM (Traffico Giornaliero Medio).

Rispetto alle sezioni di rilievo dell'AREA VASTA i dati FCD hanno mostrato una buona correlazione con i flussi rilevati sul campo. Infatti, confrontando per il giorno feriale medio le due banche dati (FCD non espansi e sezioni di rilievo) relativamente al TGM, si registrano valori di  $R^2$  superiori allo 0.87 sia per i veicoli leggeri, sia per quelli pesanti: complessivamente in termini di veicoli equivalenti mostra un'ottima correlazione ( $R^2$  superiore a 0.92), come viene mostrato nella figura seguente.

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	9 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



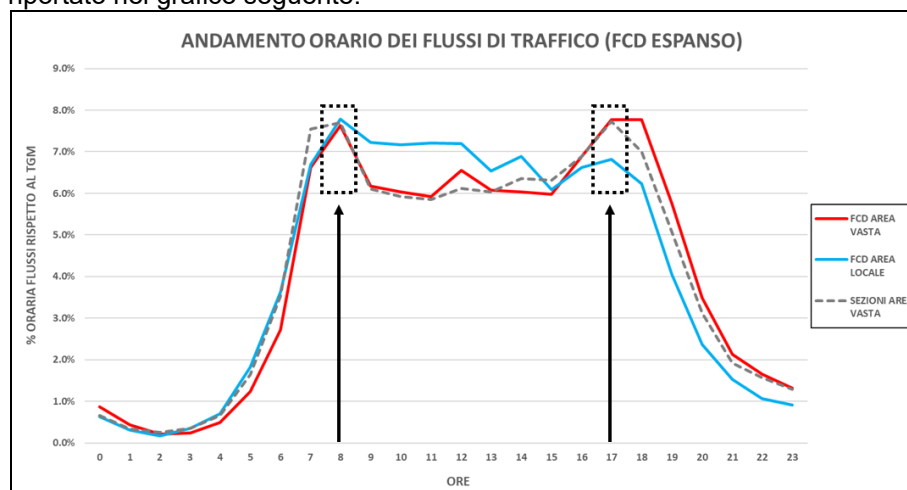
**Figura 5 – Confronto tra il dato FCD espanso e i dati rilevati**

Dall'analisi di questo grafico si evidenzia anche come la retta di regressione ha un coefficiente angolare di 1.0383 che si avvicina all'unità, valore ottimale che indica un'ottima corrispondenza tra le due banche dati in termini di valore.

Da tali evidenze si è ritenuto, quindi, affidabile il procedimento di espansione del dato FCD all'universo dei veicoli in circolazione per tutta la rete di interesse.

#### **C.4 ANALISI DELL'ANDAMENTO ORARIO**

A valle del processo di espansione del dato FCD è stata condotta un'analisi dell'andamento orario dei flussi (in termini percentuali rispetto al TGM) così da poter definire l'OdP del giorno feriale medio ovvero l'ora di massimo carico veicolare da considerare per le successive simulazioni del traffico. Tale analisi è stata condotta sui dati FCD considerando l'andamento orario dei flussi sia sull'AREA VASTA, sia sull'AREA LOCALE come riportato nel grafico seguente.



**Tabella 2 – Andamento orario dei flussi**

Come è possibile vedere l'andamento orario dell'AREA VASTA e dell'AREA LOCALE è molto simile fino al picco della mattina che in entrambe i casi si registra nella fascia oraria 8.00-9.00 mentre il picco serale che si verifica in entrambe i casi per la fascia oraria 17.00-18.00 risulta essere più marcato nel primo caso. Questo è dovuto al fatto che l'AREA LOCALE è più soggetta alla circolazione dei mezzi pesanti che, in generale, è più significativa la mattina piuttosto che nella fascia oraria serale.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	10 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Infine, per completezza nel grafico precedente è stato riportato anche l'andamento orario delle sezioni di traffico di Regione Emilia-Romagna considerate per l'AREA VASTA: rispetto al dato FCD espanso riferito alla stessa area, si ha una buona corrispondenza per quanto riguarda l'andamento orario ( $R^2$  superiore a 0.98) comprovando così anche in questo caso la bontà del procedimento di espansione.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	11 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## D SCENARIO DI CANTIERE

In questo capitolo viene presentato lo scenario di cantiere, in cui vengono definiti i mezzi leggeri e i mezzi pesanti che circoleranno sulla rete stradale di studio. In particolare, ad ogni appaltatore è stato richiesto il maggior dettaglio ad oggi disponibile in merito al programma dei transiti e alle risorse presenti in cantiere durante le loro lavorazioni.

Per il cantiere di Eni Rewind relativo alla costruzione della piattaforma di bio-recupero sono state individuate 4 società che si occuperanno dell'appalto; in contemporanea a questo cantiere è previsto anche il cantiere di HEA per la realizzazione della Piattaforma Polifunzionale "Ponticelle" in prossimità delle aree oggetto dell'intervento di Eni Rewind. Data l'interferenza, sia all'interno che all'esterno del cantiere, i calcoli effettuati per determinare la sostenibilità della circolazione dei mezzi nelle fasi di cantiere tengono in considerazione anche quanto previsto per il cantiere HEA che, per tipologia di intervento e numero di mezzi coinvolti presenta caratteristiche paragonabili.

Si vuole precisare che, per la stima dei mezzi operanti durante la fase di cantiere, ci si è basati su dati da un lato più dettagliati delle prime fasi di approvazione del progetto (poiché sono stati definiti gli appaltatori) e dall'altro con ancora alcuni margini di incertezza che derivano sia dalla definizione dei subappalti che da variazioni dovute ad eventi esterni al cantiere come quelli meteorologici. Per tali evidenze, nelle fasi successive di analisi trasportistica, sarà utilizzato un approccio cautelativo che in qualche modo può tener conto di eventuali incertezze rispetto al cronoprogramma previsto.

Infine, si evidenzia che ai fini del presente studio, l'impatto del cantiere HEA è stato valutato attraverso delle analogie con il cantiere di Eni Rewind, riportate nel successivo paragrafo.

### D.1 DEFINIZIONE DEL PIANO DEI TRASPORTI

Le società coinvolte nel cantiere Eni Rewind (Piattaforma di bio-recupero) sono le seguenti:

- **RTI Solesi-UTIP** di seguito in breve SOLESI;
- **RTI ACR-Rieco-Studio Capellari** di seguito in breve ACR;
- **ICET impianti** di seguito in breve ICET;
- **Diemme Soilwashing** di seguito in breve DIEMME;

inoltre, con il termine HEA saranno identificati tutti e tre gli appaltatori che saranno coinvolti nel cantiere di tale società (Piattaforma Polifunzionale).

Di seguito si fornisce in forma tabellare il cronoprogramma che identifica con un dettaglio settimanale la presenza dei diversi appaltatori in cantiere. Il cronoprogramma si sviluppa in 65 settimane di lavoro con una data di inizio cantiere presunta di metà giugno 2024.

Nella tabella seguente, per ogni settimana, viene associato al cronoprogramma:

- il numero di mezzi pesanti previsti per l'intera settimana, che in termini di movimentazioni va raddoppiato per descrivere ingresso e uscita dal cantiere;
- Il numero medio di risorse in cantiere per ogni giorno di quella settimana;

Nella tabella non è presente il dato di HEA che in questo contesto, vista la forte analogia in termini di lavorazioni rispetto al cantiere Eni Rewind, è stato considerato equivalente alla somma dei mezzi previsti per gli appaltatori ACR, ICET e DIEMME. Tale assunzione è dovuta alla similitudine delle lavorazioni tra le due piattaforme, i mezzi previsti da SOLESI non vengono considerati poiché tale ditta è incaricata della realizzazione delle parti comuni della piattaforma Eni Rewind. Tali elementi sono peculiari del progetto di tale piattaforma e pertanto non vengono considerati nella piattaforma HEA.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	12 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

SETTIMANA	CRONOPROGRAMMA				MEZZI PESANTI PER SETTIMANA					RISORSE GIORNALIERE				
	SOLESI	ACR	ICET	DIEMME	SOLESI	ACR	ICET	DIEMME	TOTALE	SOLESI	ACR	ICET	DIEMME	TOTALE
1					0	27	0	0	27	0	16	0	0	16
2					0	27	0	0	27	0	16	0	0	16
3					0	27	0	0	27	0	16	0	0	16
4					0	27	0	0	27	0	16	0	0	16
5					0	27	0	0	27	0	16	0	0	16
6					0	27	0	0	27	0	16	0	0	16
7					0	27	0	0	27	0	16	0	0	16
8					0	27	0	0	27	0	16	0	0	16
9					0	27	0	0	27	0	16	0	0	16
10					15	27	0	0	42	12	16	0	0	28
11					15	27	0	0	42	12	16	0	0	28
12					40	27	0	0	67	12	16	0	0	28
13					0	27	0	0	27	12	16	0	0	28
14					86	16	0	0	102	32	15	0	0	47
15					93	16	0	0	109	32	15	0	0	47
16					113	16	0	0	129	32	15	0	0	47
17					126	16	0	0	142	32	15	0	0	47
18					73	16	0	0	89	32	15	0	0	47
19					13	16	0	0	29	62	15	0	0	77
20					6	16	0	0	22	62	15	0	0	77
21					70	16	0	0	86	62	15	0	0	77
22					15	28	0	0	43	62	15	0	0	77
23					10	28	0	0	38	62	18	0	0	80
24					6	28	0	0	34	62	18	0	0	80
25					10	28	0	0	38	62	18	0	0	80
26					39	57	0	0	96	62	18	0	0	80
27					63	57	0	0	120	62	26	0	0	88
28					7	40	0	0	47	62	26	0	0	88
29					30	40	0	0	70	62	26	0	0	88
30					6	40	0	0	46	62	26	0	0	88
31					13	29	0	0	42	62	26	0	0	88
32					33	29	0	0	62	66	21	0	0	87
33					27	29	0	0	56	66	21	0	0	87
34					9	29	0	0	38	66	21	0	0	87
35					16	29	0	0	45	66	21	0	0	87
36					7	29	0	0	36	73	13	0	0	86
37					3	0	0	0	3	73	0	0	0	73
38					97	0	5	0	102	73	0	5	0	78
39					198	0	5	0	203	73	0	5	0	78
40					238	0	5	0	243	95	0	5	0	100
41					284	0	5	0	289	95	0	5	0	100
42					263	0	5	0	268	95	0	8	0	103
43					165	0	5	0	170	95	0	8	0	103
44					59	0	5	3	67	95	0	8	10	113
45					14	0	5	3	22	112	0	8	10	130
46					13	0	5	2	20	112	0	8	10	130
47					9	0	5	1	15	112	0	10	10	132
48					0	0	5	1	6	112	0	10	15	137
49					3	0	5	0	8	126	0	10	15	151
50					3	0	5	0	8	126	0	10	15	151
51					3	0	0	1	4	126	0	0	15	141
52					4	0	0	0	4	126	0	0	15	141
53					8	0	0	0	8	115	0	0	10	125
54					3	0	0	0	3	115	0	0	10	125
55					0	0	0	0	0	115	0	0	10	125
56					0	0	0	0	0	115	0	0	10	125
57					0	0	0	0	0	115	0	0	0	115
58					0	0	0	0	0	84	0	0	0	84
59					0	0	0	0	0	84	0	0	0	84
60					0	0	0	0	0	84	0	0	0	84
61					0	0	0	0	0	84	0	0	0	84
62					0	0	0	0	0	16	0	0	0	16
63					0	0	0	0	0	16	0	0	0	16
64					0	0	0	0	0	16	0	0	0	16
65					0	0	0	0	0	16	0	0	0	16

Tabella 3 – Cronoprogramma del cantiere Eni Rewind

Come è possibile notare da questa prima analisi il numero massimo di mezzi pesanti è previsto per la 41° settimana mentre per le risorse giornaliere per la 49° e 50° settimana.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	13 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## D.2 INDOTTI GIORNALIERI

Al fine di identificare il giorno più critico, rappresentativo della fase più critica di cantiere è necessario, per i mezzi pesanti, in primis, è necessario passare dalla stima settimanale, mostrata nella precedente tabella, ad una giornaliera e poi applicare alcuni coefficienti. Per le risorse, invece, è già stata fornita la consistenza delle maestranze per ciascun giorno di cantiere.

Di seguito verranno esplicitati i parametri utilizzati per definire i mezzi indotti dal cantiere.

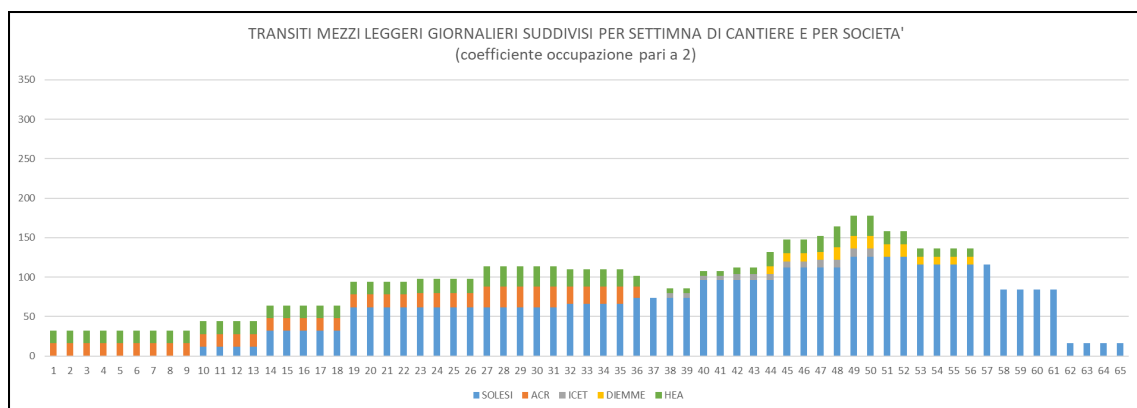
### Mezzi Leggeri

Coefficiente di occupazione medio dei veicoli: si tratta del coefficiente che tiene conto del numero medio di persone che occupa un veicolo.

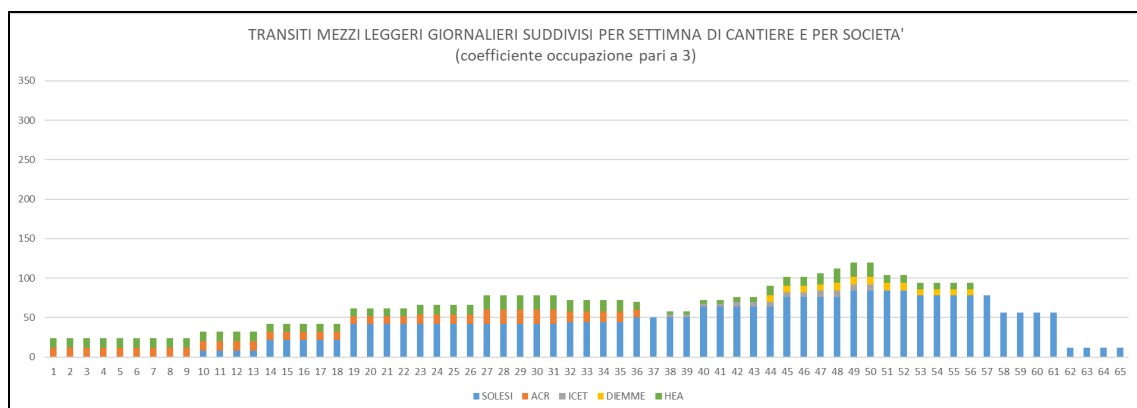
In questo caso particolare, dopo le interlocuzioni dirette con gli appaltatori è emerso che le maestranze partiranno dallo stesso luogo (ad esempio strutture ricettive di Ravenna e dintorni) e arriveranno in cantiere. Dato che l'origine e la destinazione sono i medesimi così come l'orario di lavoro, si suppone che possano scaturire delle forme di car pooling. Per questo motivo si ritiene ragionevole un valore di tale parametro pari a 3 passeggeri per veicolo.

A completamento dello studio si è anche proceduto a verificare l'indotto giornaliero che scaturirebbe utilizzando un coefficiente di occupazione pari a 2 (tale parametro è più cautelativo del precedente). Nelle tabelle seguenti saranno presentate entrambe le possibilità. Il numero di transiti è poi desumibile ipotizzando 2 viaggi al giorno principali (luogo di soggiorno verso il cantiere e viceversa).

Di seguito il grafico che mostra il numero di transiti medi giornalieri ipotizzato nelle diverse settimane di cantiere. In questo primo grafico sono riportati il numero di transiti ottenuto con un coefficiente di occupazione pari a 2, il successivo col coefficiente pari a 3.



**Figura 4 – Transiti mezzi leggeri con coefficiente occupazione pari a 2**



**Figura 5 – Transiti mezzi leggeri con coefficiente occupazione pari a 3**

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	14 di 48
Cod. ER	Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	



Come è possibile notare dai grafici riportati le settimane che presentano i valori di picco sono la 49° e la 50°.

### Mezzi Pesanti

Coefficiente per il giorno medio: considerando un funzionamento medio del cantiere di 5 giorni a settimana si ipotizza di ripartire i mezzi pesanti in modo omogeneo in ogni giorno della settimana, di conseguenza il coefficiente di ripartizione risulta pari a 5 (ovvero ogni giorno pesa il 20% dei mezzi settimanali).

Coefficiente di equivalenza dei mezzi pesanti: per poter sommare i veicoli pesanti con quelli leggeri è necessario utilizzare un coefficiente di equivalenza che viene definito pari a 2,5 mezzi leggeri, come definito in letteratura per rappresentare un mezzo commerciale pesante generico (mediando ad esempio tra autocarro tre assi e i trasporti eccezionali)

Il numero di transiti viene calcolato raddoppiando il numero di veicoli per tenere in considerazione sia gli ingressi che le uscite dal cantiere (ritardate rispetto agli ingressi del solo tempo di carico/scarico).

Di seguito si riportano i grafici dei transiti dei mezzi pesanti nel giorno medio per ogni settimana del cantiere. Nel primo grafico sono i riportati i transiti non equivalenti, nel secondo si è applicato il coefficiente di equivalenza per il confronto con i veicoli leggeri.

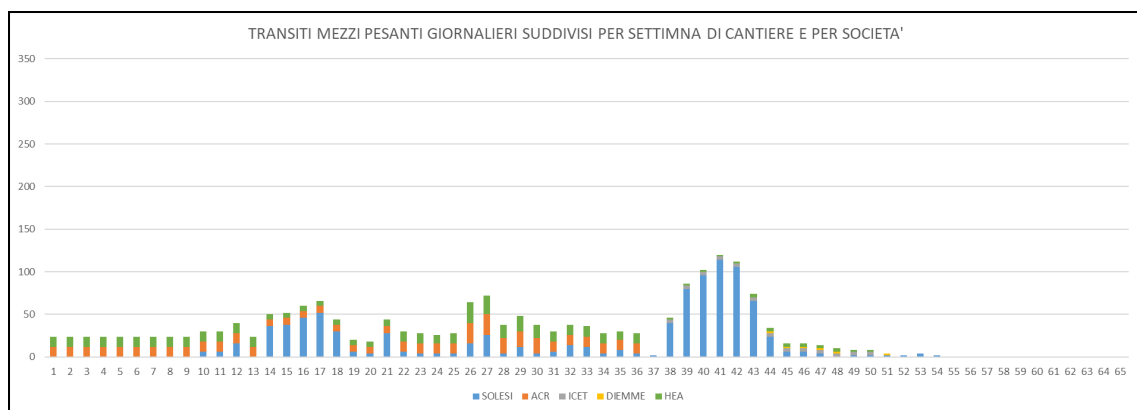


Figura 6 – Transiti mezzi pesanti

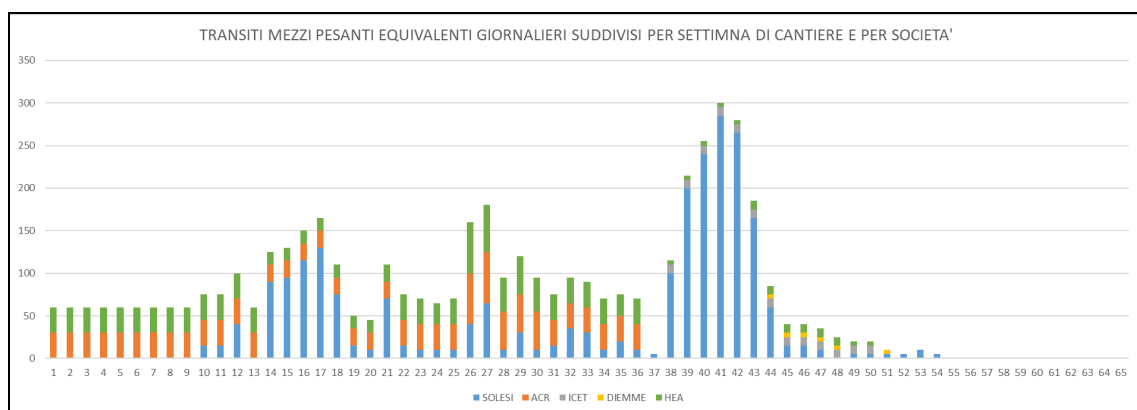


Figura 7 – Transiti mezzi pesanti in mezzi leggeri equivalenti

Dai grafici riportati si nota che la settimana con il giorno in cui vi sono il maggior numero di transiti di mezzi pesanti è la 41°.

Infine, si riportano i grafici combinati di veicoli leggeri e pesanti equivalenti al fine di determinare la settimana più critica, ovvero quella col maggior numero di transiti in una giornata. Nel primo grafico si è utilizzato il numero di transiti dei veicoli leggeri ottenuti col coefficiente di occupazione pari a 3 e nel secondo pari a 2.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	15 di 48
Cod. ER	Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

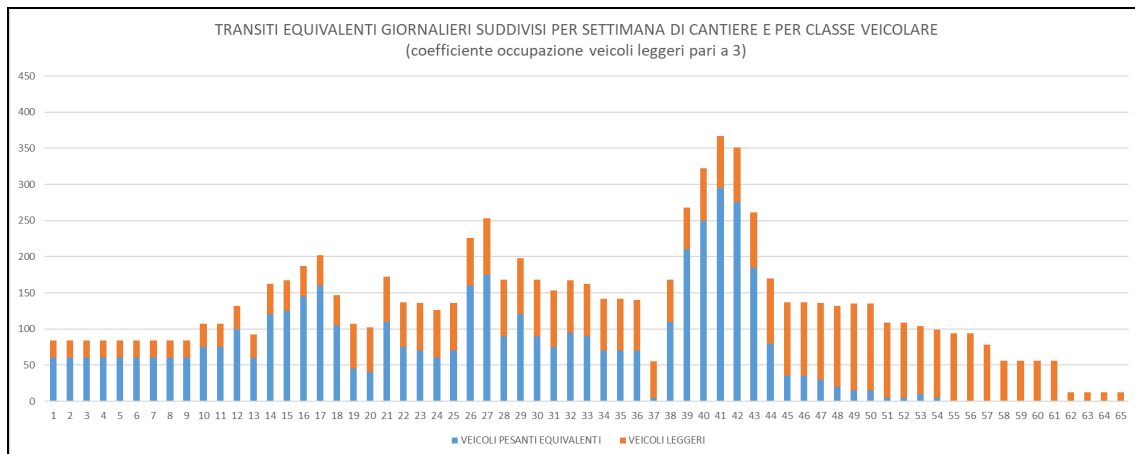


Figura 8 – Transiti totali equivalenti con coefficiente occupazione per i veicoli leggeri pari a 3

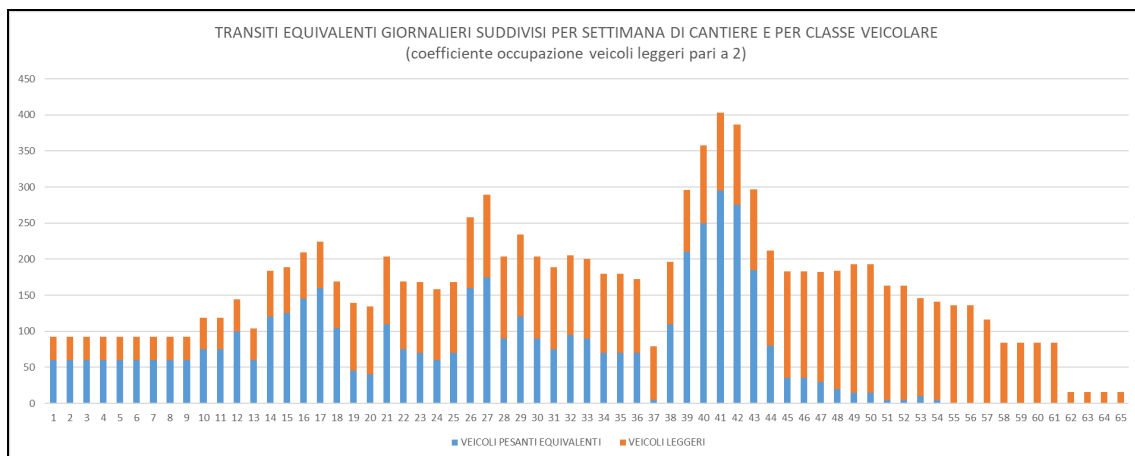


Figura 9 – Transiti totali equivalenti con coefficiente occupazione per i veicoli leggeri pari a 2

In entrambi i casi la settimana che presenta il maggior numero di transiti giornalieri espressi in veicoli equivalenti è la 41°. Entrambi gli scenari ipotizzati risultano sostanzialmente in linea con quanto ipotizzato preliminarmente nello Studio di Impatto Ambientale (SIA).

In relazione alle finalità di tale documento, ovvero verificare che il piano dei trasporti ipotizzato non crei criticità alla circolazione stradale, nel proseguo delle analisi si terrà conto della situazione più gravosa, e ovviamente più cautelativa: il numero di veicoli leggeri preso a riferimento è, quindi, quello calcolato con un coefficiente di occupazione pari a 2. Si riassume il volume giornaliero degli indotti nella seguente tabella:

	LEGGERI	PESANTI	EQUIVALENTI
VEICOLI/GG	54	59	202
TRANSITI/GG	108	118	403

Tabella 10 – Sintesi indotti del cantiere

### D.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO ORARIO DELLE MOVIMENTAZIONI DI CANTIERE

Il traffico dovuto al cantiere si sovrapporrà al traffico oggi circolante. In tal senso è utile analizzare le ore di massimo carico della rete stradale, dove l'incremento di traffico dovuto al cantiere può più facilmente portare a situazioni di congestione. Come presentato nel capitolo precedente, dagli open data presenti sul sito della Regione Emilia-Romagna sono stati estratti i flussi veicolari su 49 sezioni bidirezionali all'interno di un buffer

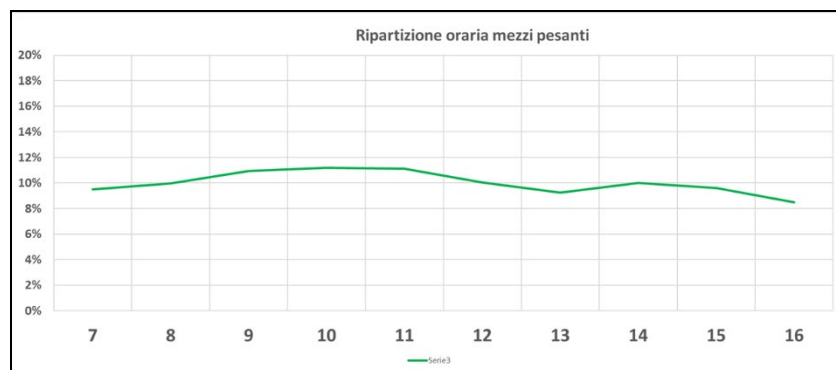
RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	16 di 48
Cod. ER	Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

di 50 km dal sito. Dall'analisi dell'andamento orario nei giorni feriali si è evidenziato che le due ore di massimo picco sono quelle delle 8:00-9:00 la mattina e delle 17:00-18:00 la sera.

Per quanto riguarda gli indotti di cantiere, riportando sempre le interlocuzioni avute con le imprese, si è definito il seguente orario di lavoro:

- Settimana lavorativa prevista cautelativamente di 5 giorni da lunedì a venerdì con la possibilità di recuperare eventuali ritardi il sabato mattina. L'eventuale estensione dei giorni lavorativi al sabato e alla domenica porterebbe ad una riduzione del carico di punta giornaliero, con potenziali vantaggi sul carico di picco orario.
- Rispetto ai veicoli leggeri delle maestranze, si ipotizza che tutti gli spostamenti avvengano in funzione degli orari del cantiere, che apre alle 7:00 circa e chiude alle 17:00 circa (con delle minime variazioni stagionali) per i 5 giorni feriali. In tal senso tutti gli ingressi avvengono tra le 6:00 e le 7:00 e tutte le uscite avvengono tra le 17:00 e le 18:00.
- Rispetto ai veicoli pesanti per le movimentazioni di cantiere, non è stato fornito alcun dettaglio orario. In tal senso si propone di considerare la distribuzione oraria registrata nell'area di studio per i soli mezzi pesanti nella fascia tra le 7:00 e le 17:00, in cui è presumibile che si muovano i mezzi di cantiere.

Il picco delle movimentazioni si registra intorno alle ore 10:00.



**Figura 11 – Ripartizione oraria dei mezzi pesanti**

A partire dalle assunzioni precedentemente descritte, si ottiene una ripartizione percentuale oraria rispetto al totale giornaliero, e la conseguente quantificazione in termini di veicoli indotti, come mostrato in tabella.

ORA	distribuzione veicoli pesanti	VEICOLI PESANTI	distribuzione veicoli leggeri	VEICOLI LEGGERI	CIRCOLANTI
6	0%	0	50%	54	4.3%
7	9%	11	0%	0	9.1%
8	10%	11	0%	0	10.0%
9	11%	13	0%	0	8.5%
10	11%	14	0%	0	8.3%
11	11%	13	0%	0	8.2%
12	10%	11	0%	0	8.6%
13	9%	11	0%	0	8.1%
14	10%	12	0%	0	8.4%
15	10%	12	0%	0	8.0%
16	8%	10	0%	0	8.9%
17	0%	0	50%	54	9.7%

**Tabella 12 – Sintesi indotti orari del cantiere**

Da tali dati si definisce di concentrare l'attenzione sull'ora di picco mattutino del traffico circolante, comunque numericamente molto più rilevante di quello di cantiere. Inoltre, in logica di massima cautela nell'affrontare le verifiche modellistiche si considera il massimo valore di transiti orari per ciascun segmento di domanda, si sommeranno quindi i seguenti transiti anche se avvengono in fasce orarie diverse tra loro:

- I transiti pesanti delle 10:00-11:00 (14 transiti di veicoli pesanti);
- I transiti leggeri delle 6:00-7:00 (54 veicoli leggeri);

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	17 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- Il traffico circolante delle 8:00-9:00 (10% del totale giorno come da tabella precedente);

TRANSITI PESANTI	TRANSITI LEGGERI	INDOTTI EQUIVALENTI
14	54	89

Tabella 13 – Sintesi indotti di cantiere Ora di Punta

#### D.4 ANALISI DELLE PROVENIENZE

Una volta definita la matrice degli indotti suddivisa tra leggeri e pesanti è fondamentale capire la ripartizione nelle varie zone della rete. La ripartizione ipotizzata è frutto sia delle interlocuzioni con le aziende di costruzione che, in assenza di dati accurati, dell'attuale redistribuzione dei veicoli sulla rete.

Di conseguenza, rispetto alle provenienze dei veicoli leggeri, si ipotizza di considerare il comune di Ravenna come origine degli spostamenti.

Invece, rispetto alle provenienze dei veicoli pesanti, non essendo possibile in questa fase disporre di previsioni accurate, si ritiene di considerare le attuali quote di origine/destinazione del traffico pesante, desunte dai dati FCD rispetto alla rete stradale individuata per le analisi, che comunque è compatibile con le informazioni fornite.

Di seguito viene mostrata la ripartizione dei veicoli leggeri (in rosso) e pesanti (in blu) sulla rete. Si tenga presente che tale ripartizione vale sia per le origini che le destinazioni. Il cerchio giallo indica la posizione del cantiere.

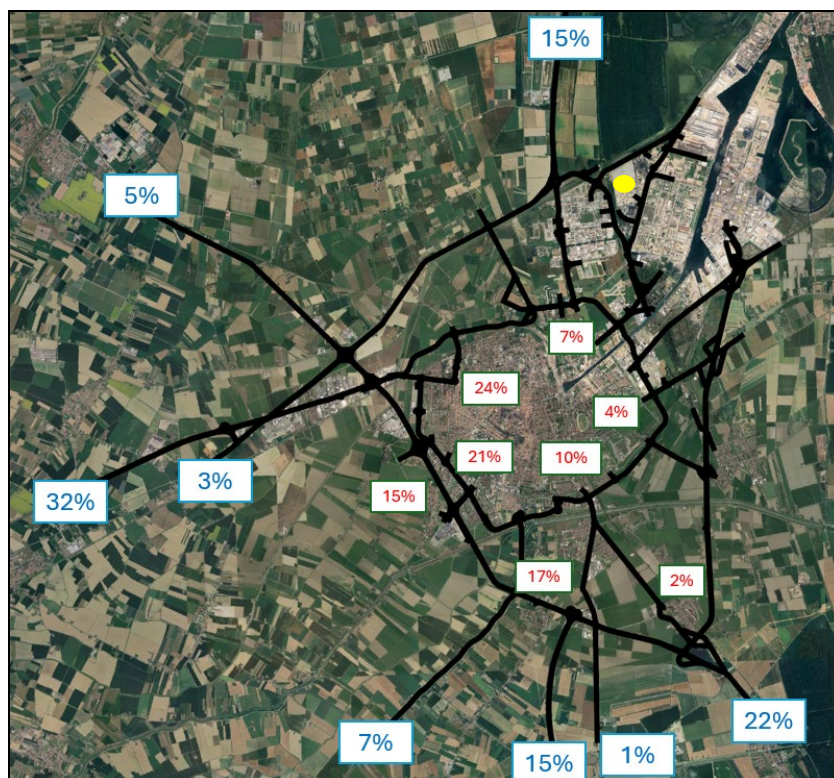


Figura 14 – Provenienze indotti di cantiere

Per quanto riguarda i mezzi pesanti, inoltre, si ipotizza che il percorso preferenziale che possano seguire per accedere al cantiere sia attraverso le due statali principali tangenziali alla città di Ravenna. Ovvero si ipotizza che i mezzi pesanti non transitino nella circonvallazione più interna e in modo particolare non

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	18 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

debbano attraversare il ponte mobile e Viale Mattei, i mezzi che provengono da Rimini o da zone più a Sud di Ravenna possono comunque raggiungere il cantiere utilizzando prima la SS16 e poi la SS309. Tale accorgimento comporterà un aggravio dei tempi per i mezzi pesanti di qualche minuto ma anche maggior sicurezza della circolazione poiché si evitano conflitti con l'utenza debole che è più presente nell'ambito urbano rispetto alle tangenziali. Di seguito una mappa delle viabilità che si ritiene percorribile dai mezzi pesanti di cantiere. Il cerchio giallo indica la posizione del cantiere.

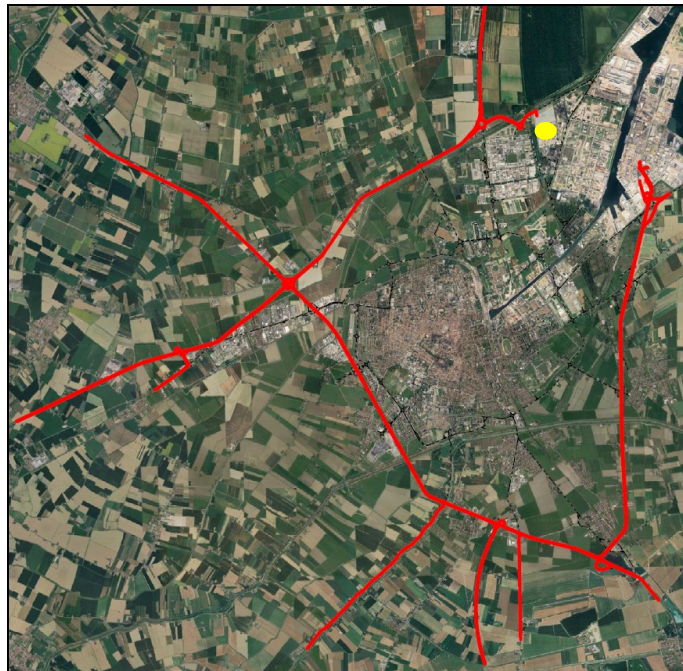


Figura 15 – Viabilità di accesso al cantiere per i mezzi pesanti

## D.5 ACCESSO AL CANTIERE

Ad oggi l'accesso all'area di cantiere è possibile solo dalla via Baiona ovvero da Sud dell'area di cantiere (freccia rossa in figura) attraverso l'azienda Ciclat con la quale sono in essere accordi per l'utilizzo del suo accesso. Tale situazione sarà modificata una volta che la rotatoria di progetto prevista su via Canale Magni sarà completata. La rotatoria, quindi, verrà utilizzata dai mezzi di cantiere per accedere all'area direttamente da Nord (freccia blu in figura) senza dover attraversare altre proprietà. I tempi previsti per la realizzazione prevedono la possibilità di apertura dell'opera, al più tardi, a Settembre 2024.

Di conseguenza, nelle simulazioni di traffico che sono incentrate sulla settimana più carica (la 41° dall'inizio del cantiere ovvero presumibilmente Marzo 2025) mostreranno l'accesso da Nord dell'area e verificheranno la tenuta anche della nuova intersezione a rotatoria.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	19 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	





**Figura 16 – Accessi al cantiere**

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	20 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



## E MODELLO DI SIMULAZIONE A SCALA MACRO

Nel presente capitolo viene presentata la metodologia che ha portato alla ricostruzione dei flussi circolanti nell'area di studio nello scenario attuale.

Grazie all'utilizzo congiunto dei dati FCD, in possesso della scrivente società, e dei dati a disposizione sul portale dedicato della Regione Emilia-Romagna è stato possibile ricostruire la matrice Origine/Destinazione attuale dell'ora di punta mattutina (8-9) della porzione di territorio che comprende il comune di Ravenna e in particolare l'area di cantiere. Il grafo utilizzato tiene in considerazioni le viabilità con classe funzionale più alta, tralasciando le viabilità di carattere locale, dato che i mezzi di cantiere utilizzeranno in prevalenza tali strade. Nell'area più prossima all'intervento è stato effettuato un infittimento della rete. Il cerchio giallo indica la posizione del cantiere.



**Figura 17 – Grafo viario dell'area di studio**

Tale matrice, insieme alla rete stradale esistente, ha consentito, con l'ausilio del software di macrosimulazione VISUM, di rappresentare la situazione attuale del traffico sulla viabilità (SDF) e successivamente, implementando le matrici degli indotti di cantiere anche la situazione futura (SDC).

### E.1 DOMANDA DI MOBILITÀ

La mobilità dell'area di studio viene rappresentata dalla Matrice Origine\Destinazione, matrice che è stata ottenuta calibrando i dati FCD attraverso i dati a disposizione sul portale dedicato della Regione Emilia-Romagna.

Il processo di calibrazione consiste nell'ottimizzazione dei parametri che descrivono le caratteristiche degli elementi della rete con l'obiettivo di ottenere, per una stessa variabile rilevante, (in genere i flussi sulla rete) un'elevata correlazione tra i valori stimati e i valori rilevati nella realtà.

A valle del processo di calibrazione sono state ottenute le seguenti matrici che rappresentano le diverse componenti veicolari nell'ora di punta analizzata (dalle 8:00 alle 9:00) del giorno medio ferialo.

MATRICE ODP MATTINA				
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOTALI EQUIVALENTI
SDF	11,244	2,642	13,887	17,850
	81%	19%		

**Tabella 18 – Sintesi della matrice O/D**

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	21 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Si evidenzia come il numero di mezzi pesanti sul totale dei veicoli è pari all'19%, evidenziando una componente non trascurabile di tali mezzi, dovuta alla forte vocazione industriale dell'area.

## E.2 ASSEGNAZIONE DELLA DOMANDA NELLO SCENARIO ATTUALE SDF

Per determinare la bontà del processo di calibrazione è necessario assegnare le matrici ottenute sul grafo di riferimento, definendo la distribuzione attuale del traffico veicolare sulla rete stradale dell'area di studio, nell'ora di punta mattutina del giorno medio feriale.

Si utilizza la funzione statistica  $R^2$ , in grado di misurare la correlazione esistente tra variabile indipendente (i flussi osservati) e variabile dipendente (i flussi stimati), attraverso la costruzione di un modello di regressione lineare: restituisce un valore compreso nell'intervallo 0-1, ove 1 indica perfetta correlazione e 0 indica totale indipendenza tra le due variabili. Nell'utilizzare tale parametro statistico, occorre fare attenzione anche al valore di pendenza della retta di regressione, dove 1 indica l'assenza di distorsioni del "bias" (ovvero del valor medio delle due serie di dati: flussi osservati e flussi stimati). L'effettiva coincidenza dei dati osservati e misurati si ottiene soltanto laddove  $R^2$  e la pendenza assumano valore uguale a 1.

Convenzionalmente si tende a considerare come attendibili le risultanze dell'assegnazione di un modello di simulazione di traffico in grado di restituire una correlazione non inferiore a 0,80, mentre i valori di pendenza della retta di regressione dovrebbero essere compresi tra 0,85 e 1,15 (consentendo quindi oscillazioni in media di più o meno il 15% rispetto al valore misurato). Tale soglia nominale viene, inoltre, valutata anche in ragione della numerosità dei punti di confronto, dal momento che più è esteso l'insieme dei punti di monitoraggio dei flussi, maggiore è la possibilità che possano rilevarsi distorsioni, magari di natura locale, rispetto alla tendenza generale del campione di analisi.

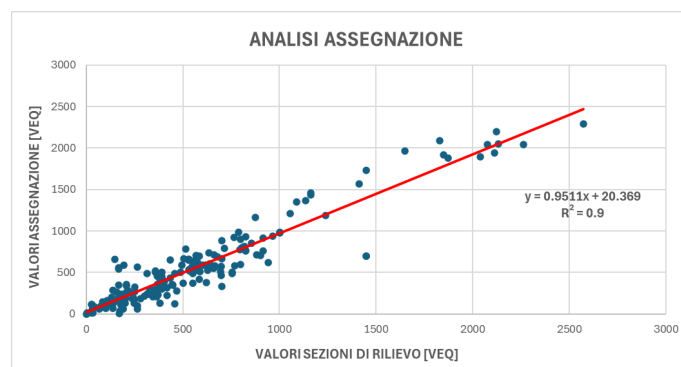


Figura 6 - Analisi assegnazione per l'area di studio

Da tale grafico emerge che il valore di  $R^2$  riscontrato è superiore a 0.9 e la pendenza è pari a 0.95, identificando una buona correlazione tra i dati simulati e quelli reali derivanti dalle banche dati a disposizione.

Il diagramma di carico, che costituisce uno dei risultati principali delle simulazioni effettuate, riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale della rete di trasporto complessiva, mediante una visualizzazione basata principalmente sullo spessore delle bande che descrivono i flussi (flussogrammi): lo spessore delle barre è proporzionale al traffico sull'arco corrispondente.

I flussi sugli archi sono stati espressi in veicoli equivalenti: i veicoli leggeri vengono contati con un coefficiente pari ad 1 e i veicoli pesanti con un coefficiente pari a 2.5. Il cerchio giallo indica la posizione del cantiere.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	22 di 48
Cod. ER	Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	



**Figura 7 – Flussogramma OdP mattina SDF**

È possibile osservare come tra le viabilità più cariche vi è il raccordo autostradale di Ravenna e la strada statale 16 che diventa una sorta di tangenziale ovest per la città.

### E.2.1 Grafi flusso/capacità SDF

In questo capitolo si illustrano i flussogrammi Flusso/Capacità della rete dello SDF, utili a definire i Livelli di Servizio (LdS) per la loro definizione si è fatto riferimento al manuale americano HCM, che rappresenta uno standard per gli studi di settore. In particolare, vengono considerati per ciascun arco i flussi bidirezionali per poi calcolare il rapporto flusso/capacità. Di seguito si riporta la tabella che esplicita le soglie di conversione tra il rapporto flusso/capacità e i Livelli di Servizio.

LdS	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)
A	0,18	~575
B	0,32	~1042
C	0,52	~1650
D	0,77	~2450
E	> 0,77	-

**Tabella 19 – Soglie definite per i LdS**

Si precisa inoltre, che il LdS alle rotatorie non è da considerarsi attendibile, l'analisi di dettaglio verrà svolta nel capitolo successivo. Il cerchio giallo indica la posizione del cantiere.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	23 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



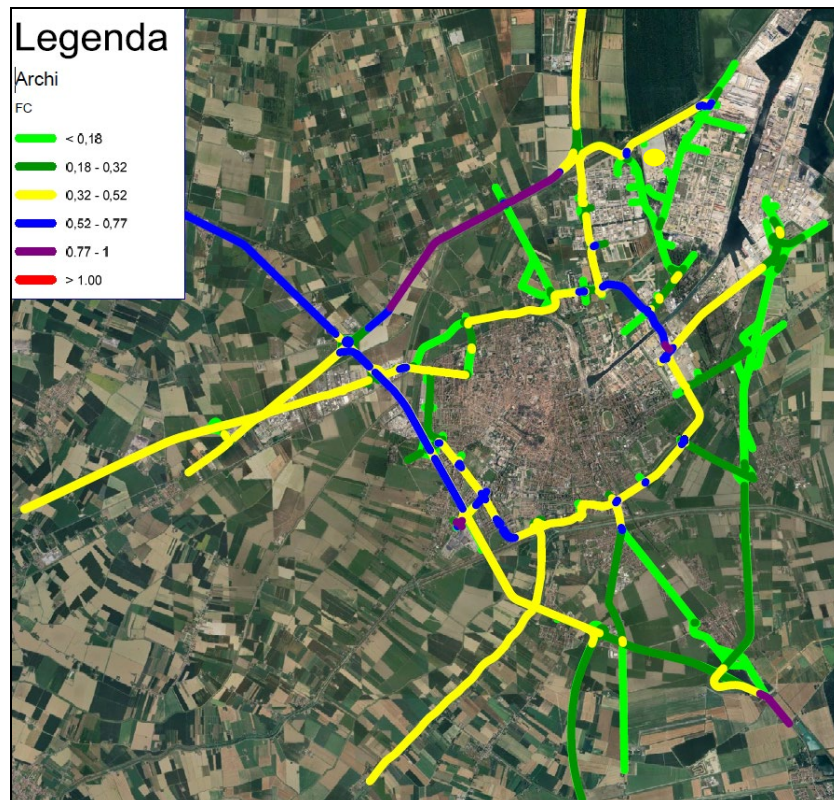


Figura 8 – Grafo flusso/capacità SDF

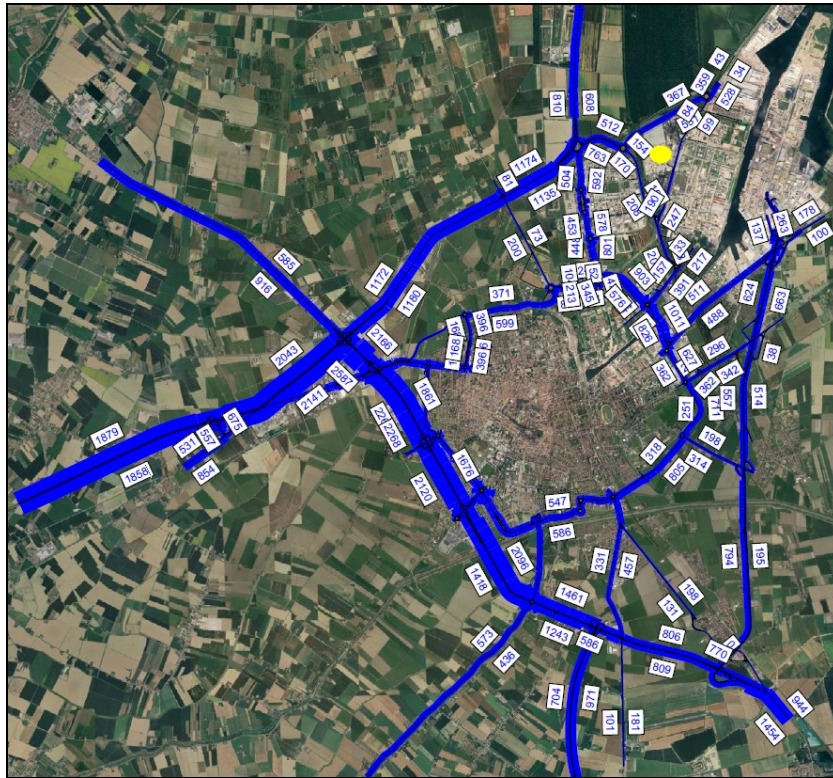
Dal precedente grafico si può verificare che, la rete si divide nella parte ad Est con LdS prevalentemente pari ad A o B, la strada statale 16 che presenta nella parte Nord un LdS D e il tratto della SS309 “Romea” che presenta un LdS E.

### E.3 ASSEGNAZIONE DELLA DOMANDA MASSIMA NELLO SCENARIO DI CANTIERE (SDC)

In questo capitolo viene mostrata l’assegnazione alla rete delle matrici dello SDF con l’aggiunta di quelle dedicate ai veicoli leggeri e pesanti.

Di seguito, quindi, si propone il flussogramma dello SDC dove i flussi sugli archi sono stati espressi in veicoli equivalenti: i veicoli leggeri vengono contati con un coefficiente pari ad 1 e i veicoli pesanti con un coefficiente pari a 2.5. Il cerchio giallo indica la posizione del cantiere nelle successive figure.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	24 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



**Figura 9 – Flussogramma OdP mattina SDC**

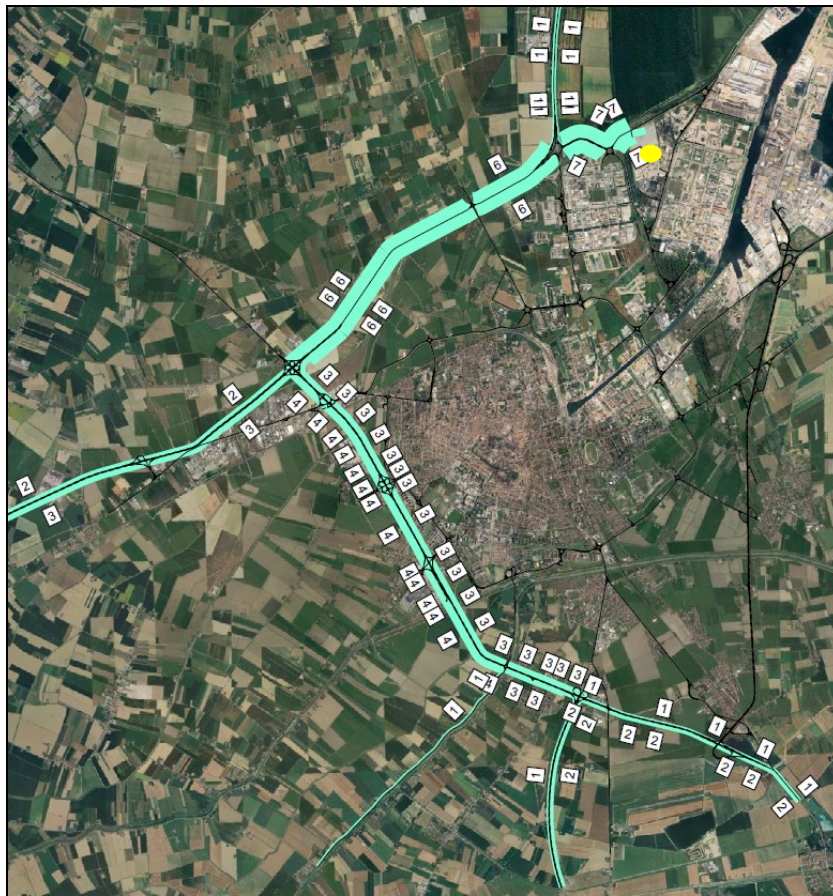
Al fine di meglio comprendere le dinamiche di circolazione dei veicoli all'interno della rete si mostrano due immagini che rappresentano i flussogrammi dei soli veicoli leggeri e pesanti indotti dal cantiere.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	25 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	









**Figura 11 – Flussogramma veicoli pesanti indotti**

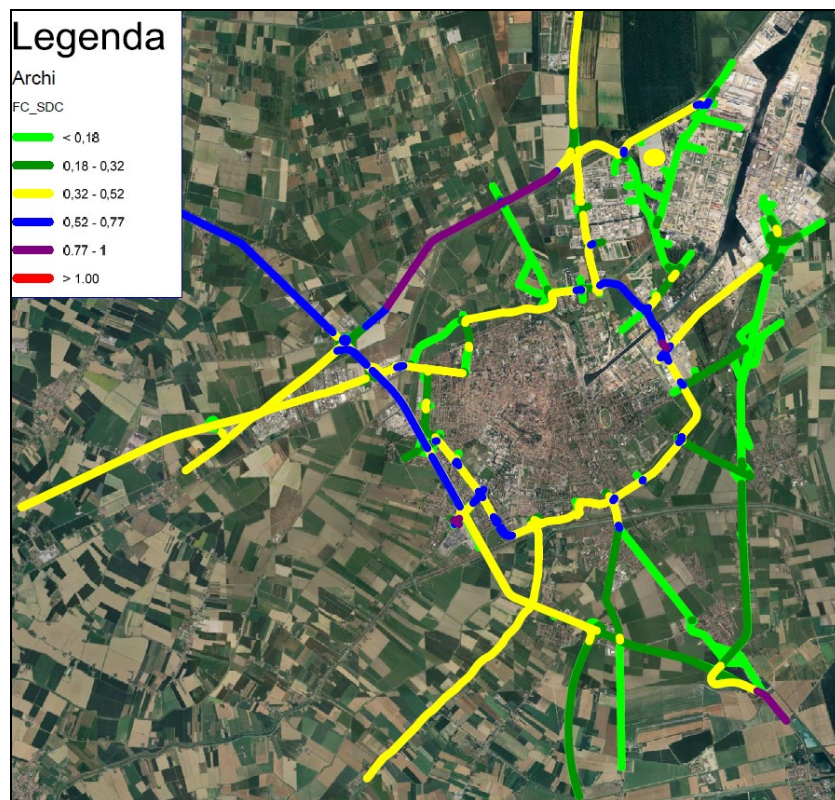
Dall'immagine precedente risulta visibile come le principali viabilità coinvolte dai flussi indotti sono le statali 16 e 309. È importante evidenziare, inoltre, che l'aumento di traffico su queste due strade è dell'ordine dell'1% per la SS16 e dell'2.5% per la SS309.

### E.3.1 Grafi flusso/capacità SDC

In questo capitolo si illustrano i flussogrammi Flusso/Capacità della rete dello SDC, utili a definire i Livelli di Servizio (LdS), per quindi metterli in relazione con quanto calcolato per lo SDF.

Si precisa nuovamente, che il LdS alle rotatorie non è da considerarsi attendibile, l'analisi di dettaglio verrà svolta nel capitolo successivo. Il cerchio giallo indica la posizione del cantiere.

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	27 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



**Figura 12 – Grafo flusso/capacità SDC**

L'analisi dell'immagine, in relazione con quella dello SDF, evidenzia una sostanziale invarianza del LdS tra i diversi scenari: ciò indica che i transiti indotti dal cantiere producono un basso impatto sulla rete. In particolare, a livello numerico le percentuali di variazione del rapporto flusso/capacità tra gli scenari delle principali viabilità coinvolte dai flussi di cantiere sono comparabili con l'aumento dei flussi ovvero inferiori al 3%.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	28 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



## F ANALISI STATICA DELLE ROTATORIE

In questo capitolo è presentata l'analisi statica compiuta sulle rotatorie esistenti e programmatiche o progettuali previste all'interno dell'area di studio per gli scenari SDF e SDC analizzati nell'OdP mattutina nel giorno medio feriale.

In dettaglio le rotatorie in analisi sono:

- **ROT 01:** rotatoria a 4 braccia tra via Baiona e via Canale Magni;
- **ROT 02:** rotatoria a 3 braccia tra via Baiona e via Bassette;
- **ROT 03:** rotatoria a 4 braccia tra via Canale Magni, via Bassette e via G. Stefano Bondi;
- **ROT 04:** rotatoria a 4 braccia tra via Canale Magni e la strada statale SS 309;
- **ROT 05:** rotatoria a 4 braccia tra la statale SS 309 e la provinciale SP1;
- **ROT 06:** rotatoria di progetto a 3 braccia localizzata su via Canale Magni.

In Figura 13 è presentata la collocazione geografica delle rotatorie nell'area di studio.

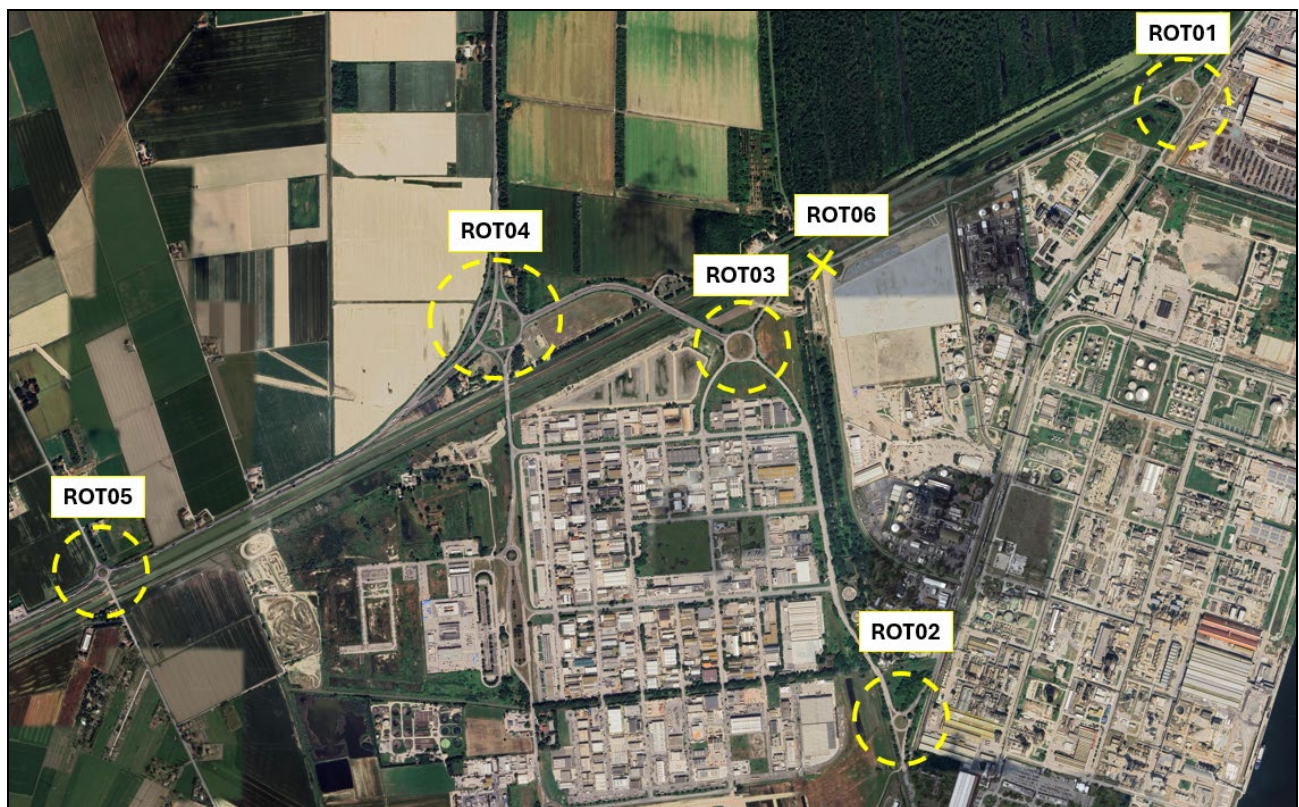


Figura 13 – Rotatorie analizzate

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	29 di 48
Cod. ER	Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

## F.1 METODOLOGIA DI ANALISI PER LE ROTATORIE

Per quanto riguarda la rotatoria indicata si è deciso di svolgere l'analisi statica del livello di saturazione della stessa con il software trasportistico GIRABASE, basato su studi svolti sulle rotatorie, in Francia dalla fine degli anni Settanta, e successivamente sviluppato come software certificato da parte del Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU) e del Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), due importanti enti che si occupano di pianificazione e progettazione delle infrastrutture di trasporto.

GIRABASE consente di testare progetti di rotatorie in termini di capacità e di adattarne le caratteristiche geometriche sulla base delle previsioni di traffico. Le rotatorie considerate prevedono che il flusso sull'anello abbia precedenza sui flussi in ingresso in rotatoria. L'obiettivo prioritario di GIRABASE è quello di verificare e diagnosticare, per ciascuna rotatoria, la capacità di smaltire il traffico previsto e l'eventuale presenza di capacità residua.

GIRABASE considera una rotatoria come una serie di incroci a T (la disposizione dei rami influenza i calcoli); per ogni ramo, il traffico massimo in entrata (Capacità) dipende dal traffico generato a destra dell'ingresso, secondo una curva esponenziale decrescente di tipo Siegloch. Il traffico generato a destra del ramo è a sua volta funzione del traffico che circola sull'anello a destra del ramo e del traffico uscente nel ramo stesso.

La formula che ne deriva è la seguente:

$$C = \frac{e^{-qg\left(tg - \frac{tf}{2}\right)}}{tf}$$

C = capacità, espresso in veicoli al secondo

tg = intervallo critico, espresso in secondi

tf = intervallo complementare, espresso in secondi

Questo modello di calcolo dei veicoli che entrano in rotatoria, si basa sulle seguenti assunzioni:

- nessun veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo inferiore all'intervallo critico tg;
- ogni veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo compreso tra tg e tg+tf;
- N veicoli di una corrente secondaria si inseriscono in una corrente principale in un tempo compreso tra tg+tf<sub>(N-1)</sub> e tg+tf<sub>N</sub>.

A partire dalle caratteristiche geometriche della rotatoria e dalla matrice completa della rotatoria (veicoli per ciascuna coppia di rami), GIRABASE calcola per ciascun ramo in ingresso:

- la riserva di capacità in percentuale e in veicoli/ora;
- i tempi medi e totali di attesa;

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	30 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- la lunghezza media e massima della coda di veicoli.

Per utilizzare GIRABASE servono una serie di informazioni per ciascuna rotatoria in esame. In particolare, vengono forniti i seguenti dati, classificati come qui di seguito riportato.

Dati preliminari = vengono forniti una descrizione della rotatoria e dei diversi rami in ingresso e uscita, nonché un ambito di localizzazione, tra i seguenti valori:

- extraurbano;
- periurbano;
- urbano.

Tale ambito influenza i valori degli intervalli critici  $t_g$  e  $t_f$ .

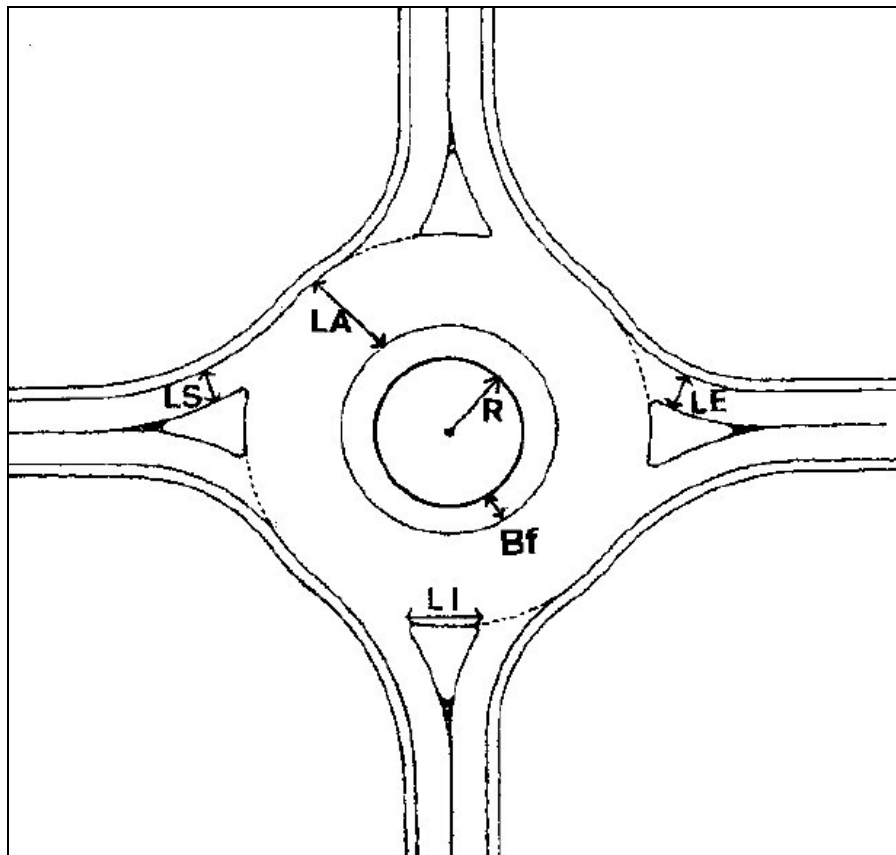
**Dati geometrici** = per ciascun ramo della rotatoria occorre fornire:

- numero di direttrici;
- angoli di confluenza;
- raggio interno (R);
- larghezza della banda interna sormontabile (Bf);
- larghezza dell'anello centrale (LA);
- larghezza delle corsie di entrata (LE) e uscita (LS);
- dimensione delle isole spartitraffico (LI);
- pendenza in casi superiori al 3%;
- presenza di svolta a destra continua.

In Figura 14 sono riportate alcune delle grandezze geometriche richieste.

Per semplicità di analisi è possibile considerare all'interno della misura dell'anello centrale (LA) la larghezza della banda sormontabile (Bf).

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	31 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



**Figura 14 - I dati geometrici di una rotatoria**

**Dati di traffico** = viene fornita la matrice del nodo, indicando il numero di veicoli entranti da ciascun ramo, disaggregati in funzione del ramo di uscita. Per gestire le diverse categorie di veicoli, GIRABASE suggerisce questi coefficienti di equivalenza:

- autovetture, pari a 1;
- veicoli commerciali leggeri, pari a 1
- veicoli commerciali pesanti, pari a 2;
- due ruote (ciclomotori e moto) pari a 1.

In funzione dei suddetti dati, GIRABASE calcola la capacità di un ramo in ingresso, considerando il disturbo provocato da coloro che escono nello stesso ramo (in quanto il conducente non sempre arriva a determinare se i veicoli sull'anello intendono lasciare la rotatoria), dagli attraversamenti pedonali e soprattutto dai veicoli che circolano nell'anello davanti al loro ingresso, cui devono dare la precedenza. Oltre alla riserva di capacità, vengono calcolati i tempi di attesa e le lunghezze delle code.

GIRABASE suggerisce anche come interpretare i dati forniti dal modello. Innanzitutto, valutando la riserva di capacità di ciascun ramo, espressa in percentuale, si considera che:

- se la riserva di capacità è superiore all'80% per tutti i rami in ingresso, la rotatoria non è giustificata;
- se tutti i rami hanno una riserva di capacità superiore al 50%, la dimensione dell'anello della rotatoria può essere ridotto;

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	32 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



- se la riserva di capacità per un ramo è superiore al 50%, è possibile ipotizzare un sovradimensionamento dello stesso;
- se la riserva di capacità per un ramo è compresa tra il 5% ed il 25%, è prevedibile la formazione di code, più o meno lunghe. In questo caso è importante verificare se tali code possano propagarsi ad intersezioni vicine (inferiori ai 100 m), rendendo critica anche l'uscita da tali intersezioni;
- se la riserva di capacità per un ramo è inferiore al 5% o addirittura negativa, è presumibile la formazione di code importanti, di saturazione e di progressivo blocco della rotatoria, e di conseguenza è richiesta una riprogettazione della rotatoria.

Tra gli interventi suggeriti vi sono:

- allargamento del ramo di ingresso, ad esempio mediante la realizzazione di doppi attestamenti;
- allargamento dell'isola spartitraffico, che quanto meno riduce la perturbazione dei veicoli che escono nello stesso ramo in analisi;
- allargamento della larghezza dell'anello, che consente un più facile inserimento in rotatoria.

Per quanto riguarda i tempi di attesa, questi indicano se la durata della fermata degli automobilisti rimane accettabile, e, come somma, forniscono il tempo speso dalla collettività a causa della rotatoria, consentendone anche una valutazione economica.

Infine, per quanto riguarda la lunghezza delle code, l'informazione è importante soprattutto al fine di verificare l'eventuale influenza che una coda su una rotatoria può avere su ulteriori intersezioni a monte della stessa. In questo caso, l'ambito di localizzazione può consentire di migliorare l'interpretazione dei risultati, secondo quanto di seguito riportato:

- in ambito urbano è più tollerabile la formazione di code, soprattutto nelle ore di picco, e non sempre è possibile aumentare la capacità della rotatoria;
- in ambito perturbano, la formazione di code con una certa regolarità risulta meno accettabile che in ambito urbano;
- in ambito extraurbano, la formazione di code, anche se occasionale, può costituire un pericolo per i veicoli in avvicinamento ed è quindi ancora meno accettabile.

## **F.2 I RISULTATI DELLE VERIFICHE FUNZIONALI**

In questo capitolo vengono riportati i risultati delle rotatorie precedentemente descritte. In particolare, vengono illustrati i dati geometrici necessari per la verifica funzionale ed i risultati di tale verifica riferiti a ciascun ramo in termini di:

- riserva di capacità in veicoli/ora (Réserve de Capacité en uvp/h);
- riserva di capacità percentuale (capacità - veicoli entranti) / capacità (Réserve de Capacité en %);
- lunghezza media di accodamento veicoli (Longueur de Stockage moyenne);

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	33 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

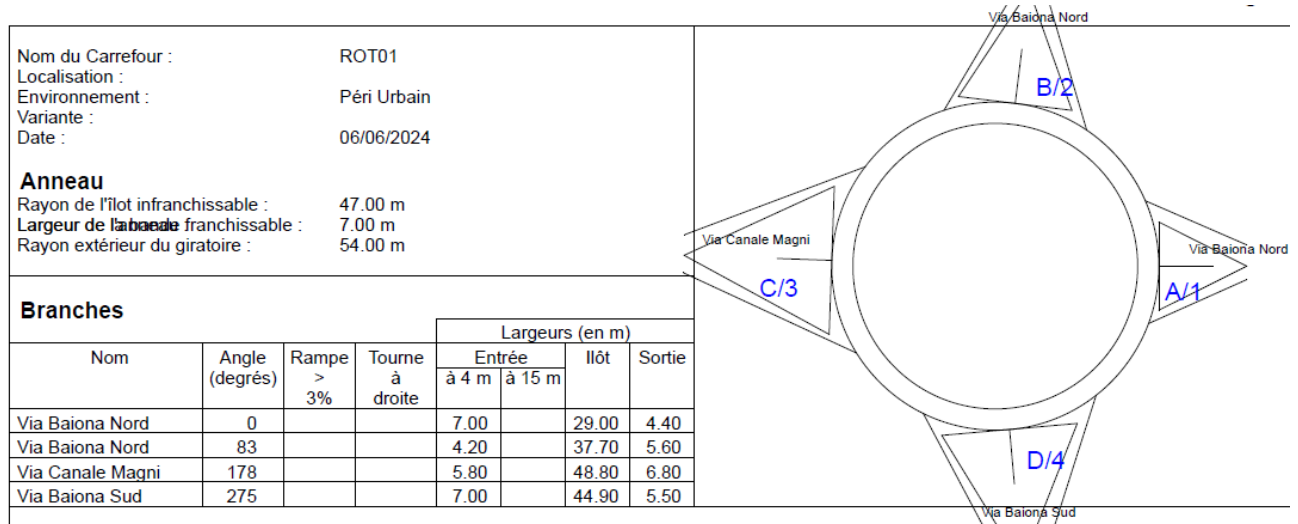
- lunghezza massima di accodamento veicoli, imputati nel modello (Longueur de Stockage maximale);
- tempi medi di attesa (Temps d'Attente moyen);
- tempi totali di attesa (Temps d'Attente total).

### La rotatoria ROT 01

Si tratta di una rotatoria posta a Nord del sito industriale a supporto prevalentemente della logistica di tali industrie.



**Figura 15 - Layout ROT 01**



**Figura 16 - Layout Girabase ROT 01**

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	34 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	0	259	32	291
2	0	0	20	22	42
3	397	19	0	32	448
4	48	10	24	0	82
Total Sortant	445	29	303	86	863

**Tabella 20 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT 01 nello scenario SDF nell'OdP mattina**

	Réserve de Capacité en uvp/h en %		Longueur de Stockage moyenne maximale		Temps d'Attente moyen total	
Via Baiona Nord	2219	88%	0vh	2vh	0s	0.0h
Via Baiona Nord	1529	97%	0vh	2vh	0s	0.0h
Via Canale Magni	2059	82%	0vh	2vh	0s	0.0h
Via Baiona Sud	1733	95%	0vh	2vh	0s	0.0h

**Tabella 21 - Risultati relativi alla ROT 01 nello scenario SDF nell'OdP mattina**

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	0	259	32	291
2	0	0	20	22	42
3	397	19	0	32	448
4	48	10	24	0	82
Total Sortant	445	29	303	86	863

**Tabella 22 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT 01 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

	Réserve de Capacité en uvp/h en %		Longueur de Stockage moyenne maximale		Temps d'Attente moyen total	
Via Baiona Nord	2219	88%	0vh	2vh	0s	0.0h
Via Baiona Nord	1529	97%	0vh	2vh	0s	0.0h
Via Canale Magni	2059	82%	0vh	2vh	0s	0.0h
Via Baiona Sud	1733	95%	0vh	2vh	0s	0.0h

**Tabella 23 - Risultati relativi alla ROT 01 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

La rotatoria presenta ottime riserve di capacità (superiori all'80%). Inoltre, la distribuzione di indotti ipotizzata non coinvolge tale intersezione.

### **La rotatoria ROT 02**

Si tratta della rotatoria a Sud dell'area di cantiere, la quale ha un anello interno con degli allargamenti posti tra un ramo e l'altro, dando la possibilità di creare degli spazi di utilizzo diversificati per chi utilizza la prima uscita e chi invece usa le altre.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	35 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



Figura 17 - Layout ROT 02

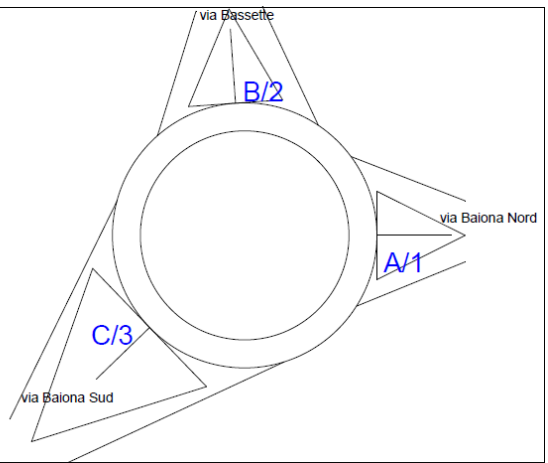


Figura 18 - Layout Girabase ROT 02

	1	2	3	Total Entrant
1	0	58	101	159
2	106	0	77	183
3	107	91	4	202
Total Sortant	213	149	182	544

Tabella 24 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT0 2 nello scenario SDF nell'OdP mattina

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
via Baiona Nord	2164	93%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Bassette	2126	92%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Baiona Sud	2105	91%	0vh	2vh	0s	0.0h

Tabella 25 – Risultati relativi alla ROT 02 nello scenario SDF nell'OdP mattina

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	36 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

	1	2	3	Total Entrant
1	0	58	101	159
2	106	0	77	183
3	107	102	4	213
Total Sortant	213	160	182	555

**Tabella 26 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT 02 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
via Baiona Nord	2141	93%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Bassette	2126	92%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Baiona Sud	2094	91%	0vh	2vh	0s	0.0h

**Tabella 27 - Risultati relativi alla ROT 02 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

La rotatoria presenta ottime riserve di capacità (superiori all'93%).

### **La rotatoria ROT 03**

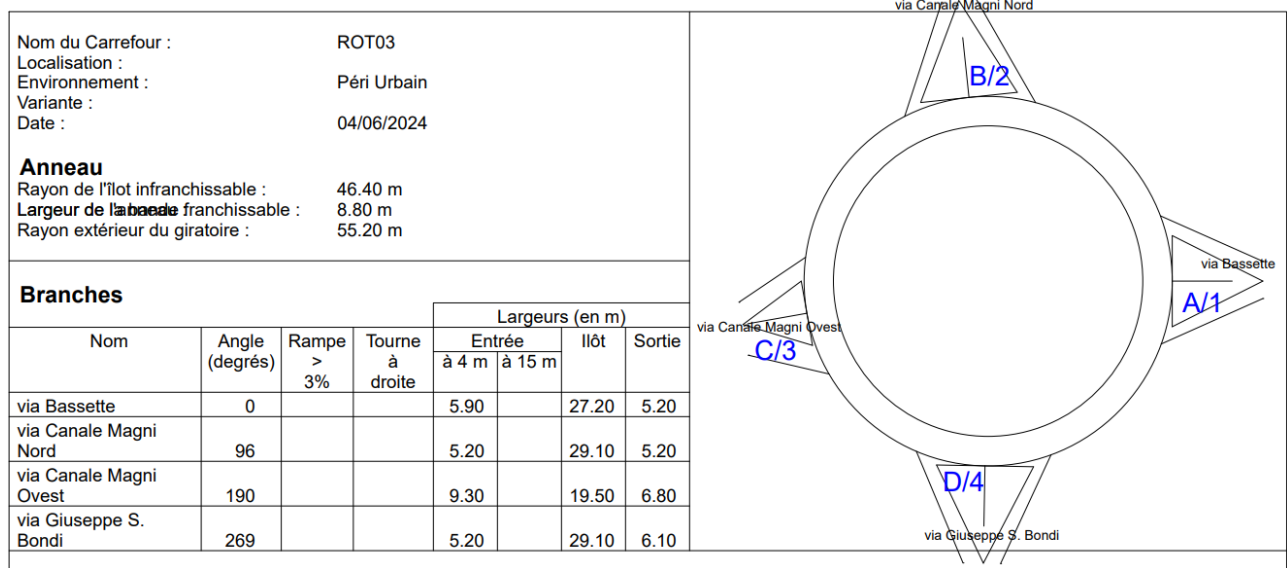
È la rotatoria che è posta a Nord-Ovest dell'area di cantiere e rappresenta il punto principale per accedere all'area.



**Figura 19 – Layout ROT 03**

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	37 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	





**Figura 20 - Layout Girabase ROT03**

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	11	96	14	121
2	2	0	294	6	302
3	147	403	0	54	604
4	2	34	21	0	57
Total Sortant	151	448	411	74	1084

**Tabella 28 – Matrice dei veicoli equivalenti della ROT 03 nello scenario SDF nell'OdP mattina**

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
via Bassette	1804	94%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Canale Magni Nord	1892	86%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Canale Magni Ovest	2475	80%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Giuseppe S. Bondi	1652	97%	0vh	2vh	0s	0.0h

**Tabella 29 – Risultati relativi alla ROT 03 nello scenario SDF nell'OdP mattina**

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	22	96	14	132
2	2	0	308	6	316
3	147	460	0	54	661
4	2	34	21	0	57
Total Sortant	151	516	425	74	1166

**Tabella 30 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT 03 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	38 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

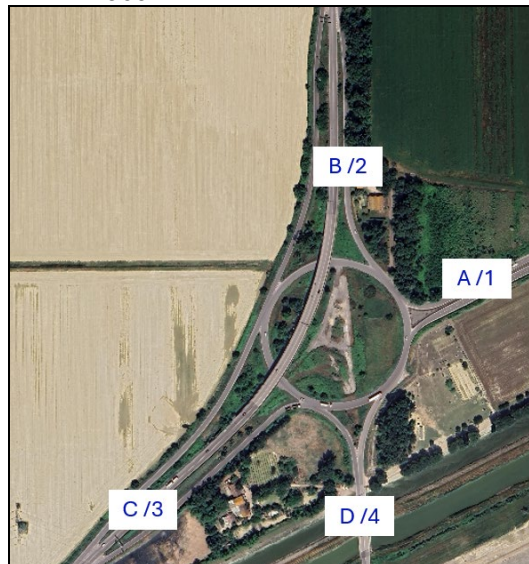
	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
via Bassette	1715	93%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Canale Magni Nord	1878	86%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Canale Magni Ovest	2418	79%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Giuseppe S. Bondi	1596	97%	0vh	2vh	0s	0.0h

**Tabella 31 - Risultati relativi alla ROT 03 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

La rotatoria presenta ottime riserve di capacità (superiori all'79%).

### **La rotatoria ROT 04**

La rotatoria è posta sull'itinerario della SS309 che poi porta in direzione Est al cantiere. Come è possibile notare anche dalla figura l'anello rotatorio è posto al di sotto di una rampa di collegamento diretta tra il ramo a Est e quello a Nord. Tale soluzione progettuale permette di non far entrare in rotatoria i veicoli che si trovano sull'itinerario principale della SS309.



**Figura 21 – Layout ROT 04**

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	39 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

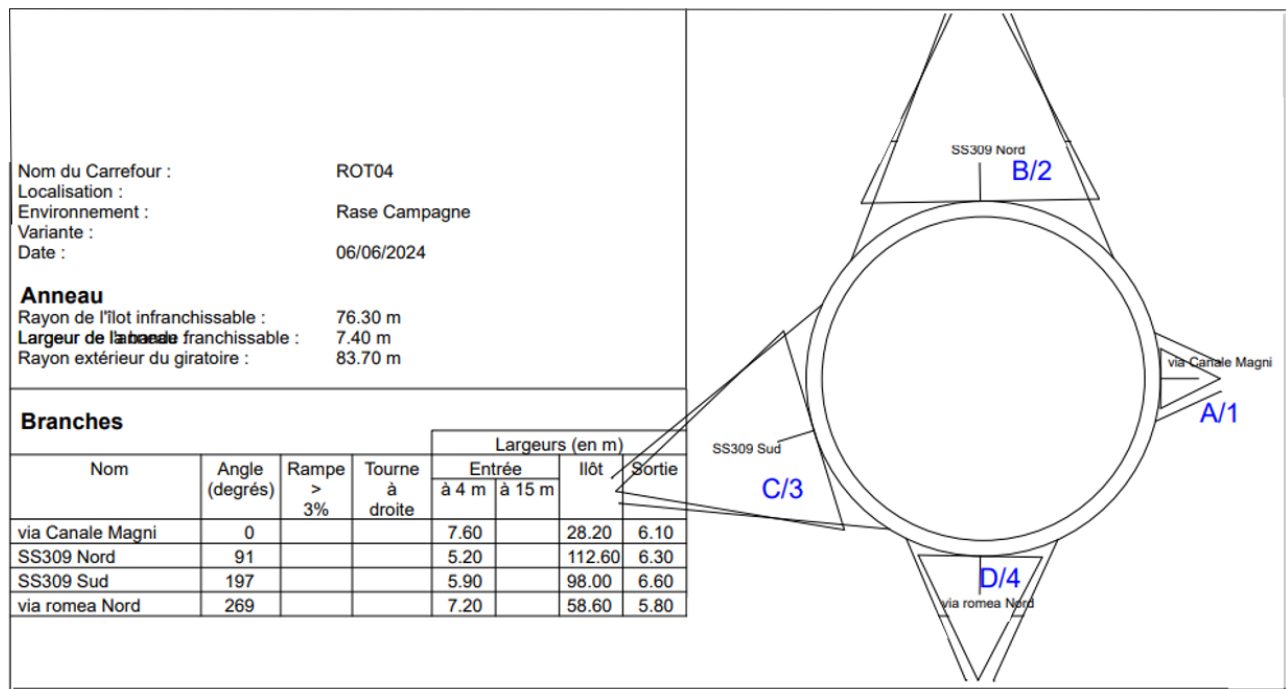


Figura 22 - Layout Girabase ROT04

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	95	296	17	408
2	129	0	0	248	377
3	475	0	0	178	653
4	0	136	347	0	483
Total Sortant	604	231	643	443	1921

Tabella 32 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT 04 nello scenario SDF nell'OdP mattina

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
via Canale Magni	1220	75%	0vh	2vh	0s	0.0h
SS309 Nord	985	72%	0vh	2vh	1s	0.1h
SS309 Sud	994	60%	0vh	2vh	1s	0.1h
via romea Nord	970	67%	0vh	2vh	1s	0.1h

Tabella 33 - Risultati relativi alla ROT 04 nello scenario SDF nell'OdP mattina

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	40 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	97	308	17	422
2	131	0	0	248	379
3	521	0	0	178	699
4	9	136	347	0	492
Total Sortant	661	233	655	443	1992

**Tabella 34 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT 04 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

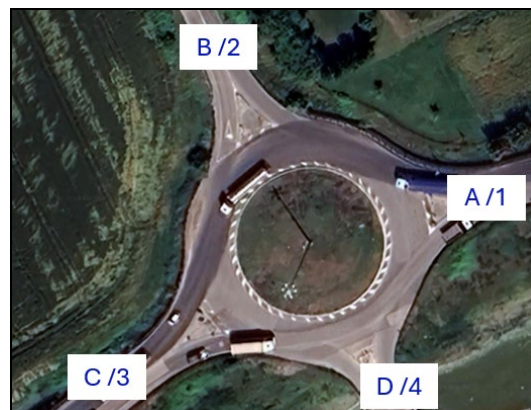
	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
via Canale Magni	1201	74%	0vh	2vh	0s	0.0h
SS309 Nord	974	72%	0vh	2vh	1s	0.1h
SS309 Sud	947	58%	0vh	2vh	1s	0.1h
via romea Nord	906	65%	0vh	2vh	1s	0.1h

**Tabella 35 - Risultati relativi alla ROT 04 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

La rotatoria presenta buone riserve di capacità (superiori all'58%), anche in relazione alla struttura sopraelevata che consente di far entrare meno flussi in rotatoria.

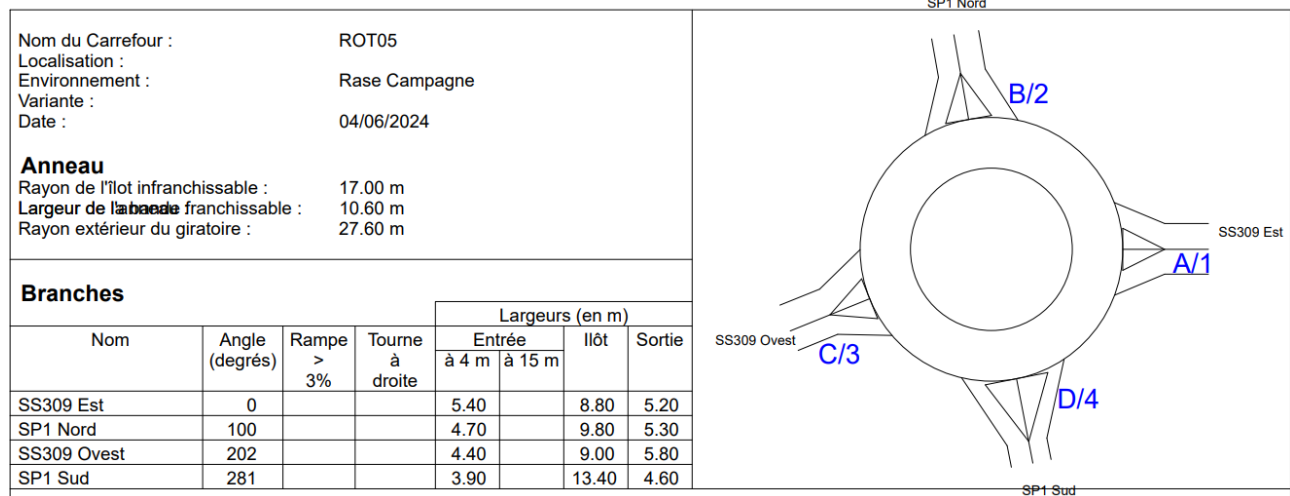
### **La rotatoria ROT 05**

Si tratta della prima rotatoria in uscita dallo svincolo autostradale del raccordo di Ravenna sulla statale 309.



**Figura 23 – Layout ROT 05**

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	41 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



**Figura 24 – Layout Girabase ROT 05**

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	17	964	2	983
2	10	0	18	129	157
3	871	51	0	69	991
4	66	4	0	0	70
Total Sortant	947	72	982	200	2201

**Tabella 36 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT 05 nello scenario SDF nell'OdP mattina**

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
SS309 Est	1074	52%	0vh	2vh	0s	0.0h
SP1 Nord	792	83%	0vh	2vh	2s	0.1h
SS309 Ovest	635	39%	0vh	3vh	1s	0.4h
SP1 Sud	706	91%	0vh	2vh	3s	0.1h

**Tabella 37 - Risultati relativi alla ROT 05 nello scenario SDF nell'OdP mattina**

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	17	976	2	995
2	10	0	18	129	157
3	917	51	0	69	1037
4	66	4	0	0	70
Total Sortant	993	72	994	200	2259

**Tabella 38 - Matrice dei veicoli equivalenti del ROT 05 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	42 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



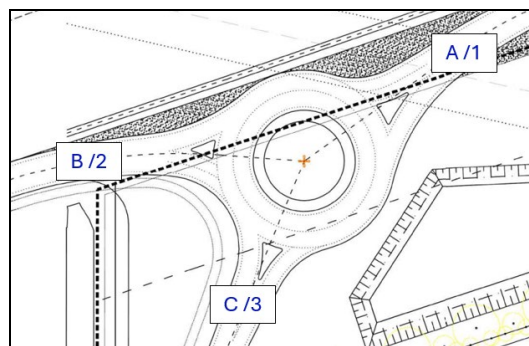
	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
SS309 Est	1062	52%	0vh	2vh	0s	0.0h
SP1 Nord	783	83%	0vh	2vh	2s	0.1h
SS309 Ovest	589	36%	0vh	3vh	2s	0.5h
SP1 Sud	675	91%	0vh	2vh	3s	0.1h

**Tabella 39 - Risultati relativi alla ROT 05 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

La rotatoria presenta riserve di capacità superiori all'36% per ogni ramo e scenario analizzato. Non si ravvisano particolari criticità differenti da quelle dello SDF: la variazione tra i due scenari è infatti pari al 3%.

### La rotatoria ROT 06

Si tratta di una rotatoria posizionata sulla via Canale Magni a Nord del futuro accesso all'area di Eni Rewind (ramo a Sud). Tale rotatoria una volta ultimata servirà anche per gestire l'area di cantiere.



**Figura 25 - Layout rotatoria ROT 06**

Nom du Carrefour :  
Localisation :  
Environnement :  
Variante :  
Date :

ROT 06  
Péri Urbain  
ROT07  
07/06/2024

Anneau

Rayon de l'îlot infranchissable :  
Largeur de la bande franchissable :  
Largeur de l'anneau :  
Rayon extérieur du giratoire :

15.00 m  
3.00 m  
9.00 m  
27.00 m

Branches

Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)			
				Entrée		Îlot	Sortie
				à 4 m	à 15 m		
via Canale Magni Est	0			9.00	4.50	10.00	4.50
via Canale Magni Ovest	139			9.00	4.50	6.60	4.50
accesso Nord Eni Rewind	212			4.70		9.10	4.50

via Canale Magni Ovest

B/2

via Canale Magni Est

A/2

accesso Nord Eni Rewind

C/3

**Figura 26 – Layout Girabase ROT 06**

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	43 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

	1	2	3	Total Entrant
1	0	302	0	302
2	446	0	68	514
3	0	14	0	14
Total Sortant	446	316	68	830

**Tabella 40 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT 06 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
via Bassette sud	2636	90%	0vh	2vh	0s	0.0h
via Bassette nord	2456	83%	0vh	2vh	0s	0.0h
via G.bacci	1619	99%	0vh	2vh	0s	0.0h

**Tabella 41 - Risultati relativi alla ROT 06 nello scenario SDC nell'OdP mattina**

La rotatoria presenta ottime riserve di capacità e nessuna particolare difficoltà nel gestire i flussi di cantiere.

### F.3 SINTESI ROTATORIE

Nella tabella vengono sintetizzate le verifiche sulle intersezioni a rotatoria, ritenute più significative nell'area di studio. In generale tutti gli scenari analizzati non riscontrano particolari criticità dato che le riserve minime di capacità sono sempre superiori al 36% e quindi distanti dalla soglia del 20% che convenzionalmente si definisce di inizio criticità. Tra i vari scenari non si osservano globalmente differenze significative tra le performances: le massime variazioni delle riserve di capacità sono sempre pari o inferiori al 3%.

ROTATORIA	SCENARIO	VEICOLI IN ROTATORIA	CAPACITA' RESIDUA				
			RAMO A	RAMO B	RAMO C	RAMO D	MINIMA
ROT01	SDF	863	88%	97%	82%	95%	82%
	SDP1	863	88%	97%	82%	95%	82%
ROT02	SDF	544	93%	92%	91%		91%
	SDP1	555	93%	92%	91%		91%
ROT03	SDF	1084	94%	86%	80%	97%	80%
	SDP1	1166	93%	86%	79%	97%	79%
ROT04	SDF	1921	75%	72%	60%	67%	60%
	SDP1	1992	74%	72%	58%	65%	58%
ROT05	SDF	2201	52%	83%	39%	91%	39%
	SDP1	2259	52%	83%	36%	91%	36%
ROT06	SDP1	830	90%	83%	99%		83%

**Tabella 42 – Sintesi risultati Girabase**

RM0051-ENG-I-IS-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	44 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## G SINTESI PIANO DEI TRASPORTI

Nei precedenti capitoli si è verificato che gli indotti generati dal cantiere, cautelativamente considerati per il valore massimo sia dei leggeri che dei pesanti, ulteriormente sommati al picco del circolante, non comportano un aggravio significativo alla circolazione dei veicoli. Si può, quindi, dedurre che, rispettando i valori massimi di movimentazione dei veicoli leggeri e pesanti riferibili al cantiere così come definiti nel modello in tutte le ore di funzionamento del cantiere, non verranno mai generate situazioni di criticità sulla rete stradale.

Di seguito, quindi, si riassume quanto definito nei capitoli precedenti e si fornisce la regolamentazione dei mezzi indotti dal cantiere funzionale alla definizione del piano dei trasporti.

L'analisi condotta si basa sul traffico circolante nella rete nei giorni feriali, in quanto si prevede prudenzialmente il normale funzionamento del cantiere solo in tali giorni della settimana. Laddove fosse necessario programmare, in via eccezionale, movimentazioni nei giorni del fine settimana si registrerebbero comunque situazioni di minor criticità rispetto a quanto avviene nei giorni feriali, visto il minor carico di veicoli circolanti. Su un'analisi condotta sulle sezioni di rilievo della Regione Emilia-Romagna e in particolare su quelle della provincia di Ravenna tra i flussi circolanti nell'ora di punta feriale (8-9) e quelli nelle ore di punta del sabato (11-12) e domenica (17-18) si è registrato rispettivamente un calo di circa il 11% e il 9%.

Il numero di massimo di indotti giornalieri stimato è pari a 403 transiti di veicoli equivalenti, che sono stati ottenuti come somma di 118 transiti di mezzi pesanti e 108 transiti di mezzi leggeri. Ulteriormente si prevede un valore di movimentazioni massime orarie pari a 14 mezzi per i veicoli pesanti e pari a 54 mezzi per i veicoli leggeri.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	45 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## H PROCEDURA DI GESTIONE DEI MEZZI DI CANTIERE

Sebbene nell'ambito del presente studio non siano emerse condizioni di criticità di seguito si riportano le indicazioni per una gestione del traffico indotto dai cantieri.

### H.1 PROCEDURE DA ADOTTARE PER IL TRAFFICO DI TIPO PESANTE IN FASE DI CANTIERE

Rispetto ai veicoli pesanti si individua come possibile azione l'indicazione che il percorso da utilizzare per accedere al cantiere eviti la tangenziale interna di Ravenna e in modo particolare il ponte mobile di attraversamento della Darsena, e viale Mattei.

Di conseguenza, solo per i mezzi pesanti, si propone nel caso provengano da zone a Sud di Ravenna di raggiungere il cantiere utilizzando la SS16 e la SS309, allungando il percorso ma evitando il transito in zone interne dell'area urbana di Ravenna.

Tale accorgimento aumenta la sicurezza della circolazione dell'utenza debole che in quota parte è più presente all'interno dell'area urbana che sulle statali.

Per meglio specificare i percorsi da utilizzare per i mezzi pesanti previsti per il cantiere si riporta di seguito la mappa che evidenzia le viabilità percorribili in ingresso ed in uscita dal cantiere stesso. Il cerchio giallo indica la posizione del cantiere.

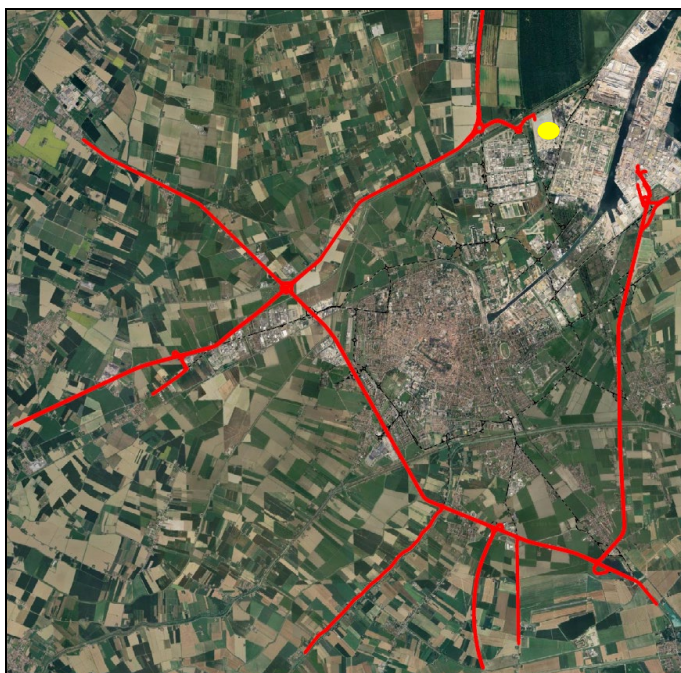


Figura 43 – Viabilità di accesso al cantiere per i mezzi pesanti

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 01	Relazione integrativa	00	16/07/2024	46 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## **H.2 PROCEDURE DA ADOTTARE PER IL TRAFFICO DI TIPO LEGGERO IN FASE DI CANTIERE**

Rispetto ai mezzi leggeri non si prevedono vincoli all'utilizzo dell'intera rete viaria.

## **H.3 MONITORAGGI PREVISTI**

In aggiunta alle indicazioni sopra riportate si prevede di mantenere un controllo del traffico indotto attraverso la verifica ed eventuali scostamenti rispetto ai cronoprogrammi e le stime utilizzate in questo studio, ad oggi disponibili.

Sarà verificato che l'accesso dei mezzi per entrambi i cantieri, che avverrà da un unico ingresso, venga effettuato con una modalità che escluda la sosta prolungata sulle strade attigue.

In particolare, se emergeranno evidenze, soprattutto per le stime relative ai mezzi pesanti, sarà cura di HEA ed Eni Rewind identificare una modalità di accesso al sito concordata con gli appaltatori che garantisca il mantenimento dei flussi sulle strade coerenti con le stime riportate nel presente studio, quali:

- individuazione percorsi alternativi seppur con allungamento delle percorrenze
- accesso al sito in orari diversificati.

Per i mezzi leggeri in caso di eventuali problemi di congestione verrà valutata la possibilità di utilizzare mezzi per il trasporto collettivo di più persone (ad esempio van 9 post).

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	47 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



## I CONCLUSIONI

Nel documento è stata descritta l'attività svolta per la redazione della procedura di gestione dei mezzi di cantiere per la costruzione della Piattaforma bio-recupero "Ponticelle" di Eni Rewind nel sito di Ponticelle a Ravenna e del cantiere contemporaneo di HEA per la costruzione della Piattaforma Polifunzionale "Ponticelle" in prossimità delle aree oggetto dell'intervento di Eni Rewind.

Lo studio si è articolato partendo dalla ricostruzione dello scenario Stato di Fatto (SDF), sulla rete di interesse, che ha utilizzato sia i dati pubblici delle sezioni di REGIONE EMILIA-ROMAGNA sul TGMA che i dati Floating Car Data (FCD), a disposizione del tecnico redattore del presente documento.

Successivamente è stato ricostruito lo scenario di cantiere (SDC): prendendo come riferimento le diverse interlocuzioni avute con le ditte costruttrici, è stato ricostruito un cronoprogramma con dettaglio settimanale della movimentazione dei mezzi pesanti e delle risorse presenti in cantiere. Si è comunque messo in evidenza che tale ricostruzione è più precisa di quanto definito in sede di approvazione del progetto ma presenta ancora delle incertezze dettate sia dalla non definitiva scelta dei fornitori che dagli imprevisti esterni al cantiere. Per questo motivo nelle valutazioni modellistiche si sono fatti diversi assunti a carattere cautelativo in modo da considerare possibili variazioni rispetto alla situazione ad oggi nota.

Si sono quindi applicati diversi coefficienti per prima stabilire il numero di mezzi al giorno e successivamente, individuato il giorno rappresentativo della settimana con più movimentazioni, per ipotizzare una distribuzione oraria di tali mezzi.

Avendo ancora delle incertezze sugli orari di funzionamento del cantiere si è ritenuto preferibile valutare in modo cautelativo una sovrapposizione dei vari picchi dei diversi segmenti di domanda. Ovvero identificata l'ora di punta del circolante tra le 8 e le 9 vi sono stati aggiunti i veicoli leggeri degli addetti pari a 54, che arrivano in cantiere prima delle 7 e il massimo delle movimentazioni orarie dei veicoli pesanti pari a 14 (35 equivalenti) che si verifica intorno alle 10.

Al fine di valutare le performance della rete è stato impostato un modello trasportistico incentrato sulla viabilità principale di Ravenna e sull'area di cantiere con riferimento all'ora di punta mattutina delle 8-9. Attraverso il modello costruito in ambiente PTV VISUM è stato possibile sia verificare i flussi oggi presenti sulla rete e quelli futuri riferibili anche ai mezzi indotti dal cantiere. Dall'analisi dei flussi così come da quella dei livelli di servizio è apparsa una sostanziale invarianza tra SDF e SDC: le variazioni sugli assi principali, ovvero la SS16 e la SS309, sono inferiori al 3% mentre i Livelli di Servizio rimangono invariati.

Inoltre, al fine di valutare non solo gli archi ma anche i nodi della rete è stata condotta un'analisi statica sulle principali rotatorie interessate dai flussi di cantiere, che ha rilevato delle buone riserve di capacità sia per lo SDF che lo SDC: tutti i rami presentano una riserva di capacità superiore al 36% quindi lontana dalla soglia del 20% che in letteratura si prende a riferimento come soglia di inizio di criticità. Inoltre, le variazioni percentuali tra SDF e SDC risultano sempre inferiori al 3%.

In conclusione, è stato individuato il piano dei trasporti che fornisce una stima dei volumi massimi di movimentazione dei veicoli leggeri e pesanti indotti dal cantiere sia a livello giornaliero che orario. Inoltre, in tale piano vengono indicate le viabilità che i mezzi pesanti devono utilizzare in ingresso ed in uscita dal cantiere, mentre per i mezzi leggeri non si prevedono in questa sede vincoli all'utilizzo dell'intera rete viaria.

RM0051-ENG-I-I5-6008	CO 05 RA VA 01 O1	Relazione integrativa	00	16/07/2024	48 di 48
<b>Cod. ER</b>	<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	