

**A90 – SVINCOLO TIBURTINA**  
**Intervento di potenziamento dallo svincolo**  
**“CENTRALE DEL LATTE” allo svincolo A24**  
**2° fase funzionale**

**PROGETTO DEFINITIVO**

Cod. RM 105

PROGETTAZIONE: R.T.I. PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)  
 CREW Cremonesi Workshop S.r.l. – TECNOSISTEM S.p.A.  
 ART Ambiente Risorse Territorio S.r.l. - ECOPLAME S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
 Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

PROGETTISTA FIRMATARIO  
 Dott. Ing. Lorenzo INFANTE (Progin S.p.A.)  
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno n. 3446

RESPONSABILE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
 Dott. Arch. Salvatore SCOPPETTA (Progin S.p.A.)

IL GEOLOGO:  
 Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)  
 Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna n. 643

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  
 Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
 Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI

CAPOGRUPPO  
 MANDATARIA:



Direttore Tecnico:  
 Dott. Ing. Lorenzo  
 INFANTE

MANDANTI:



Direttore Tecnico  
 Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:  
 Dott. Ing. Ivo FRESIA



Direttore Tecnico:  
 Dott. Arch. Pasquale PISANO



Direttore Tecnico  
 Dott. Ing. M. AVETA

STUDI, RILIEVI ED INDAGINI – STUDIO DEL TRAFFICO

Relazione sullo studio del traffico

CODICE PROGETTO:

NOME FILE:

REVISIONE

**D P | R M | 1 0 5 | D 2 0**

**T 0 0 | S G 0 0 | G E N | R E 0 1**

**B**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	Emissione a seguito di integrazione	NOVEMBRE 2021	SYSTEMATICA	R. VELOTTA	L. INFANTE
A	Prima emissione	GIUGNO 2020	SYSTEMATICA	R. VELOTTA	L. INFANTE

□ Systematica

Ottobre 2021

# Analisi trasportistica GRA – Interventi tra svincolo Casal Monastero e A24

Studio di Impatto del Traffico

Preparato per: **Progin S.p.A.**

Systematica Srl  
Transport Planning and  
Mobility Engineering

Milan  
Beirut  
Mumbai

Via Lovanio, 8  
20121 – Milan  
Italy

T + 39 02 62 31 19 1  
E milano@systematica.net  
www.systematica.net



# Indice

<b>INDICE DI FIGURE</b> .....	<b>6</b>
<b>INDICE DI TABELLE</b> .....	<b>10</b>
<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>15</b>
<b>2 APPROCCIO METODOLOGICO</b> .....	<b>16</b>
<b>3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	<b>19</b>
<b>4 DESCRIZIONE CAMPAGNA DI INDAGINE</b> .....	<b>20</b>
4.1 BIG DATA.....	20
4.2 CONTEGGI AUTOMATICI.....	24
<b>5 DESCRIZIONE DEL SOFTWARE DI SIMULAZIONE</b> .....	<b>28</b>
<b>6 SCENARIO STATO DI FATTO 2020</b> .....	<b>29</b>
6.1 RETE E GERARCHIA STRADALE.....	29
6.2 IL MODELLO DI DOMANDA.....	33
6.2.1 Zonizzazione .....	33
6.3 IL MODELLO DI ASSEGNAZIONE.....	34
6.3.1 Assegnazione della domanda di traffico.....	34
6.4 CALIBRAZIONE DELLO STATO DI FATTO.....	35
6.5 IFATTORI DI CONVERSIONE.....	36
6.6 RISULTATI MODELLISTICI DELLO STATO DI FATTO.....	37
6.6.1 Indicatori di performance della rete Scenario Stato di Fatto.....	42
<b>7 SCENARI DI RIFERIMENTO E DI PROGETTO</b> .....	<b>43</b>
7.1 ESPANSIONE DELLA DOMANDA.....	45
7.2 SCENARIO DI RIFERIMENTO.....	46
7.2.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Riferimento.....	52
7.3 SCENARIO DI PROGETTO – I FASE FUNZIONALE.....	53
7.3.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Progetto (Fase I).....	58
7.4 SCENARIO DI PROGETTO II FASE FUNZIONALE – SOLUZIONE BASE.....	59
7.4.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Progetto Fase II - Soluzione Base	65
7.5 SCENARIO DI PROGETTO II FASE FUNZIONALE – SOLUZIONE A DUE CORSIE	66
7.5.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Progetto Fase II - Soluzione a due corsie	71
7.6 SCENARIO DI RIFERIMENTO – SETTEMBRE 2021.....	72
7.6.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Riferimento 2021 .....	83
7.7 SCENARIO DI PROGETTO – SETTEMBRE 2021 .....	84

7.7.1	Indicatori di performance della rete Scenario di Progetto 2021 .....	100
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI MODELLAZIONE .....</b>	<b>101</b>
<b>9</b>	<b>LIVELLO DI SERVIZIO .....</b>	<b>105</b>
9.1	METODOLOGIE DI CALCOLO LOS HCM 2010.....	106
9.1.1	Strade ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia .....	106
9.1.2	Strade a più corsie .....	108
9.1.3	Autostrade .....	109
9.1.4	Rotatorie .....	113
9.2	LIVELLO DI SERVIZIO SDF.....	115
9.3	LIVELLO DI SERVIZIO SCENARIO DI RIFERIMENTO .....	122
9.4	LIVELLO DI SERVIZIO SCENARIO DI PROGETTO (I FASE FUNZIONALE)..	127
9.5	LIVELLO DI SERVIZIO SCENARIO DI PROGETTO II FASE FUNZIONALE – SOLUZIONE BASE .....	133
9.6	LIVELLO DI SERVIZIO SCENARIO DI PROGETTO II FASE FUNZIONALE – SOLUZIONE A DUE CORSIE .....	141
9.7	LIVELLO DI SERVIZIO SCENARIO DI RIFERIMENTO – SETTEMBRE 2021	148
9.8	LIVELLO DI SERVIZIO SCENARIO DI PROGETTO – SETTEMBRE 2021 ....	153
<b>10</b>	<b>VALUTAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>162</b>
10.1	VALUTAZIONI AGGIORNAMENTO 2021 .....	175
	<b>RIFERIMENTI .....</b>	<b>177</b>

## Indice di Figure

Figura 1. Inquadramento progettuale.....	18
Figura 2. Inquadramento territoriale.....	19
Figura 3. Flussi totali per fascia oraria di autovetture nell'area di studio. ....	21
Figura 4. Flussi totali per fascia oraria di veicoli commerciali nell'area di studio. ....	21
Figura 5. Flussi totali per fascia oraria di mezzi pesanti nell'area di studio.....	22
Figura 6. Analisi della velocità media negli archi della rete. ....	22
Figura 7. Velocità media della rete per fascia oraria. ....	23
Figura 8. Postazioni stazioni di rilievo ANAS. ....	24
Figura 9. Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare giorni feriali (Postazione 312009A). .....	25
Figura 10. Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare giorni feriali (Postazione 312009D). Fonte: Dati ANAS.....	25
Figura 11. Traffico Giornaliero Medio per giorno della settimana (Postazione 312009). Fonte: Dati ANAS. ....	25
Figura 12. Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare giorni feriali (Postazione 312010A). Fonte: Dati ANAS. ....	26
Figura 13. Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare giorni feriali (Postazione 312010D). Fonte: Dati ANAS.....	26
Figura 14. Traffico Giornaliero Medio per giorno della settimana (Postazione 312010). Fonte: Dati ANAS. ....	26
Figura 15. Esempio di gestione degli sfondi da Internet .....	28
Figura 16. Gerarchia stradale della rete. ....	29
Figura 17. Esempi di curve di deflusso per categoria stradale. ....	30
Figura 18. Corrispondenza tempi di percorrenza del modello a rete scarica. (Verifica della velocità a flusso libero).....	31
Figura 19. Zonizzazione dell'area di studio.....	33
Figura 20. Analisi di assegnazione dei flussi veicolari. ....	35
Figura 21. Flussi bidirezionali per fascia oraria e tipologia veicolare nella sezione di rilievo. Fonte: Dati ANAS.....	36
Figura 22. Flussogramma veicoli leggeri (SDF). ....	37
Figura 23. Flussogramma veicoli leggeri (SDF). ....	38
Figura 24. Flussogramma veicoli pesanti (SDF). ....	38
Figura 25. Rapporto flusso capacità (SDF).....	39
Figura 26. Localizzazione delle sezioni di calcolo del TGM.....	40
Figura 27. Interventi infrastrutturali previsti negli scenari di riferimento e progettuali. ....	44

Figura 28. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto II Fase 2021. ....	44
Figura 29. Andamento della popolazione residente nel Comune di Roma e progettazione al 2030. (Fonte: Dati ISTAT) *. ....	45
Figura 30. Interventi infrastrutturali dello scenario di riferimento .....	46
Figura 31. Flussogramma veicoli leggeri (RIF). ....	47
Figura 32. Flussogramma veicoli leggeri (RIF). ....	48
Figura 33. Flussogramma veicoli pesanti (RIF). ....	48
Figura 34. Rapporto flusso capacità (RIF). ....	49
Figura 35. Flussi di interesse sulla viabilità dello svincolo di Casal Monastero (RIF). ....	50
Figura 36. Flussi di interesse sulla viabilità dei Via Tiburtina (RIF). ....	50
Figura 37. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto I Fase .....	53
Figura 38. Flussogramma veicoli leggeri (PROG I). ....	54
Figura 39. Flussogramma veicoli leggeri (PROG I). ....	55
Figura 40. Flussogramma veicoli pesanti (PROG I). ....	55
Figura 41. Rapporto flusso capacità (PROG I). ....	56
Figura 42. Flussi di interesse sulla viabilità del progetto svincolo Tiburtina (PROG I). ....	58
Figura 43. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto Fase II – Soluzione Base. ....	59
Figura 44. Flussogramma veicoli leggeri (PROG II – Soluzione Base). ....	60
Figura 45. Flussogramma veicoli leggeri (PROG II – Soluzione Base). ....	61
Figura 46. Flussogramma veicoli pesanti (PROG II – Soluzione Base). ....	61
Figura 47. Rapporto flusso capacità (PROG II – Soluzione base). ....	62
Figura 48. Flussi di interesse sulla viabilità del potenziamento del GRA (PROG II – Soluzione Base). ....	63
Figura 49. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto Fase II – Soluzione a due corsie. ....	66
Figura 50. Flussogramma veicoli leggeri (PROG II – Soluzione a due corsie). ....	67
Figura 51. Flussogramma veicoli leggeri (PROG II – Soluzione a due corsie). ....	68
Figura 52. Flussogramma veicoli pesanti (PROG II – Soluzione a due corsie). ....	68
Figura 53. Rapporto flusso capacità (PROG II – Soluzione a due corsie). ....	69
Figura 54. Interventi infrastrutturali dello scenario di riferimento 2021 .....	72
Figura 55. Flussogramma veicoli leggeri (RIF 2021) – Svincolo Casal Monastero. ....	73
Figura 56. Flussogramma veicoli leggeri (RIF 2021) – Svincolo Tiburtina .....	74
Figura 57. Flussogramma veicoli leggeri (RIF 2021) – Svincolo A24 .....	75
Figura 58. Flussogramma veicoli pesanti (RIF 2021) – Svincolo Casal Monastero .....	76
Figura 59. Flussogramma veicoli pesanti (RIF 2021) – Svincolo Tiburtina .....	77
Figura 60. Flussogramma veicoli pesanti (RIF 2021) – Svincolo A24 .....	78

Figura 61. Rapporto flusso capacità (RIF 2021) – Svincolo Casal Monastero .....	79
Figura 62. Rapporto flusso capacità (RIF 2021) – Svincolo Tiburtina .....	80
Figura 63. Rapporto flusso capacità (RIF 2021) – Svincolo A24 .....	81
Figura 64. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto II Fase 2021. ....	84
Figura 65. Flussogramma veicoli leggeri (PROG 2021) – Svincolo di Casal Monastero.....	85
Figura 66. Flussogramma veicoli leggeri (PROG 2021) – Svincolo Tiburtina .....	86
Figura 67. Flussogramma veicoli leggeri (PROG 2021) – Svincolo A24 .....	87
Figura 68. Flussogramma veicoli pesanti (PROG 2021) – Svincolo Casal Monastero .....	88
Figura 69. Flussogramma veicoli pesanti (PROG 2021) – Svincolo Tiburtina .....	89
Figura 70. Flussogramma veicoli pesanti (PROG 2021) – Svincolo A24.....	90
Figura 71. Rapporto flusso capacità (PROG 2021) – Svincolo Casal Monastero .....	91
Figura 72. Rapporto flusso capacità (PROG 2021) – Svincolo Rampa di Inversione Nord .....	92
Figura 73. Rapporto flusso capacità (PROG 2021) – Svincolo Tiburtina .....	93
Figura 74. Rapporto flusso capacità (PROG 2021) – Rampa di inversione Sud .....	94
Figura 75. Rapporto flusso capacità (PROG 2021) – Svincolo A24 .....	95
Figura 75. Segmenti autostradali. [1] .....	109
Figura 76. Variabili critiche dell'incrocio della rampa. [1] .....	111
Figura 77. Segmenti e flussi coinvolti nelle zone di scambio. ....	112
Figura 78. Analisi di una rotatoria a singola corsia. [1].....	113
Figura 80. Segmenti per il calcolo del LOS nell'A90.....	115
Figura 81. Segmenti per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (SDF)....	118
Figura 81. Numerazione degli svincoli per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (SDF).....	119
Figura 83. Direzioni per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Tiburtina. ....	121
Figura 84. Segmenti per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (RIF). ....	123
Figura 85. Ubicazione corsie di scambio tra sede principale e complanari. ....	137
Figura 85. Ubicazione corsie di scambio tra sede principale e complanari. ....	144
Figura 87. Segmenti per il calcolo del LOS nell'A90 (RIF 2021).....	148
Figura 88. Segmenti per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (RIF 2021). .....	150
Figura 89. Numerazione degli svincoli per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (RIF 2021).....	151
Figura 90. Segmenti per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (PROG 2021). .....	159
Figura 91. Numerazione degli svincoli per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (PROG 2021).....	160



Figura 91. Ubicazione corsie di scambio negli scenari di progetto. ....	169
Figura 92. Confronto planimetria e livello di servizio scenari di progetto. ....	172

## Indice di Tabelle

Tabella 1. Postazioni di rilievo ANAS d'interesse.....	24
Tabella 2. Parametri di flusso delle postazioni di rilievo ANAS. ....	27
Tabella 3. Numero di archi e lunghezza monodirezionale per tipologia stradale.....	31
Tabella 4. Fattori per il calcolo del TGM. ....	36
Tabella 5. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: SDF).....	41
Tabella 6. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello SDF. ....	42
Tabella 7. Orizzonte temporale degli scenari di riferimento e di progetto.....	45
Tabella 8. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: RIF). ....	51
Tabella 9. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello scenario di riferimento. ....	52
Tabella 10. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: PROG I). ....	57
Tabella 11. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello scenario di progetto. ....	58
Tabella 12. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: PROG II – Soluzione Base). ....	64
Tabella 13. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale (Scenario: PROG II – Soluzione Base). ....	65
Tabella 14. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: PROG II – Soluzione a due corsie). ....	70
Tabella 15. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale (Scenario: PROG II – Soluzione a due corsie). ....	71
Tabella 16. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: RIF 2021).....	82
Tabella 17. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello scenario di riferimento 2021.....	83
Tabella 18. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: PROG 2021).....	96
Tabella 19. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello scenario di progetto 2021.....	100
Tabella 20. Percorrenze sulla rete per i diversi scenari [veh*km]. ....	102
Tabella 21. Tempo speso sulla rete per i diversi scenari [veh*h]. ....	102
Tabella 22. Velocità media per i diversi scenari [Km/h].....	102
Tabella 23. Percorrenze sulla rete per i diversi scenari [veh*km] – Aggiornamento 2021.....	103
Tabella 24. Tempo speso sulla rete per i diversi scenari [veh*h] – Aggiornamento 2021.....	103
Tabella 25. Velocità media per i diversi scenari [Km/h] – Aggiornamento 2021.....	103
Tabella 26. Ranghi dei parametri per calcolo del LOS in funzione della classe stradale. [1]...	108
Tabella 27. Ranghi di densità [pc/mi/corsia] in funzione della FFS e il LOS. [1].....	109

Tabella 28. Ranghi di densità [pc/km/corsia] in funzione delLOS per segmenti autostradali base. [1] .....	110
Tabella 29. Ranghi di densità [pc/km/corsia] in funzione del LOS per le aree di confluenza e divergenza. [1].....	111
Tabella 30. Ranghi di densità [pc/km/corsia] in funzione delLOS per le zone di scambio. [1]	113
Tabella 31. Ranghi di ritardo [s] in funzione delLOS per intersezioni a rotatoria. [1] .....	114
Tabella 32. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord - SDF). .....	116
Tabella 33. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud - SDF). .....	116
Tabella 34. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord - SDF). .....	116
Tabella 35. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Sud - SDF). .....	118
Tabella 36. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (SDF). .....	119
Tabella 37. Rapporto flusso capacità per <i>major merge areas</i> su Via Belmonte in Sabina (SDF). .....	119
Tabella 38. Livello di servizio per svincoli su Via Belmonte in Sabina (SDF).....	120
Tabella 39. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (SDF). .....	120
Tabella 40. Livello di servizio per svincoli <i>emajor diverge areas</i> su Via Tiburtina (SDF).....	121
Tabella 41. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (SDF).....	121
Tabella 42. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord - RIF). .....	122
Tabella 43. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud RIF). .....	122
Tabella 44. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord RIF). .....	122
Tabella 45. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Sud- RIF).. ..	123
Tabella 46. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (RIF).....	124
Tabella 47. Livello di servizio Rotatorie Svincolo di Casal Monastero (RIF).....	124
Tabella 48. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (RIF). .....	125
Tabella 49. Livello di servizio per svincoli e su Via Tiburtina (RIF).....	125
Tabella 50. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (RIF).....	126
Tabella 51. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord – PROG I).....	127
Tabella 52. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud- PROG I). .....	127
Tabella 53. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord- PROG I). .....	129

Tabella 54. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell’A90 (Direzione Sud – PROG I).	129
Tabella 55. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (PROG I).	129
Tabella 56. Livello di servizio Rotatorie Svincolo di Casal Monastero (PROG I).	130
Tabella 57. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (PROG I).	131
Tabella 58. Livello di servizio per svincoli su Via Tiburtina (PROG I).	131
Tabella 59. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (PROG I).	131
Tabella 60. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell’A90 (Direzione Nord – PROG II - Base).	133
Tabella 61. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell’A90 (Direzione Sud – PROG II - Base).	135
Tabella 62. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell’A90 (Direzione Nord – PROG II- Base).	135
Tabella 63. Rapporto flusso capacità per valutazione di major merge area (Direzione Nord– PROG II- Base).	136
Tabella 64. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell’A90 (Direzione Sud – PROG II- Base).	136
Tabella 65. Rapporto flusso capacità per valutazione di major merge area (Direzione Sud – PROG II– Base).	136
Tabella 66. Valutazione interazione sede principale e complanari A90 (Direzione Nord – PROG II – Base).	137
Tabella 67. Valutazione interazione sede principale e complanari A90 (Direzione Sud – PROG II – Base).	137
Tabella 68. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (PROG II– Base).	138
Tabella 69. Livello di servizio Rotatorie Svincolo di Casal Monastero (PROG II– Base).	138
Tabella 70. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (PROG II – Base).	139
Tabella 71. Livello di servizio per svincoli su Via Tiburtina (PROG II– Base).	139
Tabella 72. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (PROG II– Base).	140
Tabella 73. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell’A90 (Direzione Nord – PROG II – Due corsie).	141
Tabella 74. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell’A90 (Direzione Sud – PROG II – Due corsie).	142
Tabella 75. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell’A90 (Direzione Nord – PROG II – Due corsie).	142
Tabella 76. Rapporto flusso capacità per valutazione di major merge area (Direzione Nord– PROG II– Due corsie).	143
Tabella 77. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell’A90 (Direzione Sud – PROG II– Due corsie).	143

Tabella 78. Rapporto flusso capacità per valutazione di major merge area (Direzione Sud – PROG II–Due corsie).....	143
Tabella 79. Valutazione corsie di scambio sede principale e complanari A90 (Direzione Nord – PROG II- Due corsie).....	144
Tabella 80. Valutazione corsie di scambio sede principale e complanari A90 (Direzione Sud – PROG II– Due corsie). ....	144
Tabella 81. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (PROG II– Due corsie). ....	145
Tabella 82. Livello di servizio Rotatorie Svincolo di Casal Monastero (PROG II– Due corsie). ....	145
Tabella 83. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (PROG II – Due corsie).....	146
Tabella 84. Livello di servizio per svincoli su Via Tiburtina (PROG II– Due corsie).....	146
Tabella 85. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (PROG II– Due corsie).....	147
Tabella 86. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell’A90 (Direzione Nord – RIF 2021). ....	149
Tabella 87. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell’A90 (Direzione Sud – RIF 2021). ....	149
Tabella 88. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell’A90 (Direzione Nord – RIF 2021). ....	149
Tabella 89. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell’A90 (Direzione Sud – RIF 2021). ....	149
Tabella 90. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (RIF 2021). ....	150
Tabella 91. Rapporto flusso capacità per <i>major merge areas</i> su Via Belmonte in Sabina (RIF 2021). ....	151
Tabella 92. Livello di servizi per svincoli su Via Belmonte in Sabina (RIF 2021).....	151
Tabella 93. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (RIF 2021). ....	152
Tabella 94. Livello di servizio per svincoli e su Via Tiburtina (RIF 2021).....	152
Tabella 95. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell’A90 (Direzione Nord – PROG 2021). ....	154
Tabella 96. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell’A90 (Direzione Sud – PROG 2021). ....	155
Tabella 97. Valutazione interazione sede principale e complanari A90 (Direzione Nord – PROG 2021) .....	156
Tabella 98. Valutazione interazione sede principale e complanari A90 (Direzione Sud – PROG 2021) .....	156
Tabella 99. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell’A90 (Direzione Nord – PROG 2021). ....	157
Tabella 100. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell’A90 (Direzione Sud – PROG 2021). ....	157
Tabella 101. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (PROG 2021).....	159

Tabella 102. Rapporto flusso capacità per <i>major merge areas</i> su Via Belmonte in Sabina (PROG 2021).	160
Tabella 103. Livello di servizio per svincoli su Via Belmonte in Sabina (PROG 2021).	160
Tabella 104. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (PROG 2021).	161
Tabella 105. Livello di servizio per svincoli e su Via Tiburtina (PROG 2021).	161
Tabella 106. Confronto risultanze livello di servizio per scenari SDF, RIF e PROG Fase I. (Intervento GRA).	163
Tabella 107. Confronto risultanze livello di servizio per scenari SDF, RIF e PROG Fase I. (Svincoli – Intervento GRA).	164
Tabella 108. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase II. (Intervento GRA).	165
Tabella 109. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase II. (Svincoli Intervento GRA).	166
Tabella 110. Confronto risultanze livello di servizio per scenari di Progetto Fase II Base e a Due corsie (Intervento GRA).	166
Tabella 111. Confronto risultanze livello di servizio per scenari di Progetto Fase II Base e a Due corsie (Intervento GRA– Corsie di scambio).	169
Tabella 112. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase I e Progetto Fase II. (Intervento Casal Monastero).	173
Tabella 113. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase I e Progetto Fase II. (Intervento Casal Monastero).	173
Tabella 114. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase I e Progetto Fase II. (Intervento Via Tiburtina).	174
Tabella 115. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase I e Progetto Fase II. (Intervento Via Tiburtina– Rotatoria Via Rubellia).	174
Tabella 116. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF 2021 e PROG 202 – Sede principale direzione Nord.	175
Tabella 117. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF 2021 e PROG 202 – Sede principale direzione Sud.	175

# 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 infrastrutturale che comprende l'Autostrada A90 (GRA) tra lo Svincolo di Casal Monastero, lo Svincolo Tiburtina e lo svincolo con l'Autostrada A24, e la porzione di rete stradale interferente.

Lo studio trasportistico si propone di analizzare, attraverso un'articolazione su diversi scenari, modalità, interventi e tempistiche relativamente all'adeguamento dello Svincolo Tiburtina ed il potenziamento del GRA con la realizzazione di complanari.

Nei successivi capitoli è riportata una sintesi della metodologia utilizzata, l'inquadramento territoriale del progetto, una descrizione del software di simulazione del traffico utilizzato, ed infine le analisi dettagliate sullo scenario attuale, di riferimento e di progetto.

## 2 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 della mobilità interessate, unitamente agli itinerari alternative alla tratta stradale in oggetto. Lo schema seguente descrive, per punti, le caratteristiche della metodologia:

1. Definizione di un quadro diagnostico focalizzato sull'area di studio, volto a comprendere sia la componente infrastrutturale che di domanda di mobilità, al fine di determinare la base di partenza per la predisposizione dello studio di traffico. L'intero ambito di studio, che comprende dal Km 28+300 al Km 31+500 del Gran Raccordo Anulare (GRA – A90) dallo svincolo Centrale del Latte allo svincolo Autostrada A24 Roma L'Aquila e la viabilità della Strada Statale 5 Via Tiburtina Valeria, sarà 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 o confine, queste ultime rappresentanti l'aggregazione di tutte le relazioni che l'area vasta ha con l'esterno);
2. Ricostruzione dell'attuale domanda di mobilità veicolare che insiste nell'area di studio, attraverso l'utilizzo del database informativo disponibile, l'innovativo utilizzo di *Big Data* basati su rilievi *Floating Cars Data* (FCD) relativi al traffico stradale e l'integrazione delle informazioni ad oggi disponibili tramite l'organizzazione e l'esecuzione di indagini di traffico *in situ*, a comprendere:
  - i) **Conteggi automatici**, attraverso le sezioni di traffico messe a disposizione da ANAS su 2 sezioni stradali:
    - (1) GRA (A90) tra lo svincolo di Via Nomentana e lo svincolo di Central del Latte in direzione Nord e Sud;
    - (2) GRA (A90) tra lo svincolo della Autostrada A24 e lo svincolo La rustica in direzione Nord e Sud;
  - ii) **Big Data Analysis** con dati FCD (Floating Car Data) sulle origini/destinazioni definite dalla zonizzazione dell'area di studio;
3. Implementazione e calibrazione di un modello macroscopico di simulazione del traffico. Tale strumento consente una rappresentazione accurata e precisa delle condizioni del sistema dei trasporti, sia a livello di offerta (rete) che di domanda (flussi veicolari) dell'ambito di intervento. Il modello sarà costruito utilizzando il software **VISUM (PTV Group)** Nel modello di traffico la rete stradale è 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 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. La zonizzazione, come definito nei punti precedenti, sarà la base per la predisposizione delle zone di origine e le destinazioni dei flussi di traffico che andranno ad utilizzare la rete di traffico e a caratterizzarne le prestazioni. La domanda di mobilità è riprodotta attraverso un'apposita matrice origine/destinazione (O/D), in cui ogni cella riporta il valore, in termini di numero di veicoli, associato alla coppia O/D considerata;



4. Calibrazione del modello, di cui al punto precedente, in cui viene effettuata la stima delle matrici di domanda di mobilità. Tale processo, di tipo iterativo, viene inizializzato a partire da una matrice prior degli spostamenti (ottenuta attraverso i dati FCD) che, sulla base dell'assegnazione dei flussi sulla rete, con conseguente aggiornamento dei tempi dei percorsi e dei costi generalizzati di viaggio, viene progressivamente aggiustata attraverso delle procedure statistiche iterative di interpolazione con i dati ottenuti attraverso la campagna di rilievi di traffico. Tale procedura consente di calibrare una matrice degli spostamenti attualizzata e in grado di riprodurre fedelmente quelle che attualmente sono le dinamiche di mobilità nell'area di studio. La bontà della calibrazione del modello dello stato di fatto sarà espressa attraverso indicatori statistici tipici della modellazione macroscopica del traffico (indice R<sup>2</sup>, RMSE). Il modello, una volta calibrato, potrà essere utilizzato per la simulazione degli scenari futuri;
5. Definizione degli scenari futuri da indirizzo programmatico e ricostruzione del quadro infrastrutturale e di domanda di riferimento. Il processo si struttura attraverso la disamina degli strumenti di pianificazione a diverse scale territoriali sia, in particolare per gli scenari di domanda, attraverso la puntuale analisi dei dati di previsioni di altre fonti al fine di delineare diverse linee di crescita e ricalibrare le ipotesi contenute all'interno dei documenti di pianificazione territoriale. Nello specifico, saranno simulati i seguenti scenari, con riferimento alla Figura 1:
  - 1. Scenario di Riferimento:**

Entrata in esercizio dell'intervento sullo svincolo di Casal Monastero (intervento in magenta) e dell'adeguamento della Via Tiburtina (intervento in verde).
  - 2. Scenario di Progetto (I Fase funzionale):**

Scenario di riferimento più adeguamento Svincolo Tiburtina (intervento in rosso) con GRA non potenziato.
  - 3. Scenario di Progetto (II Fase funzionale) Soluzione base:**

Sviluppato a partire dalla prima fase funzionale, include il GRA potenziato e l'adeguamento dello Svincolo tiburtina
  - 4. Scenario di Progetto (II Fase funzionale) Soluzione a due corsie:**

Sviluppato a partire dalla prima fase funzionale, include il GRA potenziato e l'adeguamento dello Svincolo tiburtina con modifiche alla soluzione base su alcuni tratti da una a due corsie.
  - 5. Scenario di Riferimento (Aggiornamento planimetria settembre 2021)**

Scenario di riferimento aggiornato con condizioni previste a settembre di 2021, con l'entrata in esercizio dell'adeguamento Via Tiburtina. (Differisce dallo scenario di riferimento precedente perché non considera l'intervento sullo svincolo di Casal Monastero)
  - 6. Scenario di Progetto (Aggiornamento planimetria settembre 2021)**

Scenario di progetto II Fase Funzionale con la planimetria del potenziamento del GRA aggiornata a settembre 2021.
6. Tutti gli scenari simulati saranno oggetto di comparazione e analisi delle risultanze in termini di indicatori trasportistici, sia per quanto riguarda l'intera tratta in oggetto, sia i singoli segmenti stradali individuati tra i diversi svincoli, sia questi ultimi. Nello specifico, saranno verificati:
  1. Totale percorrenze – veicoli\*km

2. Totale tempo speso in rete – veicoli\*h
  3. Velocità media – km/h
  4. Rapporto volume/capacità
  5. Traffico Giornaliero Medio
  6. Definizione del Livello di Servizio (LOS) secondo i dettami dell'Highway Capacity Manual 2010 – HCM 2010
7. Illustrazione risultanze finali e conclusioni rispetto all'impatto degli scenari progettuali.

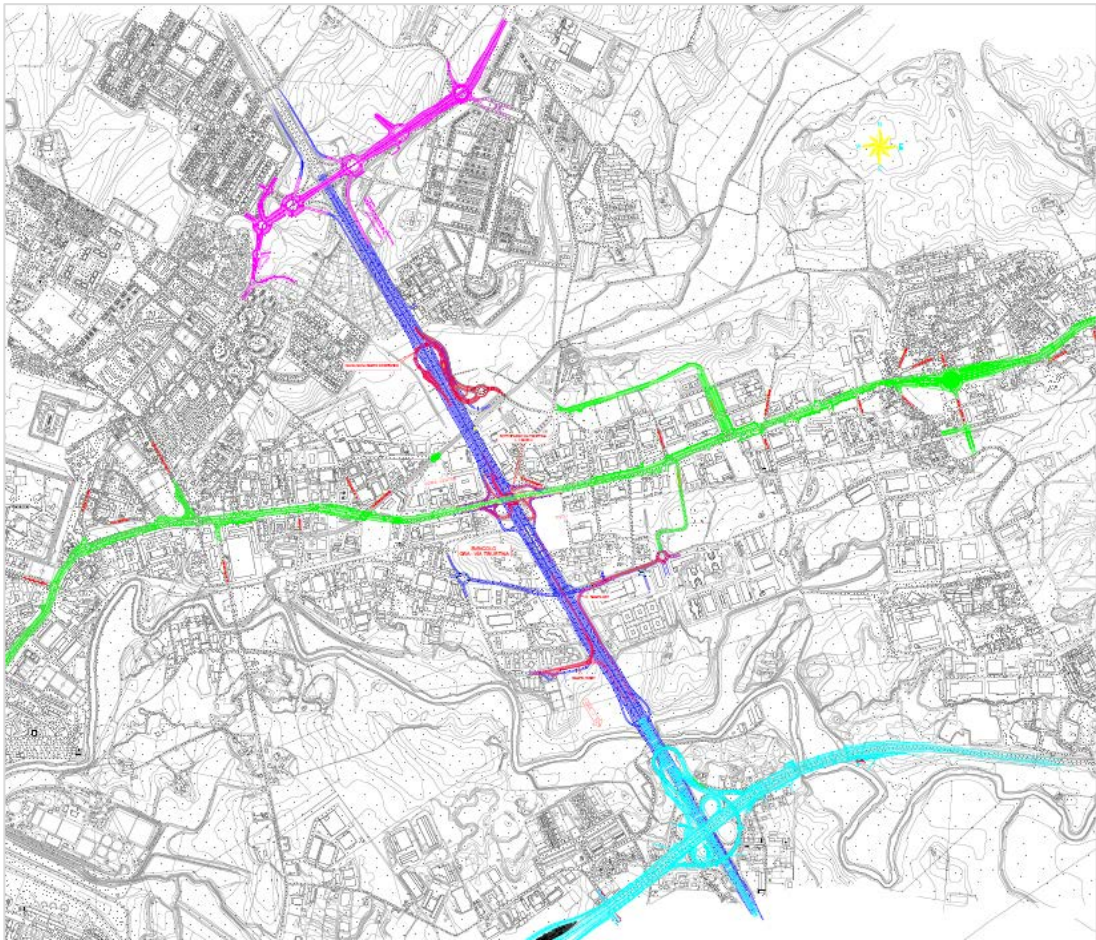


Figura 1. Inquadramento progettuale.

### 3 Inquadramento Territoriale

La Autostrada A90, nota principalmente come il Grande Raccordo Anulare (GRA), una autostrada tangenziale che circonda il centro della città di Roma. È caratterizzata da un tracciato circolare chiuso, a doppio senso di marcia con tre corsie per carreggiata. Questo progetto coinvolge tre svincoli:

- Svincolo 12: Centrale del Latte ubicato nel km 28 + 300 che ha destinazioni a Torraccia, San Basilio dentro di Roma e Via di Sant’Alessandro e Casal Monastero fuori da Roma.
- Svincolo 13: Via Tiburtina ubicato nel km 29 + 900 con destinazioni Ponte Mammolo e Policlinico Umberto I dentro di Roma e Settecamini e Tivoli fuori da Roma
- Svincolo 14: Autostrada A24 Roma L’Aquila Teramo ubicato nel km 31 + 500 con destinazioni tangenziale Est, Firenze/Napoli e Pescara.

Il progetto prevede interventi anche sulla Strada Statale 5 Via Tiburtina Valeria e sulla Via Belmonte in Sabina.

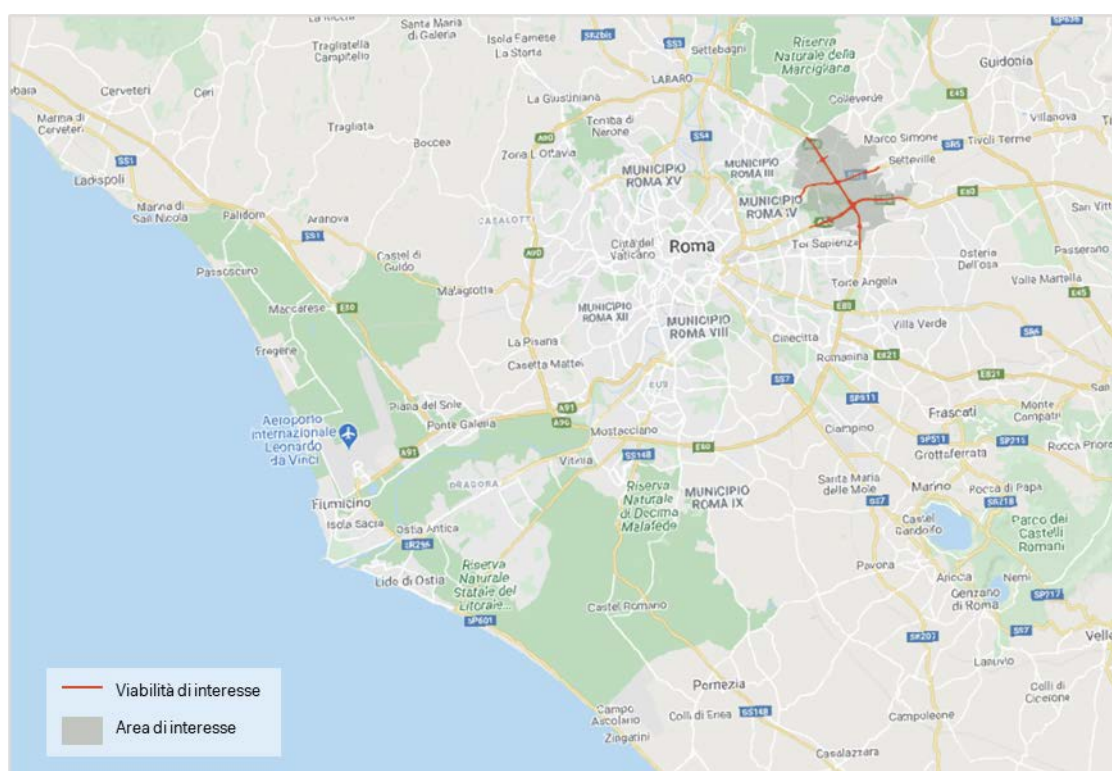


Figura 2. Inquadramento territoriale.

## 4 Descrizione campagna di indagine

L'attuale domanda di mobilità veicolare che insiste nell'area di studio è stata ricostruita attraverso l'utilizzo del database informativo disponibile, per mezzo dell'innovativo utilizzo di Big Data basati su rilievi FCD (Floating Cars Data) e l'integrazione delle informazioni disponibili sulle sezioni di monitoraggio del traffico di ANAS localizzate nell'area di studio.

### 4.1 Big Data

IFloating Car Data (FCD) sono dati generati da un'apparecchiatura detta scatola nera (black box nel suo equivalente inglese) che può essere installata sui veicoli per scopi assicurativi. Le scatole nere sono dispositivi dotati di GPS in grado di registrare la posizione del veicolo ed altri dati utili alla ricostruzione dei sinistri (data e ora, stato del motore, velocità istantanea, ecc.). La tecnologia permette inoltre di ricostruire la domanda di mobilità dei veicoli, in una determinata porzione di territorio, tramite l'analisi delle informazioni, rese anonime a scopo di privacy, che caratterizzano gli spostamenti intesi come sequenze di punti GPS rilasciati.

Gli FCD di ogni veicolo sono campionati in base ad eventi, su base temporale, e danno informazioni quali:

- ID univoco (anonimo numerico);
- posizione del veicolo (latitudine/longitudine);
- data/ora;
- velocità istantanea;
- stato del motore (accensione, in moto, spegnimento);
- distanza percorsa dalla posizione precedente.

In particolare, per il caso di studio in oggetto, sono utilizzati i dati rilasciati nel mese di ottobre 2019. È stata implementata la stessa zonizzazione del modello di simulazione per determinare l'origine e destinazioni dei flussi veicolari.

Il tasso di campionamento dei dati è pari a 1,94% per le auto e circa 3% per i veicoli pesanti. I valori sono stati espansi utilizzando i dati di traffico a disposizione delle sezioni ANAS sul GRA nel periodo AM. Per i veicoli commerciale si intendono veicoli con portata inferiore a 3,5 tonnellate.

Di seguito sono illustrati i grafici che descrivono i flussi totali per fascia oraria dei giorni feriali e festivi per mezzi leggeri e pesanti.

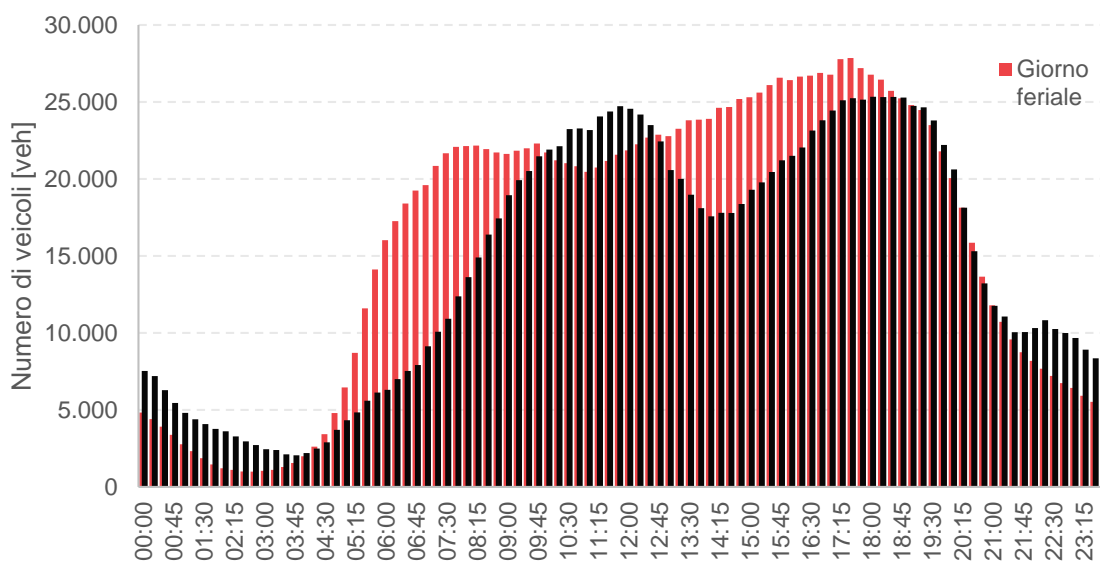


Figura 3. Flussi totali per fascia oraria di autovetture nell'area di studio.

Per la fascia oraria 8:00 -9:00 AM sono stati individuati flussi totali di 22.135 autovetture, 3.050 veicoli commerciali e 800 mezzi pesanti nell'intera rete di studio.

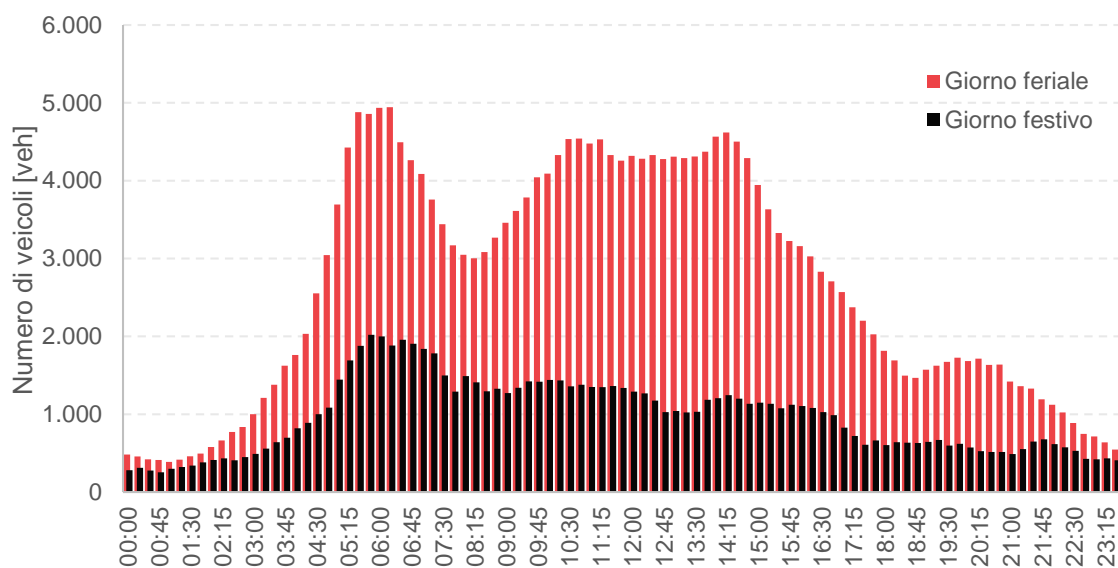


Figura 4. Flussi totali per fascia oraria di veicoli commerciali nell'area di studio.

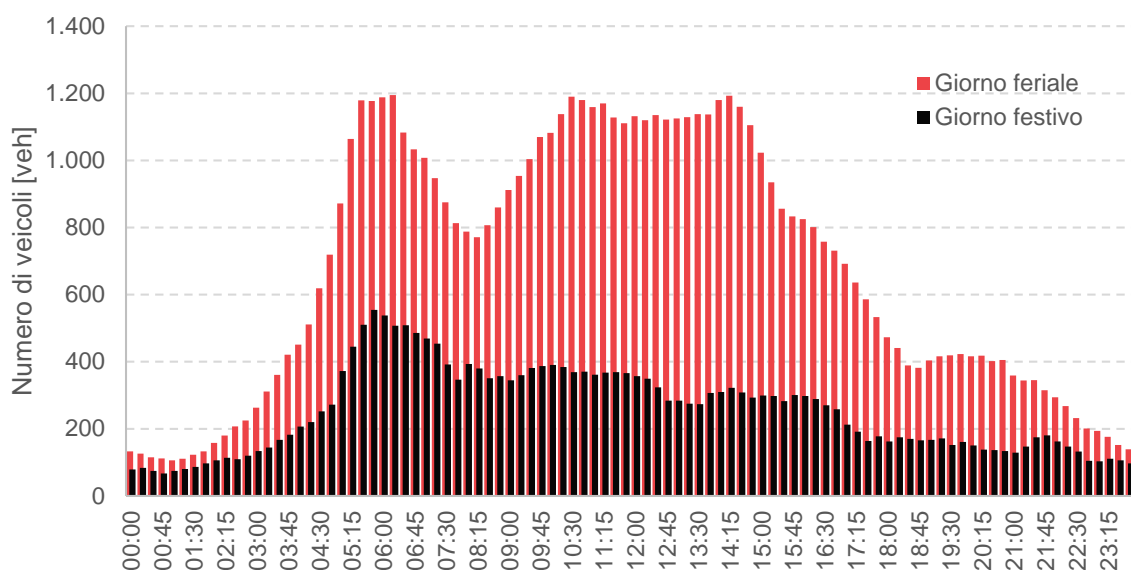


Figura 5. Flussi totali per fascia oraria di mezzi pesanti nell'area di studio.

Allo stesso modo è stata analizzata la velocità media di percorrenza degli archi della rete appartenente all'area di studio. Nella Figura 6 si osserva che complessivamente i veicoli percorrono la rete a una velocità molto inferiore rispetto al limite. Per le viabilità locali e residenziali non è un indicatore rilevante dati i bassi limiti di velocità e la loro funzione, mentre per la viabilità principale può essere un indicatore di considerabili livelli di congestione.

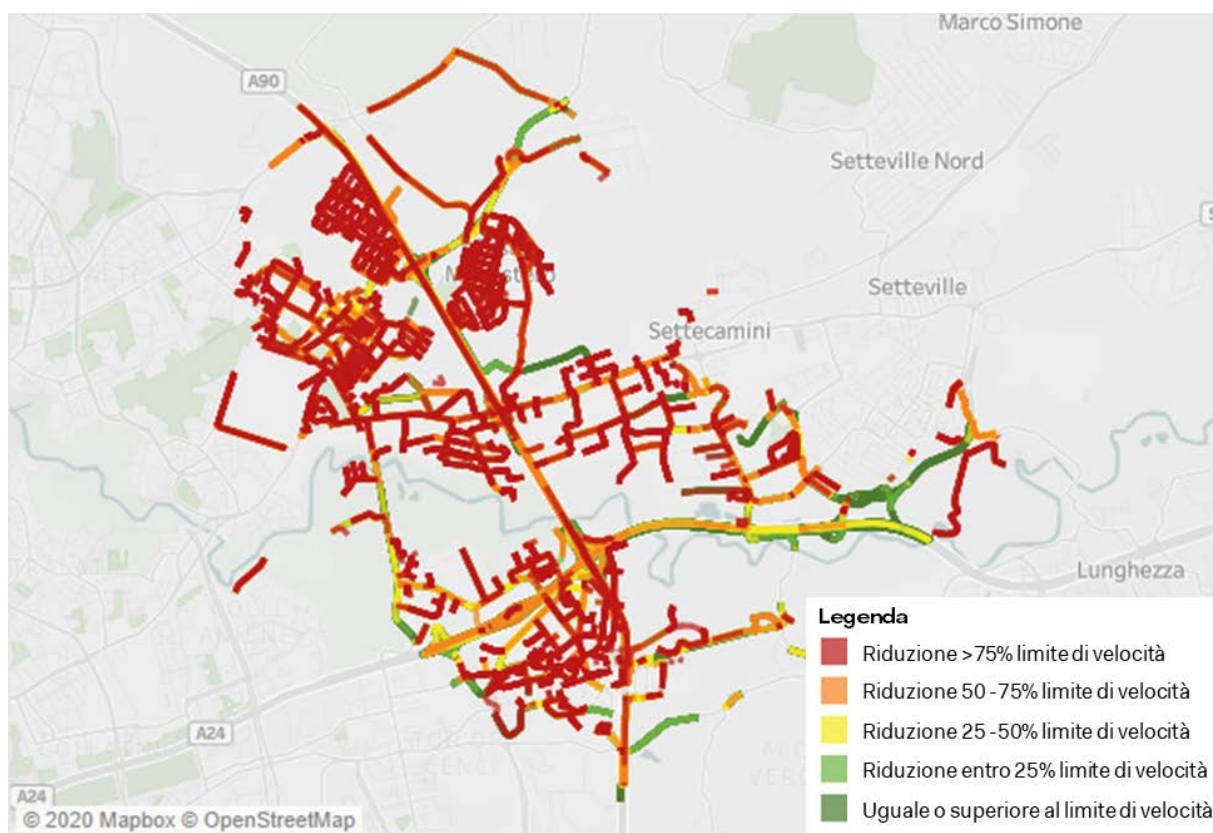


Figura 6. Analisi della velocità media negli archi della rete.

La Figura 7 evidenzia la variazione della velocità media della rete per fascia oraria. La minima velocità media si trova nelle ore di punta del mattino e la sera dalle 8:00 alle 10:00 e dalle 18:00 alle 19:00. La massima velocità massima si trova tra le 4:00 alle 5:00 del mattino.

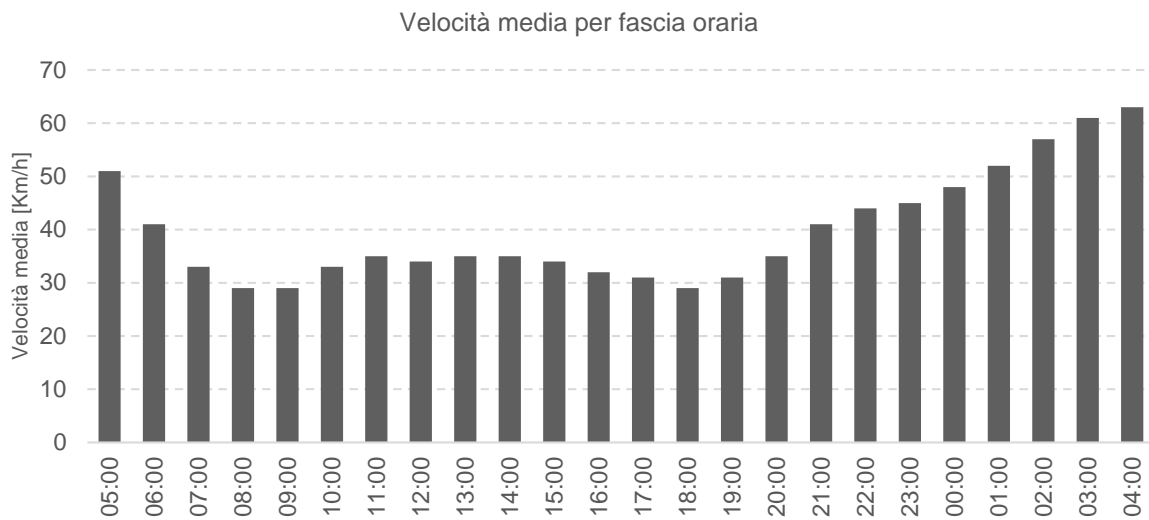


Figura 7. Velocità media della rete per fascia oraria.

## 4.2 Conteggi automatici

Sono stati considerati i registri storici di conteggi automatici di alcune sezioni di monitoraggio del traffico presenti sulla rete stradale ANAS. Il sistema automatico di rilevamento statistico del traffico, costituito da circa 1.200 sezioni di conteggio, è distribuito sull'intera rete Anas: tutti i sensori inviano i propri dati ad un sistema di monitoraggio centralizzato denominato PANAMA (Piattaforma Anas per il Monitoraggio e l'Analisi), che provvede alla verifica ed elaborazione delle tendenze dell'Indice di Mobilità Rilevata.

Le sezioni utili per questo studio sono presentate nella Tabella 1 e nella Figura 8.

Tabella 1. Postazioni di rilievo ANAS d'interesse.

Codice postazione	Km	Numero di corsie	Giorni di rilievo
312009A	27,59	3	87
312009D	27,58	3	87
312010A	33,10	3	5
312010D	33,10	3	5

Nelle seguenti pagine si presentano i grafici dell'andamento medio del flusso orario per tipologia veicolare per i giorni feriali dell'anno 2019.

Si presentano inoltre i valori di Traffico Giornaliero Medio per i giorni della settimana disponibili per ogni postazione.

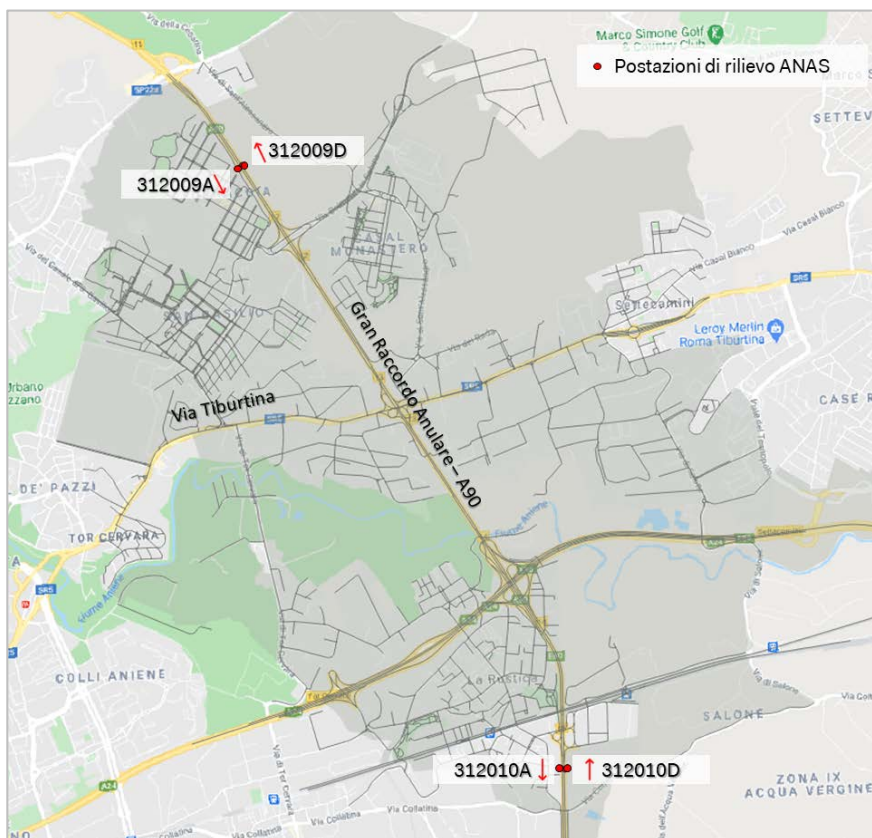


Figura 8. Postazioni stazioni di rilievo ANAS.



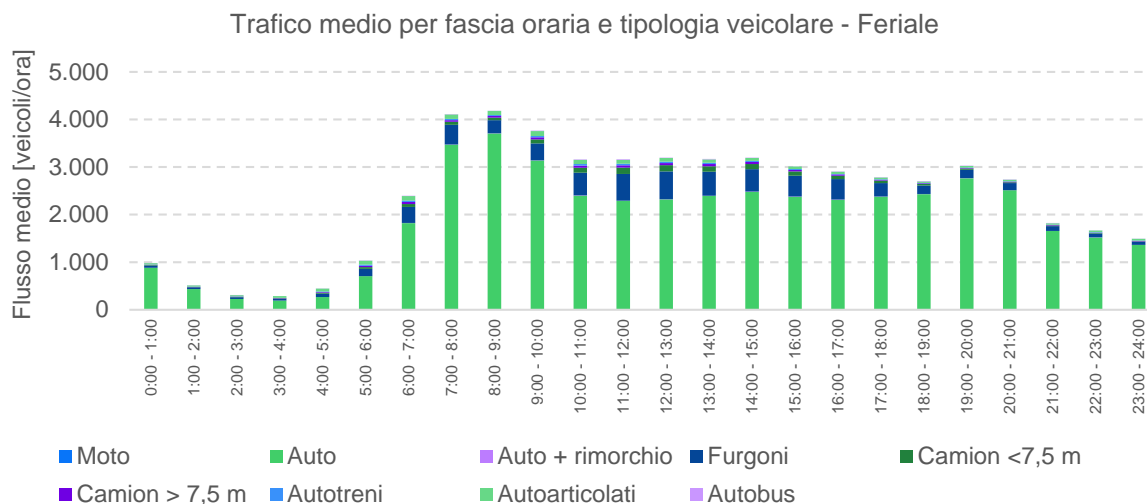


Figura 9. Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare giorni feriali (Postazione 312009A).

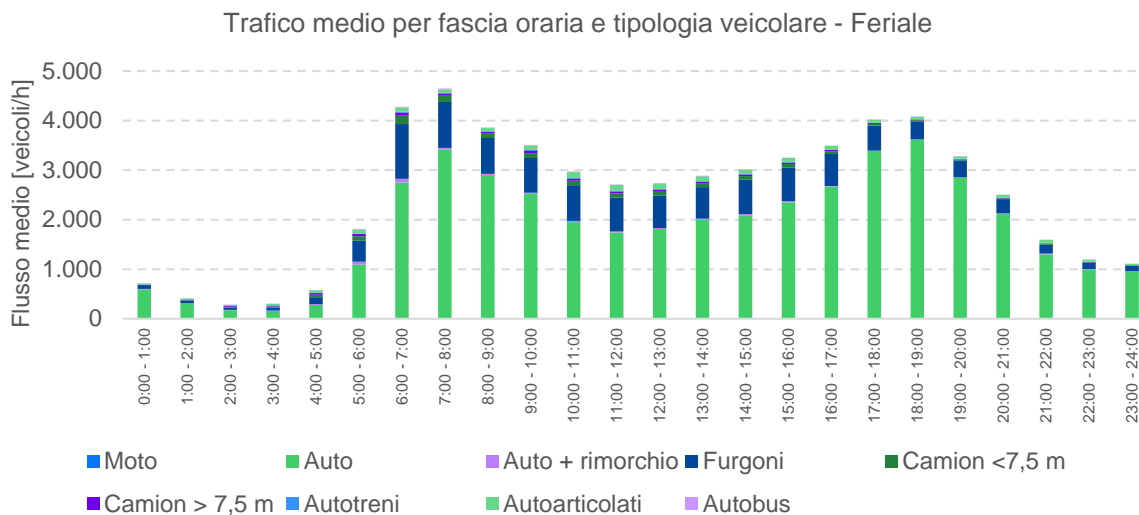


Figura 10. Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare giorni feriali (Postazione 312009D).  
Fonte: Dati ANAS.

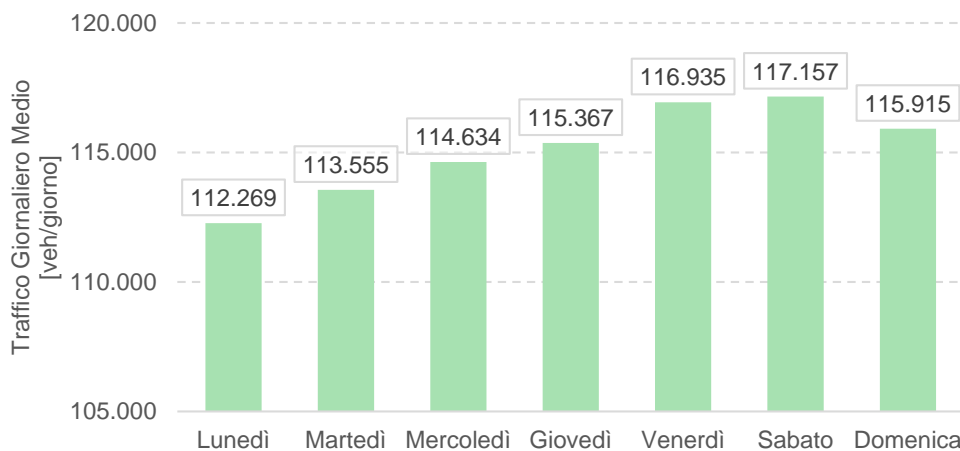


Figura 11. Traffico Giornaliero Medio per giorno della settimana (Postazione 312009). Fonte: Dati ANAS.

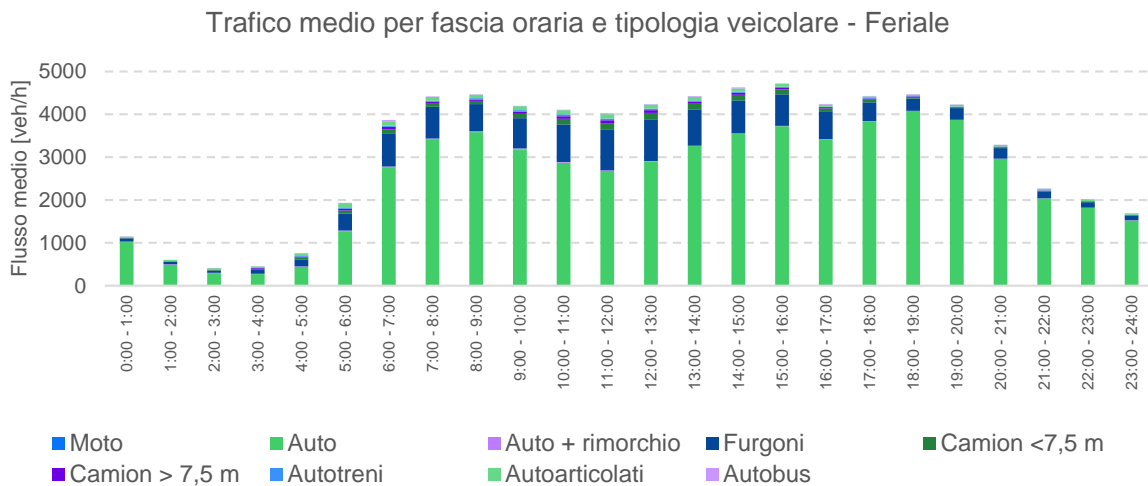


Figura 12. Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare giorni feriali (Postazione 312010A). Fonte: Dati ANAS.

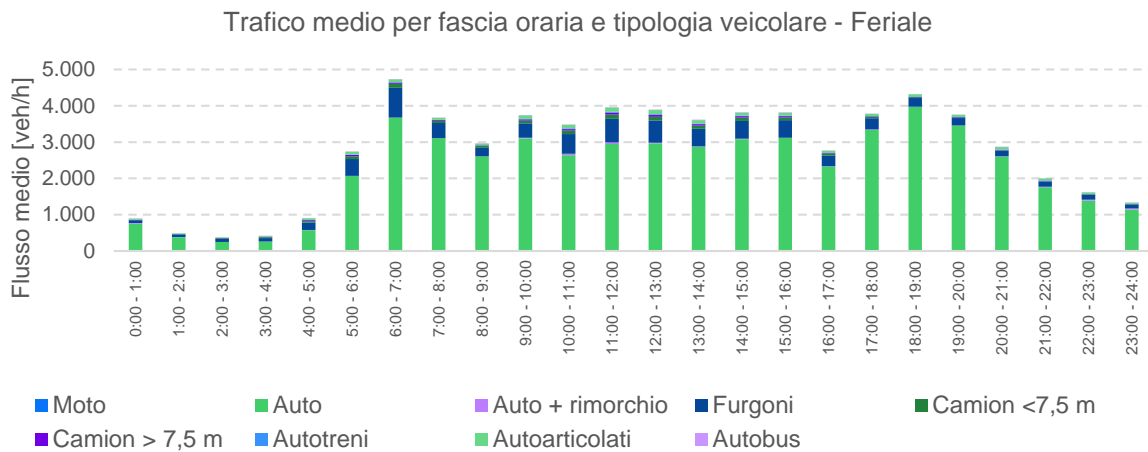


Figura 13. Traffico medio per fascia oraria e tipologia veicolare giorni feriali (Postazione 312010D). Fonte: Dati ANAS.

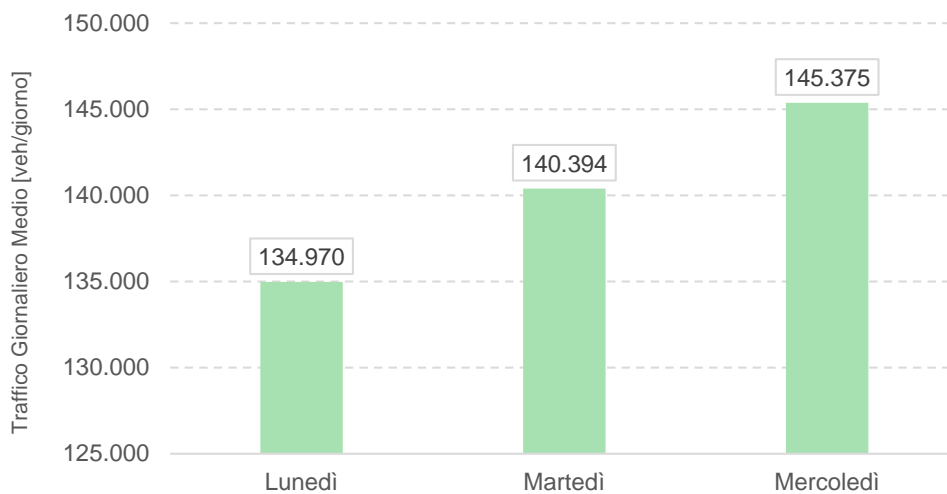


Figura 14. Traffico Giornaliero Medio per giorno della settimana (Postazione 312010). Fonte: Dati ANAS.

Dopo un'analisi esaustiva dei dati delle postazioni di rilievo, sono stati calcolati i parametri di flusso riportati in Tabella 2. Si è concluso che i dati della sezione 312010 sono utili per la calibrazione del modello di simulazione ma non per il calcolo del TGM poiché i giorni di rilievo sono significativamente bassi rispetto a quelli della sezione 312009 e non presenta dati di flusso dei giorni festivi.

Si è deciso quindi di utilizzare i dati della sezione 312009 per il calcolo dei fattori del TGM.

Tabella 2. Parametri di flusso delle postazioni di rilievo ANAS.

	<b>Postazione 312009</b>	<b>Postazione 312010</b>
Veicoli leggeri [veh/giorno]	107.748	132.934
Veicoli pesanti [veh/giorno]	7.633	8.189
Total flusso bidirezionale [veh/giorno]	115.381	141.123
Veicoli leggeri nell'ora di punta [veh/h]	7.632	7.080
Veicoli pesanti nell'ora di punta [veh/h]	413	356

## 5 Descrizione del 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.

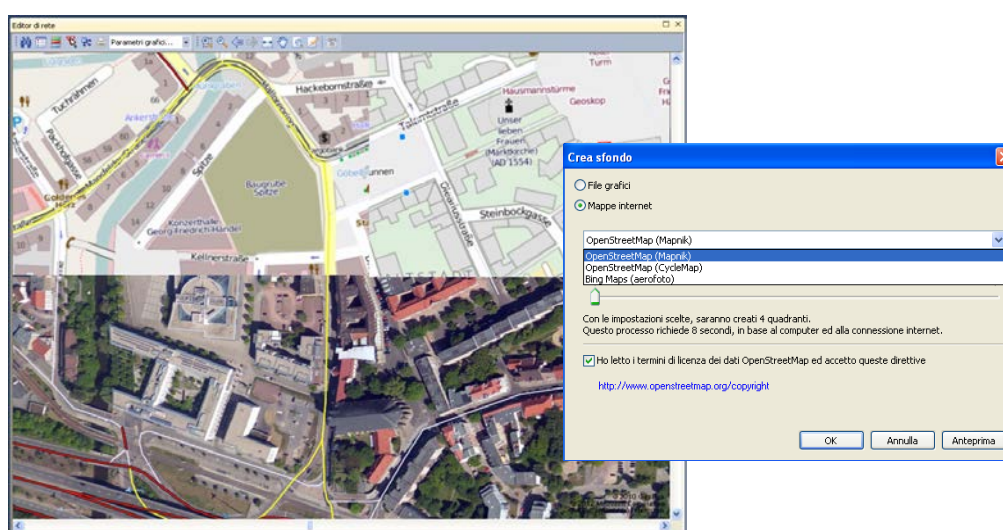


Figura 15. Esempio di gestione degli sfondi da Internet

## 6 Scenario Stato di fatto 2020

### 6.1 Rete e gerarchia stradale

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 è composta da oltre 3.000 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 Primarie, Strade Secondarie, Strade di Scorrimento, Strade di Quartiere e Strade Locali.



Figura 16. Gerarchia stradale della rete.

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 [veh/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;
- 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):

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

Dove:

- $t_c$ , tempo di percorrenza a rete carica con un flusso;
- $t_0$ , tempo di percorrenza alla velocità di flusso libero;
- $V$ , flusso orario sull'arco;
- $C$ , capacità oraria dell'arco;
- $\alpha, \beta$ , 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. Nella Figura 17 si presentano le curve di deflusso implementate nel modello macroscopico per le diverse categorie stradali considerate.

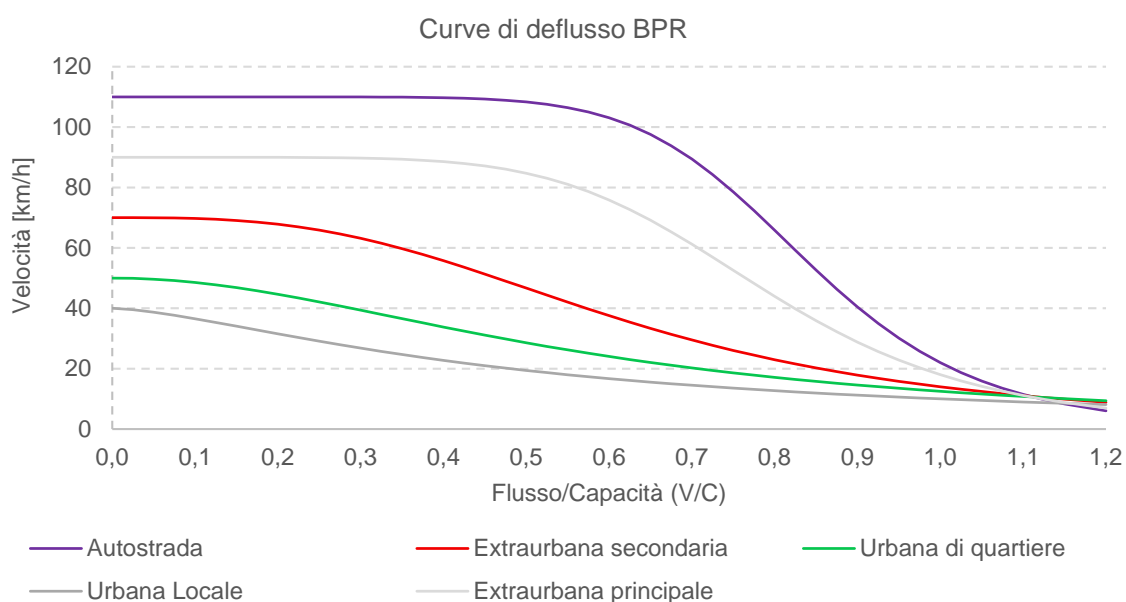


Figura 17. Esempi di curve di deflusso per categoria stradale.

Le caratteristiche complessive della rete del trasporto privato sono riportate nella seguente tabella, che dettaglia la tipologia, il numero di archi ed i chilometri complessivi presenti nel modello.

Tabella 3. Numero di archi e lunghezza monodirezionale per tipologia stradale

Categoria stradale	Numero di archi	Km complessivi
Autostrade	464	102
Strade Extraurbana principale	20	2
Strade Extraurbana Secondaria	68	14
Strade Urbane di scorrimento	871	74
Strade urbane di quartiere	716	72
Strade locali e residenziali	2.468	219

Al fine di verificare la validità delle velocità a flusso libero e le curve di deflusso determinate per ogni categoria stradale, è stato svolto un confronto tra i tempi di percorrenza del modello con i tempi di viaggio proposti da Google Maps.

È stato svolto un confronto anche con i tempi di percorrenza a flusso libero per controllare entrambi parametri.

La Figura 18 evidenzia l'analisi di corrispondenza dei tempi di percorrenza a rete scarica del modello in confronto con i tempi proposti da Google Maps. Con un  $R^2$  di 0,877 è possibile affermare che le velocità simulate sono in linea con quelle di riferimento.

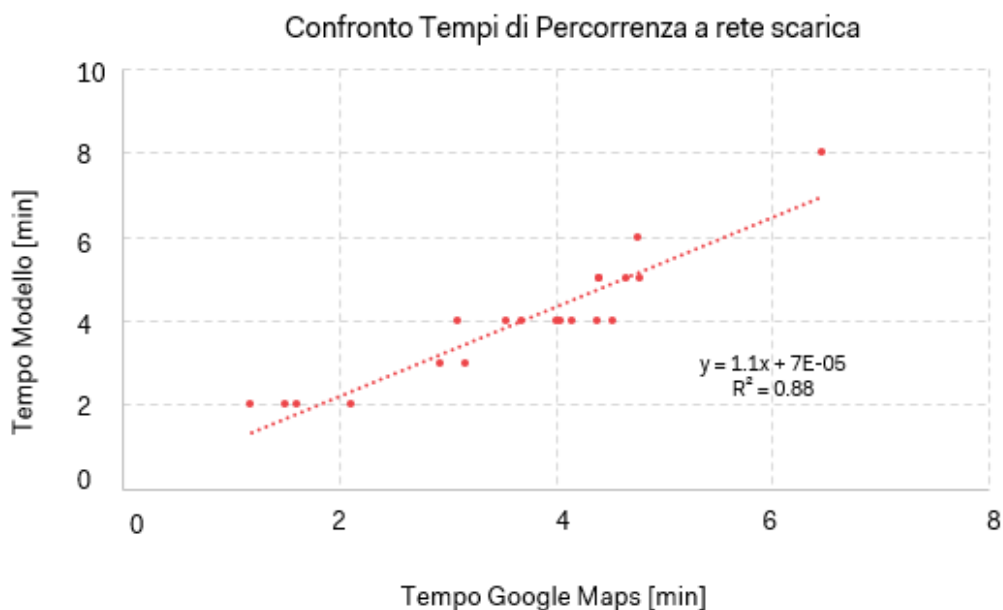


Figura 18. Corrispondenza tempi di percorrenza del modello a rete scarica. (Verifica della velocità a flusso libero)

Le analisi effettuate indicano una buona corrispondenza tra i tempi di viaggio simulati e quelli effettivi.





## 6.2 Il modello di domanda

### 6.2.1 Zonizzazione

L'intero ambito di studio che comprende sia il tratto dell'Autostrada A90 (GRA) compreso tra lo Svincolo di Casal Monastero, lo Svincolo Tiburtina e lo svincolo con l'Autostrada A24, sia la porzione di rete stradale ordinaria interferente, 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 o confine, queste ultime rappresentanti l'aggregazione di tutte le relazioni che l'area vasta ha con l'esterno).

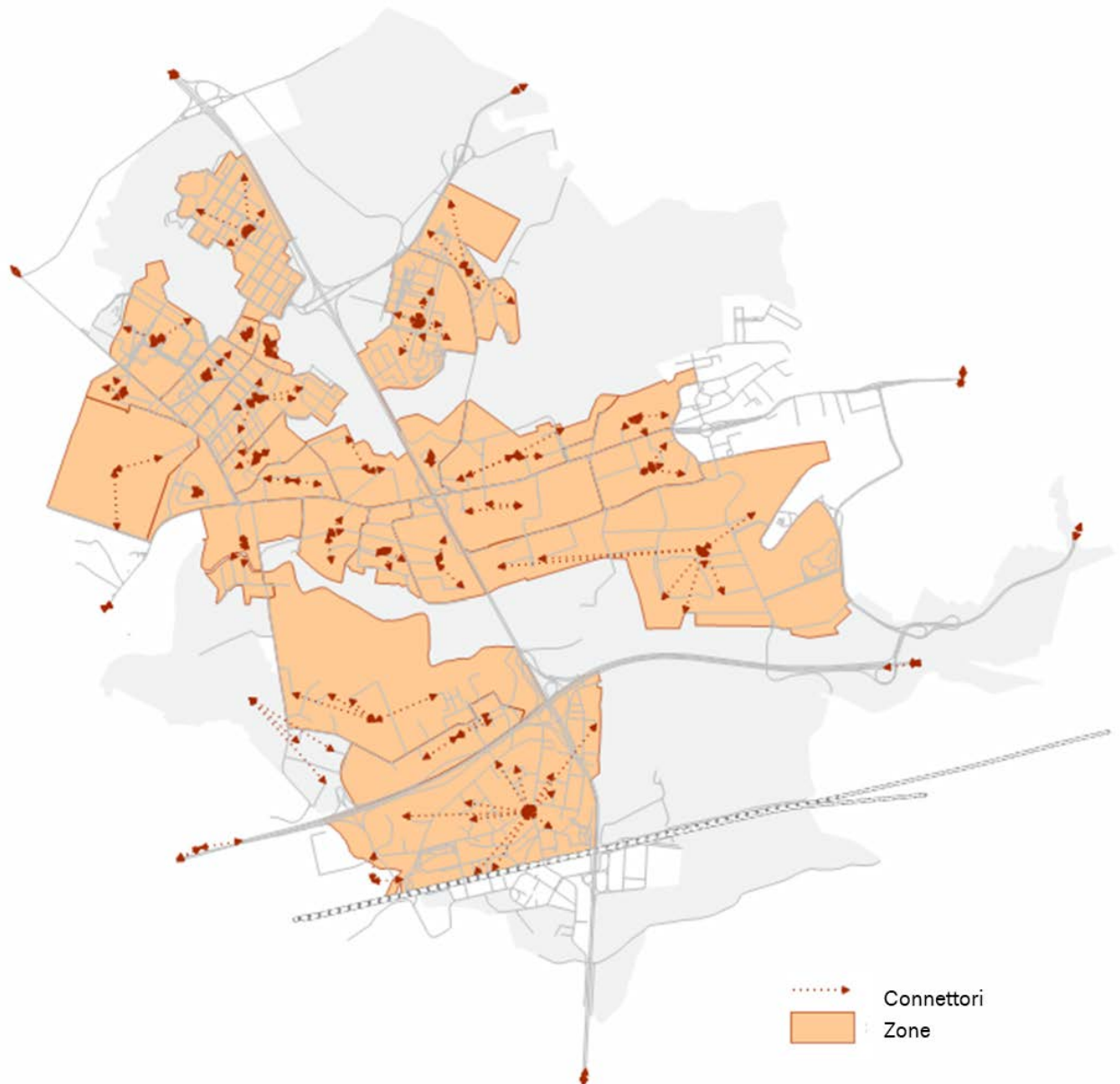


Figura 19. Zonizzazione dell'area di studio.

## 6.3 Il modello di assegnazione

### 6.3.1 Assegnazione della domanda di traffico

L'assegnazione del traffico sulla rete è effettuata attraverso il metodo del volume medio (*Method of Successive Averages- MSA*). È un processo di assegnazione iterativo in cui il flusso attuale su un arco è calcolato come una combinazione lineare del flusso assegnato nell'iterazione precedente e un flusso ausiliario derivante da un'assegnazione "tutto o niente" nell'iterazione corrente.

Si rimanda alla letteratura di settore per maggiori informazioni sulla specificazione dell'algoritmo. Il processo di assegnazione si considera concluso quando è raggiunta una situazione di cosiddetto equilibrio, ossia quando si raggiunge uno stato in cui ulteriori aggiornamenti dei costi di percorso non producono variazioni significative di distribuzione dei flussi sulla rete. La funzione di costo utilizzata è una combinazione lineare di tempo e distanza.

## 6.4 Calibrazione dello stato di fatto

La calibrazione delle matrici di domanda è stata svolta attraverso il metodo dei minimi quadrati con l'utilizzo dei dati di rilievi di traffico ANAS, il quale minimizza lo scostamento complessivo tra questi valori e i valori stimati dal modello di simulazione.

Per la calibrazione dei modelli macroscopici statici, i parametri statistici utilizzati normalmente sono il coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) e il RMSE (errore quadratico medio). Questi indicatori statistici indicano la capacità del modello di riprodurre i valori sperimentali osservati.

Per il trasporto privato questi sono i valori ottenuti:

- $R^2$  | coefficiente di determinazione = 0,97 | soglia minima: 0,80.
- RMSE | Errore quadratico medio = 5% | soglia massima 30%.

Si verifica che i flussi simulati tramite l'assegnazione delle matrici calibrate sono in linea con il traffico effettivamente rilevato.

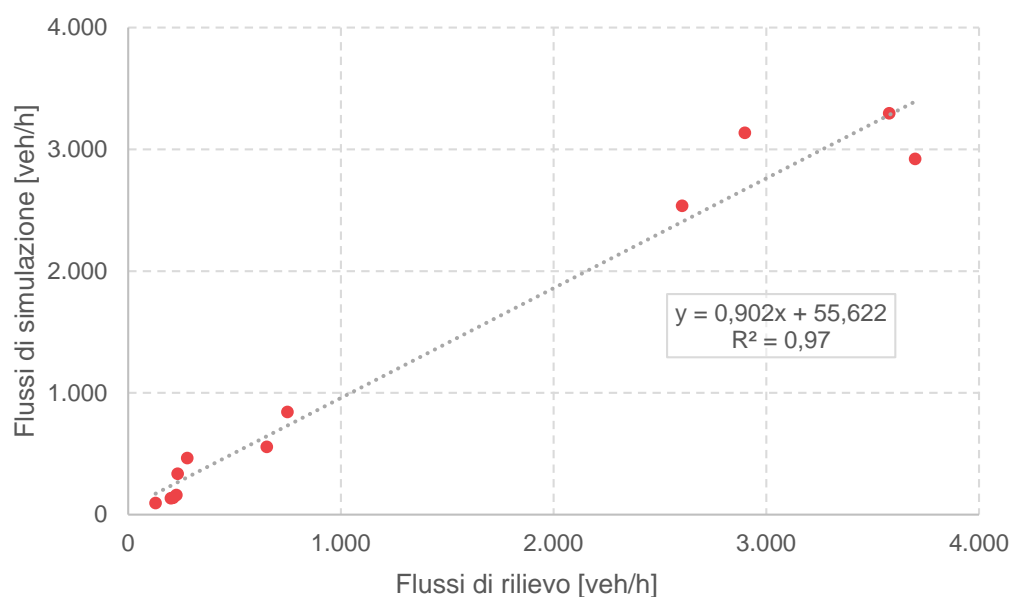


Figura 20. Analisi di assegnazione dei flussi veicolari.

Dalle risultanze si denota che gli indicatori di calibrazione risultano essere soddisfatti. Il modello è quindi pronto per essere usato per la predisposizione di scenari di simulazione futuri.

## 6.5 I fattori di conversione

Il modello attuale simula l'ora di punta di un tipico giorno feriale. Tuttavia, è comune prassi negli studi di traffico lavorare con valori di traffico giornalieri che rappresentano il flusso medio su una specifica sezione di strada durante tutto l'anno. Questa misura è nota come TGM (Traffico Giornaliero Medio), e dovrebbe essere interpretata come il flusso di traffico di un giorno medio dell'anno.

Per ottenere il TGM dal flusso simulato nell'ora di punta del mattino (AM), si è effettuata un'analisi delle variazioni di flusso lungo il giorno e la settimana effettuata separatamente, quando possibile, per i veicoli leggeri e per i veicoli pesanti, tenendo conto dei loro diversi modelli di trasporto. Il primo passo per il calcolo del TGM è quello di determinare la quota percentuale del traffico giornaliero che avviene durante l'ora di punta AM, in questo caso pari al 7% per i veicoli leggeri e al 5% per i veicoli pesanti.

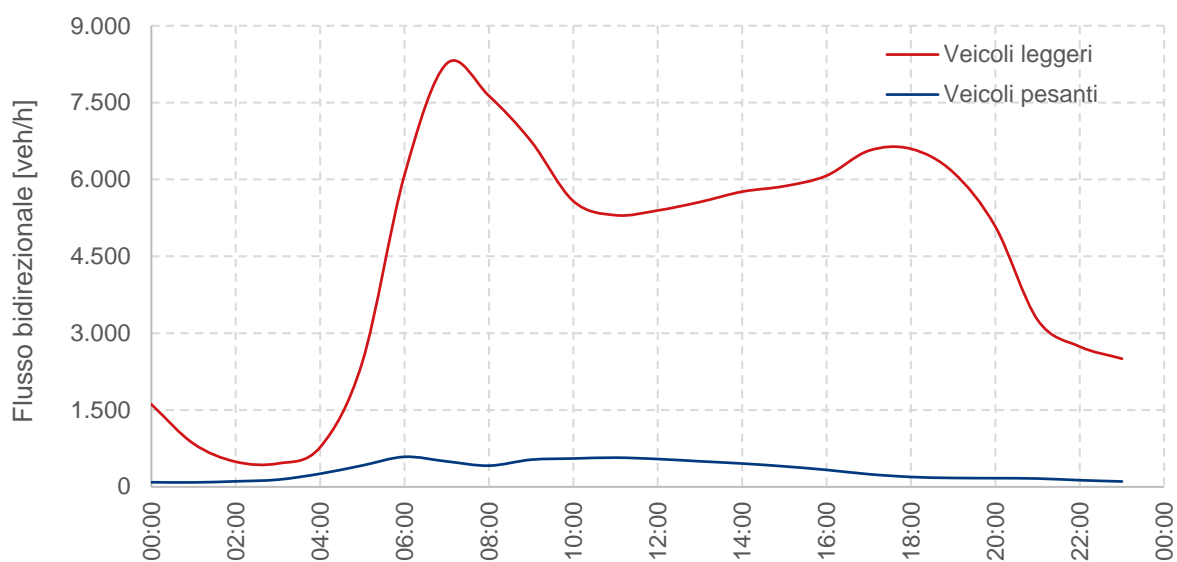


Figura 21. Flussi bidirezionali per fascia oraria e tipologia veicolare nella sezione di rilievo. Fonte: Dati ANAS.

Utilizzando i parametri di flusso della sezione di rilievo ANAS 312009, presentati nel capitolo 4.2, è stato calcolato il fattore del TGM ad utilizzare per espandere i flussi risultanti dal modello di simulazione, pari a 14.2 per veicoli leggeri e 18.6 per veicoli pesanti.

Tabella 4. Fattori per il calcolo del TGM.

	<b>Veicoli leggeri</b>	<b>Veicoli pesanti</b>
Percentuale di ora di punta del mattino	7%	5%
Fattore di espansione da Ora a Giorno	14,1	18,5
Fattore di espansione da Giorno a Settimana	7,0	7,0
Peso del Giorno medio Feriale	1,0	1,0
Fattore calcolo TGM	14,2	18,6

## 6.6 Risultati modellistici dello stato di fatto

Si riportano di seguito i flussogrammi relativi all'area di studio, nonché i diagrammi volume/capacità (V/C) che rappresentano i valori di congestione della rete stradale.

Il flussogramma riportato nella figura sottostante mostra come allo stato attuale, l'utenza veicolare preferisce percorsi che sfruttano gli itinerari ad alta capacità e velocità: in particolare sulle autostrade e sulla viabilità di Via Tiburtina.

Sulla autostrada si osservano elevati flussi tra lo svincolo 13 di Via Tiburtina e 14 della A24, con oltre 5.000 veicoli nell'ora di punta per senso di marcia. La via Tiburtina invece, si trova più saturata sulla viabilità ovest alla autostrada.

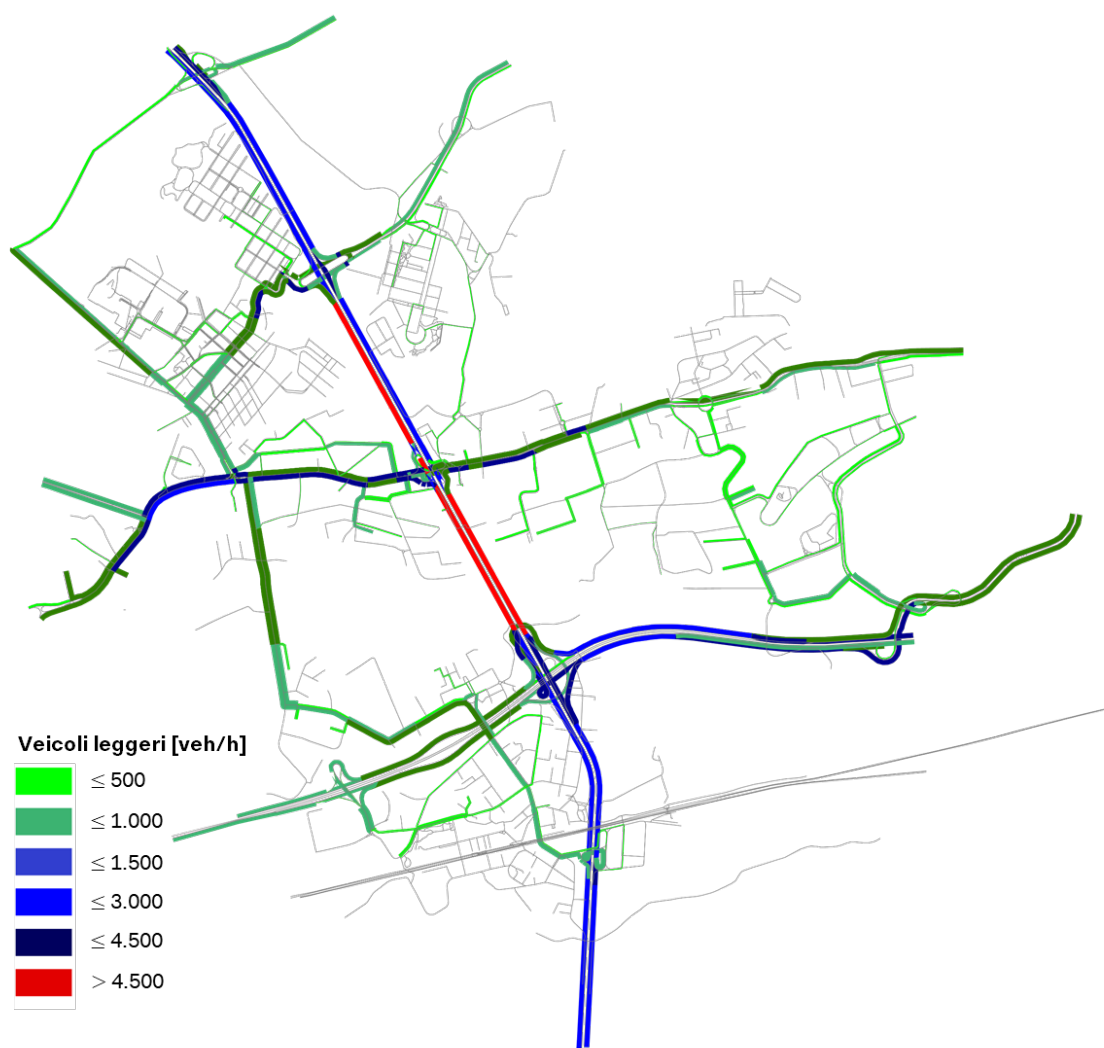


Figura 22. Flussogramma veicoli leggeri (SDF).



Figura 23. Flussogramma veicoli leggeri (SDF).



Figura 24. Flussogramma veicoli pesanti (SDF).

Nella Figura 25 si evidenziano i particolari archi critici della rete, che sono in corrispondenza con quelli di elevati flussi veicolari. La autostrada tra lo svincolo 13 e 14 e alcuni sezioni della Via Tiburtina si trovano tra le sezioni più saturate, in alcuni casi superando il limite di capacità. In termini generali, l'area di studio presenta un buon rapporto flusso capacità.

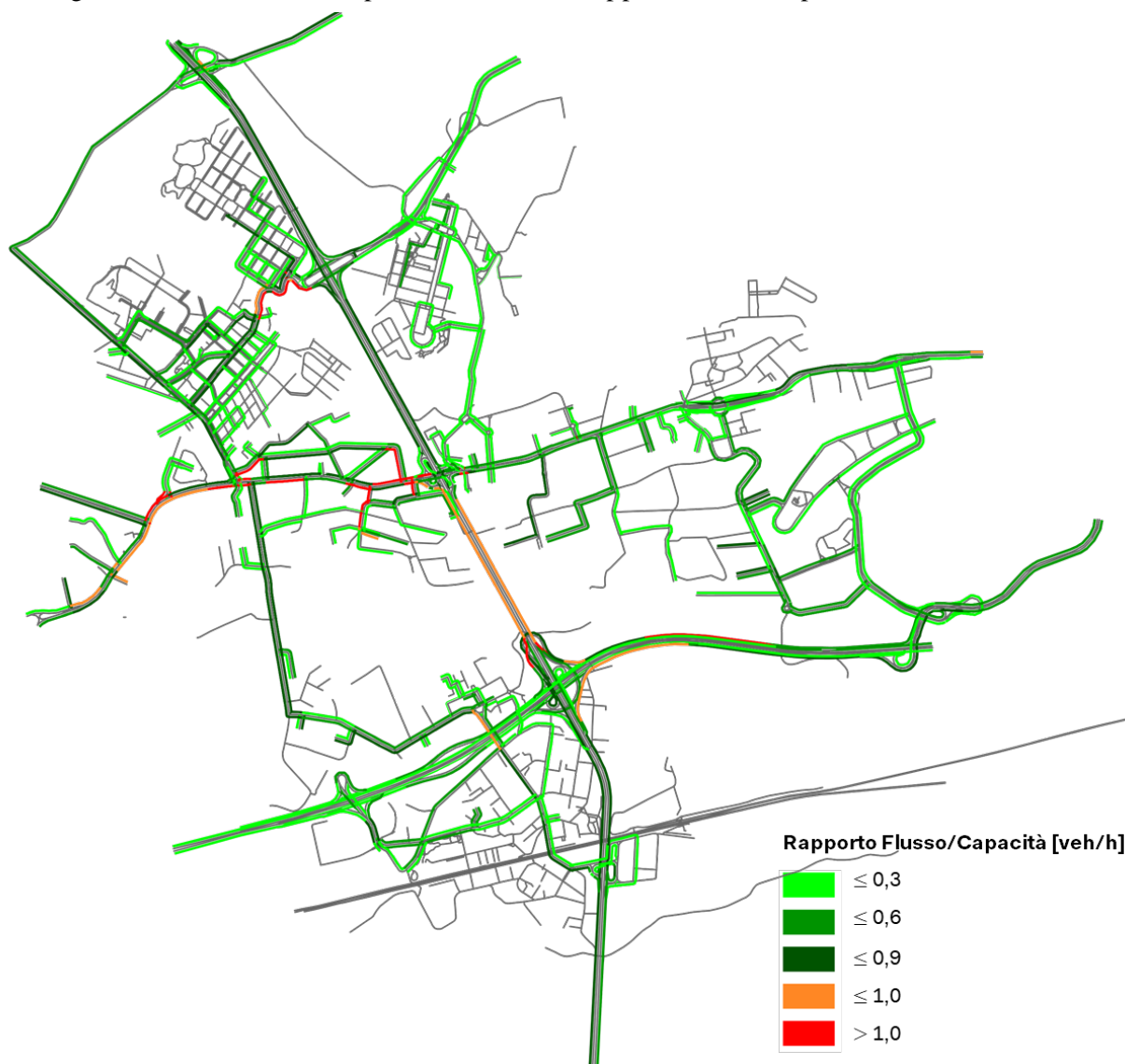


Figura 25. Rapporto flusso capacità (SDF).

Con i valori simulati dell'ora di punta e con l'utilizzo dei fattori di correzione è stato possibile calcolare il Traffico Giornaliero Medio per le sezioni di interesse dello studio. La Figura 26 evidenzia le postazioni utilizzate per il calcolo del TGM.

Di seguito si presentano i risultati ottenuti per lo Stato di Fatto. Nella Tabella 5, per ogni postazione si trova il TGM bidirezionale di veicoli leggeri e veicoli pesanti. La chilometrica utilizzata per gli svincoli corrisponde a quella dell'ingresso o l'uscita sull'autostrada

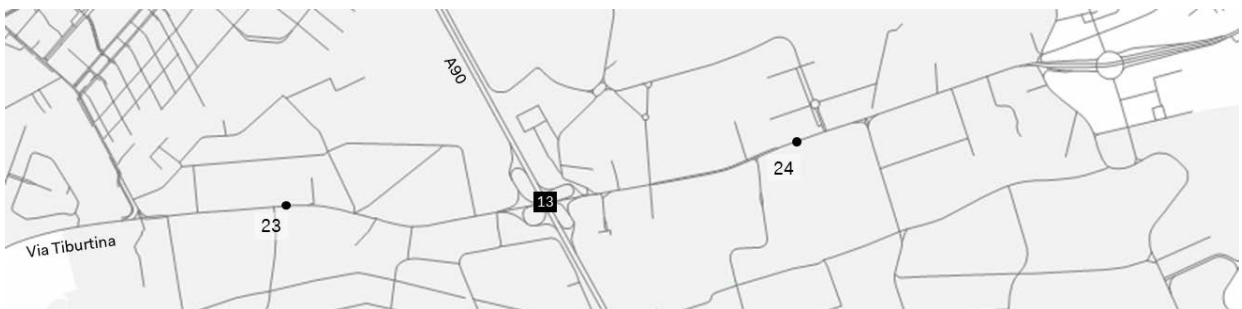
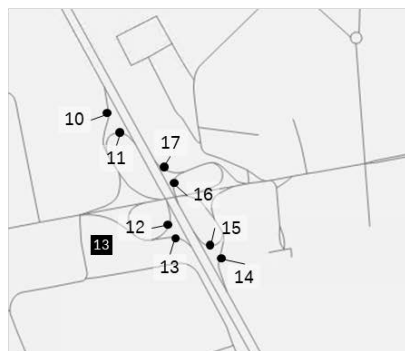
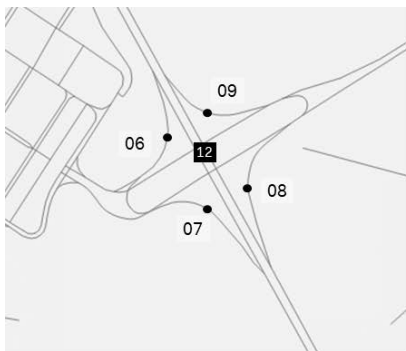


Figura 26. Localizzazione delle sezioni di calcolo del TGM.



Tabella 5. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: SDF).

	Viabilità	Tratta	Km	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti
01	A90	A monte svincolo 12	Km 27 + 900	107.257	4.745
02	A90	Tra svincolo 12 e 13	Km 28 + 900	122.943	5.143
03	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 30 + 100	155.714	4.538
04	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 31 + 000	155.714	4.538
05	A90	A valle svincolo 14	Km 32 + 300	120.314	4.255
Svincoli					
06	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 28 + 100	4.014	160
07	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 28 + 500	21.214	415
08	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 28 + 500	11.114	360
09	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 28 + 100	12.643	217
10	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 29 + 700	7.357	38
11	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	4.457	198
12	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	11.371	472
13	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 30 + 000	24.243	339
14	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 30 + 000	14.743	245
15	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	1.014	104
16	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	17.514	38
17	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 700	8.457	813
18	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 31 + 200	34.443	716
19	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 31 + 400	17.400	708
20	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 32 + 000	429	9
21	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 32 + 000	24.729	632
22	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 31 + 400	43.514	915
Via Tiburtina					
23	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90	-	42.757	280
24	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90	-	38.800	2.742

### 6.6.1 Indicatori di performance della rete Scenario Stato di Fatto

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato, relativamente all'area di studio per categoria stradale.

Per il calcolo del rapporto volume capacità per categoria stradale è stata realizzata una somma ponderata degli stessi per lunghezza dell'arco.

Lo stato attuale della rete presenta importanti diminuzioni della velocità media nelle autostrade e le strade urbane di scorrimento, dovute agli elevati livelli di traffico e congestione in alcune sezioni della rete.

Tabella 6. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello SDF.

<b>Categoria stradale</b>	<b>Percorrenze [veh*km]</b>	<b>Tempo speso [veh*ora]</b>	<b>V media [km/ora]</b>	<b>V/C</b>
Autostrada	92.586	1.892	49	0,45
Extraurbana Secondaria	5.314	77	69	0,25
Strade urbane di scorrimento	27.317	1.722	16	0,47
Strade urbane di quartiere	20.966	911	23	0,02
Strade locali e residenziali	8.575	451	19	0,09

## 7 Scenari di Riferimento e di Progetto

L'analisi di traffico è stata ulteriormente condotta attraverso la definizione di tre scenari di analisi:

*1. Scenario di Riferimento:*

Entrata in esercizio dell'intervento sullo svincolo di Casal Monastero (intervento in magenta) e dell'adeguamento della Via Tiburtina (intervento in verde)

*2. Scenario di Progetto (I Fase funzionale):*

Scenario di riferimento più adeguamento Svincolo Tiburtina (intervento in rosso) con GRA non potenziato.

*3. Scenario di Progetto (II Fase funzionale) Soluzione base:*

Sviluppato a partire dalla prima fase funzionale, include il GRA potenziato e l'adeguamento dello Svincolo Tiburtina.

*4. Scenario di Progetto (II Fase funzionale) Soluzione a due corsie:*

Scenario di progetto soluzione base come punto di partenza con modifiche da una a due corsie su tratte specifiche.

Sono stati anche simulati due scenari con l'aggiornamento della planimetria definitiva (a settembre 2021) e degli interventi previsti all'orizzonte temporale analizzato:

*5. Scenario di Riferimento (Aggiornamento planimetria settembre 2021)*

Scenario di riferimento aggiornato con condizioni previste a settembre di 2021, con l'entrata in esercizio dell'adeguamento Via Tiburtina. (Differisce dallo scenario di riferimento precedente perché non considera l'intervento sullo svincolo di Casal Monastero)

*6. Scenario di Progetto (Aggiornamento planimetria settembre 2021)*

Scenario di progetto II Fase Funzionale con la planimetria del potenziamento del GRA aggiornata a settembre 2021.



Figura 27. Interventi infrastrutturali previsti negli scenari di riferimento e progettuali.



Figura 28. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto II Fase 2021.

## 7.1 Espansione della domanda

Prima di procedere con la descrizione delle simulazioni degli specifici scenari, si procede nella definizione dei parametri di orizzonte temporale, tasso di crescita della domanda e quadro programmatico infrastrutturale agli anni di riferimento.

La Tabella 7 presenta l'orizzonte temporale di analisi dei singoli scenari.

Tabella 7. Orizzonte temporale degli scenari di riferimento e di progetto.

Scenario	Orizzonte temporale
Stato di Fatto	2020
Scenario di Riferimento	
Scenario di Progetto (IFase Funzionale)	2030
Scenario di Progetto (IIFase Funzionale)	

Il tasso di crescita del traffico è stato determinato attraverso l'utilizzo di un fattore di variazione calcolato in base ai dati di popolazione residente nel comune di Roma dal 2010 al 2019.

Analizzando l'andamento della popolazione residente dal 2002 al 2019, il fattore di variazione da applicare alle matrici OD attuale per ottenere le matrici degli scenari futuri è pari a +6% (2030).



Figura 29. Andamento della popolazione residente nel Comune di Roma e progettazione al 2030. (Fonte: Dati ISTAT)\*.

\*Diminuzione nel 2011 dovuta a una differenza fra la popolazione censita e popolazione anagrafica.

## 7.2 Scenario di riferimento

Lo scenario di riferimento simula la rete stradale dopo l'adeguamento dello svincolo di Casal Monastero con l'inserimento di sette rotatorie lungo la Via Belmonte in Sabina e l'adeguamento di Via Tiburtina con tre corsie di senso di marcia a carreggiata separata (Categoria D).

È anche stata effettuata la proiezione della domanda all'anno 2030.



Figura 30. Interventi infrastrutturali dello scenario di riferimento

Si presentano di seguito i flussogrammi di veicoli leggeri e pesanti e il grafico di rapporto flusso/capacità per lo scenario di riferimento.

Lo scenario di riferimento differisce rispetto allo scenario SDF a livello autostradale per il fatto che non prevede le rampe dello svincolo 12. Si osservano diminuzioni di flusso sulla autostrada tra lo svincolo 12 e 13 e aumento di flusso in una sezione della Via Tiburtina, probabilmente dalla

scelta di nuovi percorsi dovuti alla riconfigurazione della rete. In generale si osserva una diminuzione del rapporto flusso capacità.



Figura 31. Flussogramma veicoli leggeri (RIF).





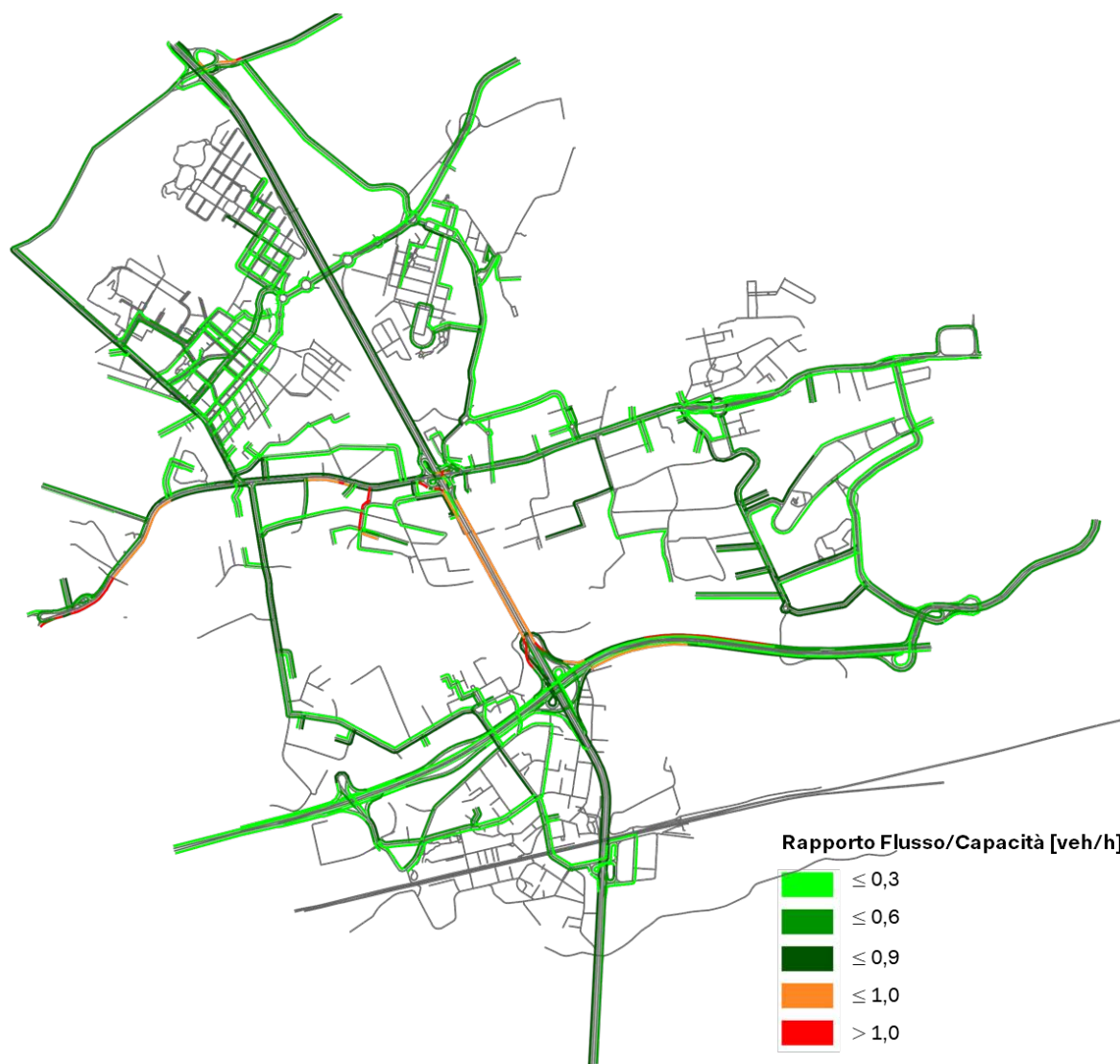


Figura 34. Rapporto flusso capacità (RIF).

Le Figura 34 e Figura 35 rappresentano i flussi di interesse per ogni intervento dello scenario di riferimento. Per lo svincolo di Casal Monastero i flussi sono maggiormente con origine e destinazione nella Via Bielmonte in Sabina e la Via Nomentana. La Via Tiburtina, essendo una via di scorrimento, presenta verso est elevati flussi fino alla autostrada A90. Invece dal lato ovest dell'A90 i flussi sono più moderati.

La Tabella 8 presenta i risultati del calcolo del TGM nello scenario di riferimento. La ubicazione delle postazioni utilizzate corrisponde a quelle presentate nello scenario SDF. Lo svincolo 12 non presenta flussi di traffico dato che in questo scenario non sono ancora collegate le rampe alle rotatorie di Via Belmonte in Sabina.



Figura 35. Flussi di interesse sulla viabilità dello svincolo di Casal Monastero (RIF).



Figura 36. Flussi di interesse sulla viabilità dei Via Tiburtina (RIF).

Tabella 8. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: RIF).

	Viabilità	Tratta	Km	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti
01	A90	A monte svincolo 12	Km 27 + 900	107.029	4.764
02	A90	Tra svincolo 12 e 13	Km 28 +900	107.029	4.764
03	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 30 + 100	157.157	4.434
04	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 31 + 000	157.157	4.434
05	A90	A valle svincolo 14	Km 32 + 300	119.686	4.179
Svincoli					
06	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 28 + 100	-	-
07	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 28 + 500	-	-
08	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 28 + 500	-	-
09	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 28 +100	-	-
10	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 29 + 700	10.286	179
11	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	13.171	509
12	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	9.171	472
13	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 30 + 000	29.300	123
14	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 30 + 000	11.157	264
15	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	7.157	198
16	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	30.386	387
17	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 700	7.286	764
18	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 31 + 200	33.857	613
19	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 31 + 400	17.829	708
20	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 32 + 000	443	9
21	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 32 + 000	23.086	651
22	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 31 + 400	44.971	1.010
Via Tiburtina					
23	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90	-	114.271	2.754
24	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90	-	57.643	2.576

### 7.2.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Riferimento

La Tabella 9 riporta i parametri dell'intera rete relativa allo scenario di riferimento nell'ora di punta del mattino.

Questo scenario comporta un notevole aumento della velocità media della rete, in particolare in corrispondenza con la strada urbana di scorrimento. Il miglioramento dell'infrastruttura sulla Via Tiburtina rappresenta a sua volta un miglioramento dei tempi di viaggio degli utenti.

Tabella 9. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello scenario di riferimento.

Categoria stradale	Percorrenze [veh*km]	Tempo speso [veh*ora]	V media [km/ora]	Variazione velocità rispetto SDF	V/C
Autostrada	91.851	1.872	49	0%	0,45
Extraurbana Secondaria	3.628	75	48	-30%	0,32
Strade urbane di scorrimento	42.580	1.744	24	54%	0,36
Strade urbane di quartiere	20.303	607	33	45%	0,0
Strade locali e residenziali	6.299	282	22	17%	0,6

### 7.3 Scenario di progetto - I Fase funzionale

Lo scenario di progetto I fase funzionale prevede, oltre agli interventi dello scenario di riferimento, l'infrastruttura del progetto dello svincolo Tiburtina che comprende l'adeguamento dello svincolo 12 di Via Tiburtina e l'inserimento di svincoli in corrispondenza con la Via Giulio Bona e la Via Monte Flavio. Presenta anche una rampa di inversione in cavalcavia e un collegamento tramite rotatoria tra la Via Giovanni Armenise e l'autostrada.

In questo scenario è stata effettuata la proiezione della domanda all'anno 2030.

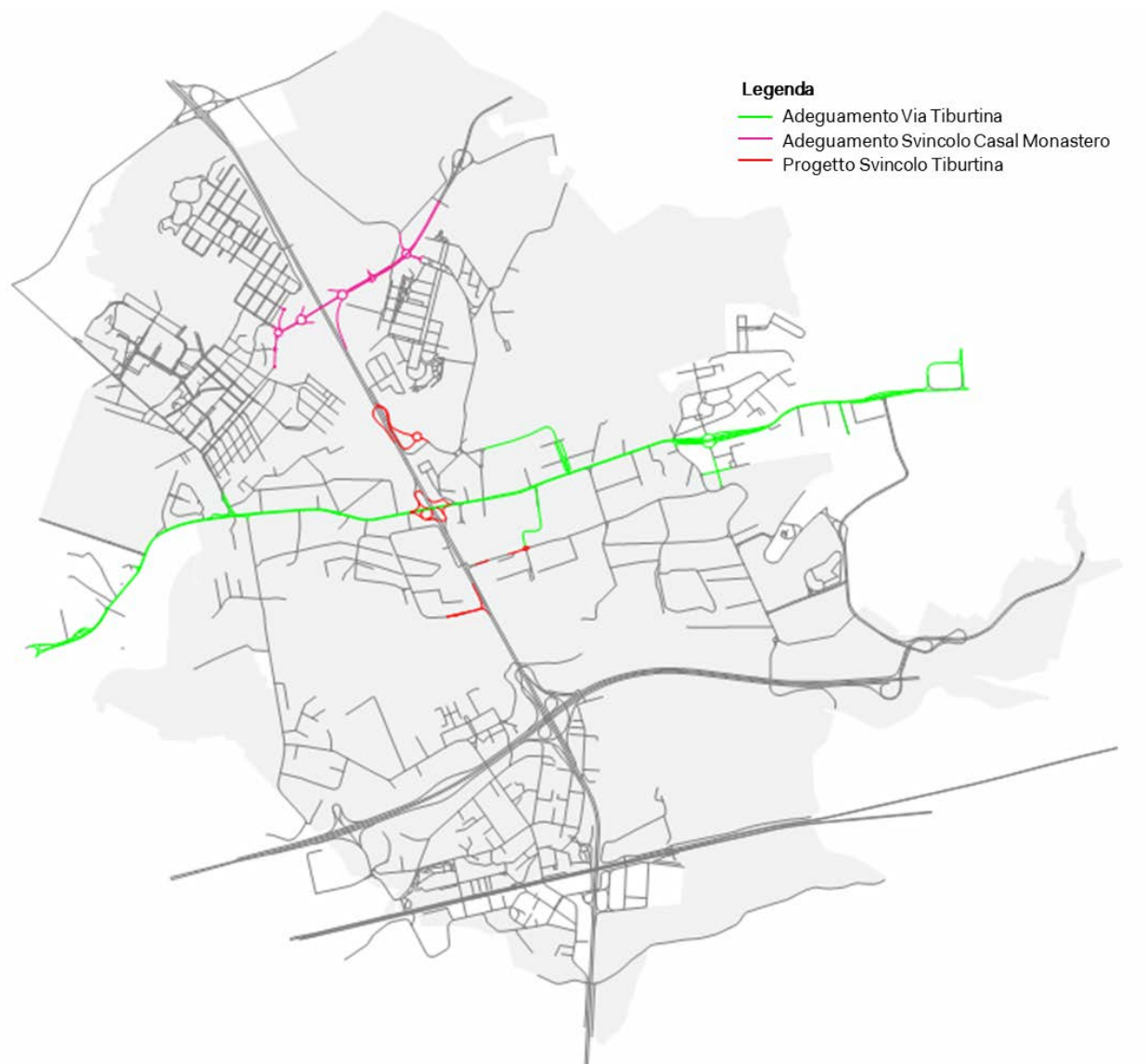


Figura 37. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto IFase

Si presentano di seguito i flussogrammi di veicoli leggeri e pesanti e il grafico di rapporto flusso/capacità per lo scenario di progetto.

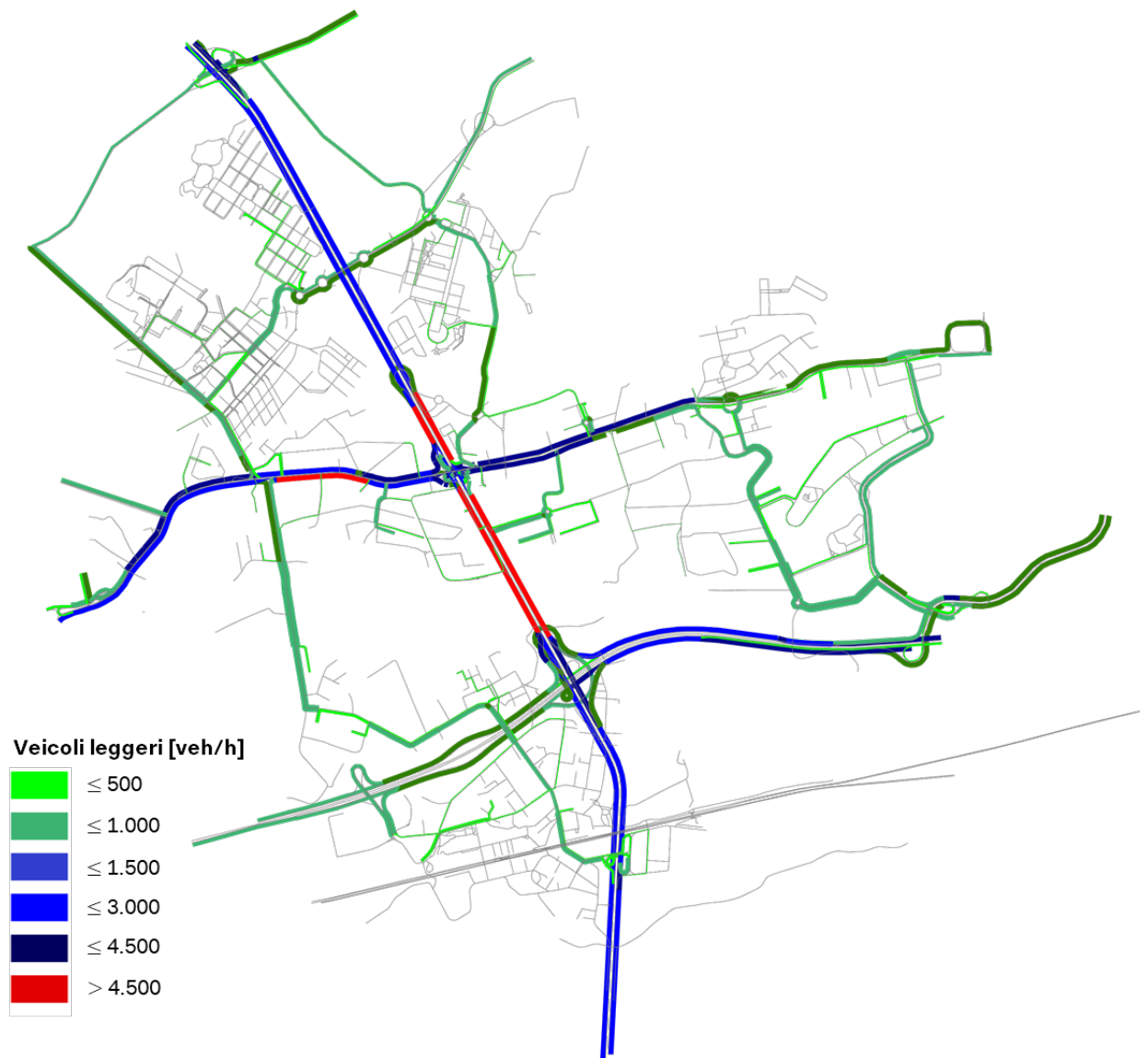


Figura 38. Flussogramma veicoli leggeri (PROG I).



Figura 39. Flussogramma veicoli leggeri (PROG I).



Figura 40. Flussogramma veicoli pesanti (PROG I).

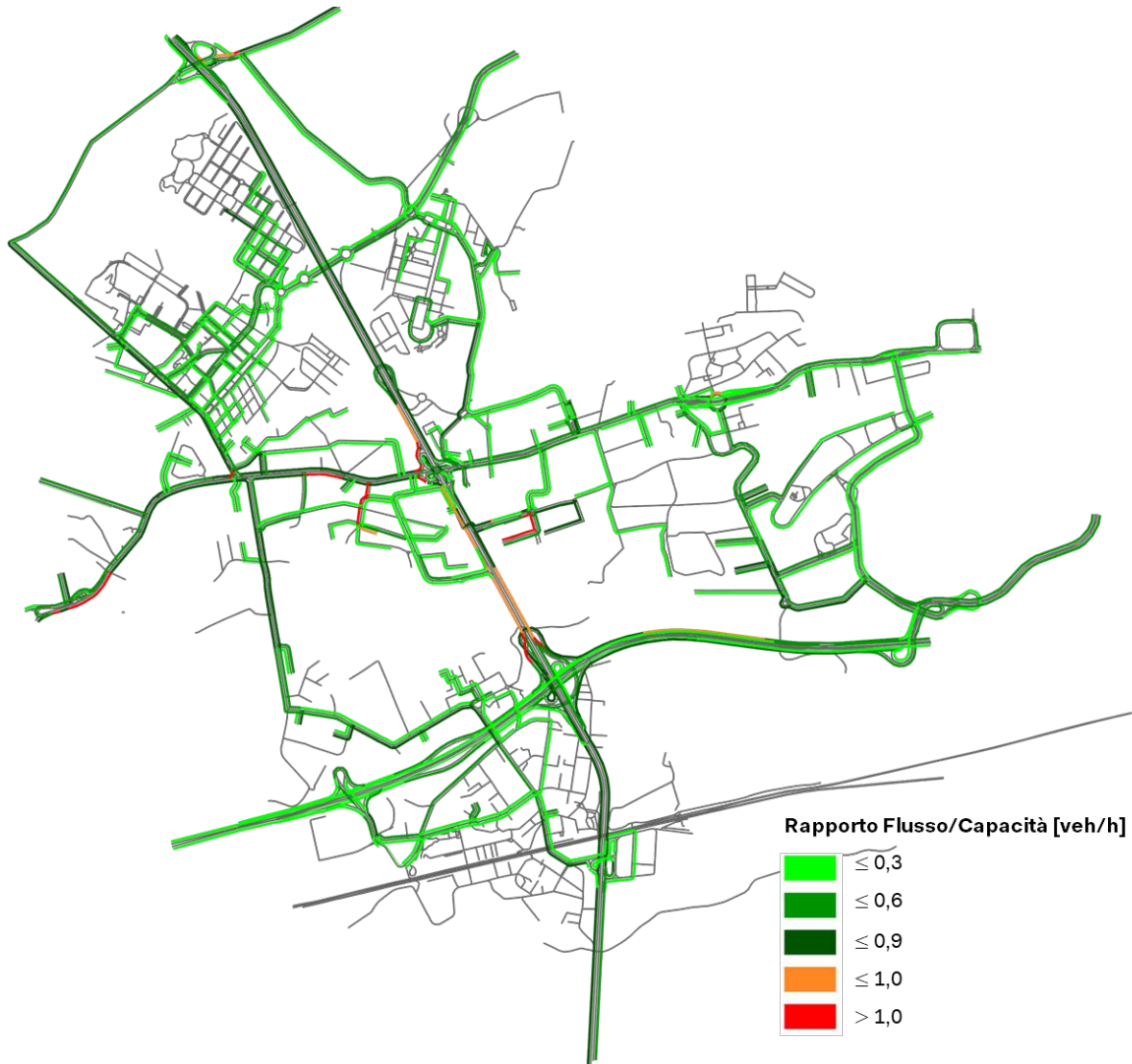


Figura 41. Rapporto flusso capacità (PROG I).

Di seguito si presentano i risultati di TGM ottenuti per lo Scenario di Progetto (IFase):



Tabella 10. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: PROG I).

	<b>Viabilità</b>	<b>Tratta</b>	<b>Km</b>	<b>TGM Veicoli leggeri</b>	<b>TGM Veicoli pesanti</b>
01	A90	A monte svincolo 12	Km 27 + 900	107.057	4.679
02	A90	Tra svincolo 12 e 13	Km 28 +900	107.057	4.679
03	A90	Tra svincolo 13 e rampe di uscita V. M Flavio e Via Bona	Km 30 + 100	150.771	3.937
04	A90	Tra rampe uscita Via M. Flavio e Via Bona svincolo 14	Km 31 + 000	160.557	4.500
05	A90	A valle svincolo 14	Km 32 + 300	118.529	4.267
Svincoli					
06	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 28 + 100	-	-
07	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 28 + 500	-	-
08	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 28 + 500	-	-
09	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 28 +100	-	-
10	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 29 + 700	28.886	179
11	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	12.914	192
12	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	9.043	472
13	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 30 + 000	29.914	0
14	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 30 + 000	10.514	632
15	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 800	7.386	198
16	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 700	7.286	717
17	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 31 + 200	33.500	679
18	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 31 + 400	15.443	708
19	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 32 + 000	443	9
20	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 32 + 000	19.957	738
21	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 31 + 400	44.343	1.010
Via Tiburtina					
22	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90	-	114.929	2.994
23	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90	-	56.271	3.161

Nella Figura 41 si osserva che i flussi di interesse degli archi di progetto dello svincolo Tiburtina provengono soprattutto della viabilità di Via Tiburtina e percorrono l'autostrada in entrambe le direzioni.

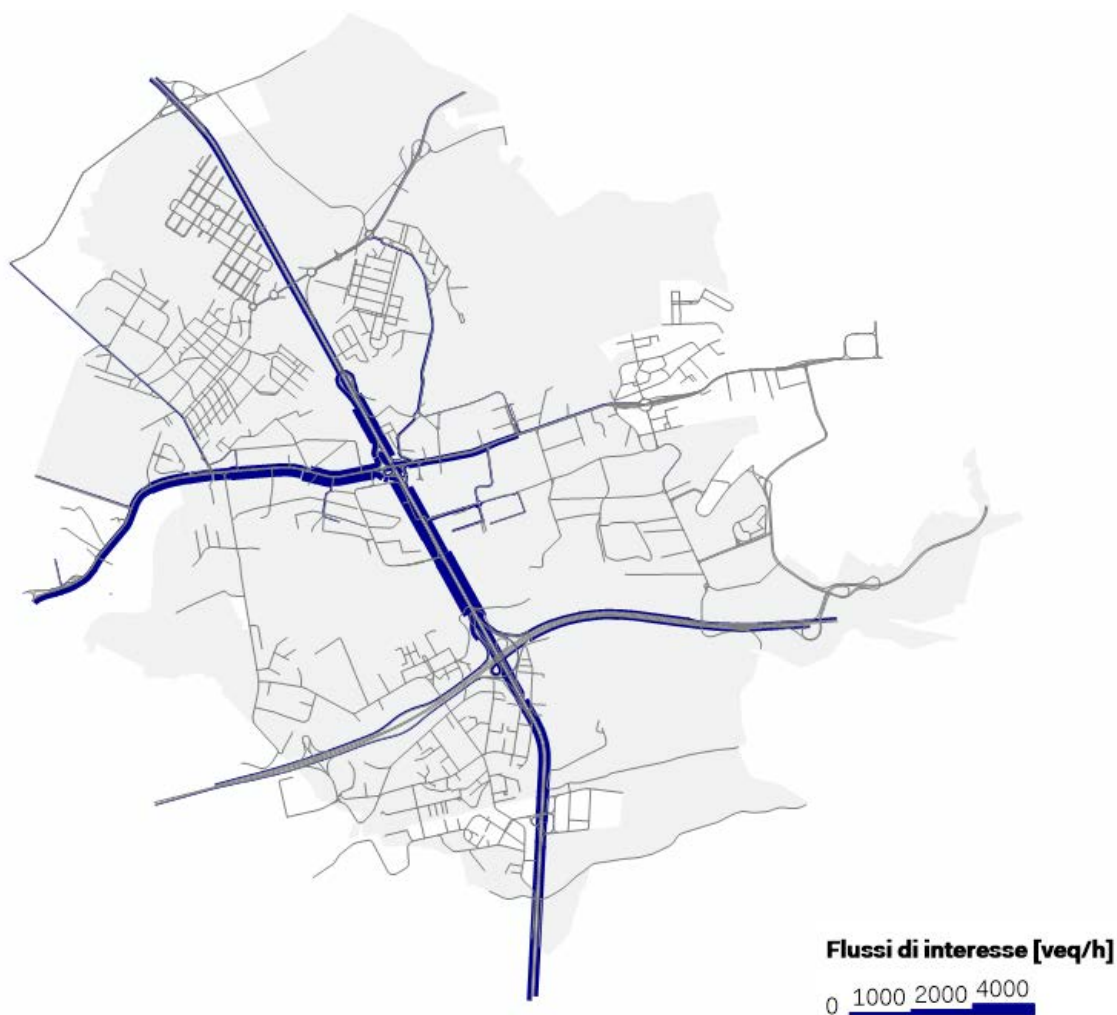


Figura 42. Flussi di interesse sulla viabilità del progetto svincolo Tiburtina (PROG I).

### 7.3.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Progetto (Fase I)

La Tabella 11 riporta i parametri dell'intera rete relativa allo scenario di progetto IFase nell'ora di punta del mattino.

Tabella 11. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello scenario di progetto.

Categoria stradale	Percorrenze [veh*km]	Tempo speso [veh*ora]	V media [km/ora]	Variazione velocità rispetto RIF	V/C
Autostrada	92.517	1.813	51	4%	0,43
Extraurbana Secondaria	3.618	73	50	3%	0,31
Strade urbane di scorrimento	41.520	1.674	25	2%	0,35
Strade urbane di quartiere	19.750	562	35	5%	0,02
Strade locali e residenziali	6.545	288	23	2%	0,7

## 7.4 Scenario di Progetto II Fase funzionale - Soluzione base

Lo Scenario di Progetto II Fase funzionale - Soluzione base prevede il potenziamento dell'Autostrada A90 (GRA) con l'inserimento di una complanare per ogni senso di marcia e due rampe di inversione tra gli svincoli 12 e 13, e 13 e 14.

Per questo scenario la proiezione della domanda è stata effettuata all'anno 2030.



Figura 43. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto Fase II - Soluzione Base.

Si presentano di seguito i flussogrammi di veicoli leggeri e pesanti e il grafico di rapporto flusso/capacità per lo scenario di progetto Soluzione base.

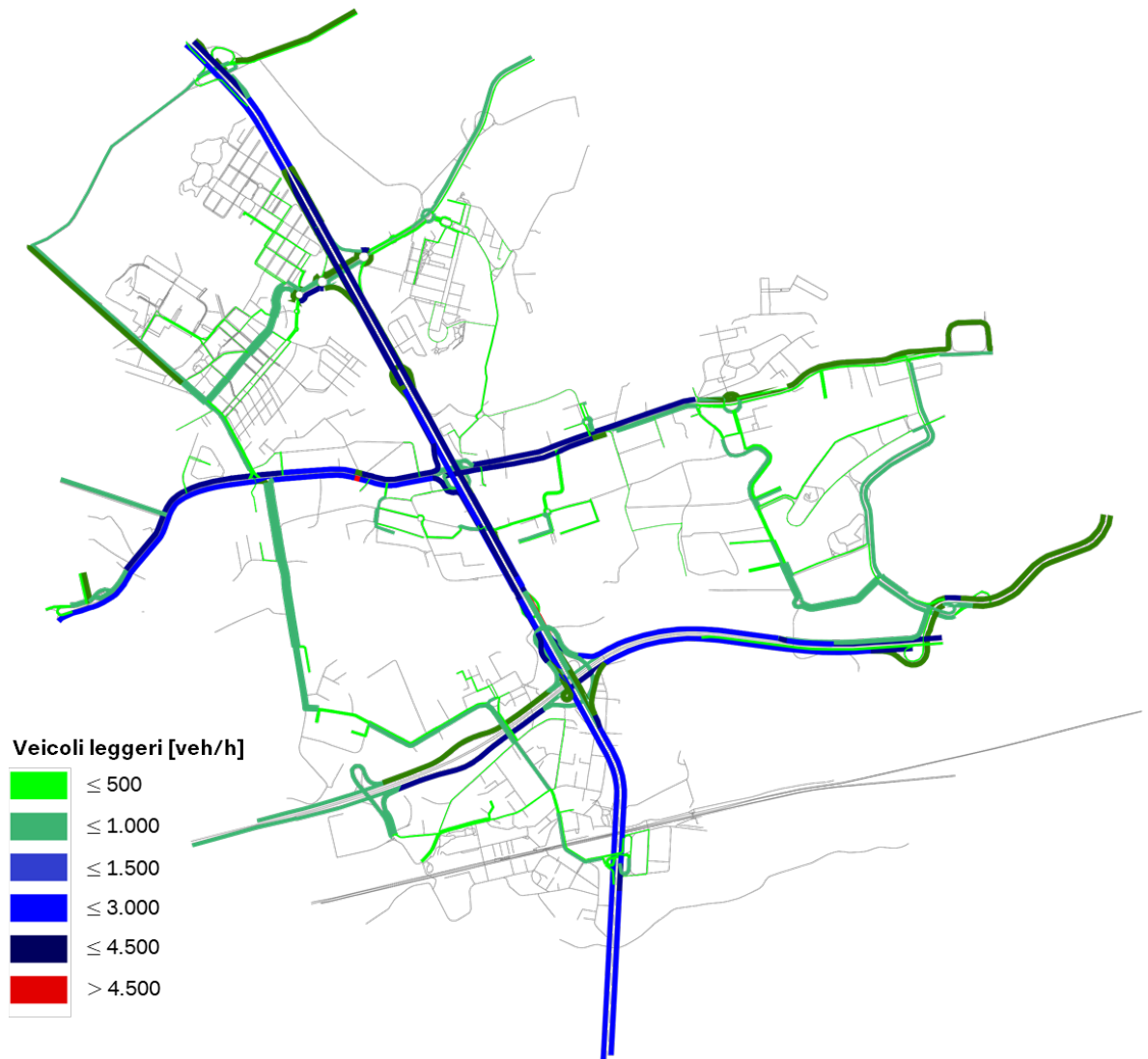


Figura 44. Flussogramma veicoli leggeri (PROG II – Soluzione Base).



Figura 45. Flussogramma veicoli leggeri (PROG II - Soluzione Base).



Figura 46. Flussogramma veicoli pesanti (PROG II - Soluzione Base).

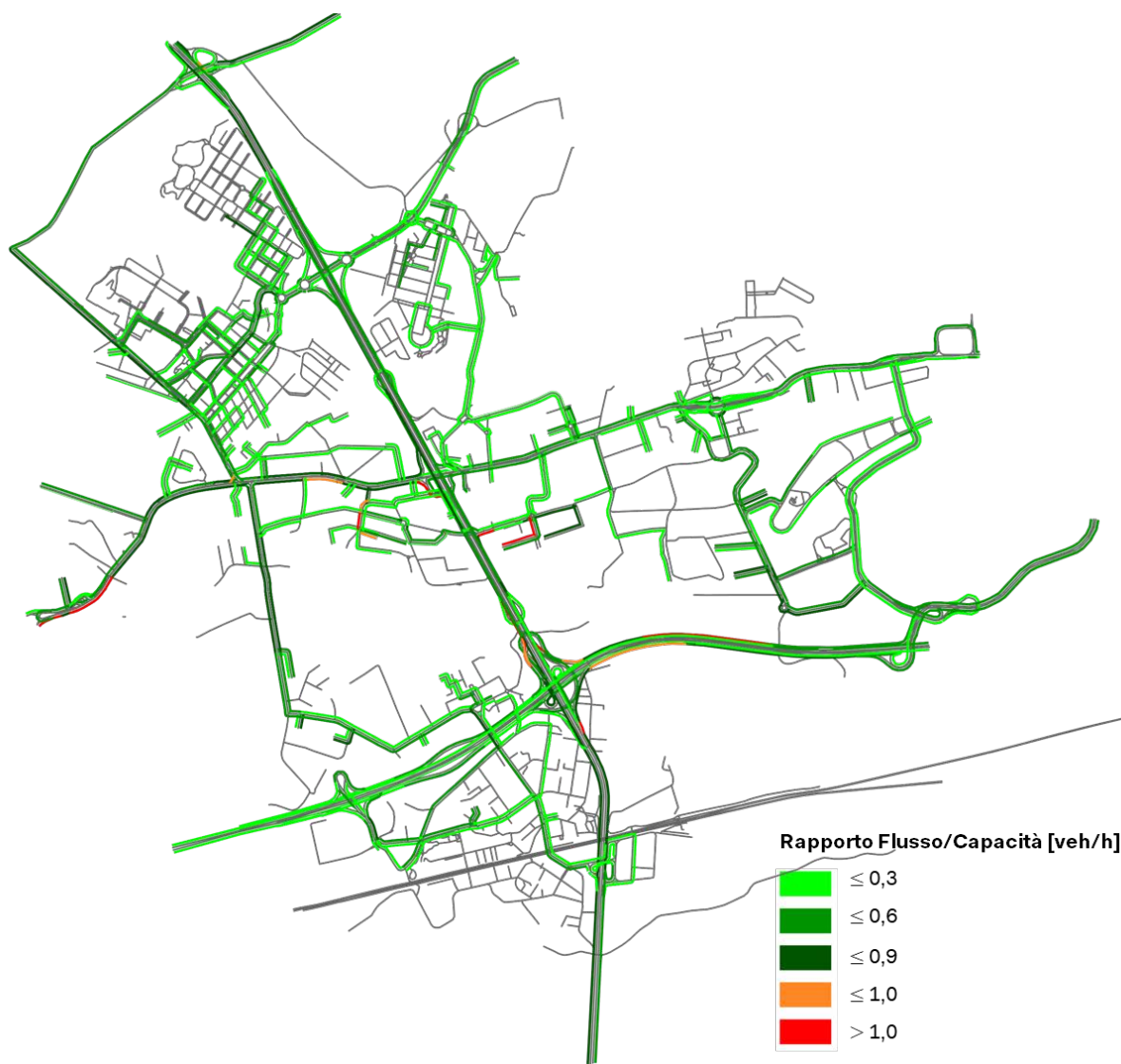


Figura 47. Rapporto flusso capacità (PROG II – Soluzione base).

Nella Figura 47. Rapporto flusso capacità (PROG II – Soluzione base). si osserva che complessivamente la rete in generale e gli archi di progetto presentano un adeguato livello di saturazione. Tuttavia, alcuni svincoli come lo svincolo 13 in uscita da Via Tiburtina a l'A90 direzione Sud e lo svincolo 14 in uscita dall'A90 alla A24, presentano elevati rapporti di flusso capacità (>1,0).

Valutando le area di influenza delle rampe sulla sede stradale di Via Tiburtina e dell'autostrada è possibile concludere che questi livelli di situazione non necessitano un cambiamento nella sezione trasversale delle rampe, come sarà presentato nel capitolo successivo del calcolo di livello di servizio.

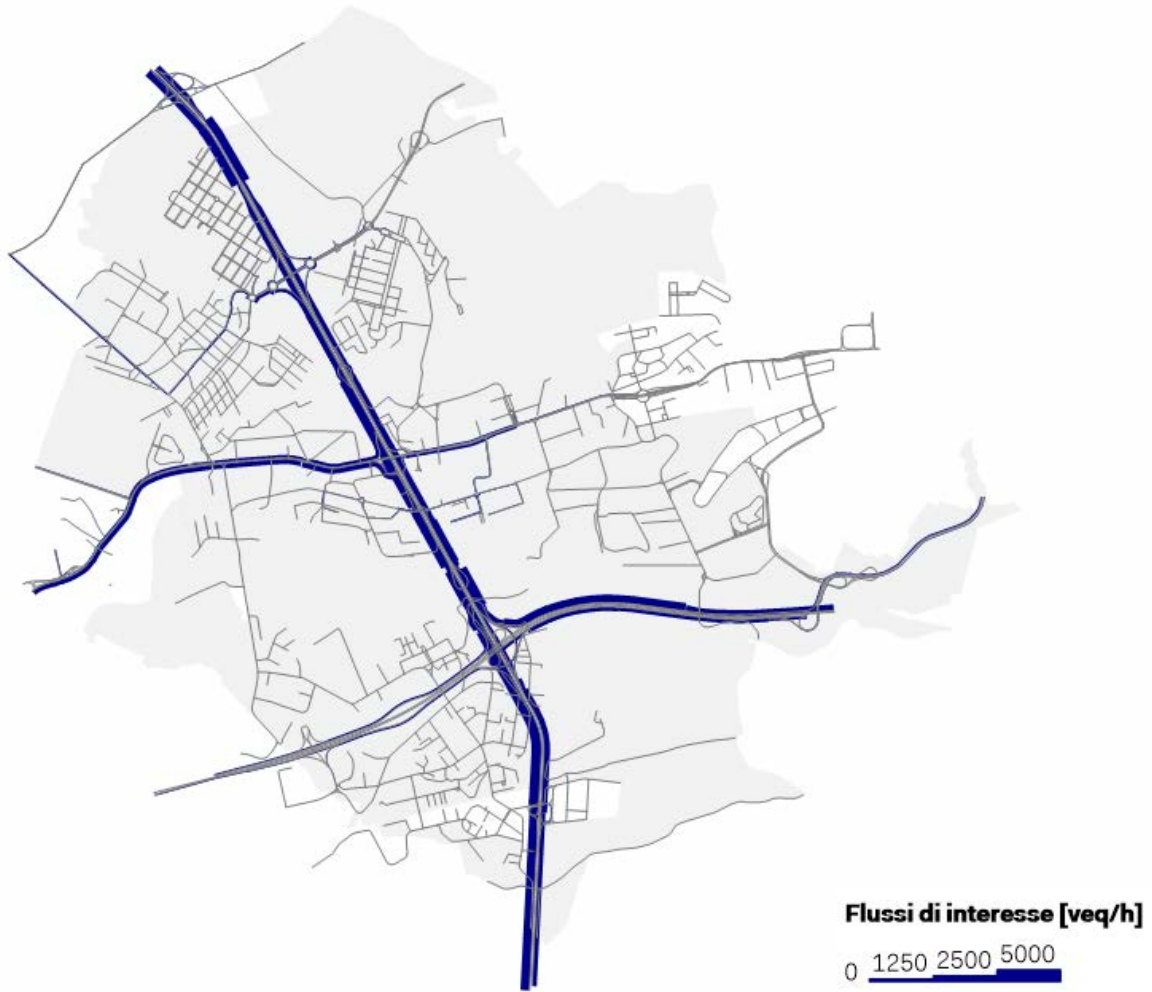


Figura 48. Flussi di interesse sulla viabilità del potenziamento del GRA (PROG II – Soluzione Base).

Di seguito si presentano i risultati di TGM bidirezionali ottenuti per lo Scenario di Progetto II Fase Soluzione Base:

Tabella 12. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: PROG II – Soluzione Base).

	<b>Viabilità</b>	<b>Tratta</b>	<b>Km</b>	<b>TGM Veicoli leggeri</b>	<b>TGM Veicoli pesanti</b>
01	A90	A monte svincolo 12	Km 27 + 900	113.829	4.707
02	A90	Tra svincolo 12 e 13	Km 28 + 900	130.200	5.405
03	A90	Tra svincolo 13 e rampe di uscita V. M Flavio e Via Bona	Km 30 + 100	158.443	4.840
04	A90	Tra rampe uscita Via M. Flavio e Via Bona svincolo 14	Km 31 + 000	163.714	4.859
05	A90	A valle svincolo 14	Km 32 + 300	116.943	4.387
Svincoli					
06	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 28 + 000	2.714	9
07	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 28 + 800	21.100	491
08	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 28 + 800	6.514	387
09	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 28 + 000	8.529	170
10	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 29 + 600	21.957	359
12	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 30 + 000	9.600	500
13	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 30 + 050	30.243	274
14	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 30 + 100	8.057	397
17	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 800	11.129	1.056
18	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 31 + 150	33.071	660
19	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 31 + 450	13.329	708
20	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 32 + 000	443	9
21	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 31 + 950	38.471	878
22	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 31 + 250	48.000	1.274
Via Tiburtina					
23	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90	-	108.729	2.628
24	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90	-	51.443	3.028



#### 7.4.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Progetto Fase II- Soluzione Base

La Tabella 13 riporta i parametri dell'intera rete relativa allo scenario di progetto II Fase nell'ora di punta del mattino.

Tabella 13. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale (Scenario: PROG II– Soluzione Base).

<b>Categoria stradale</b>	<b>Percorrenze [veh*km]</b>	<b>Tempo speso [veh*ora]</b>	<b>V media [km/ora]</b>	<b>Variazione velocità rispetto RIF</b>	<b>V/C</b>
Autostrada	96.161	1.702	57	+ 15%	0,40
Extraurbana Secondaria	3.507	57	61	+ 27%	0,31
Strade urbane di scorrimento	40.039	1.449	28	+ 13%	0,34
Strade urbane di quartiere	17.128	472	36	+ 8%	0,02
Strade locali e residenziali	6.407	255	25	+ 12%	0,06

## 7.5 Scenario di progetto II Fase funzionale – Soluzione a due corsie

Lo Scenario di progetto II Fase funzionale – Soluzione a due corsie prevede, così come la Soluzione Base, il potenziamento del GRA. Tuttavia, presenta lievi cambiamenti rispetto al precedente scenario per quanto riguarda la sezione trasversale delle complanari in alcune sezioni.

La proiezione della domanda è stata effettuata all'anno 2030 come per i precedenti scenari illustrati.



Figura 49. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto Fase II – Soluzione a due corsie.

Si presentano di seguito i flussogrammi di veicoli leggeri e pesanti e il grafico di rapporto flusso/capacità per lo scenario di progetto.

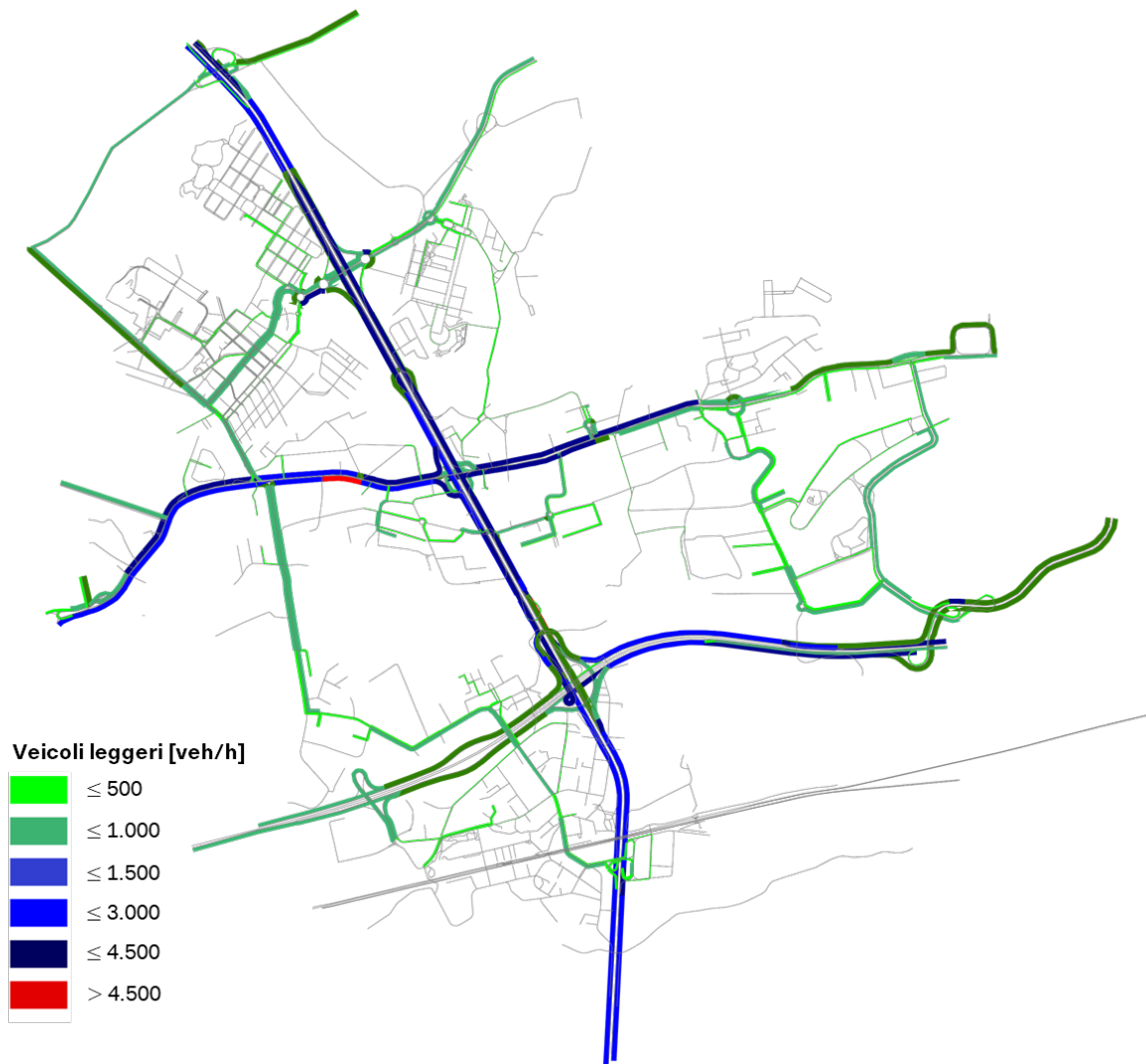


Figura 50. Flussogramma veicoli leggeri (PROG II - Soluzione a due corsie).



Figura 51. Flussogramma veicoli leggeri (PROG II - Soluzione a due corsie).



Figura 52. Flussogramma veicoli pesanti (PROG II - Soluzione a due corsie).

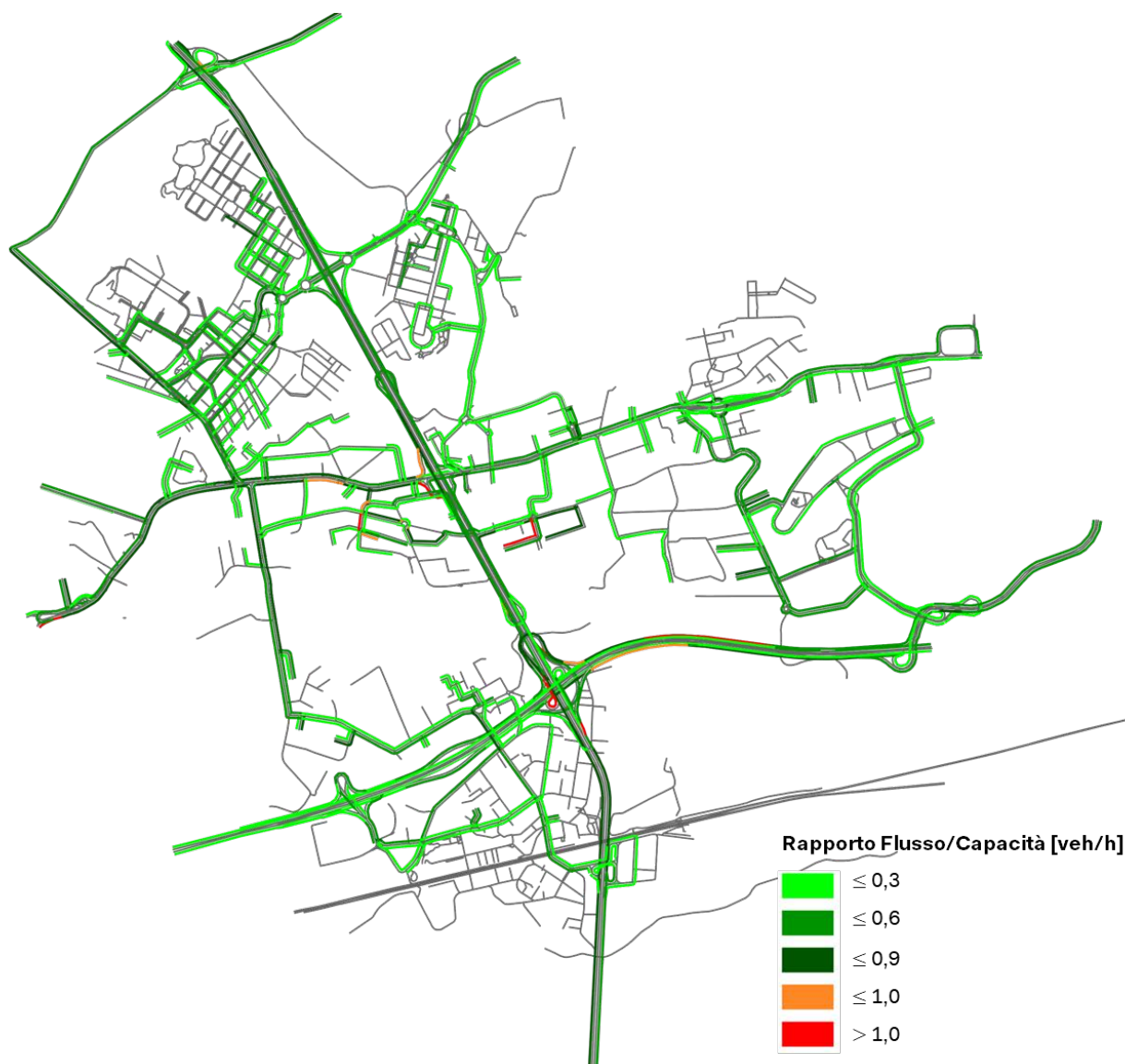


Figura 53. Rapporto flusso capacità (PROG II – Soluzione a due corsie).

Dal rapporto flusso capacità si deduce che la rete in generale e gli archi di progetto presentano un adeguato livello di saturazione. Tuttavia, alcuni svincoli come lo svincolo 13 in uscita da Via Tiburtina a l'A90 direzione Sud presentano elevati rapporti di flusso capacità (>1,0).

Valutando le area di influenza delle rampe sulla sede stradale di Via Tiburtina e dell'autostrada è possibile concludere che questi livelli di situazione non necessitano un cambiamento nella sezione trasversale delle rampe, come sarà presentato nel capitolo successivo del calcolo di livello di servizio.

Di seguito si presentano i risultati di TGM bidirezionali ottenuti per lo Scenario di Progetto II Fase Soluzione a due corsie:

Tabella 14. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: PROG II – Soluzione a due corsie).

	<b>Viabilità</b>	<b>Tratta</b>	<b>Km</b>	<b>TGM Veicoli leggeri</b>	<b>TGM Veicoli pesanti</b>
01	A90	A monte svincolo 12	Km 27 + 900	113.657	3.785
02	A90	Tra svincolo 12 e 13	Km 28 + 900	128.029	4.155
03	A90	Tra svincolo 13 e rampe di uscita V. M Flavio e Via Bona	Km 30 + 100	158.600	3.827
04	A90	Tra rampe uscita Via M. Flavio e Via Bona svincolo 14	Km 31 + 000	172.229	3.857
05	A90	A valle svincolo 14	Km 32 + 300	113.543	3.291
Svincoli					
06	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 28 + 000	2.714	128
07	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 28 + 800	20.986	377
08	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 28 + 800	5.214	219
09	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 28 + 000	9.114	98
10	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 29 + 600	24.186	227
12	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 30 + 000	9.600	400
13	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 30 + 050	30.543	113
14	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 30 + 100	10.157	392
17	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 800	14.129	902
18	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 31 + 250	44.000	571
19	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 31 + 450	17.900	566
20	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 32 + 000	443	8
21	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 31 + 950	35.229	717
22	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 31 + 250	47.571	1.094
Via Tiburtina					
23	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90	-	111.543	1.957
24	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90	-	55.729	2.559

### 7.5.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Progetto Fase II- Soluzione a due corsie

La Tabella 15 riporta i parametri dell'intera rete relativa allo scenario di progetto Fase II – Soluzione a due corsie nell'ora di punta del mattino.

Tabella 15. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale (Scenario: PROG II – Soluzione a due corsie).

Categoria stradale	Percorrenze [veh*km]	Tempo speso [veh*ora]	V media [km/ora]	Variazione velocità rispetto RIF	V/C
Autostrada	96.571	1613	60	+ 22%	0,40
Extraurbana Secondaria	3.510	57	61	+ 27%	0,31
Strade urbane di scorrimento	39.795	1.469	27	+ 11%	0,33
Strade urbane di quartiere	16.078	432	37	+ 11%	0,02
Strade locali e residenziali	6.416	261	25	+ 10%	0,06

## 7.6 Scenario di riferimento - Settembre 2021

Lo scenario di riferimento aggiornato con gli interventi previsti a settembre di 2021 simula la rete stradale dopo l'adeguamento di Via Tiburtina con tre corsie per senso di marcia a carreggiata separata (Categoria D).

È anche stata effettuata la proiezione della domanda all'anno 2030.



Figura 54. Interventi infrastrutturali dello scenario di riferimento 2021

Si presentano di seguito i flussogrammi di veicoli leggeri e pesanti e il grafico di rapporto flusso/capacità per lo scenario di riferimento (2021)



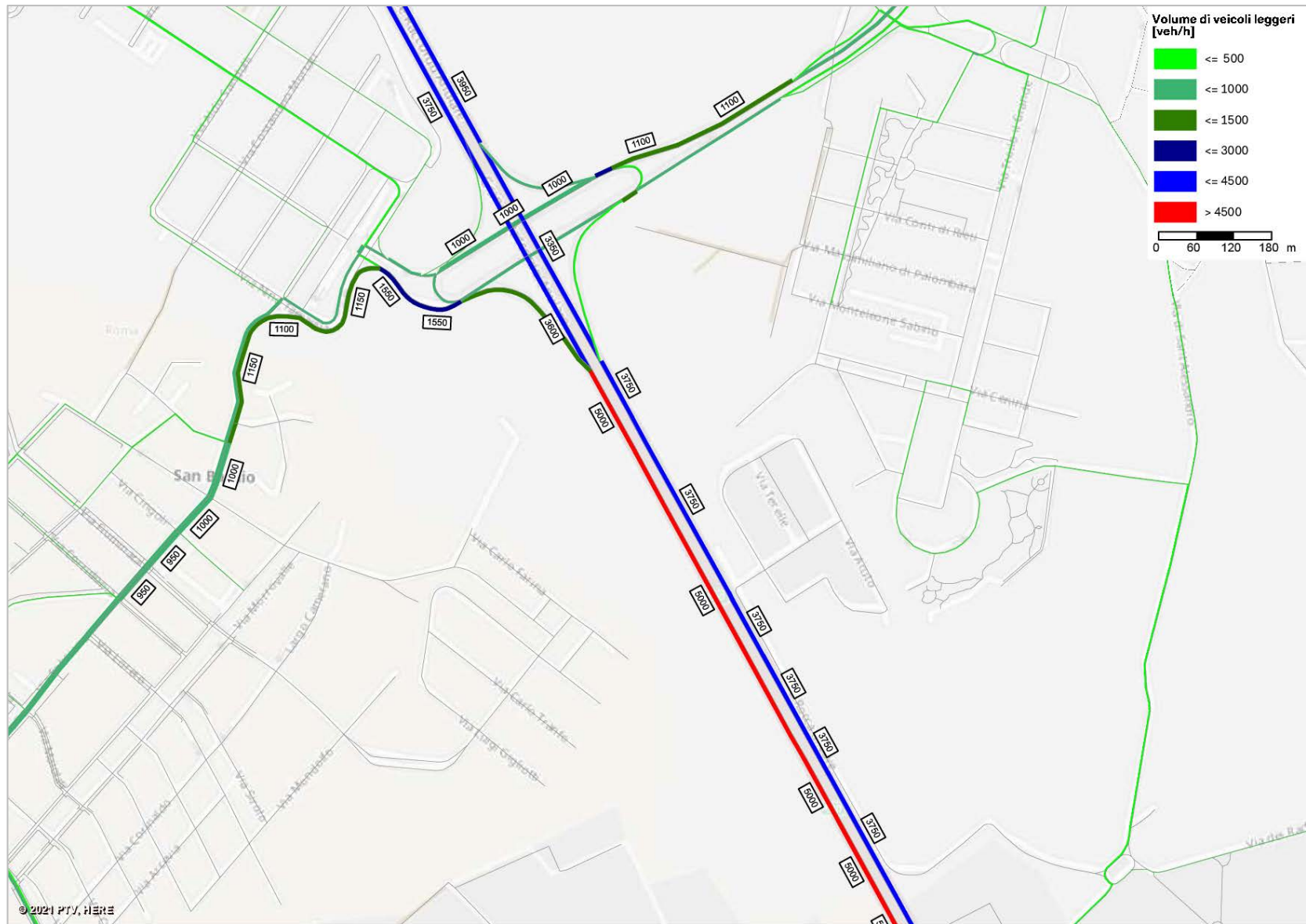


Figura 55. Flussogramma veicoli leggeri (RIF 2021) – Svincolo Casal Monastero



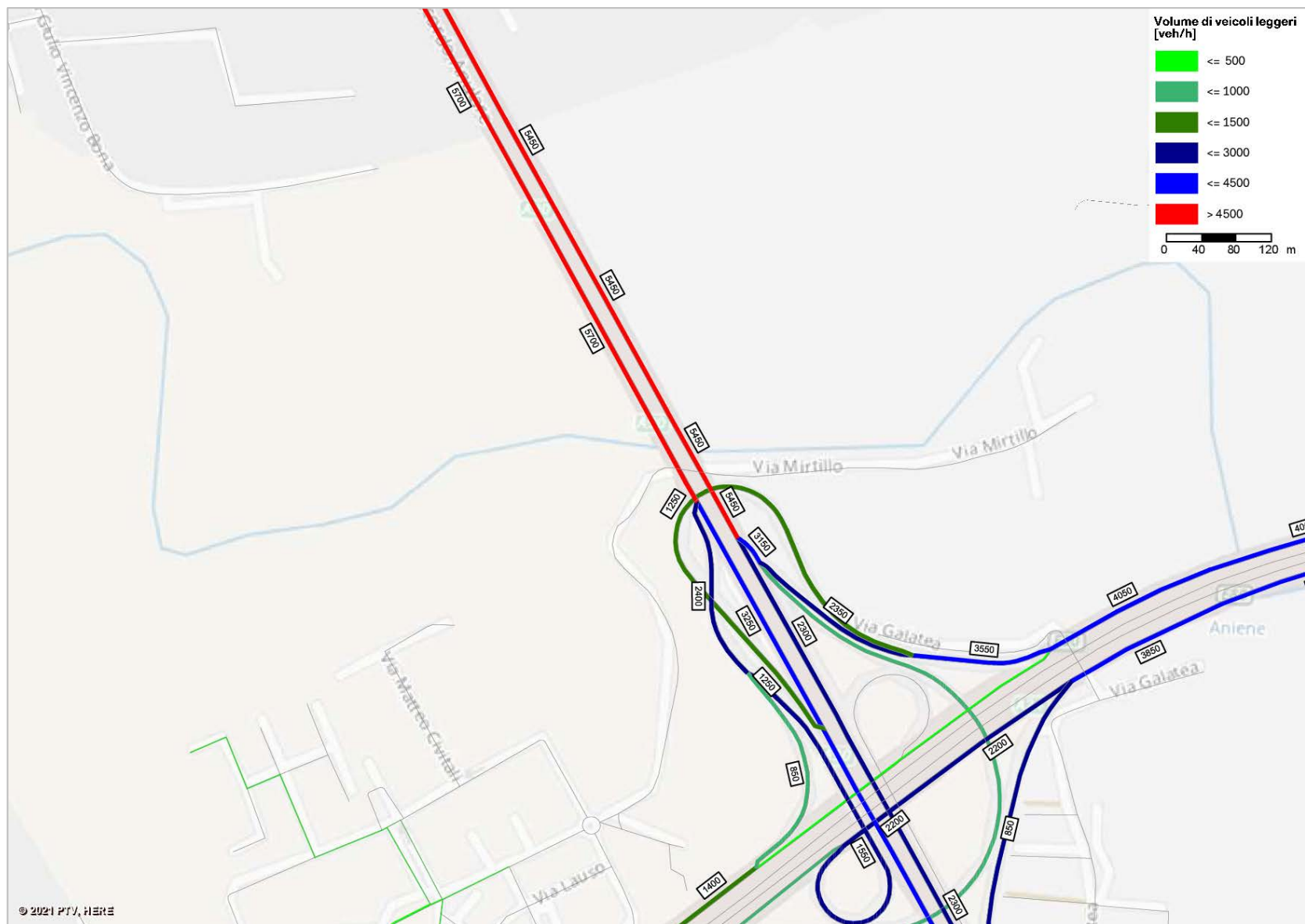


Figura 57. Flussogramma veicoli leggeri (RIF 2021) – Svincolo A24

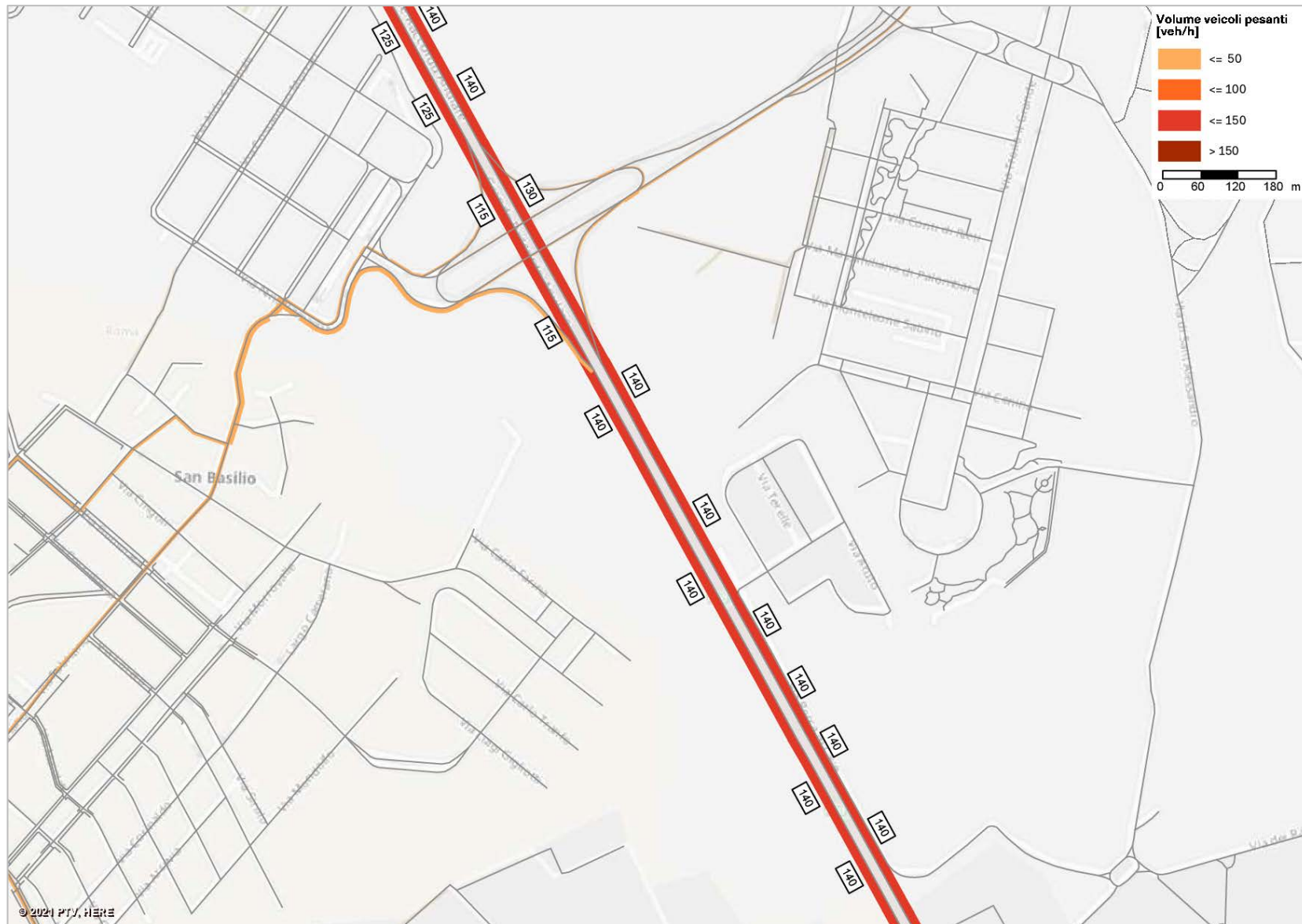


Figura 58. Flussogramma veicoli pesanti (RIF 2021) – Svincolo Casal Monastero



Figura 59. Flussogramma veicoli pesanti (RIF 2021) – Svincolo Tiburtina

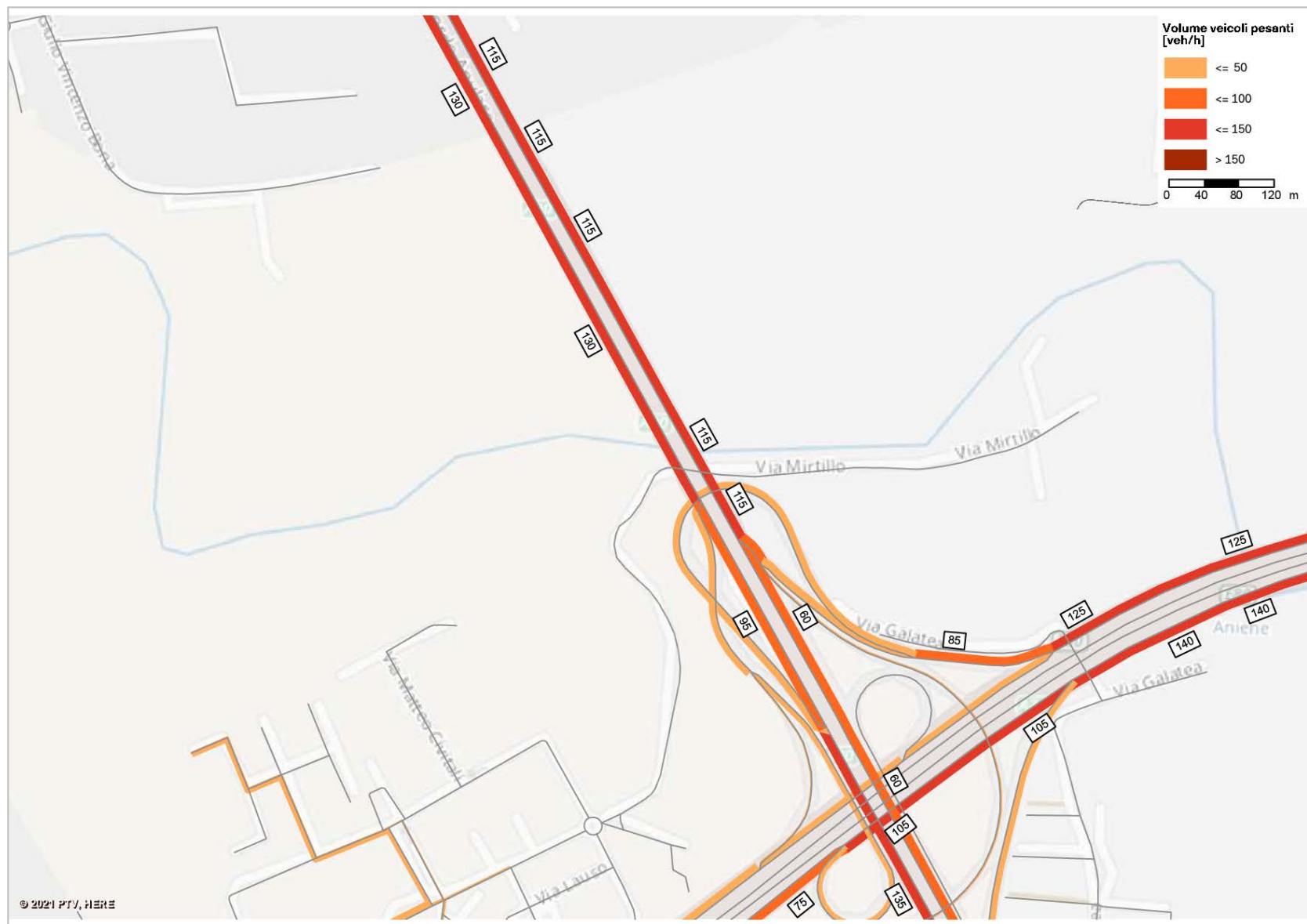


Figura 60. Flussogramma veicoli pesanti (RIF 2021) – Svincolo A24

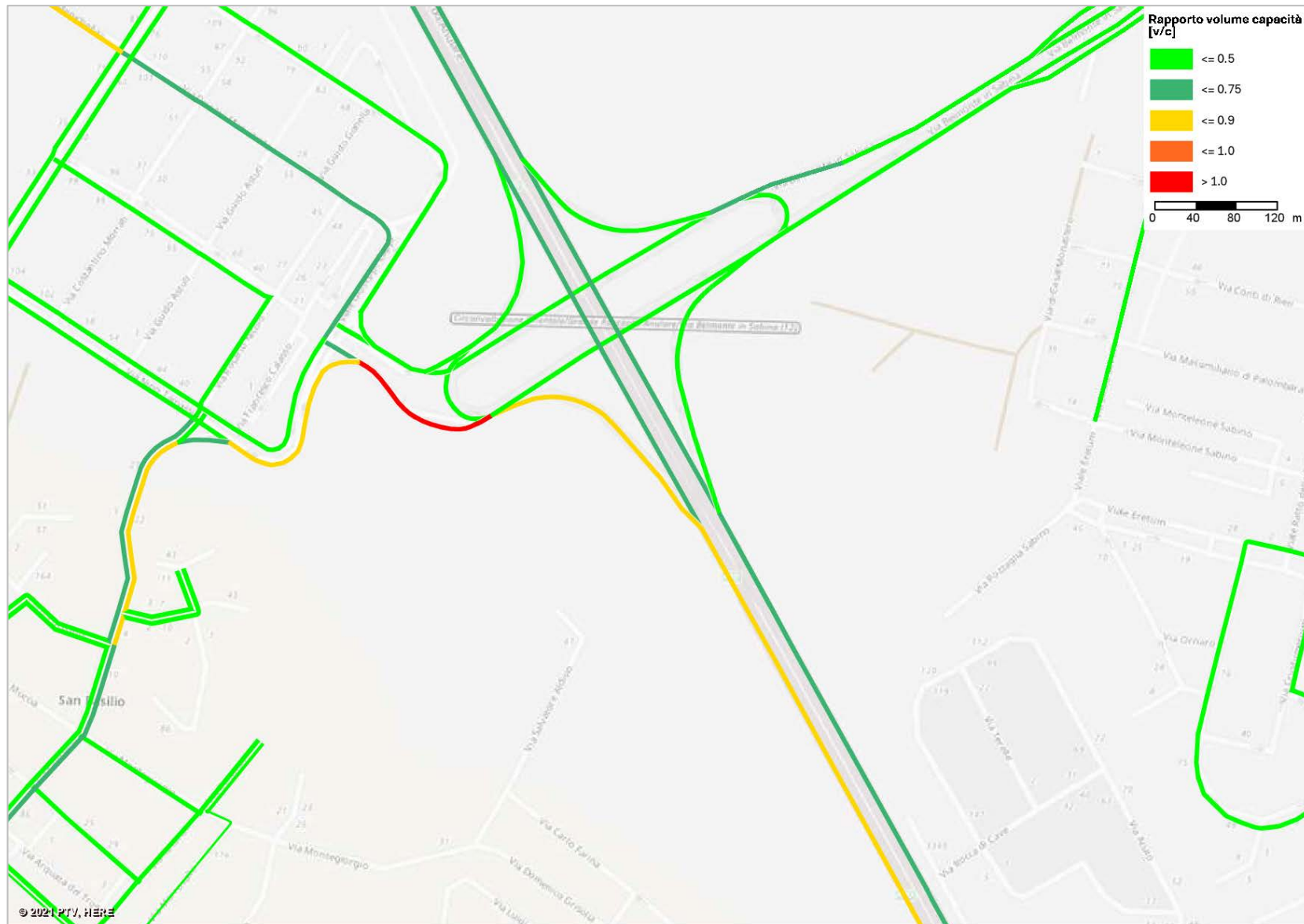


Figura 61. Rapporto flusso capacità (RIF 2021)– Svincolo Casal Monastero

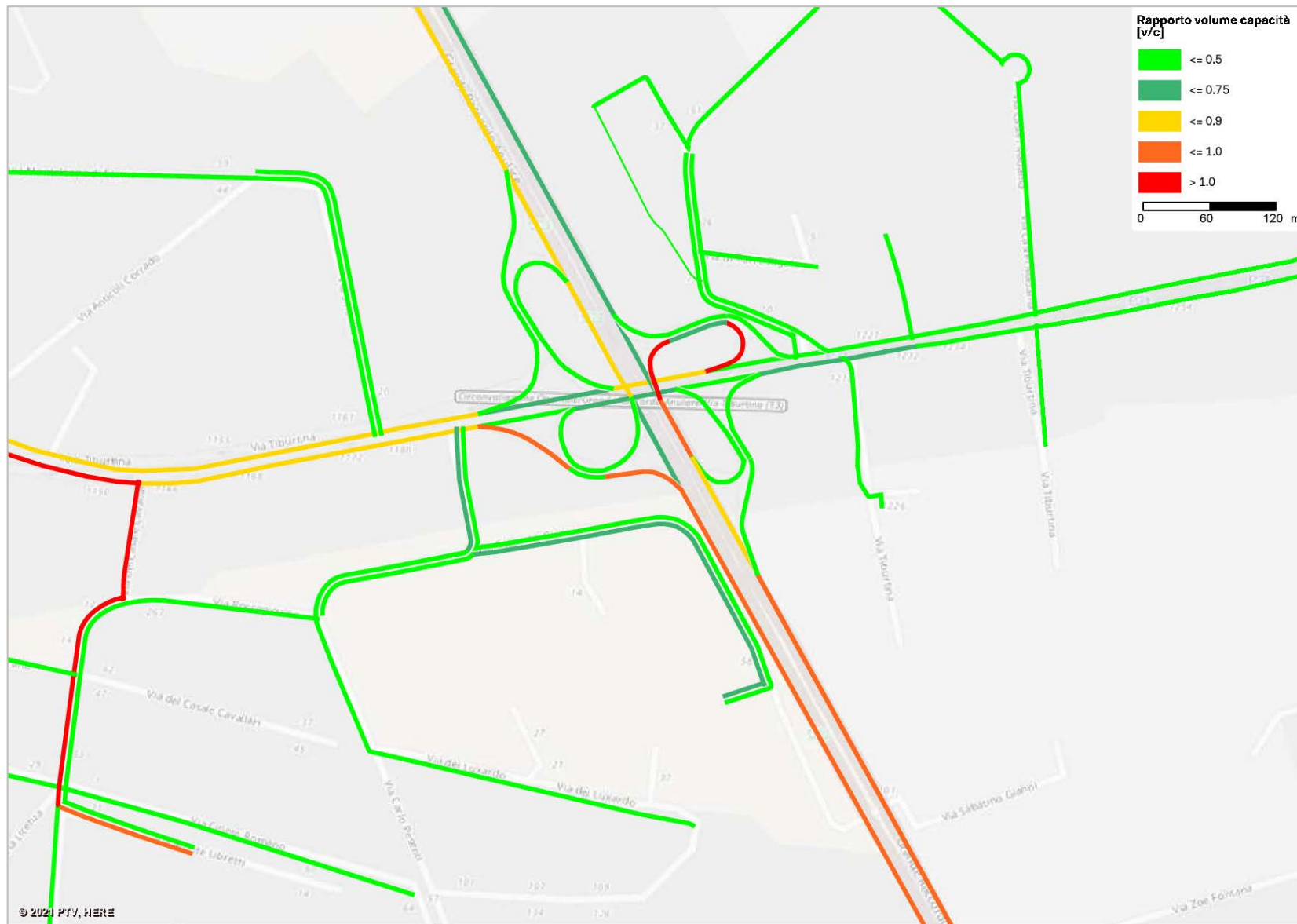


Figura 62. Rapporto flusso capacità (RIF 2021) – Svincolo Tiburtina



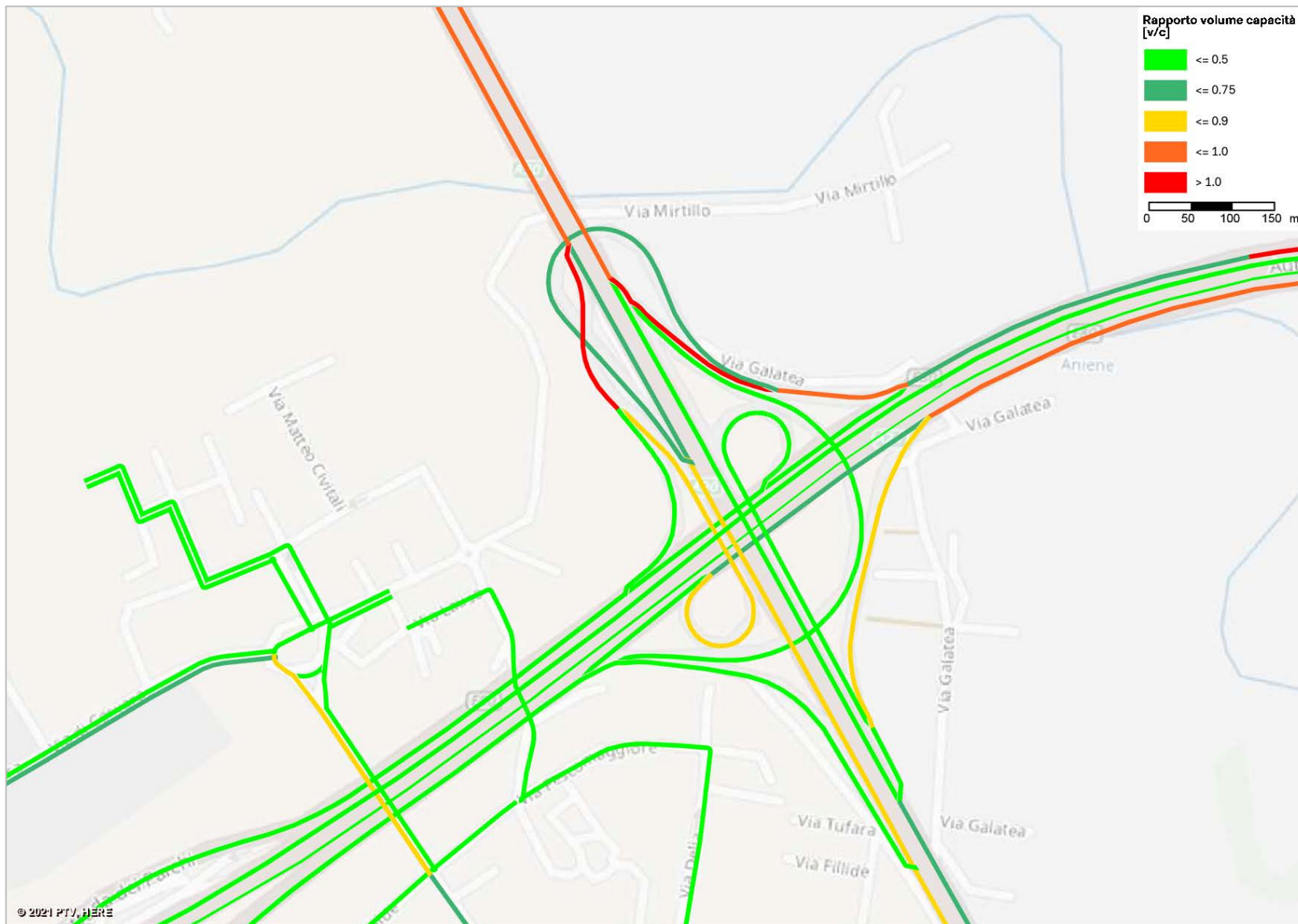


Figura 63. Rapporto flusso capacità (RIF 2021) – Svincolo A24

Di seguito si presentano i risultati di TGM ottenuti per lo Scenario di Riferimento 2021:

Tabella 16. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: RIF 2021)

	Viabilità	Tratta	Km	Volume leggeri [veh/h] *	TGM Veicoli leggeri	Volume pesanti [veh/h] *	TGM Veicoli pesanti
01	A90	A monte svincolo 12	Km 27 + 900	7.688	109.830	266	4.750
02	A90	Tra svincolo 12 e 13	Km 28 + 900	8.794	125.630	282	5.030
03	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 30 + 100	11.153	159.330	245	4.380
05	A90	A valle svincolo 14	Km 32 + 300	8.509	121.560	228	4.080
Svincoli							
06	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 28 + 100	181	2.590	11	190
07	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 28 + 500	1.445	20.640	23	410
08	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 28 + 500	402	5.740	11	190
09	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 28 + 100	560	8.000	7	120
10	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 29 + 700	670	9.570	0	0
11	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	328	4.690	11	200
12	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	774	11.060	26	470
13	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 30 + 000	1.783	25.470	6	100
14	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 30 + 000	677	9.670	13	230
15	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	539	7.700	12	210
16	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	2.089	29.840	16	290
17	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 700	535	7.640	44	790
18	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 31 + 200	2.419	34.560	37	660
19	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 31 + 400	1.242	17.740	40	710
20	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 32 + 000	31	440	1	10
21	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 32 + 000	1.659	23.700	36	650
22	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 31 + 400	3.158	45.110	57	1.010

\*Flussi bidirezionali nelle sezioni nell'ora di punta

### 7.6.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Riferimento 2021

La tabella riporta i parametri dell'intera rete relativa allo scenario di riferimento nell'ora di punta del mattino.

Questo scenario comporta un notevole aumento della velocità media della rete, in particolare in corrispondenza con la strada urbana di scorrimento. Il miglioramento dell'infrastruttura sulla Via Tiburtina rappresenta a sua volta un miglioramento dei tempi di viaggio degli utenti.

Tabella 17. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello scenario di riferimento 2021.

Categoria stradale	Percorrenze [veh*km]	Tempo speso [veh*ora]	V media [km/ora]	Variazione velocità rispetto SDF	V/C [%]
Autostrada	94.434	2.005	47	-4%	45
Extraurbana Secondaria	5.324	76	70	+1%	26
Strade urbane di scorrimento	39.177	1.546	25	+58%	40
Strade urbane di quartiere	18.121	548	33	+44%	10
Strade locali e residenziali	6.088	275	22	+17%	6

## 7.7 Scenario di progetto - Settembre 2021

Lo scenario di progetto aggiornato a settembre 2021 prevede l'intervento di Via Tiburtina considerato nello scenario di riferimento e il potenziamento del GRA, con l'inserimento di complanari e rampe di inversioni.

In questo scenario è stata effettuata la proiezione della domanda all'anno 2030.



Figura 64. Interventi infrastrutturali dello Scenario di Progetto II Fase 2021.

Si presentano di seguito i flussogrammi di veicoli leggeri e pesanti e il grafico di rapporto flusso/capacità per lo scenario di progetto.

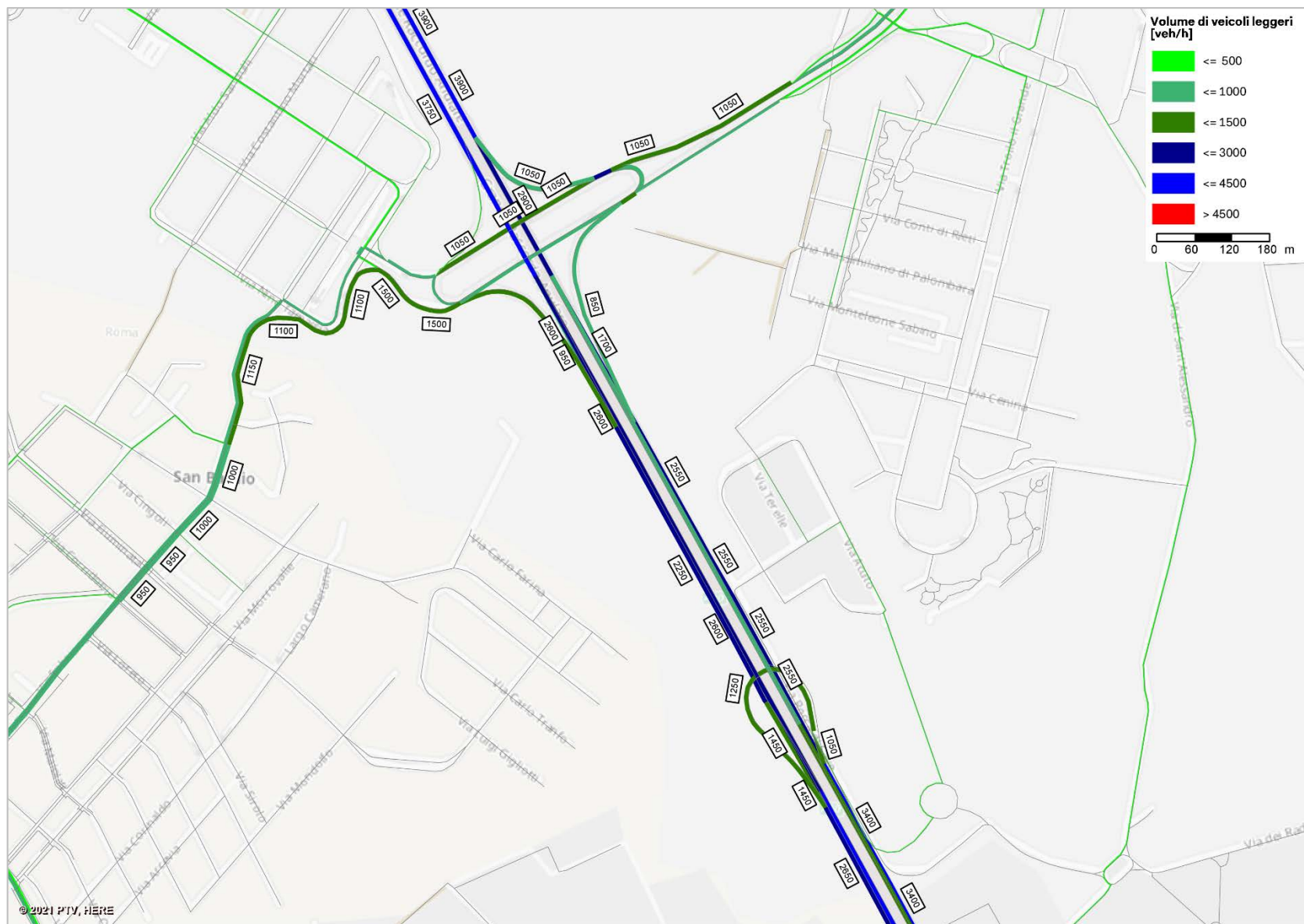


Figura 65. Flussogramma veicoli leggeri (PROG 2021) – Svincolo di Casal Monastero

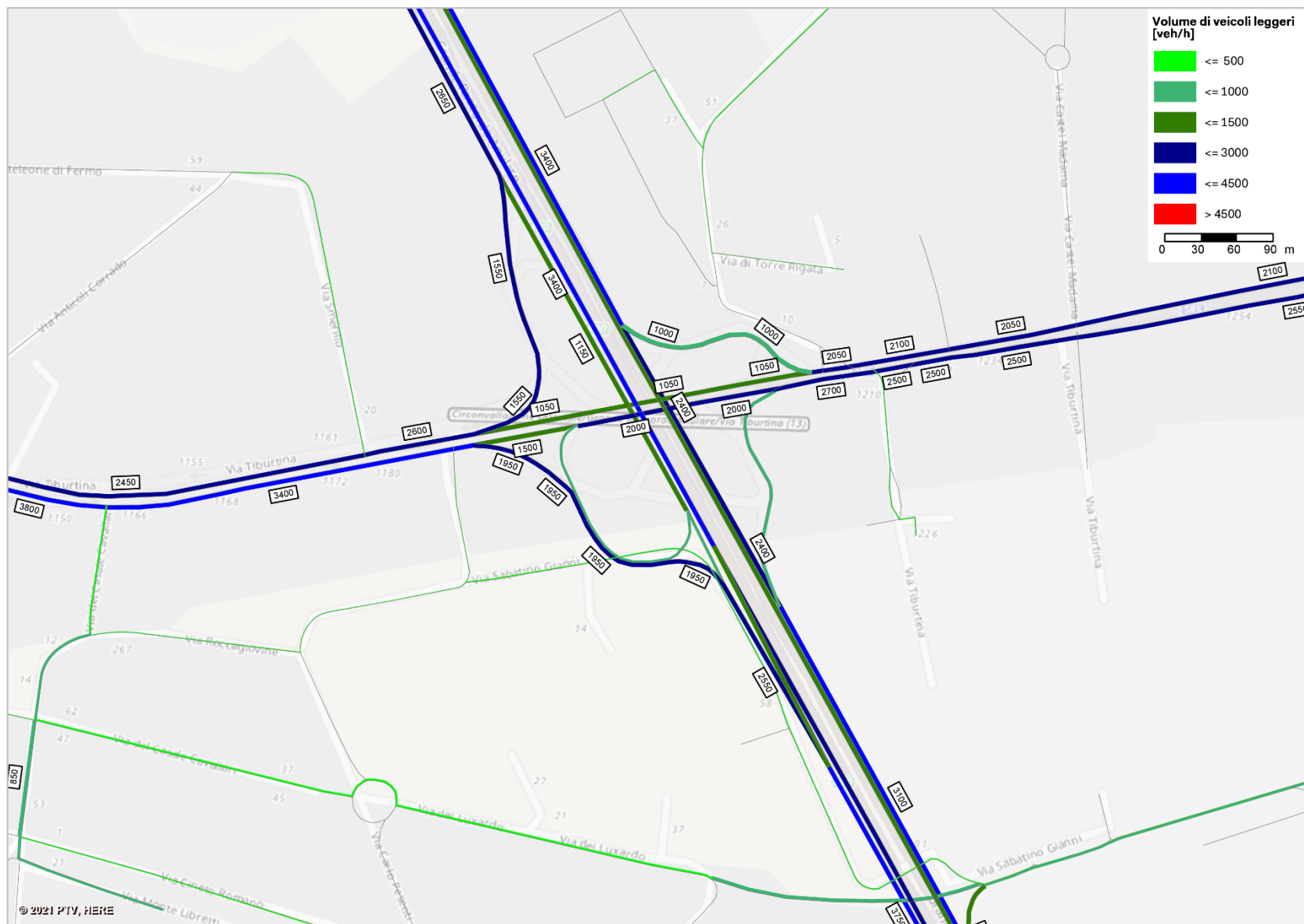


Figura 66. Flussogramma veicoli leggeri (PROG 2021) – Svincolo Tiburtina

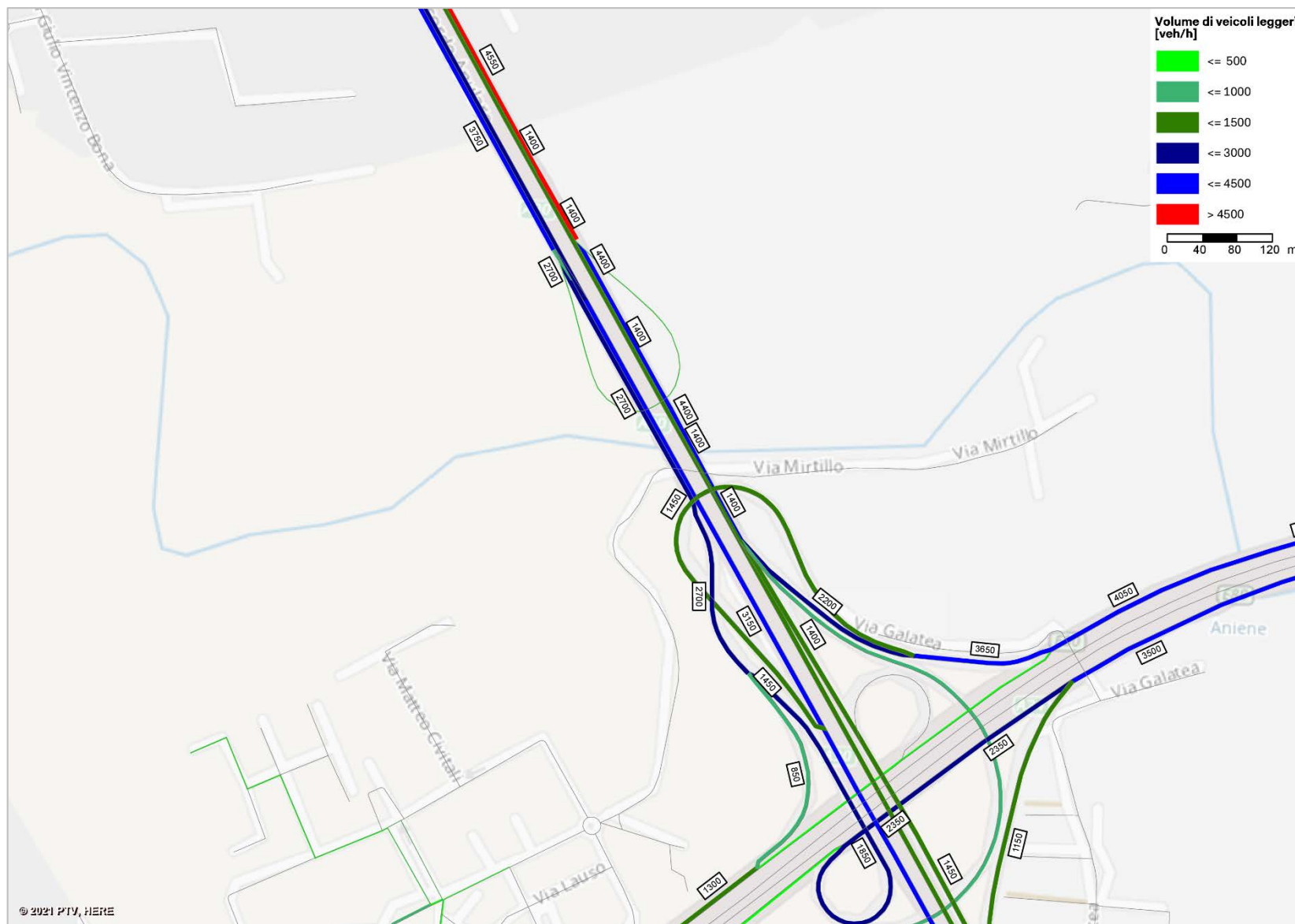


Figura 67. Flussogramma veicoli leggeri (PROG 2021) – Svincolo A24

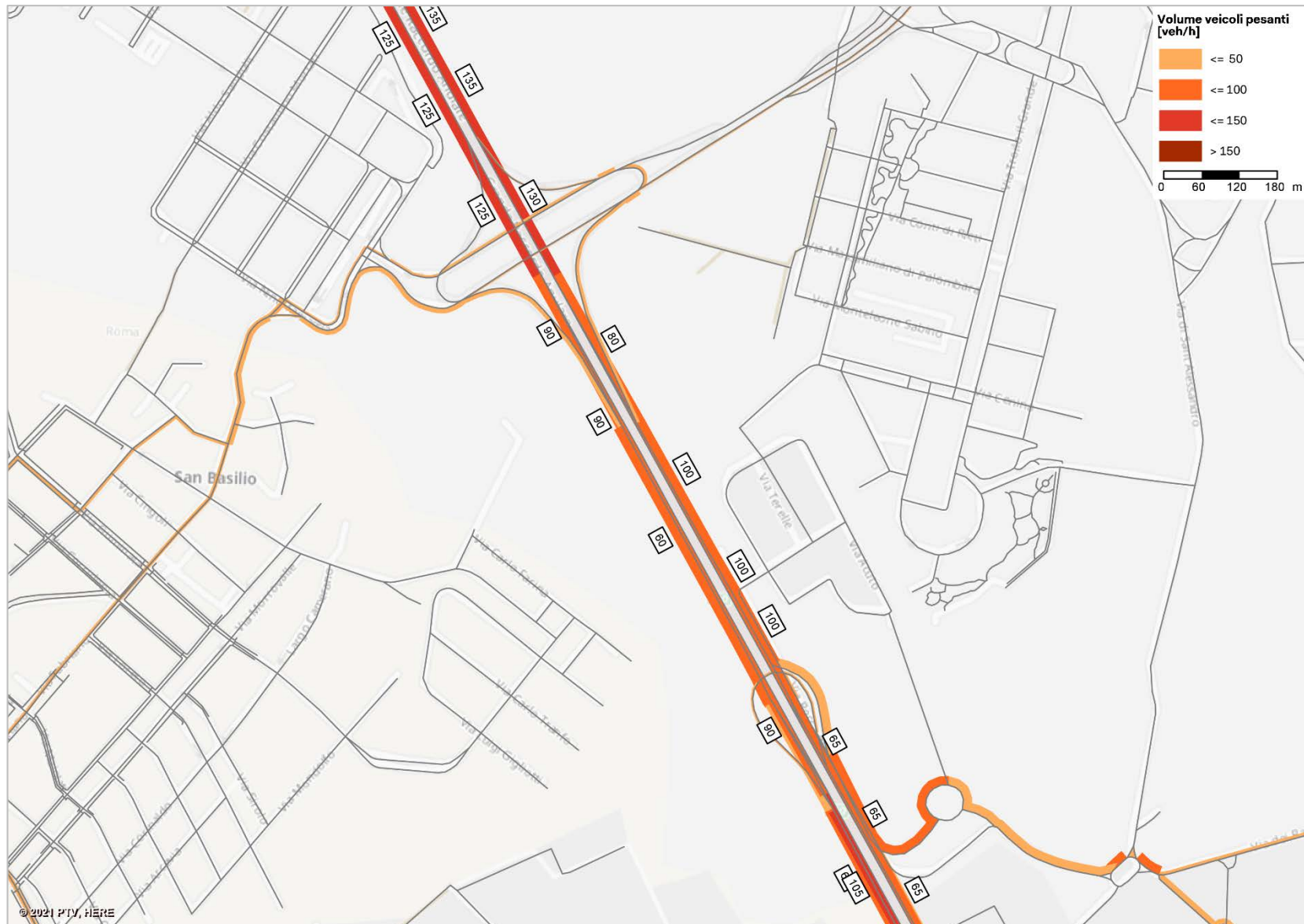


Figura 68. Flussogramma veicoli pesanti (PROG 2021) – Svincolo Casal Monastero



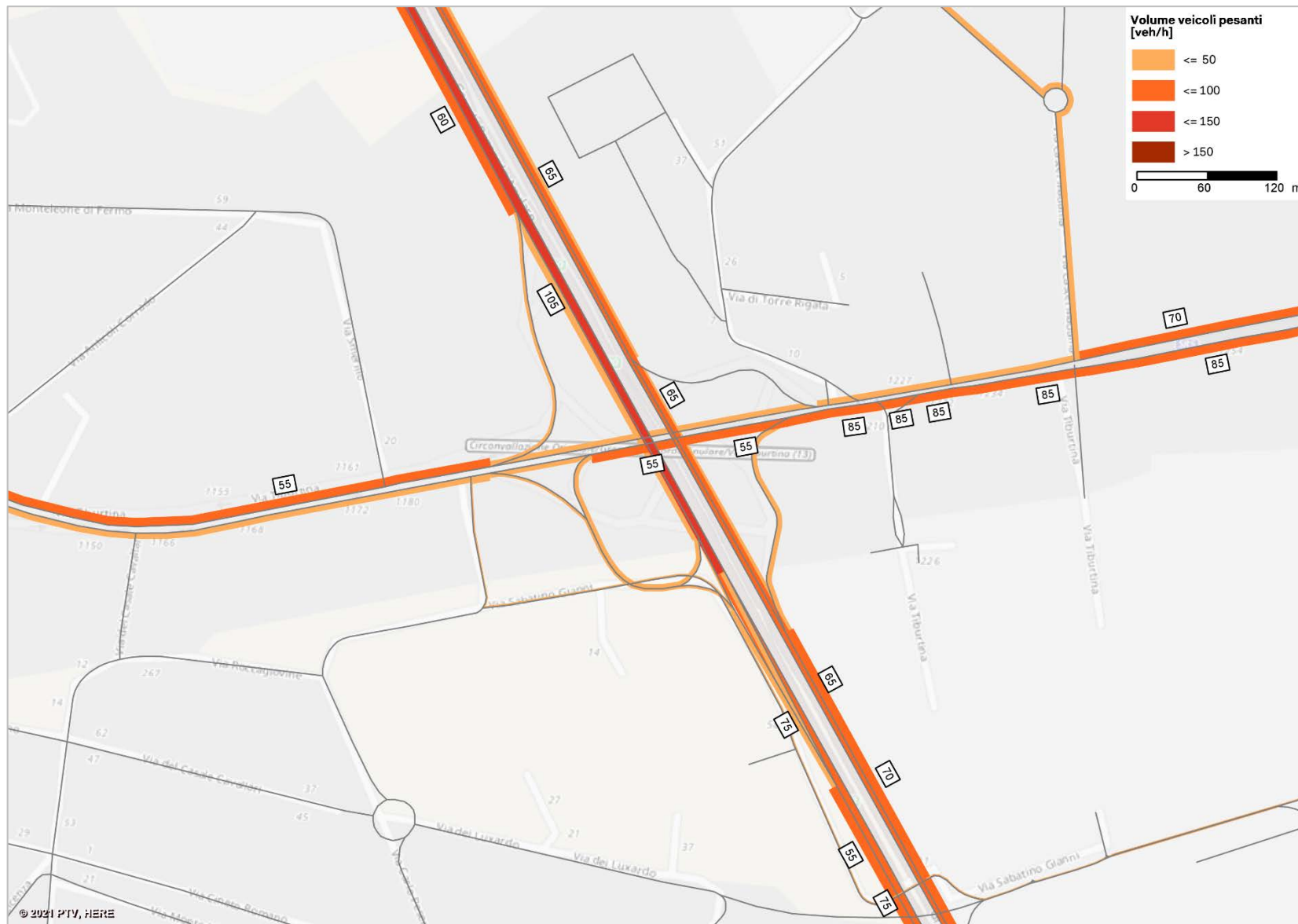


Figura 69. Flussogramma veicoli pesanti (PROG 2021) – Svincolo Tiburtina

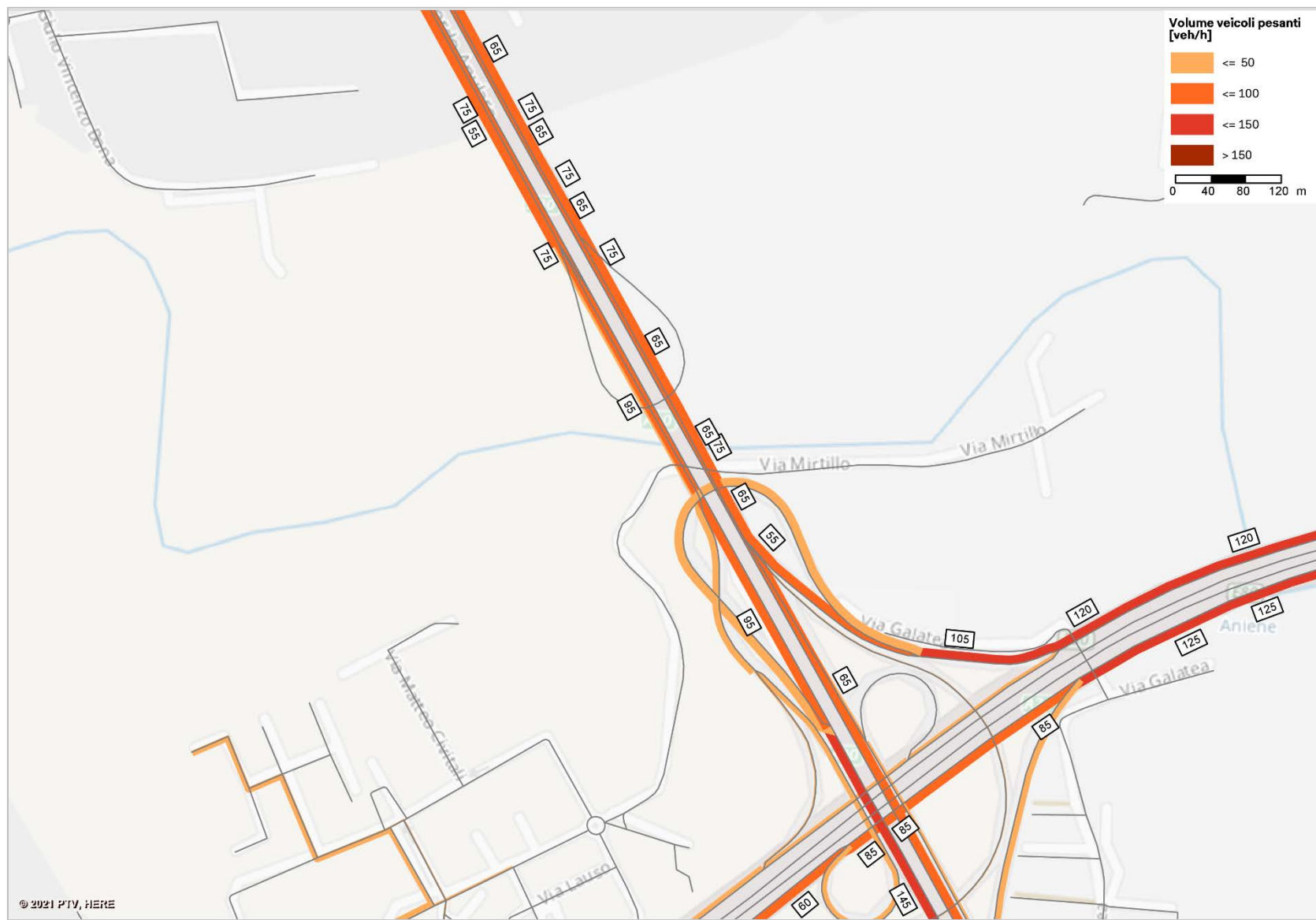


Figura 70. Flussogramma veicoli pesanti (PROG 2021) – Svincolo A24

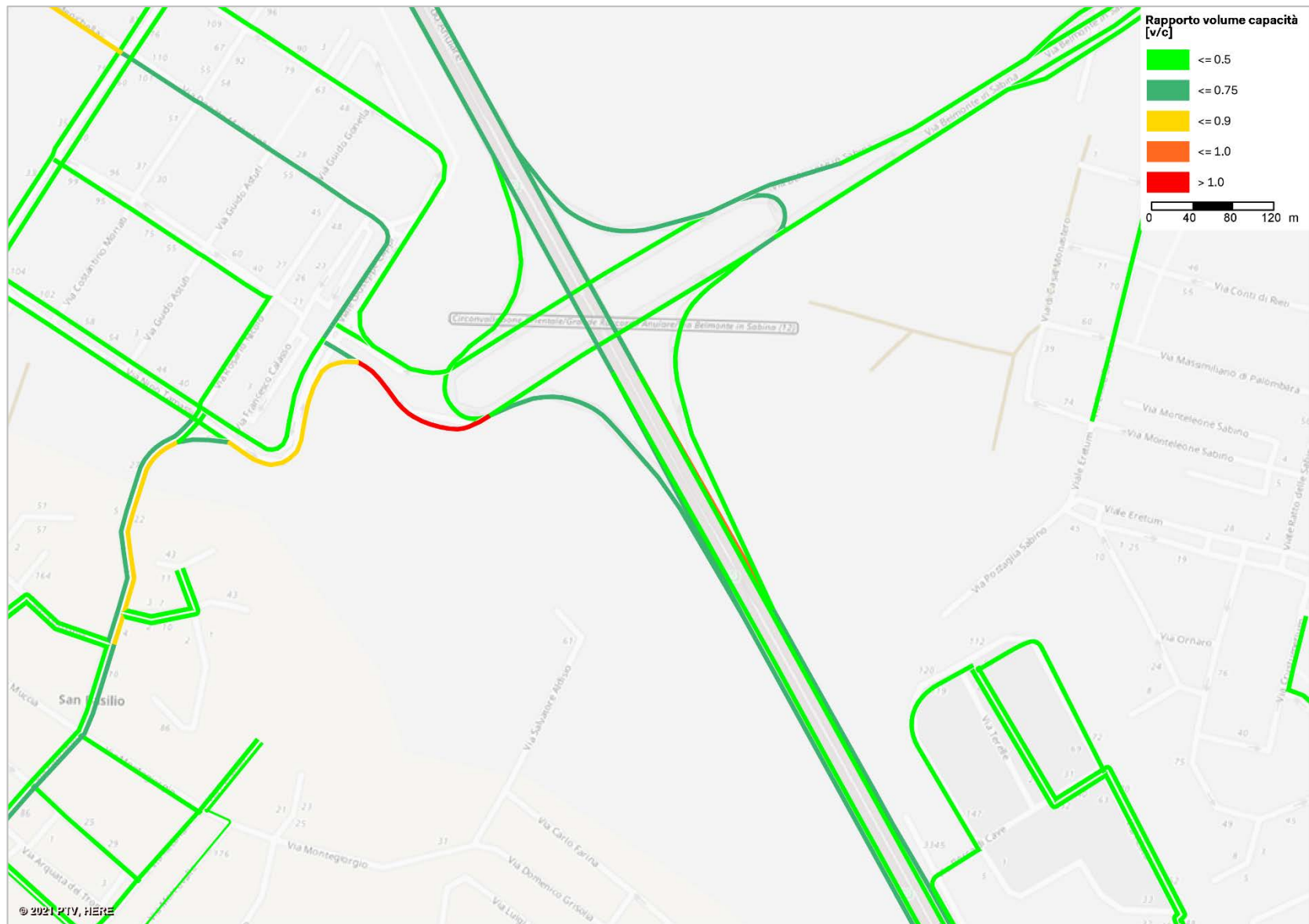


Figura 71. Rapporto flusso capacità (PROG 2021) – Svincolo Casal Monastero



Figura 72. Rapporto flusso capacità (PROG 2021)– Svincolo Rampa di Inversione Nord

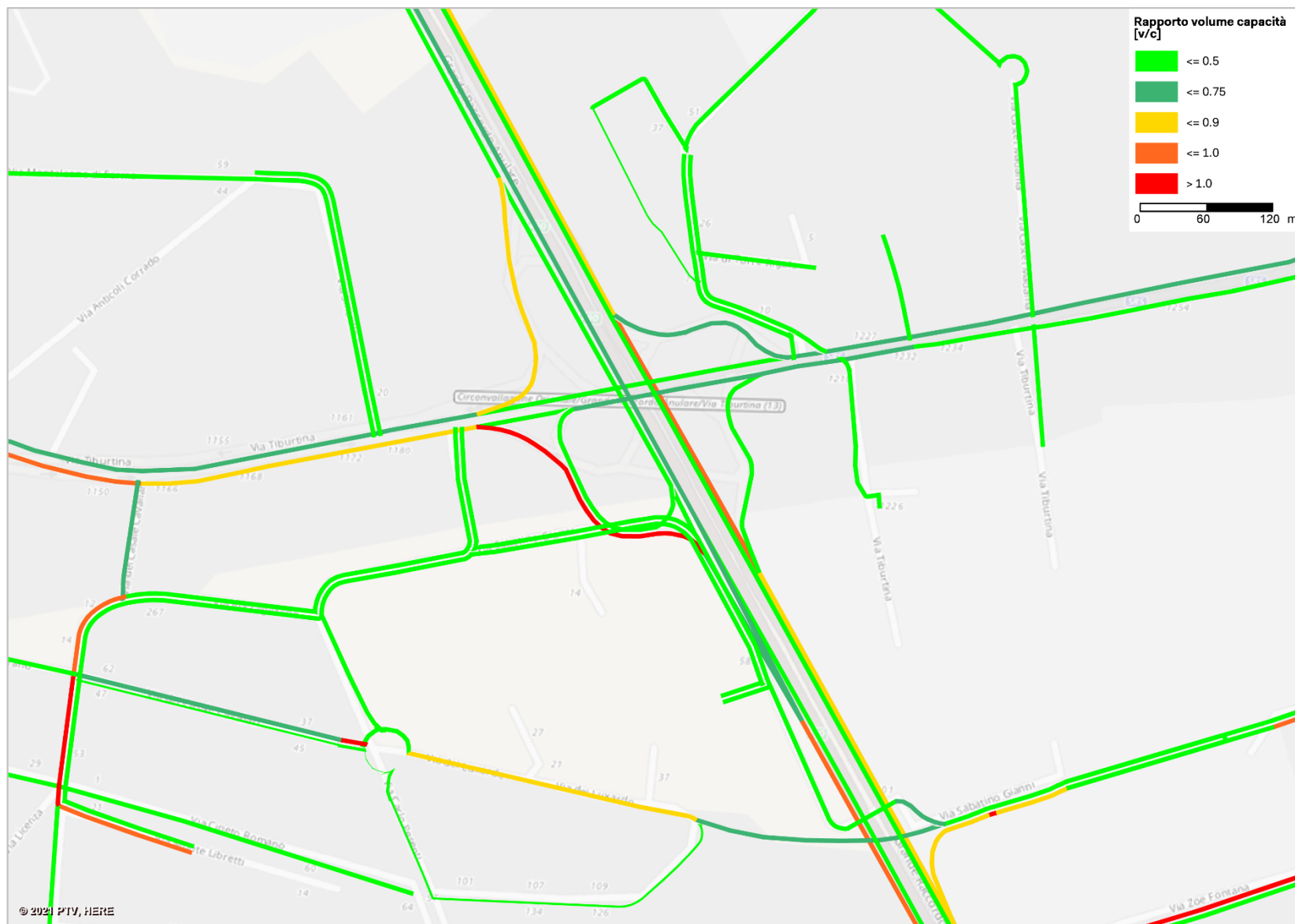


Figura 73. Rapporto flusso capacità (PROG 2021) – Svincolo Tiburtina



Figura 74. Rapporto flusso capacità (PROG 2021) – Rampa di inversione Sud

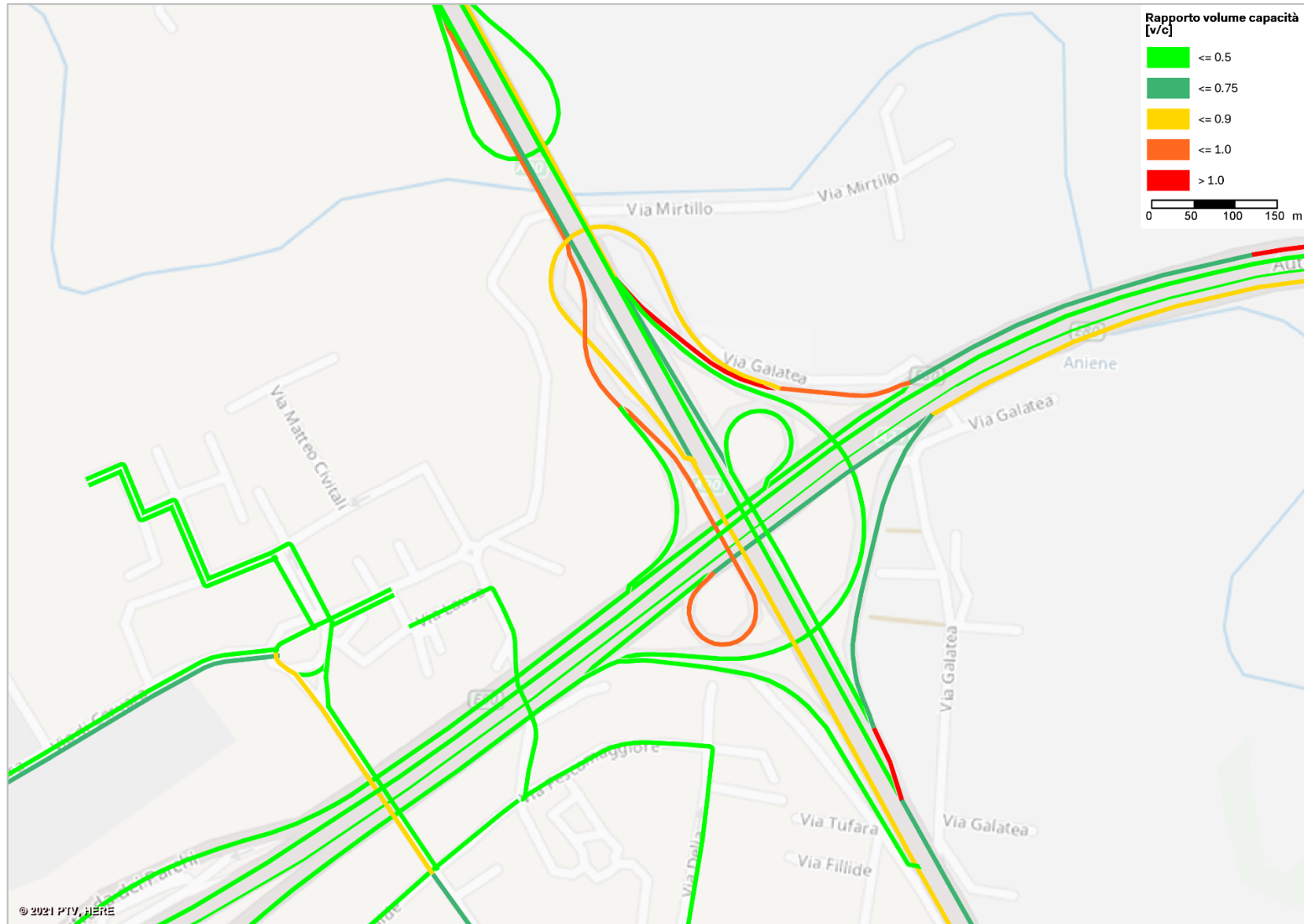


Figura 75. Rapporto flusso capacità (PROG 2021) – Svincolo A24

Per la scelta dei tratti per il calcolo del Traffico Giornaliero Medio, sono stati individuati i segmenti di infrastruttura con volume di veicoli omogeneo (tra ingressi e uscite per i tratti di base, volume sulle rampe, ecc.). Di seguito si presentano i risultati ottenuti per lo Scenario di Progetto 2021:

Tabella 18. Traffico Giornaliero Medio per le tratte di interesse (Scenario: PROG 2021).

Elementi stradali	Tratta	Manovra/collegamento	Caratteristiche direzionali	Volume veicoli leggeri [veh/h]	Volume veicoli pesanti [veh/h]	Ripartizione direzionale [%]	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti	
01	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Carreggiata Interna	Da uscita Svincolo 12 a inizio Rampa 2	Monodirezionale	3.578	127	-	51.110	2.270
02	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Carreggiata Interna	Da inizio Rampa 2 a fine Rampa 3	Monodirezionale	2.664	90	-	38.060	1.610
03	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Carreggiata Interna	Da fine Rampa 3 a inizio Rampa 8	Monodirezionale	3.510	105	-	50.140	1.880
04	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Carreggiata Interna	Da inizio Rampa 8 a fine Rampa 11	Monodirezionale	2.275	77	-	32.500	1.380
05	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Carreggiata Interna	Da fine Rampa 11 fino a raccordo con GRA esistente in corrispondenza dello Svincolo 14	Monodirezionale	3.134	94	-	44.770	1.680
06	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Carreggiata Esterna	Da raccordo con GRA esistente in corrispondenza dello Svincolo 14 fino a inizio Rampa 22	Monodirezionale	1.408	66	-	20.110	1.180
07	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Carreggiata Esterna	Da inizio Rampa 22 a fine Rampa 23	Monodirezionale	1.185	51	-	16.930	910
08	Adeguamento Autostrada A90 (GRA)	Carreggiata Interna	Da uscita Svincolo 12 a inizio Rampa 2	Monodirezionale	2.879	129	-	41.130	2.300
09	Viabilità complanare Interna	Tratto 1	Collegamento Rampa 1 e Rampa 2 con Tratto 1-2 e Rampa 3	Monodirezionale	2.329	61	-	33.270	1.090
10	Viabilità complanare Interna	Tratto 1-2	Collegamento Tratto 1 con Tratto 2	Monodirezionale	1.483	46	-	21.190	820



Elementi stradali	Tratta	Manovra/collegamento	Caratteristiche direzionali	Volume veicoli leggeri [veh/h]	Volume veicoli pesanti [veh/h]	Ripartizione direzionale [%]	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti
Viabilità complanare Interna	Tratto 2	Collegamento Tratto 1-2 e Adeguamento rampa inversione Nord con Tratto 3 e Rampa 4	Monodirezionale	2.548	58	-	36.400	1.040
Viabilità complanare Interna	Tratto 3	Collegamento Tratto 2 con Tratto 3-4 e Rampa 5	Monodirezionale	1.018	39	-	14.540	700
Viabilità complanare Interna	Tratto 3-4	Collegamento Tratto 3 e Rampa 7 con Tratto 4	Monodirezionale	508	12	-	7.260	210
Viabilità complanare Interna	Tratto 4	Collegamento Tratto 3-4 e Rampa 8 con Rampa 10, Rampa 11 e Rampa 12	Monodirezionale	3.719	55	-	53.130	980
Viabilità complanare Interna – Collegamento con A90	Rampa 2	Diversione da GRA Carreggiata Interna e collegamento con Tratto 1	Monodirezionale	963	36	-	13.760	640
Viabilità complanare Interna – Collegamento con A90	Rampa 3	Collegamento Tratto 1 con GRA Carreggiata Interna	Monodirezionale	846	14	-	12.090	250
Viabilità complanare Interna – Collegamento con A90	Rampa 8	Collegamento GRA Carreggiata Interna con Tratto 4	Monodirezionale	1.236	27	-	17.660	480
Viabilità complanare Interna – Collegamento con A90	Rampa 11	Collegamento Tratto 4 ed immissione in GRA Carreggiata Interna	Monodirezionale	859	16	-	12.270	290
Viabilità complanare Esterna	Tratto 5	Collegamento Rampa 13 e Rampa 14 con Rampa 15 e Tratto 6	Monodirezionale	4.556	72	-	65.090	1.290
Viabilità complanare Esterna	Tratto 6	Collegamento Tratto 5 con Tratto 6-7 e Rampa 17	Monodirezionale	3.082	70	-	44.030	1.250
Viabilità complanare Esterna	Tratto 6-7	Collegamento Tratto 6 con Tratto 7	Monodirezionale	2.350	20	-	33.570	360
Viabilità complanare Esterna	Tratto 7	Collegamento Tratto 6-7 e Rampa 18 con Rampa 19 e Tratto 7-8	Monodirezionale	3.386	44	-	48.370	790
Viabilità complanare Esterna	Tratto 7-8	Collegamento Tratto 7 con Tratto 8	Monodirezionale	2.320	33	-	33.140	590
Viabilità complanare Esterna	Tratto 8	Collegamento Tratto 7-8 e Rampa 22 con Rampa 23 e Rampa 24	Monodirezionale	2.542	98	-	36.310	1.750
Viabilità complanare Esterna – Collegamento con A90	Rampa 23	Collegamento Tratto 8 ed immissione in GRA Carreggiata Esterna	Monodirezionale	1.698	78	-	24.260	1.390

	Elementi stradali	Tratta	Manovra/collegamento	Caratteristiche direzionali	Volume veicoli leggeri [veh/h]	Volume veicoli pesanti [veh/h]	Ripartizione direzionale [%]	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti
26	Rampe di svincolo – Complanare Interna	Rampa 1	Collegamento Svincolo "Centrale del Latte" con ingresso in Tratto 1	Monodirezionale	1.366	24	-	19.510	430
27	Rampe di svincolo – Complanare Interna	Adeguamento Rampa Inversione Nord	Collegamento Rampa inversione Nord 1° Stralcio funzionale con Tratto 1-2	Monodirezionale	1.237	12	-	17.670	200
28	Rampe di svincolo – Complanare Interna	Rampa 4	Collegamento Svincolo "Tiburtina" con uscita da Tratto 2	Monodirezionale	1.530	19	-	21.860	340
29	Rampe di svincolo – Complanare Interna	Rampa 5	Collegamento Svincolo "Tiburtina" con uscita da Tratto 3	Monodirezionale	510	26	-	7920	460
30	Rampe di svincolo – Complanare Interna	Rampa 6	Collegamento Svincolo "Tiburtina" con Rampa 5 e Rampa 7	Bidirezionale	1.975 510	15 26	78% 22%	35.500	710
31	Rampe di svincolo – Complanare Interna	Rampa 7	Collegamento Svincolo "Tiburtina" ed immissione in Tratto 4	Monodirezionale	1.975	15	-	28.210	270
32	Rampe di svincolo – Complanare Interna	Rampa 12	Collegamento Svincolo "A24" con uscita da Tratto 4	Monodirezionale	2.706	38	-	38.660	680
33	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 10	Diversione da Tratto 4 e collegamento con Tratto 5	Monodirezionale	154	10	-	2.200	180
34	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 13	Collegamento Svincolo "A24" ed immissione in Tratto 5	Monodirezionale	2.205	52	-	31.500	930
35	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 14	Collegamento Svincolo "A24" con ingresso in Tratto 5	Monodirezionale	796	6	-	11.370	110
36	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 15	Collegamento viabilità esistente Via Sabatino con uscita da Tratto 5	Monodirezionale	1.474	2	-	21.060	40
37	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 17	Collegamento con Svincolo "Tiburtina" con uscita da Tratto 6	Monodirezionale	702	29	-	10.030	520
38	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 18	Collegamento Svincolo "Tiburtina" con ingresso in Tratto 7	Monodirezionale	1.006	3	-	14.370	50
39	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 19	Collegamento Tratto 7 con ingresso in Rampa di inversione Nord	Monodirezionale	1.066	11	-	15.230	200

	Elementi stradali	Tratta	Manovra/collegamento	Caratteristiche direzionali	Volume veicoli leggeri [veh/h]	Volume veicoli pesanti [veh/h]	Ripartizione direzionale [%]	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti
40	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 20	Collegamento Via Armenise con ingresso in Rampa di inversione Nord	Monodirezionale	100	10	-	1.430	180
41	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 21	Collegamento Rotatoria Via Armenise ed immissione in Tratto 8	Monodirezionale	100	50	-	1.430	890
42	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 22	Diversione da GRA Carreggiata Esterna e collegamento con Tratto 8	Monodirezionale	222	15	-	3.170	270
43	Rampe di svincolo – Complanare Esterna	Rampa 24	Collegamento Svincolo "Centrale del Latte" con uscita da Tratto 8	Monodirezionale	847	20	-	12.100	360
44	Collegamento Via Acuto	Collegamento Via Acuto	Viabilità di collegamento con Via Acuto per accesso a Casal Monastero	Bidirezionale	100 50	20 10	66% 34%	2.140	540
45	Collegamento Via Armenise	Collegamento Via Armenise	Collegamento Via Armenise	Bidirezionale	50 10	45 15	79% 21%	850	1.070

### 7.7.1 Indicatori di performance della rete Scenario di Progetto 2021

La tabella riporta i parametri dell'intera rete relativa allo scenario di progetto nell'ora di punta del mattino.

Tabella 19. Indicatori di performance della rete stradale per categoria stradale nello scenario di progetto 2021.

Categoria stradale	Percorrenze [veh*km]	Tempo speso [veh*ora]	V media [km/ora]	Variazione velocità rispetto RIF [%]	V/C [%]
Autostrada	94.993	1.688	56	+19%	42
Extraurbana Secondaria	5.420	80	68	-2%	26
Strade urbane di scorrimento	37.945	1.472	26	+2%	38
Strade urbane di quartiere	18.475	543	34	+3%	10
Strade locali e residenziali	6.431	268	24	+8%	7

## 8 Conclusioni modellazione

Il presente studio di traffico è stato condotto con l'obiettivo di valutare l'influenza sul traffico e il livello di servizio degli interventi previsti sulla viabilità compresa tra lo svincolo 12 – Casal del Latte e lo svincolo 14 – A24 del GRA – A90. Nei capitoli precedenti sono stati presentati i risultati di diversi scenari di simulazione con l'inserimento graduale di ciascuno degli interventi.

Oltre all'analisi sui flussi circolanti lungo la tratta oggetto di studio, sono stati ricavati indicatori riferiti alla percorrenza, le velocità medie e la congestione. È stato confermato che l'aumento del numero di corsie per direzione si riflette in una riduzione della congestione e un aumento della velocità media di percorrenza della rete.

Nelle tabelle sottostanti si presentano le percorrenze, i tempi spesi sulla rete e le velocità medie per categoria stradale di ogni scenario e la rispettiva variazione rispetto allo scenario di riferimento.

Tabella 20. Percorrenze sulla rete per i diversi scenari [veh\*km].

Categoria stradale	Percorrenze [veh*km]								
	SDF	RIF	PROG I	% RIF	PROG II - Base	% RIF	PROG II - Due Corsie	%RIF	PROG II - Due corsie [% PROG II Base]
Autostrada	92.594	91.851	92.517	+ 1%	96.161	+ 5%	96.571	+ 5%	+ 0,4%
Extraurbana Secondaria	5.314	3.628	3.618	0%	3.507	- 3%	3.510	-3%	+ 0,1%
Strade urbane di scorrimento	27.317	42.580	41.520	- 2%	40.039	- 6%	39.795	-7%	- 0,6%
Strade urbane di quartiere	20.966	20.303	19.750	- 3%	17.128	-16%	16.078	-21%	- 6,1%
Strade locali e residenziali	8.575	6.299	6.545	+ 4%	6.407	+ 2%	6.416	+ 2%	+ 0,1%

Tabella 21. Tempo speso sulla rete per i diversi scenari [veh\*h].

Categoria stradale	Tempo speso sulla rete [veh*h]								
	SDF	RIF	PROG I	% RIF	PROG II - Base	% RIF	PROG II - Due Corsie	% RIF	PROG II - Due corsie [% PROG II Base]
Autostrada	1.892	1.872	1.813	- 3%	1.702	-9%	1.613	-14%	- 5,2%
Extraurbana Secondaria	77	75	73	- 3%	57	-24%	57	-24%	+ 0,3%
Strade urbane di scorrimento	1.722	1.744	1.674	- 4%	1.449	-17%	1.469	-16%	+ 1,4%
Strade urbane di quartiere	911	607	562	- 7%	472	-22%	432	-29%	- 8,4%
Strade locali e residenziali	451	282	288	+ 2%	255	-10%	261	-7%	+ 2,6%

Tabella 22. Velocità media per i diversi scenari [Km/h].

Categoria stradale	V media [km/ora]								
	SDF	RIF	PROG I	% RIF	PROG II - Base	% RIF	PROG II - Due Corsie	%RIF	PROG II - Due corsie [% PROG II Base]
Autostrada	49	49	51	+ 4%	57	+ 15%	60	+ 22%	+ 6%
Extraurbana Secondaria	69	42	50	+ 3%	61	+ 27%	61	+ 27%	0%
Strade urbane di scorrimento	16	30	25	+ 2%	28	+ 13%	27	+ 11%	-2%

Strade urbane di quartiere	23	34	35	+ 5%	36	+ 8%	37	+ 11%	+ 2%
Strade locali e residenziali	19	22	23	+ 2%	25	+ 12%	25	+ 10%	- 2%

Tabella 23. Percorrenze sulla rete per i diversi scenari [veh\*km] – Aggiornamento 2021

Categoria stradale	Percorrenze [veh*km]				
	SDF	RIF 2021	% SDF*	PROG 2021	% RIF 2021**
Autostrada	92.586	94.434	+2%	94.993	+1%
Extraurbana Secondaria	5.314	5.324	0%	5.420	+2%
Strade urbane di scorrimento	27.317	39.177	+43%	37.945	-3%
Strade urbane di quartiere	20.966	18.121	-14%	18.475	+2%
Strade locali e residenziali	8.575	6.088	-29%	6.431	+6%

Tabella 24. Tempo speso sulla rete per i diversi scenari [veh\*h] – Aggiornamento 2021

Categoria stradale	Tempo speso sulla rete [veh*h]				
	SDF	RIF 2021	% SDF*	PROG 2021	% RIF 2021**
Autostrada	1.892	2.005	+6%	1.688	-16%
Extraurbana Secondaria	77	76	-1%	80	+4%
Strade urbane di scorrimento	1.722	1.546	-10%	1.472	-5%
Strade urbane di quartiere	911	548	-40%	543	-1%
Strade locali e residenziali	451	275	-39%	268	-2%

Tabella 25. Velocità media per i diversi scenari [Km/h] – Aggiornamento 2021

Categoria stradale	V media [km/ora]				
	SDF	RIF 2021	% SDF*	PROG 2021	% RIF 2021**
Autostrada	49	47	-4%	56	+19%
Extraurbana Secondaria	69	70	+1%	68	-2%
Strade urbane di scorrimento	16	25	+58%	26	+2%
Strade urbane di quartiere	23	33	+44%	34	+3%

## □ Systematica

Strade locali e residenziali	19	22	+17%	24	+8%
------------------------------	----	----	------	----	-----

*\*Variazione rispetto allo scenario Stato di Fatto*

*\*\*Variazione rispetto allo scenario di Riferimento*



## 9 Livello di Servizio

A completamento dell'analisi svolta si è calcolato il livello di servizio della rete infrastrutturale, tratte e svincoli, per tutti gli scenari di progetto. Il calcolo è stato eseguito secondo i dettami dell'*Highway Capacity Manual* ( *Highway Capacity Manual* . Transportation Research Board, Washington, D.C. 2010).

Il livello di servizio 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:

- 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.

Lo scopo del livello di servizio è quindi quello di 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:

- 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 singolveicoli 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

## 9.1 Metodologie di calcolo LOS HCM 2010

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.

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

### 9.1.1 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.

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 19 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<sub>d</sub>*, Flusso veicolare nella direzione di analisi [pc/h];

*v<sub>o</sub>*, Flusso veicolare in direzione opposta [pc/h];

*f<sub>np,ATS</sub>*, 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<sub>d</sub>*, Flusso veicolare nella direzione di analisi [pc/h];

*v<sub>o</sub>*, Flusso veicolare in direzione opposta [pc/h];

*f<sub>np,PTFS</sub>*, 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].

Tabella 26. Ranghi dei parametri per calcolo del LOS in funzione della classe stradale. [1]

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	Domanda > Capacità	Domanda > Capacità	Domanda > Capacità

### 9.1.2 Strade a più corsie

La metodologia per il calcolo di Livello di Servizio per strade a più corsie viene implementato per strade a doppia carreggiata con caratteristiche non autostradali (velocità di base a flusso libero minore di 90 km/h, controllo non totale degli accessi) o, anche, strade ad unica carreggiata formate da due corsie per direzione e prive di spartitraffico.

La procedura determina la riduzione della velocità di marcia che si verifica per condizioni inferiori alle condizioni di base, nelle quale si raggiungono la piena velocità e la capacità dell'infrastruttura.

Il primo passo corrisponde alla stima della FFS velocità a flusso libero FFS, la quale risulta dalla seguente formulazione:

$$FFS [mi/h] = BFSS - f_{LW} - f_{LC} - f_M - f_A$$

Dove:

BFSS, Velocità a flusso libero base [mi/h];

$f_{LW}$ , Riduzione di velocità per insufficiente larghezza delle corsie [mi/h];

$f_{LC}$ , Riduzione di velocità per insufficienti larghezza degli spazi lateralliberi da ostacoli [mi/h];

$f_M$ , Riduzione di velocità per tipo di spartitraffico [mi/h];

$f_A$ , Riduzione di velocità per frequenza di punti di accesso [mi/h].

Dopo, si determina il tasso di flusso  $V_p$ , a partire del volume dell'ora di punta in una direzione, per corsia e per il quarto d'ora picco espressa in autovetture equivalenti:

$$V_p [pc/h/corsia] = \frac{V}{phf * N * f_{HV} * f_P}$$

Dove:

V, Volume di traffico orario circolante [veh/h];

phf, Fattore dell'ora di punta;

N, Numero di corsie (in un senso di marcia);

$f_{HV}$ ; Fattore di correzione per i mezzi pesanti;  
 $f_p$ ; Fattore di correzione legato all'utenza non abituale.

Una volta individuati questi valori, si procede con il calcolo della densità veicolare  $D$ :

$$D \text{ [pc/mi/corsia]} = \frac{V_p}{S}$$

Dove:

$S$ , Velocità media del flusso equivalente, calcolata in funzione della  $FFS$  e del  $V_p$  [mi/h].

Sulla base di questi parametri è possibile determinare il livello di servizio dell'infrastruttura. La Tabella 20 fornisce i ranghi di densità per livello di servizio e velocità a flusso libero, utilizzati per confrontare la densità ottenuta con la procedura precedentemente descritta.

Tabella 27. Ranghi di densità [pc/mi/corsia] in funzione della FFS e il LOS. [1]

LOS	FFS [mi/h]	Densità [pc/mi/corsia]
A	Tutte	0 – 11
B	Tutte	11 – 18
C	Tutte	18 – 26
D	Tutte	26 – 35
E	60	35 – 40
	55	35 – 41
	50	35 – 43
	45	35 – 45
F	60	40
	55	41
	50	43
	45	45

### 9.1.3 Autostrade

Per il calcolo del livello di servizio in autostrade, è necessario suddividere la strada in segmenti in base alla variazione della domanda di traffico quindi con la presenza di rampe di ingresso e di uscita e di corsie ausiliari. Di seguito si espongono le metodologie per ogni uno.

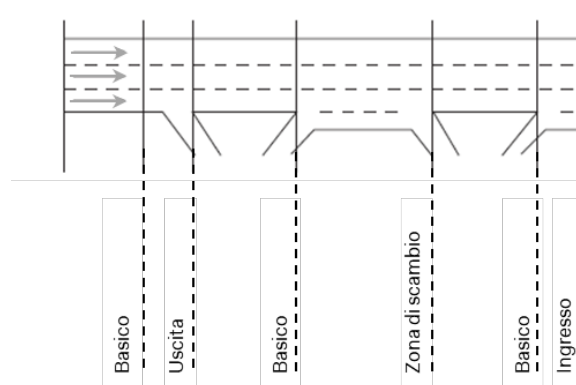


Figura 76. Segmenti autostradali. [1]

### Segmento autostradale base

I segmenti autostradali base sono quelli non influenzati da manovre di ingresso, uscita o scambio. Possono essere caratterizzati da tre misure prestazionali: densità [pc/km/corsia], velocità media spaziale [Km/h] e il rapporto flusso capacità (V/C).

Il calcolo del Livello di Servizio (LOS), parte dai dati geometrici, del traffico circolante e dalla velocità a flusso libero FFS per stimare una densità media veicolare del tratto stradale in esame.

Di seguito si presenta la formulazione per la stima della FFS per segmenti autostradali base.

$$FFS [mi/h] = 75.4 - f_{LW} - f_{LC} - 3.22TRD^{0.94}$$

Dove:

$f_{LW}$ , Riduzione di velocità per insufficiente larghezza delle corsie [mi/h];

$f_{LC}$ , Riduzione di velocità per insufficienti larghezza dello spazio a destra libero da ostacoli [mi/h];

$TRD$ , Densità degli svincoli [s vincoli/mi]

Per il calcolo della densità si utilizza la stessa formulazione per strade a più corsie.

La Tabella 28 indica i ranghi di densità in funzione del LOS per segmenti autostradali base.

Tabella 28. Ranghi di densità [pc/km/corsia] in funzione del LOS per segmenti autostradali base. [1]

LOS	Ranghi di densità [pc/km/corsia]
A	11
B	11 – 18
C	18 – 26
D	26 – 35
E	35 – 45
F	45

### Svincoli autostradali

Questa procedura si concentra sull'incrocio della strada con la rampa e della sede della rampa.

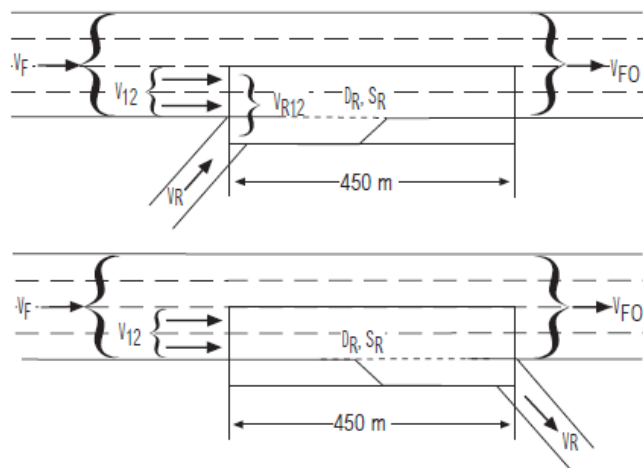


Figura 77. Variabili critiche dell'incrocio della rampa. [1]

I criteri di calcolo del LOS per aree di confluenza e divergenza sono basati sulla densità dell'area di influenza, calcolata in funzione della lunghezza della rampa e dei flussi veicolari gravanti sulla strada principale e la rampa stessa.

$$D_R [pc/mi/corsia] = 5.475 + 0.0734 * V_R + 0.0078 * V_{12} - 0.00627 * L_a$$

Dove:

$V_R$ , Flusso sulla rampa in ingresso nei 15 minuti di picco [pc/h];

$V_{12}$ , Flusso veicolare presente sulle due corsie adiacenti alla rampa [pc/h];

$L_a$ , Lunghezza tratto di accelerazione della rampa [ft]

Invece per le rampe in uscita è implementata la seguente equazione:

$$D_R [pc/mi/corsia] = 4.252 + 0.0086 * V_{12} - 0.009 * L_D$$

Dove:

$V_{12}$ , Flusso entrante l'area di influenza della rampa [pc/h];

$L_a$ , Lunghezza tratto di accelerazione [ft]

Tabella 29. Ranghi di densità [pc/km/corsia] in funzione del LOS per le aree di confluenza e divergenza.

[1]

LOS	Ranghi di densità [pc/mi/corsia]
A	10
B	10 – 20
C	20 – 28
D	28 – 35
E	35
F	Volume > Capacità

### Major merge areas e Major diverge areas

L'HCM 2010 definisce geometrie speciali alle quale applicano formulazioni diverse da quelli originali. Questo è il caso delle *major merge* e le *major diverge areas*.

La prima è la unione di due flussi di traffico in un solo segmento stradale e l'ultima è la separazione di un segmento di traffico in due. La principale caratteristica di entrambi rispetto alle rampe in ingresso e in uscita è che non hanno corsie di accelerazione o decelerazione definite.

Nel caso delle major merge areas, non esiste un modello di valutazione di performance e soltanto si valuta il rapporto volume capacità nei rami in ingresso e nel segmento a valle dell'unione.

Per le major diverge areas è formulazione per il calcolo della densità e la seguente:

$$D [pc/mi/corsia] = 0,0175 * \left(\frac{v_f}{N}\right)$$

Dove:

$v_f$ , Flusso veicolare incidente sulla zona di scambio [pc/h];

$N$ , Numero di corsie del segmento a monte della major diverge area.

### Zone di scambio

Una zona di scambio è generalmente descritta come l'incrocio di due o più corrente di traffico viaggiando nella stessa direzione in un tratto significativo di autostrada senza l'aiuto di dispositivi di controllo del traffico (eccetto per la segnaletica orizzontale).

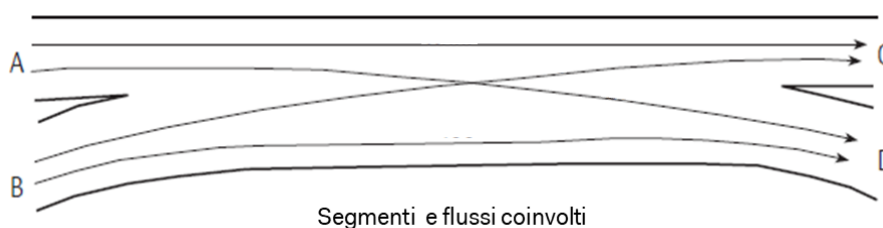


Figura 78. Segmenti e flussi coinvolti nelle zone di scambio.

Il Livello di Servizio (LOS) di una zona di scambio può essere determinato in funzione della densità veicolare (pc/km/ln). Detta densità si stima in funzione del flusso equivalente circolante, il numero di corsie, la lunghezza del tratto di scambio e la velocità equivalente media della zona di scambio.

$$D [pc/mi/corsia] = \frac{\left(\frac{v}{N}\right)}{S}$$

Dove:

$v$ , Flusso veicolare incidente sulla zona di scambio [pc/h];

$N$ , Numero di corsie che conformano la zona di scambio;

$S$ , Velocità media spaziale per tutti i veicoli che incidono sulla zona di scambio [mi/h].



Tabella 30. Ranghi di densità [pc/km/corsia] in funzione del LOS per le zone di scambio. [1]

LOS	Ranghi di densità [pc/mi/corsia]
A	10
B	10 – 20
C	20 – 28
D	28 – 35
E	35
F	Volume > Capacità

### 9.1.4 Rotatorie

La metodologia proposta dal manuale di riferimento HCM 2010 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.

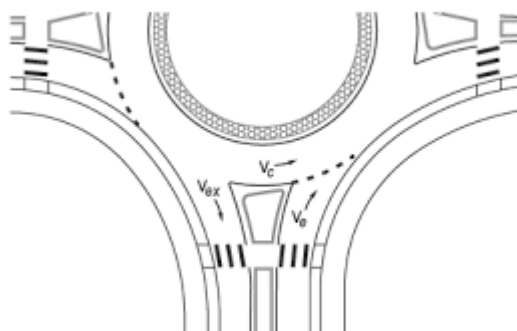


Figura 79. Analisi di una rotatoria a singola corsia. [1]

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];

$T$ , 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 24 presenta i ranghi di densità in funzione del livello di servizio per intersezioni a rotatoria.

Tabella 31. Ranghi di ritardo [s] in funzione del LOS per intersezioni a rotatoria. [1]

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

## 9.2 Livello di servizio SDF

In questo capitolo si presentano le risultanze dell'implementazione delle metodologie precedentemente descritte per il calcolo del Livello di Servizio per l'infrastruttura dello scenario Stato di Fatto.

### *Autostrada A90 – GRA*

Per il calcolo del livello di servizio della autostrada A90 nello Stato di Fatto sono stati implementati tre metodologie del HCM: per *segmenti autostradali base*, per *svincoli in ingresso e in uscita* e per *zone di scambio*.

La Figura 57 evidenzia la metodologia implementata nei segmenti della viabilità in esame, la direzione dei segmenti e il numero identificativo di ogni svincolo.

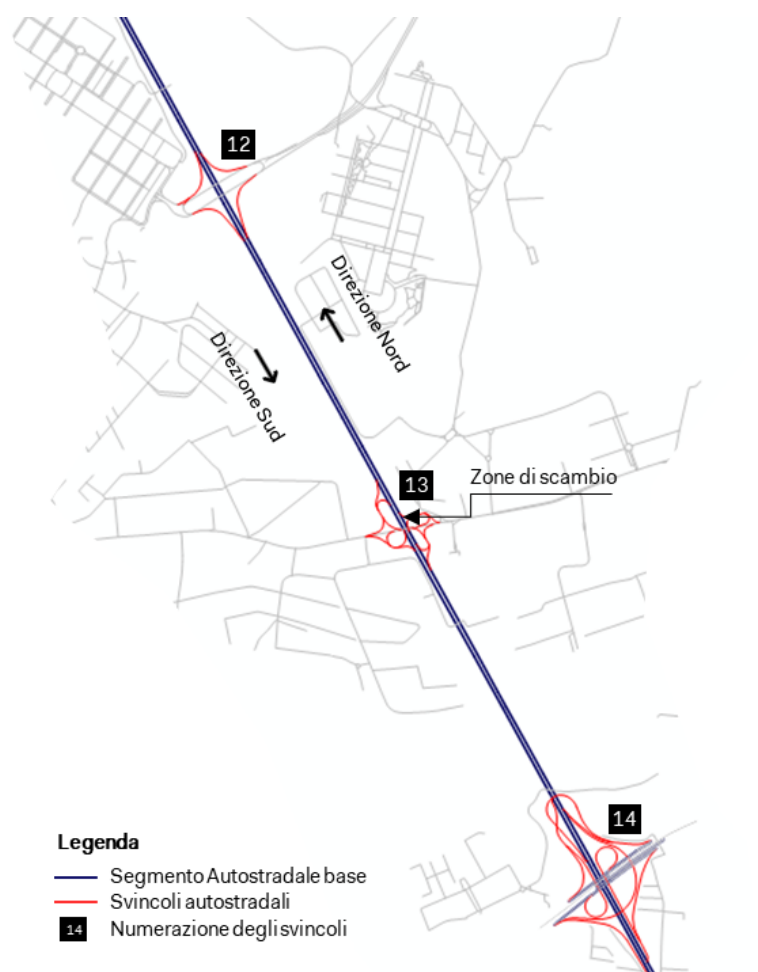


Figura 80. Segmenti per il calcolo del LOS nell'A90.

Di seguito si riportano i risultati per ogni tratta individuata. Per svincoli in ingresso e uscita si riferisce alla/dalla strada di maggior livello (A90 – GRA).

Tabella 32. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord - SDF).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	21,1	C
Km 31 + 900	Km 31 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 14	14,2	B
Km 31 + 100	Km 30 + 000	Tra ingresso svincolo 14 e uscita svincolo 13	34,0	D
Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra ingresso svincolo 13 e uscita svincolo 12	25,0	C
Km 28 + 450	Km 28 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 12	21,4	C
Km 28 + 100	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	30,5	D

Tabella 33. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud - SDF).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Km 27 + 600	Km 28 + 100	A monte svincolo 12	20,2	C
Km 28 + 150	Km 28 + 450	Tra uscita e ingresso svincolo 12	18,8	C
Km 28 + 500	Km 29 + 600	Tra uscita svincolo 12 e uscita svincolo 13	32,4	D
Km 30 + 000	Km 31 + 150	Tra svincolo 13 e svincolo 14	40,1	E
Km 31 + 150	Km 31 + 450	Tra uscita ed ingresso svincolo 14	22,2	C
Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso e ingresso svincolo 14	25,4	D
Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle svincolo 14	32,5	D

Si deduce che la infrastruttura attuale non soddisfa le prestazioni richieste dagli alti flussi che percorrono l'autostrada. In particolare, si osservano criticità in entrambe le direzioni nei segmenti tra lo svincolo 13 e 14, con livelli di servizio E che significa velocità medie dei singoli veicoli modeste e livelli di comfort bassi.

Per gli svincoli si osserva che nessun ramo raggiunge livelli di servizio inferiori a D. Si trova la maggior densità veicolare nello svincolo 13 di Via Tiburtina verso l'A90 direzione Sud. Questa densità è in linea con i valori di rapporto flusso capacità presentati nel capitolo di simulazione dello scenario SDF.

Tabella 34. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord - SDF).

Svincolo	Km*	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 32 + 000	25,4	C
Svincolo 14 Ingresso A24	Km 31 + 400	31,0	D
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 30 + 000	32,0	D
Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	25,3	C
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 700	20,6	C
Svincolo 12 Uscita Central del Latte	Km 28 + 500	24,1	C
Svincolo 12 Ingresso Central del Latte	Km 28 + 100	27,0	C



Tabella 35. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Sud - SDF).

Svincolo	Km*	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 12 Uscita Central del Latte	Km 28 + 100	20,5	C
Svincolo 12 Ingresso Central del Latte	Km 28 + 500	28,9	D
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 29 + 700	25,7	C
Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	29,5	D
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 000	34,2	D
Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 200	26,5	C
Svincolo 14 Ingresso da A24 Est	Km 31 + 400	27,9	C
Svincolo 14 Ingresso da A24 Ovest	Km 32 + 000	26,8	C

**Svincolo di Casal Monastero – Via Belmonte in Sabina**

Per calcolo del Livello di Servizio nella Via Belmonte in Sabina in corrispondenza con lo svincolo 12 dell'autostrada A90, sono state implementate le metodologie di *strade a più corsie* per i segmenti della viabilità a due corsie a doppia carreggiata e *rampe in ingresso e uscita* per gli svincoli autostradali.

I segmenti sotto individuati avanzano in direzione nordest dallo svincolo 12 Central del Latte fino al cavalcavia di Via Bonagiunta da Lucca. Si osservano nella Figura 80 i segmenti per il calcolo del LOS.

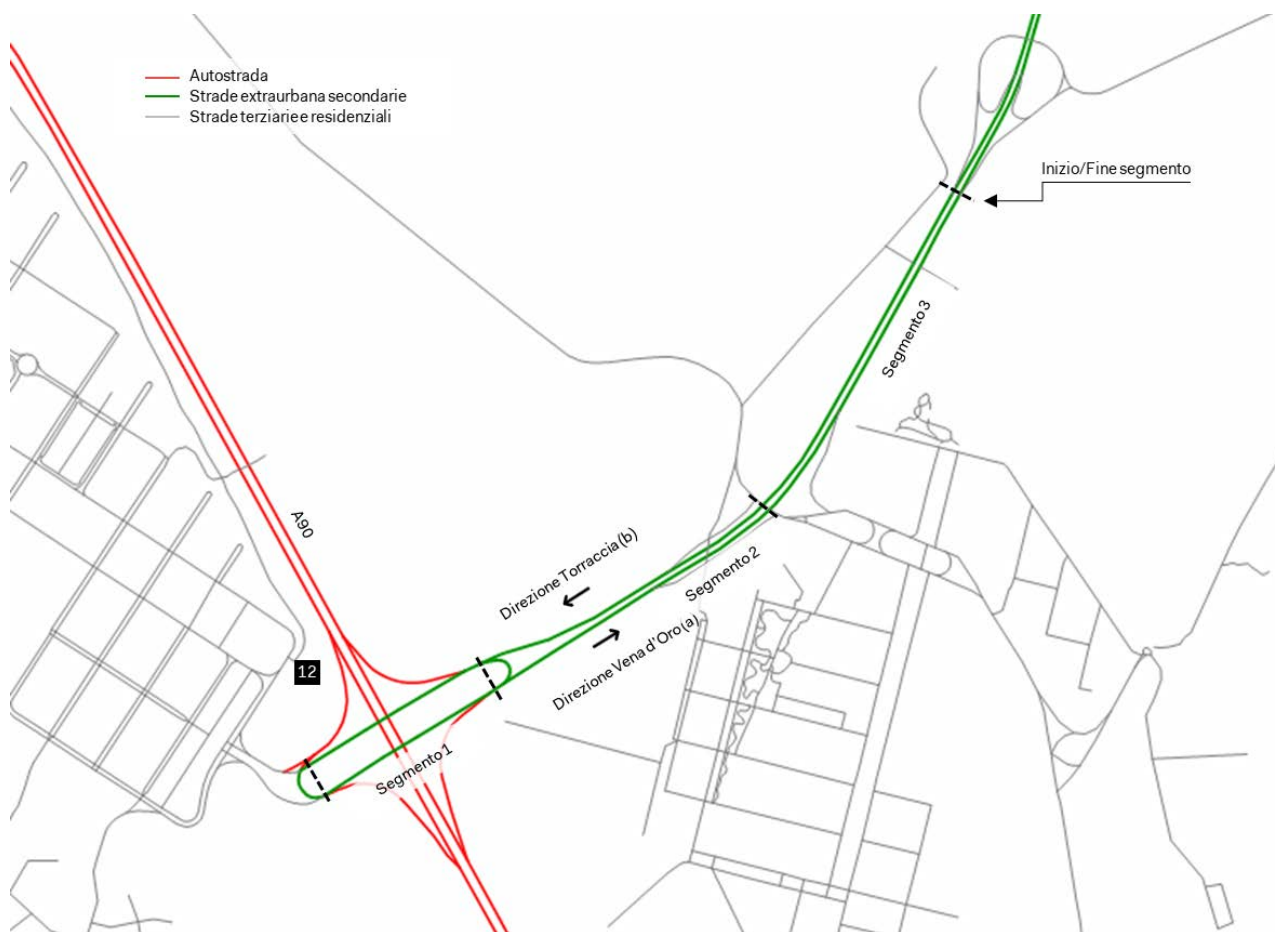


Figura 81. Segmenti per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (SDF).

Tabella 36. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (SDF).

Segmento	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1a*	Tra ingressi e uscita svincolo 12	8,01	A
1b		11,2	B
2a	Tra svincolo 12 e svincoli Via di Sant’Alessandro	7,34	A
2b		17,9	B
3a	Tra svincoli Via di Sant’Alessandro e cavalcavia di Via Bonagiunta	7,2	A
3b		22,1	C

\*Direzione Vena d’Oro (Nordest), direzione b senso opposto.

Gli svincoli in ingresso e in uscita dalla autostrada che si collegano alla via Belmonte lo fanno attraverso *major merge* e *major diverge areas*. La Figura 81 evidenzia la numerazione implementata per il calcolo del LOS degli svincoli.

Per le aree di fusione (*merge*) non è possibile calcolare il LOS. L’analisi si limita a verificare la capacità dei rami in prossimità e il segmento a valle attraverso il rapporto flusso capacità. La Tabella 37 presenta il rapporto flusso capacità per gli svincoli con configurazione *major merge area* prima e dopo l’ingresso. Si evidenzia che, nello svincolo 2, dalla autostrada direzione Sud verso Torraccia il rapporto flusso capacità aumenta significativamente dopo lo svincolo. Questo potrebbe rappresentare elevati livelli di congestione e rallentamenti nel segmento stradale.

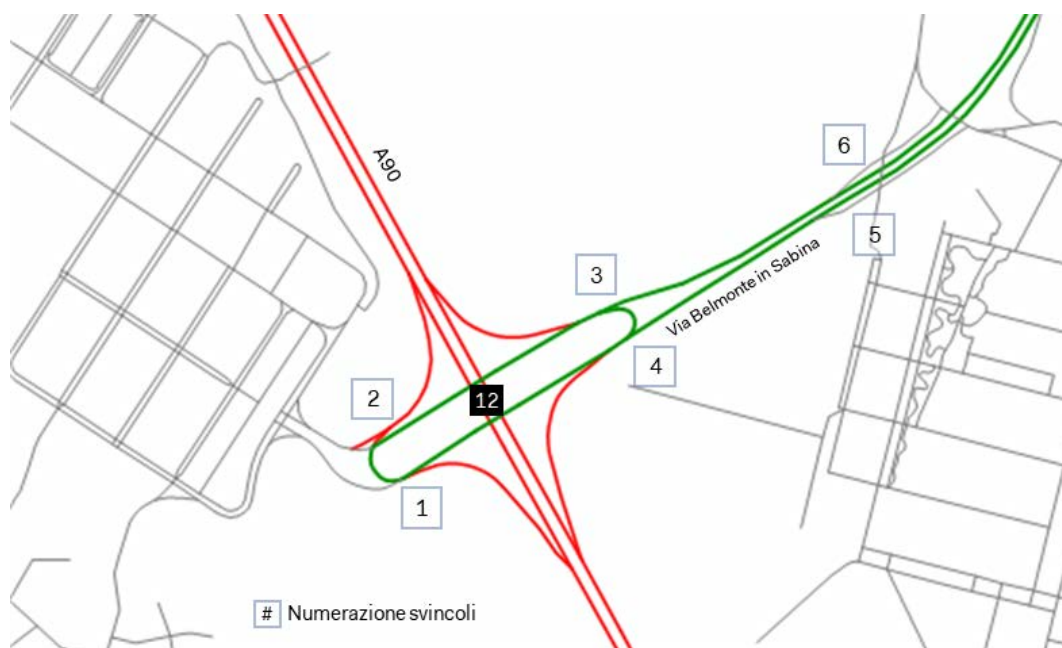


Figura 82. Numerazione degli svincoli per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (SDF).

Tabella 37. Rapporto flusso capacità per *major merge areas* su Via Belmonte in Sabina (SDF).

Svincolo		V/C A monte ingresso	V/C A valle ingresso
2	Da A90 Sud	0,67	0,83
4	Da A90 Nord	0,34	0,62

Per gli altri svincoli è stato calcolato il livello di servizio. Tutti presentano elevate prestazioni, con livelli di servizio tra A e B.

Tabella 38. Livello di servizio per svincoli su Via Belmonte in Sabina (SDF).

Svincolo		Densità [pc/mi/ln]	LOS
1	Verso A90 Sud	12,0	B
3	Verso A90 Nord	13,6	B
5	Verso Via di Sant'Alessandro	8,3	A
6	Da Via di Sant'Alessandro	12,8	B

### Via Tiburtina

Per la Via Tiburtina è stata implementata la metodologia di strade a più corsie. Il tratto di lunghezza di circa 7 km è stato suddiviso in 10 segmenti con caratteristiche geometriche e di flusso omogenee.

Sono stati calcolati anche i livelli di servizio per le rampe in ingresso e in uscita dello svincolo 13 della A90 e il livello di servizio della rotatoria di Via Rubellia e delle rampe in ingresso e uscita in corrispondenza con questa intersezione.

Si rileva che la viabilità di Via Tiburtina presenta allo stato attuale tratti ad elevata criticità, soprattutto a monte dello svincolo 13 con l'autostrada.

Tabella 39. Livello di servizio per segmenti di strada a due ea più corsie di Via Tiburtina(SDF).

	Da	A	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1	Via Lanciano	Via Raffaele Majetti	40,1	E
	Via Raffaele Majetti	Via Lanciano	40,0	E
2	Via Raffaele Majetti	Via del casale di San Basilio	32,0	D
	Via del casale di San Basilio	Via Raffaele Majetti	40,0	E
3	Via del casale di San Basilio	Svincolo 13	21,6	C
	Svincolo 13	Via del casale di San Basilio	34,3	D
4	Svincolo 13	Via dei Radar	13,5	B
	Via dei Radar	Svincolo 13	16,0	B
5	Via dei Radar	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	6,5	A
	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via dei Radar	16,2	B
6	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Castrovetere	6,4	A
	Via Castrovetere	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	26,7	D
7	Via Castrovetere	Via Tossicia	6,2	A
	Via Tossicia	Via Castrovetere	26,7	D
8	Via Tossicia	Via della Sibila Tiburtina	17,1	B
	Via della Sibila Tiburtina	Via Tossicia	17,5	B
9	Sottopasso Via del Tecnopolo		5,0	A
	Deviazione Via del Tecnopolo		13,0	B
10	Via del Tecnopolo	Via di Marco Simone	23,3	C
	Via di Marco Simone	Via del Tecnopolo	22,5	C





Figura 83. Direzioni per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Tiburtina.

Per gli svincoli si registrano elevate prestazioni. Il livello di servizio più basso si trova nello svincolo 13 in uscita da Via Tiburtina verso l'A90 direzione Sud.

Il LOS della rotatoria di Via Tiburtina con Via Rubellia e Via Colli sul Velino, sia globale sia di ogni braccio delle intersezioni, è molto soddisfacente, con bassi ritardi, parametro che definisce le prestazioni delle rotatorie.

Tabella 40. Livello di servizio per svincoli *emajor diverge areas* su Via Tiburtina (SDF).

Svincolo		Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 13 uscita verso A90 Sud	Da Roma centro	20,2	C
Svincolo 13 Ingresso da A90 Sud	Verso Roma centro	18,2	B
Svincolo 13 Zona discambio	Da Roma centro	8,8	B
Svincolo 13 Zona di scambio	Verso Roma centro	4,1	A
Svincolo 13 Ingresso da A90 Nord	Da Roma centro	18,4	B
Svincolo 13 Uscita verso A90 Nord	Verso Roma centro	15,0	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Da Roma Centro	5,5	A
Rotatoria Via Rubellia Ingresso	Verso Roma centro	11,5	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Verso Roma centro	10,1	B

Tabella 41. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (SDF).

Braccio	Delay [s/veh]	LOS
Via Tiburtina ingresso da Roma Centro	4	A
Via Colli sul Velino	13	B
Via Tiburtina ingresso verso Roma Centro	5	A
Via Rubellia	5	A
Intera intersezione	10,5	B

### 9.3 Livello di Servizio Scenario di riferimento

In questo capitolo si presentano le risultanze dell'implementazione delle metodologie precedentemente descritte per il calcolo del Livello di Servizio per l'infrastruttura dello scenario di riferimento.

#### *Autostrada A90 – GRA*

Sono state implementate le stesse metodologie di calcolo di Livello di Servizio per la viabilità dell'autostrada A90 dato che non sono previsti interventi su questa nello scenario di riferimento.

Si registra un poco significativo cambiamento del livello di servizio rispetto alla situazione attuale, l'infrastruttura non presenta modifiche, mentre l'aumento di domanda non produce significative variazioni.

Tabella 42. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord RIF).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	20,4	C
Km 31 + 900	Km 31 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 14	13,1	B
Km 31 + 100	Km 30 + 000	Tra svincolo 14 e svincolo 13	29,5	D
Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra svincolo 13 e svincolo 12	18,7	C
Km 28 + 450	Km 28 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 12	18,7	C
Km 28 + 100	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	18,7	C

Tabella 43. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud RIF).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Km 27 + 600	Km 28 + 100	A monte svincolo 12	20,5	C
Km 28 + 150	Km 28 + 450	Tra uscita e ingresso svincolo 12	20,5	C
Km 28 + 500	Km 29 + 600	Tra ingresso svincolo 12 e uscita svincolo 13	20,5	C
Km 30 + 000	Km 31 + 150	Tra svincolo 13 e svincolo 14	30,2	D
Km 31 + 150	Km 31 + 450	Tra uscita ed ingresso svincolo 14	19,4	C
Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso e ingresso svincolo 14	23,1	C
Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle svincolo 14	23,3	C

Tabella 44. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord RIF).

Svincolo	Km	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 32 + 000	25,6	C
Svincolo 14 Ingresso A24	Km 31 + 400	30,6	D
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 30 + 000	31,6	D
Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	33,1	D
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 700	20,6	C

Tabella 45. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Sud - RIF).

Svincolo	Km	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 29 + 700	22,3	C
Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	25,3	C
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 000	34,8	D
Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 200	32,2	D
Svincolo 14 Ingresso A24 Est	Km 31 + 400	26,8	C
Svincolo 14 Ingresso A24 Ovest	Km 32 + 000	19,7	B

*Svincolo di Casal Monastero – Via Belmonte in Sabina*

Per lo svincolo di Casal Monastero è stata implementata la metodologia di strade a più corsie per i segmenti in rettilineo e la metodologia per rotatorie.

Nella Figura 83 si evidenziano i segmenti e la numerazione delle rotatorie per il calcolo del LOS.

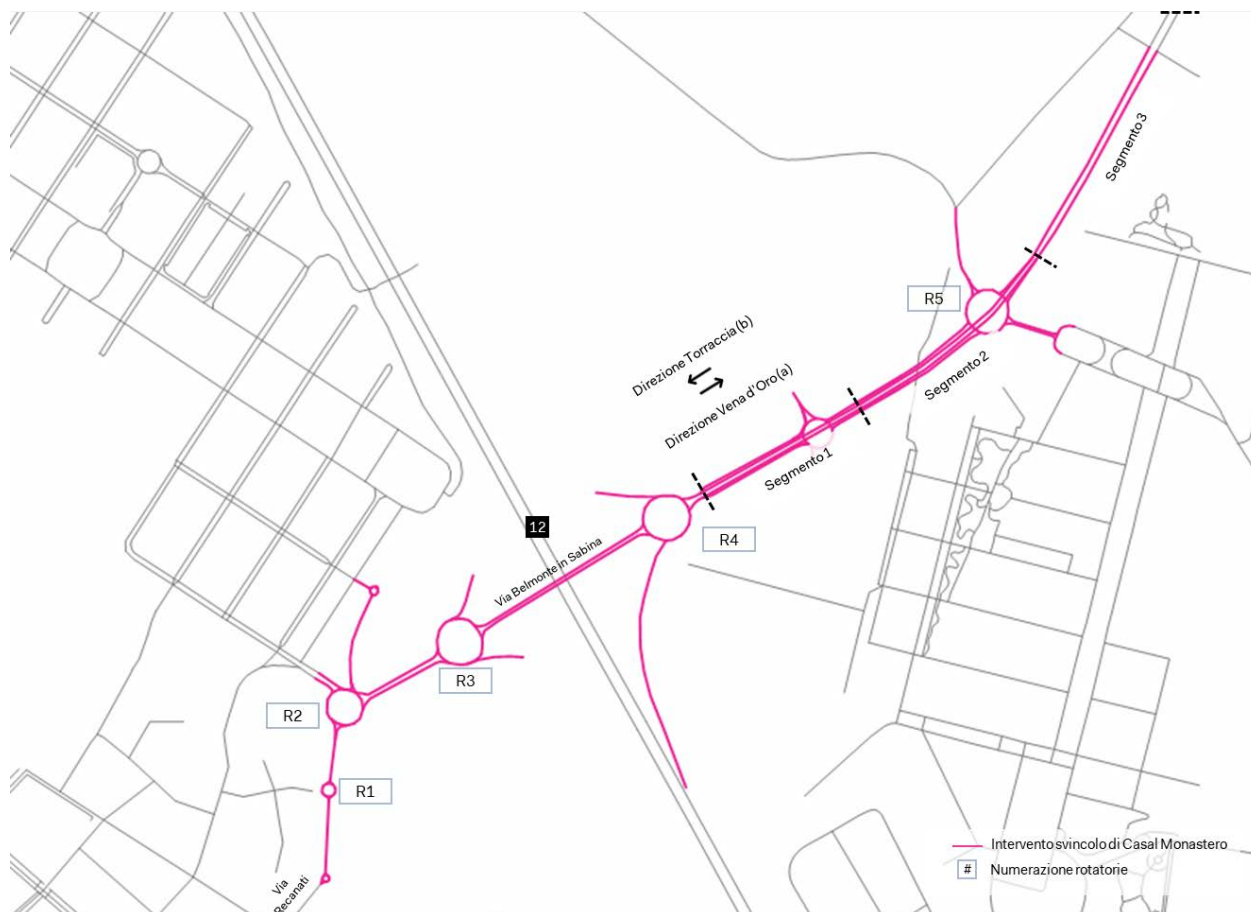


Figura 84. Segmenti per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (RIF).

Si verifica che l'infrastruttura è più che idonea a fornire alti livelli di servizio agli utenti che la percorrono.

Tabella 46. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (RIF).

Segmento	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1a*	Tra uscite rotatoria svincolo 12 Nord e svincoli	12,4	B
1b	Rotatoria di Saint'Alessandro	4,8	A
2a	Tra svincoli di Rotatoria di Saint'Alessandro	0,2	A
2b		4,6	A
3a	Tra svincoli di Rotatoria di Sant'Alessandro e	1,7	A
3b	cavalcavia di Via Bonagiunta	6,2	A

\*Direzione Vena d'Oro (Nordest), direzione b senso opposto.

Tabella 47. Livello di servizio Rotatorie Svincolo di Casal Monastero (RIF).

Braccio	Delay [s/veh]	LOS
<b>Rotatoria 1</b>		
Via Recanati	4	A
Nuova viabilità	5	A
<b>Intera intersezione</b>	<b>4,0</b>	<b>A</b>
<b>Rotatoria 2</b>		
Viabilità dalla rotatoria 1	11	B
Via Belmonte in Sabina	9	A
Viale Giuseppe Cappi	14	B
Viale Giuseppe Cappi (Nino Tamassia)	20	C
<b>Intera intersezione</b>	<b>14,2</b>	<b>B</b>
<b>Rotatoria 3 (Svincolo 12)</b>		
Viabilità dalla rotatoria 2	7	A
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	4	A
Da A90 Sud	-	-
<b>Intera intersezione</b>	<b>5,8</b>	<b>A</b>
<b>Rotatoria 4 (Svincolo 12)</b>		
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	7	A
Da A90 Nord	-	-
Via Belmonte in Sabina (direzione Vena d'Oro)	9	A
<b>Intera intersezione</b>	<b>8,4</b>	<b>A</b>
<b>Rotatoria 5</b>		
Via Belmonte in Sabina (direzione Vena d'Oro)	14	B
Via di Sant'Alessandro	5	A
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	6	A
Via di Saint'Alessandro	4	A
<b>Intera intersezione</b>	<b>9,9</b>	<b>A</b>

*Via Tiburtina*

Per la viabilità di via Tiburtina sono state implementate le metodologie di strade a più corsie per segmenti a tre e due corsie a carreggiata separata e per gli svincoli, la metodologia di rampe in ingresso e in uscita. È stato calcolato anche il livello di servizio dell'intersezione a rotatoria con Via Rubellia.

Tabella 48. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (RIF).

	Da	A	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1	Via Lanciano	Via Raffaele Majetti	27,9	D
	Via Raffaele Majetti	Via Lanciano	11,5	B
2	Via Raffaele Majetti	Via del casale di San Basilio	27,9	D
	Via del casale di San Basilio	Via Raffaele Majetti	17,6	B
3	Via del casale di San Basilio	Svincolo 13	21,5	C
	Svincolo 13	Via del casale di San Basilio	25,1	C
4	Svincolo 13	Via dei Radar	15,9	B
	Via dei Radar	Svincolo 13	8,5	A
5	Via dei Radar	Via Morolo	9,9	A
	Via Morolo	Via dei Radar	13,9	B
6	Via Morolo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	14,0	B
	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Morolo	20,9	C
7	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Castrocielo	2,7	A
	Via Castrocielo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	13,2	B
8	Via Castrocielo	Via Montemanno	2,1	A
	Via Montemanno	Via Castrocielo	9,6	A
9	Sottopasso Via del tecnopolo		3,1	A
	Deviazione Via delTecnopolo		5,8	A
10	Via del Tecnopolo	Via di Marco Simone	6,7	A
	Via di Marco Simone	Via del Tecnopolo	12,9	B

Tabella 49. Livello di servizio per svincoli e su Via Tiburtina (RIF).

Svincolo		Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 13 uscita verso A90 Sud	Da Roma centro	28,2	D
Svincolo 13 Ingresso da A90 Sud	Verso Roma centro	24,0	C
Svincolo 13 Zona di scambio	Da Roma centro	11,9	B
Svincolo 13 Zona di scambio	Verso Roma centro	29,7	D
Svincolo 13 Ingresso da A90 Nord	Da Roma centro	17,6	B
Svincolo 13 Uscita verso A90 Nord	Verso Roma centro	19,4	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Da Roma Centro	5,8	A
Rotatoria Via Rubellia Ingresso	Verso Roma centro	13,2	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Verso Roma centro	10,5	B

È stato calcolato anche il livello di servizio per l'intersezione a rotatoria tra Via Tiburtina, la Via Rubellia e la Via Colli sul Velino. I risultati sono presentati nella Tabella 45.

Tabella 50. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (RIF).

Braccio	Delay [s/veh]	LOS
Via Tiburtina ingresso da Roma Centro	9	A
Via Colli sul Velino	12	B
Via Tiburtina ingresso verso Roma Centro	14	B
Via Rubellia	7	A
Intera intersezione	10,8	B

## 9.4 Livello di Servizio Scenario di Progetto (I Fase Funzionale)

In questo capitolo si presentano le risultanze dell'implementazione delle metodologie precedentemente descritte per il calcolo del Livello di Servizio per l'infrastruttura dello Scenario di Progetto (I Fase Funzionale).

### Autostrada A90 – GRA

In questo scenario, l'infrastruttura autostradale subisce cambiamenti dovuti all'inserimento di rampe in ingresso e in uscita del progetto dello svincolo Via Tiburtina. La metodologia di calcolo del livello di servizio rimane la stessa, sono stati aggiunti all'analisi nuovi segmenti dovuti al cambiamento delle caratteristiche geometriche dell'infrastruttura.

Tabella 51. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord- PROG I).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	20,4	C
Km 31 + 900	Km 31 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 14	14,0	B
Km 31 + 100	Km 30 + 500	Tra svincolo 14 e svincolo uscita ViaS. Gianni	34,8	D
Km 30 + 450	Km 30 + 000	Tra uscita ViaS. Gianni e svincolo 13	31,7	D
Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra svincolo 13 e rampa inversione cavalcavia	25,1	C
Km 28 + 450	Km 28 + 150	Tra rampa inversione e ingresso svincolo 12	22,3	C
Km 28 + 100	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	22,3	C

Tabella 52. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud- PROG I).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Km 27 + 600	Km 28 + 100	A monte svincolo 12	20,5	C
Km 28 + 150	Km 28 + 450	Tra uscita e ingresso svincolo 12	20,5	C
Km 28 + 500	Km 29 + 300	Tra svincolo 12 e rampa inversione cavalcavia	24,7	C
Km 29 + 350	Km 30 + 000	Tra rampa inversione e svincolo 13	34,1	D
Km 30 + 000	Km 30 + 450	Tra svincolo 13 e svincolo uscita Via Bona	40,3	E
Km 30 + 500	Km 30 + 800	Tra svincolo uscita e svincolo ingresso Via Bona	39,0	E
Km 30 + 850	Km 31 + 150	Tra ingresso svincolo Via Bona e svincolo 14	34,9	D
Km 31 + 150	Km 31 + 450	Tra uscita ed ingresso svincolo 14	20,4	C
Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso e ingresso svincolo 14	22,9	C
Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle svincolo 14	23,4	C





Tabella 53. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord – PROG I).

Svincolo	Km	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 32 + 000	25,1	C
Svincolo 14 Ingresso A24	Km 31 + 400	37,5	E
Uscita Via S. Gianni	Km 30 + 500	28,4	D
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 30 + 000	26,7	C
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 900	26,8	C
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 700	27,7	C
Uscita rampa di inversione	Km 29 + 300	33,0	D
Ingresso rotatoria Via G. Armenise	Km 29 + 050	21,1	C

Tabella 54. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Sud – PROG I).

Svincolo	Km	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Ingresso rampa inversione	Km 29 + 300	34,0	D
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 29 + 700	33,3	D
Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	12,3	B
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 000	25,6	C
Rampa uscita Via V. Bona	Km 30 + 450	34,2	D
Rampa ingresso Via V. Bona	Km 30 + 850	25,0	C
Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 200	32,0	D
Svincolo 14 Ingresso da A24 Est	Km 31 + 400	25,9	C
Svincolo 14 Ingresso da A24 Ovest	Km 32 + 000	25,3	C

### Svincolo di Casal Monastero – Via Belmonte in Sabina

Per lo svincolo di Casal Monastero, è stata implementata la stessa metodologia dello scenario precedente (riferimento) in quanto presenta la stessa infrastruttura. Non si evidenziano criticità nei segmenti stradali.

Tabella 55. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (PROG I).

Segmento	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1a*	Tra uscite rotatoria svincolo 12 Nord e	11,4	B
1b	svincoli Rotatoria di Saint'Alessandro	4,9	A
2a	Tra svincoli di Rotatoria di	0,5	A
2b	Saint'Alessandro	4,7	A
3a	Tra svincoli di Rotatoria di	2,0	A
3b	Sant'Alessandro e cavalcavia di Via Bonagiunta	8,8	A

\*Direzione Vena d'Oro (Nordest), direzione b senso opposto.

I livelli di servizio registrati sulle rotatorie sono positivi, variando fra A e B, con eccezione del braccio di Via Belmonte in Sabina nella terza rotatoria che presenta un livello di servizio C.

Nonostante ciò, il rapporto flusso capacità del braccio in analisi e l'intera intersezione presentano adeguati valori, raggiungendo un LOS complessivo B.

Tabella 56. Livello di servizio Rotatorie Svincolo di Casal Monastero (PROG I).

Braccio	Delay [s/veh]	LOS
<b>Rotatoria 1</b>		
Via Recanati	4	A
Nuova viabilità	5	A
<b>Intera intersezione</b>		<b>A</b>
<b>Rotatoria 2</b>		
Viabilità dalla rotatoria 1	9	A
Via Belmonte in Sabina	11	B
Viale Giuseppe Cappi	10	B
Viale Giuseppe Cappi (Nino Tamassia)	14	B
<b>Intera intersezione</b>	<b>11,7</b>	<b>B</b>
<b>Rotatoria 3 (Svincolo 12)</b>		
Viabilità dalla rotatoria 2	15	C
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	8	A
Da A90 Sud	-	-
<b>Intera intersezione</b>	<b>10,4</b>	<b>B</b>
<b>Rotatoria 4 (Svincolo 12)</b>		
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	8	A
Da A90 Nord	-	-
Via Belmonte in Sabina (direzione Vena d'Oro)	10	B
<b>Intera intersezione</b>	<b>8,2</b>	<b>A</b>
<b>Rotatoria 5</b>		
Via Belmonte in Sabina (direzione Vena d'Oro)	8	A
Via di Sant'Alessandro	13	B
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	10	B
Via di Saint'Alessandro	10	B
<b>Intera intersezione</b>	<b>9,7</b>	<b>A</b>

### Via Tiburtina

Anche per via Tiburtina sono state implementate le stesse metodologie dello scenario precedente. L'infrastruttura non subisce cambiamenti significativi ad eccezione degli svincoli con l'autostrada.

I livelli di servizio ottenuti in questo scenario sono abbastanza accettabili ad eccezione di particolari segmenti a monte dello svincolo 13. Continuano le alte densità sullo svincolo 13 da Roma centro verso A90 direzione Sude da A90 Sud verso Roma centro.

A valle dello svincolo 13 si presentano elevati livelli prestazionali in entrambe le direzioni.

Tabella 57. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (PROG I).

	Da	A	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1	Via Lanciano	Via Raffaele Majetti	27,9	D
	Via Raffaele Majetti	Via Lanciano	11,5	B
2	Via Raffaele Majetti	Via del casale di San Basilio	27,9	D
	Via del casale di San Basilio	Via Raffaele Majetti	20,5	C
3	Via del casale di San Basilio	Svincolo 13	26,4	D
	Svincolo 13	Via del casale di San Basilio	21,3	C
4	Svincolo 13	Via dei Radar	16,1	B
	Via dei Radar	Svincolo 13	14,3	B
5	Via dei Radar	Via Morolo	7,9	A
	Via Morolo	Via dei Radar	13,7	B
6	Via Morolo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	11,0	A
	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Morolo	20,6	C
7	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Castrocielo	3,3	A
	Via Castrocielo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	12,1	B
8	Via Castrocielo	Via Montemanno	2,5	A
	Via Montemanno	Via Castrocielo	10,2	A
9	Sottopasso Via del tecnopolo		3,7	A
	Deviazione Via del Tecnopolo		7,1	A
10	Via del Tecnopolo	Via di Marco Simone	6,7	A
	Via di Marco Simone	Via del Tecnopolo	8,6	A

Tabella 58. Livello di servizio per svincoli su Via Tiburtina (PROG I).

Svincolo	Direzione	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 13 uscita verso A90 Sud	Da Roma centro	28,3	D
Svincolo 13 Ingresso da A90 Sud	Verso Roma centro	23,6	C
Svincolo 13 Zona di scambio	Da Roma centro	16,2	B
Svincolo 13 Uscita verso A90 Sud	Verso Roma centro	14,8	B
Svincolo 13 Ingresso da A90 Nord	Da Roma centro	17,4	B
Svincolo 13 Uscita verso A90 Nord	Verso Roma centro	17,1	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Da Roma Centro	6,0	A
Rotatoria Via Rubellia Ingresso	Verso Roma centro	16,4	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Verso Roma centro	5,0	A

Tabella 59. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (PROG I).

Braccio	Delay [s/veh]	LOS
Via Tiburtina ingresso da Roma Centro	8	A
Via Colli sul Velino	15	C

Via Tiburtina ingresso verso Roma Centro	14,2	B
Via Rubellia	6,3	A
Intera intersezione	10.2	B

## 9.5 Livello di Servizio Scenario di Progetto II Fase Funzionale – Soluzione Base

In questo capitolo si presentano le risultanze dell'implementazione delle metodologie precedentemente descritte per il calcolo del Livello di Servizio per l'infrastruttura dello scenario di Progetto II Fase Funzionale – Soluzione Base.

### Autostrada A90 - GRA

L'infrastruttura dell'autostrada A90 in questo scenario prevede significativi cambiamenti rispetto a quelli precedenti. Si aggiungono due complanari, una per senso di marcia e anche modifiche alla sezione trasversale della sede principale con aumento del numero di corsie o della dimensione della banchina.

Di seguito si presentano i risultati per senso di marcia sia per la sede principale sia per le complanari e degli svincoli presenti nella tratta di studio.

Tabella 60. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord – PROG II - Base).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
<b>Sede principale</b>				
Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	19,5	C
Km 31 + 800	Km 30 + 850	Da uscita svincolo 14 a corsia di immissione complanare	7,1	A
Km 30 + 800	Km 29 + 150	Da corsia di immissione complanare a corsia di uscita verso complanare	16,0	B
Km 29 + 100	Km 27 + 600	A valle corsia di uscita verso complanare	16,3	B
<b>Complanare Nord</b>				
Km 31 + 850	Km 31 + 450	Da stacco sede principale a uscita A24	11,4	B
Km 31 + 400	Km 31 + 150	Da uscita A24 a ingresso A24	19,5	C
Km 31 + 100	Km 30 + 900	Da ingresso A24 a corsia di uscita verso sede principale	24,0	C
Km 30 + 900	Km 30 + 800	Da corsia di uscita verso sede principale a corsia di ingresso rampa di inversione	35,1	E
Km 30 + 750	Km 30 + 400	Da corsia di ingresso rampa di inversione a uscita Via Sabatino Gianni	24,5	C
Km 30 + 350	Km 30 + 000	Da uscita Via Sabatino Gianni a uscita svincolo 13	15,0	B
Km 29 + 950	Km 29 + 700	Da uscita svincolo 13 a ingresso svincolo 13	19,8	C
Km 29 + 650	Km 29 + 300	Da ingresso svincolo 13 a uscita rampa di inversione	16,5	B
Km 29 + 300	Km 29 + 000	Da uscita rampa di inversione a ingresso da sede principale	15,2	B
Km 29 + 050	Km 28 + 950	Da ingresso da sede principale a ingresso Via G. Armenise	11,9	B
Km 28 + 900	Km 28 + 500	Da ingresso Via G. Armenise a uscita svincolo 12	11,9	B
Km 28 + 450	Km 28 + 000	Da uscita svincolo 12 a ingresso svincolo 12	8,7	A

## □ Systematica

Km 27 +  
950

Km 27 +  
600

A valle svincolo 12

12,8

B

Tabella 61. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud – PROG II - Base).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
<b>Sede principale</b>				
Km 27+600	Km 29 + 150	A monte corsia di immissione complanare	15,2	B
Km 29 + 200	Km 30 + 400	Da corsia di immissione complanare a corsia di uscita complanare	20,7	C
Km 30 + 500	Km 30 + 850	Da corsia di uscita complanare a corsia di immissione complanare	14,1	B
Km 30 + 900	Km 31 + 450	Da corsia immissione complanare a ingresso da A24 Est	18,4	C
Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso da A24 Est e ingresso da A24 Ovest	23,1	C
Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle ingresso A24 Ovest	23,3	C
<b>Complanare Sud</b>				
Km 27 + 600	Km 27 + 950	A monte svincolo 12	10,6	A
Km 28 + 000	Km 28 + 450	Da uscita a ingresso svincolo 12	9,3	A
Km 28 + 500	Km 29 + 150	Da ingresso svincolo 12 a corsia di uscita verso sede principale	18,9	C
Km 29 + 150	Km 29 + 250	Da corsia di uscita verso sede principale a corsia di ingresso rampa di inversione	19,7	C
Km 29 + 300	Km 29 + 600	Da corsia di ingresso rampa di inversione a uscita svincolo 13 (Via Tiburtina)	13,5	B
Km 29 + 650	Km 29 + 900	Da uscita svincolo 13 a uscita svincolo 13 (Via Tiburtina)	8,5	A
Km 29 + 900	Km 30 + 050	Da uscita a ingresso svincolo 13 (Via Tiburtina)	4,3	A
Km 30 + 100	Km 30 + 300	Da ingresso svincolo 13 a corsia di immissione da sede principale	18,0	C
Km 30 + 300	Km 30 + 450	Da corsia di immissione da sede principale a svincolo uscita Via G. Bona	19,5	C
Km 30 + 500	Km 30 + 950	Da uscita Via G. Bona a uscita rampa di inversione	19,5	C
Km 30 + 950	Km 31 + 050	Da uscita rampa di inversione a corsia di uscita verso sede principale	25,9	C
Km 31 + 050	Km 31 + 300	Da corsia di uscita sede principale a uscita svincolo 14	44,3	E

Tabella 62. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord – PROG II - Base).

Svincolo	Km	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 31 + 850	11,3	B
Svincolo 14 Ingresso A24	Km 31 + 150	30,3	D
Uscita Via Gianni	Km 30 + 400	16,8	B
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 30 + 000	16,7	B
Uscita rampa di inversione	Km 29 + 300	18,0	B
Ingresso Via G. Armenise	Km 28 + 950	7,7	B
Svincolo 12 Uscita a Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 500	9,9	A
Svincolo 12 Ingresso da Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 000	8,3	A

In direzione nord lo scenario prevede l'inserimento *di major merge areas* in corrispondenza con la rampa di inversione in ingresso e di Via Tiburtina in ingresso sulla complanare. Di seguito si presentano i valori di flusso capacità amonte e a valle degli ingressi.

Tabella 63. Rapporto flusso capacità per valutazione di major merge area (Direzione Nord – PROG II-Base).

Svincolo	Km	V/C a monte ingresso	V/C a valle ingresso
Ingresso rampa inversione	Km 30 + 800	0,9	0,76
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 700	0,62	0,52

Tabella 64. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Sud PROG I - Base).

Svincolo	Km	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 12 Uscita Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 000	11,4	B
Svincolo 12 Ingresso Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 450	19,3	B
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina verso Roma centro	Km 29 + 600	14,0	B
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina da Roma centro	Km 29 + 900	7,9	A
Uscita Svincolo Via Bona	Km 30 + 450	22,1	C
Uscita rampa di inversione	Km 30 + 950	18,1	B
Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 300	20,13	C
Svincolo 14 Ingresso da A24 Est	Km 31 + 500	26,0	C
Svincolo 14 Ingresso da A24 Ovest	Km 32 + 000	25,8	C

In direzione sud lo scenario prevede l'inserimento *di major merge areas* in corrispondenza con la rampa di inversione in ingresso e di Via Tiburtina in ingresso alla complanare. Di seguito si presentano i valori di flusso capacità amonte e a valle degli ingressi.

Tabella 65. Rapporto flusso capacità per valutazione di major merge area (Direzione Sud PROG II-Base).

Svincolo	Km	V/C a monte ingresso	V/C a valle ingresso
Ingresso rampa inversione	Km 29 + 250	0,65	0,42
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 050	0,11	0,57

Sono state anche valutate le corsie di scambio tra la sede principale e le complanari dell'autostrada. In questo scenario, in alcuni casi la corsia in uscita si valuta come una major diverge area e la corsia in ingresso come una merge area; in altri, la corsia in ingresso è valutata come area di ingresso o uscita utilizzando la stessa metodologia degli svincoli.

Di seguito si presentano le risultanze per ogni senso di marcia.





Figura 85. Ubicazione corsie di scambio tra sede principale e complanari.

Tabella 66. Valutazione interazione sede principale e complanari A90 (Direzione Nord – PROG II – Base).

Da	Verso	Km	Major diverge area		Merge area	
			Densità [pc/mi/ln]	LOS	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Complanare	Sede principale	Km 30 + 850	26,9	C	20,8	C

Da	Verso	Km	Diverge area		Major merge area	
			Densità [pc/mi/ln]	LOS	V/C a monte ingresso	V/C a valle ingresso
Sede principale	Complanare	Km 29 + 150	16,2	B	0,48	0,35

Tabella 67. Valutazione interazione sede principale e complanari A90 (Direzione Sud – PROG II – Base).

Da	Verso	Km	Major diverge area		Merge area	
			Densità [pc/mi/ln]	LOS	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Complanare	Sede principale	Km 29 + 150	21,41	C	23,2	C
Complanare	Sede principale	Km 31 + 050	28,72	D	20,6	C

Da	Verso	Km	Diverge area	Major merge area
----	-------	----	--------------	------------------

Sede principale	Complanare	Km 30 + 300	Densità [pc/mi/ln]	LOS	V/C a monte ingresso	V/C a valle ingresso
			20,9	C	0,57	0,65

*Svincolo di Casal Monastero – Via Belmonte in Sabina*

In questo scenario sono state implementate le stesse metodologie di calcolo di livello di servizio implementate negli scenari precedenti dato che non si presentano significative modifiche all'infrastruttura. Delle risultanze si deduce che il livello di servizio dell'infrastruttura di Casal Monastero rimane adeguata dopo gli interventi dell'autostrada.

Tabella 68. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (PROG + Base).

Segmento	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1a*	Tra uscite rotonda svincolo 12 Nord e svincoli	5,4	A
1b	Rotatoria di Saint'Alessandro	5,9	A
2a	Tra svincoli di Rotatoria di Saint'Alessandro	1,1	A
2b		5,7	A
3a	Tra svincoli di Rotatoria di Sant'Alessandro e cavalcavia di Via Bonagiunta	2,6	A
3b		7,2	A

\*Direzione Vena d'Oro (Nordest), direzione b senso opposto.

Tabella 69. Livello di servizio Rotatorie Svincolo di Casal Monastero (PROG II – Base).

Braccio	Delay [s]	LOS
<b>Rotatoria 1</b>		
Via Recanati	5	A
Nuova viabilità	6	A
<b>Intera intersezione</b>	<b>5,6</b>	<b>A</b>
<b>Rotatoria 2</b>		
Viabilità dalla rotatoria 1	9	A
Via Belmonte in Sabina	12	B
Viale Giuseppe Cappi	13	B
Viale Giuseppe Cappi (Nino Tamassia)	11	B
<b>Intera intersezione</b>	<b>11,9</b>	<b>B</b>
<b>Rotatoria 3 (Svincolo 12)</b>		
Viabilità dalla rotatoria 2	10	B
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	12	B
Da A90 Sud	6	A
<b>Intera intersezione</b>	<b>9,9</b>	<b>A</b>
<b>Rotatoria 4 (Svincolo 12)</b>		
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	14	B
Da A90 Nord	13	B
Via Belmonte in Sabina (direzione Vena d'Oro)	8	A
<b>Intera intersezione</b>	<b>13,7</b>	<b>B</b>
<b>Rotatoria 5</b>		
Via Belmonte in Sabina (direzione Vena d'Oro)	8	A

Braccio	Delay [s]	LOS
Via di Sant'Alessandro	13	B
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	10	B
Via di Saint'Alessandro	11	B
Intera intersezione	<b>9,6</b>	<b>A</b>

Nelle rotonde sono evidenti le elevate prestazioni con livelli di servizio tra A e C nei bracci e fra A e B nella valutazione complessiva del livello di servizio delle intersezioni.

### Via Tiburtina

In questo scenario sono state implementate le stesse metodologie degli scenari precedenti perché l'infrastruttura non subisce cambiamenti. I livelli di servizio ottenuti in questo scenario sono abbastanza accettabili ad eccezione di particolari segmenti amonte dello svincolo 13.

Tabella 70. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (PROG- Base).

	Da	A	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1	Via Lanciano	Via Raffaele Majetti	27,9	D
	Via RaffaeleMajetti	Via Lanciano	11,4	B
2	Via Raffaele Majetti	Via del casale di San Basilio	29,2	D
	Via del casale di San Basilio	Via Raffaele Majetti	18,4	C
3	Via del casale di San Basilio	Svincolo 13	26,3	D
	Svincolo 13	Via del casale di San Basilio	16,4	B
4	Svincolo 13	Via dei Radar	14,7	B
	Via dei Radar	Svincolo 13	13,0	B
5	Via dei Radar	Via Morolo	6,3	A
	Via Morolo	Via dei Radar	12,6	B
6	Via Morolo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	9,5	A
	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Morolo	18,9	C
7	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Castrocielo	3,8	A
	Via Castrocielo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	15,6	B
8	Via Castrocielo	Via Montemanno	2,5	A
	Via Montemanno	Via Castrocielo	10,4	A
9	Sottopasso Via del Tecnopolo		3,7	A
	Deviazione Via del Tecnopolo		7,3	A
10	Via del Tecnopolo	Via di Marco Simone	6,7	A
	Via di Marco Simone	Via del Tecnopolo	8,5	A

Tabella 71. Livello di servizio per svincoli su Via Tiburtina (PROG+ Base).

Svincolo	Direzione	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 13 uscita verso A90 Sud	Da Roma centro	23,5	C
Svincolo 13 Ingresso da A90 Sud	Verso Roma centro	18,7	B

Svincolo 13 Ingresso da A90 Sud	Da Roma centro	14,2	B
Svincolo 13 Ingresso da A90 Nord	Da Roma centro	15,9	B
Svincolo 13 Uscita verso A90 Nord	Verso Roma centro	14,7	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Da Roma Centro	6,1	A
Rotatoria Via Rubellia Ingresso	Verso Roma centro	15,3	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Verso Roma centro	4,7	A

Tabella 72. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (PROG II – Base).

Braccio	Delay [s/veh]	LOS
Via Tiburtina ingresso da Roma Centro	10	B
Via Colli sul Velino	12	B
Via Tiburtina ingresso verso Roma Centro	14	B
Via Rubellia	9	A
Intera intersezione	11,5	B

## 9.6 Livello di Servizio Scenario di Progetto II Fase Funzionale - Soluzione a due corsie

In questo capitolo si presentano le risultanze dell'implementazione delle metodologie precedentemente descritte per il calcolo del Livello di Servizio per l'infrastruttura dello scenario di Progetto (II Fase Funzionale) Soluzione a due corsie.

### Autostrada A90 - GRA

Per la autostrada sono state implementate le stese metodologie dello scenario precedente, con le variazioni di numero di corsie nelle tratte corrispondenti.

Tabella 73. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord- PROG II- Due corsie).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
<b>Sede principale</b>				
Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	19,1	C
Km 31 + 800	Km 30 + 850	Da uscita svincolo 14 a corsia di immissione complanare	7,9	A
Km 30 + 800	Km 29 + 150	Da corsia di immissione complanare a corsia di uscita verso complanare	15,5	B
Km 29 + 100	Km 27 + 600	A valle corsia di uscita verso complanare	16,3	B
<b>Complanare Nord</b>				
Km 31 + 850	Km 31 + 450	Da stacco sede principale a uscita A24	12,6	B
Km 31 + 400	Km 31 + 150	Da uscita A24 a ingresso A24	22,4	C
Km 31 + 100	Km 30 + 900	Da ingresso A24 a corsia di uscita verso sede principale	25,0	C
Km 30 + 900	Km 30 + 800	Da corsia di uscita verso sede principale a corsia di ingresso rampa di inversione	24,3	C
Km 30 + 750	Km 30 + 400	Da corsia di ingresso rampa di inversione a uscita Via Sabatino Gianni	17,6	B
Km 30 + 350	Km 30 + 000	Da uscita Via Sabatino Gianni a uscita svincolo 13	15,7	B
Km 29 + 950	Km 29 + 700	Da uscita svincolo 13 a ingresso svincolo 13	11,0	A
Km 29 + 650	Km 29 + 300	Da ingresso svincolo 13 a uscita rampa di inversione	17,6	B
Km 29 + 300	Km 29 + 000	Da uscita rampa di inversione a ingresso da sede principale	8,8	A
Km 29 + 050	Km 28 + 950	Da ingresso da sede principale a ingresso Via G. Armenise	16,2	B
Km 28 + 900	Km 28 + 500	Da ingresso Via G. Armenise a uscita svincolo 12	16,2	B
Km 28 + 450	Km 28 + 000	Da uscita svincolo 12 a ingresso svincolo 12	8,4	A
Km 27 + 950	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	12,8	B

Tabella 74. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud – PROG II– Due corsie).

Da	A	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
<b>Sede principale</b>				
Km 27+600	Km 29 + 150	A monte corsia di immissione complanare	15,2	B
Km 29 + 200	Km 30 + 400	Da corsia di immissione complanare a corsia di uscita complanare	18,9	C
Km 30 + 500	Km 30 + 850	Da corsia di uscita complanare a corsia di immissione complanare	12,5	B
Km 30 + 900	Km 31 + 450	Da corsia immissione complanare a ingresso da A24 Est	11,9	B
Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso da A24 Est e ingresso da A24 Ovest	23,5	C
Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle ingresso A24 Ovest	21,9	C
<b>Complanare Sud</b>				
Km 27 + 600	Km 27 + 950	A monte svincolo 12	10,6	A
Km 28 + 000	Km 28 + 450	Da uscita a ingresso svincolo 12	9,3	A
Km 28 + 500	Km 29 + 150	Da ingresso svincolo 12 a corsia di uscita verso sede principale	19,1	C
Km 29 + 150	Km 29 + 250	Da corsia di uscita verso sede principale a corsia di ingresso rampa di inversione	13,5	B
Km 29 + 300	Km 29 + 600	Da corsia di ingresso rampa di inversione a uscita svincolo 13 (Via Tiburtina)	15,8	B
Km 29 + 650	Km 29 + 900	Da uscita svincolo 13 a uscita svincolo 13 (Via Tiburtina)	11,1	B
Km 29 + 900	Km 30 + 050	Da uscita a ingresso svincolo 13 (Via Tiburtina)	6,1	A
Km 30 + 100	Km 30 + 300	Da ingresso svincolo 13 a corsia di immissione da sede principale	14,7	B
Km 30 + 300	Km 30 + 450	Da corsia di immissione da sede principale a svincolo uscita Via G. Bona	21,5	C
Km 30 + 500	Km 30 + 950	Da uscita Via G. Bona a uscita rampa di inversione	21,5	C
Km 30 + 950	Km 31 + 050	Da uscita rampa di inversione a corsia di uscita verso sede principale	25,1	C
Km 31 + 050	Km 31 + 300	Da corsia di uscita sede principale a uscita svincolo 14	24,0	C

Tabella 75. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord– PROG II– Due corsie).

Svincolo	Km	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 31 + 800	12,9	B
Uscita Via S. Gianni	Km 30 + 400	18,6	B
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 30 + 000	15,5	B
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 700	15,9	B
Uscita rampa di inversione	Km 29 + 300	18,8	B
Ingresso Via G. Armenise	Km 28 + 950	8,5	A
Svincolo 12 Uscita a Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 500	9,1	A

Svincolo	Km	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 12 Ingresso da Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 000	8,6	A

In direzione nord lo scenario prevede l'inserimento *di major merge areas* in corrispondenza con l'ingresso da A24 e la rampa di inversione in ingresso sulla complanare. Di seguito si presentano i valori di flusso capacità a monte e a valle degli ingressi.

Tabella 76. Rapporto flusso capacità per valutazione di major merge area (Direzione Nord PROG II– Due corsie).

Svincolo	Km	V/C a monte ingresso	V/C a valle ingresso
Ingresso da A24	Km 31 + 150	0,35	0,83
Ingresso da rampa di inversione	Km 30 + 800	0,78	0,58

Tabella 77. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Sud PROG II– Due corsie).

Svincolo	Km	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 12 Uscita Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 000	26,9	C
Svincolo 12 Ingresso Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 450	17,5	B
Ingresso rampa di inversione	Km 29 + 250	21,1	C
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina verso Roma centro	Km 29 + 600	7,3	A
Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina da Roma centro	Km 29 + 900	2,4	A
Uscita Svincolo Via Bona	Km 30 + 450	23,3	C
Uscita rampa di inversione	Km 30 + 950	19,3	B
Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 300	26,2	C
Svincolo 14 Ingresso da A24 Est	Km 31 + 450	26,0	C
Svincolo 14 Ingresso da A24 Ovest	Km 32 + 000	24,0	C

In direzione sud lo scenario prevede l'inserimento *di major merge areas* in corrispondenza con lo svincolo 13 di Via Tiburtina in ingresso sulla complanare. Di seguito si presentano i valori di flusso capacità a monte e a valle dell'ingresso.

Tabella 78. Rapporto flusso capacità per valutazione di major merge area (Direzione Sud PROG II– Due corsie).

Svincolo	Km	V/C a monte ingresso	V/C a valle ingresso
Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 050	0,15	0,47

Sono state anche valutate le corsie di scambio tra la sede principale e le complanari dell'autostrada. Di seguito si presentano le risultanze per ogni senso di marcia.



Figura 86. Ubicazione corsie di scambio tra sede principale e complanari.

Tabella 79. Valutazione corsie di scambio sede principale e complanari A90 (Direzione Nord – PROG II – Due corsie).

Da	Verso	Km	Major diverge area		Merge area	
			Densità [pc/mi/ln]	LOS	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Complanare	Sede principale	Km 30 + 850	27,4	C	18,8	B

Da	Verso	Km	Diverge area		Merge area	
			Densità [pc/mi/ln]	LOS	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Sede principale	Complanare	Km 29 + 150	15,2	B	15,9	B

Tabella 80. Valutazione corsie di scambio sede principale e complanari A90 (Direzione Sud – PROG II – Due corsie).

Da	Verso	Km	Diverge area	Merge area
----	-------	----	--------------	------------



			Densità [pc/mi/ln]	LOS	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Complanare	Sede principale	Km 29 + 150	19,1	B	20,5	C
Sede principale	Complanare	Km 30 + 300	19,4	B	23,9	C
Complanare	Sede principale	Km 31 + 050	25,7	C	17,9	B

### Svincolo di Casal Monastero – Via Belmonte in Sabina

Per lo svincolo di Casal Monastero, è stata implementata la stessa metodologia degli scenari precedenti in quanto presenta la stessa infrastruttura. Non si evidenziano criticità nei segmenti stradali.

Tabella 81. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (PROG II - Due corsie).

Segmento	Tratta	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1a*	Tra uscite rotonda svincolo 12 Nord e svincoli	5,5	A
1b	Rotatoria di Saint'Alessandro	5,9	A
2a	Tra svincoli di Rotatoria di Saint'Alessandro	0,1	A
2b		5,7	A
3a	Tra svincoli di Rotatoria di Sant'Alessandro e	2,8	A
3b	cavalcavia di Via Bonagiunta	7,2	A

\*Direzione Vena d'Oro (Nordest), direzione b senso opposto.

Tabella 82. Livello di servizio Rotatorie Svincolo di Casal Monastero (PROG II - Due corsie).

Braccio	Delay [s]	LOS
<b>Rotatoria 1</b>		
Via Recanati	5	A
Nuova viabilità	6	A
Intera intersezione	5,3	A
<b>Rotatoria 2</b>		
Viabilità dalla rotatoria 1	9	A
Via Belmonte in Sabina	12	B
Viale Giuseppe Cappi	13	B
Viale Giuseppe Cappi (Nino Tamassia)	11	B
Intera intersezione	11,1	B
<b>Rotatoria 3 (Svincolo 12)</b>		
Viabilità dalla rotatoria 2	10	B
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	12	B
Da A90 Sud	6	A
Intera intersezione	9,7	A
<b>Rotatoria 4 (Svincolo 12)</b>		
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	14	B
Da A90 Nord	13	B
Via Belmonte in Sabina (direzione Vena d'Oro)	8	A

Braccio	Delay [s]	LOS
<b>Intera intersezione</b>	<b>13,7</b>	<b>B</b>
<b>Rotatoria 5</b>		
Via Belmonte in Sabina (direzione Vena d'Oro)	8	A
Via di Sant'Alessandro	13	B
Via Belmonte in Sabina (direzione Torraccia)	10	B
Via di Saint'Alessandro	11	B
Intera intersezione	<b>9,6</b>	<b>A</b>

Nelle rotatorie sono evidenti le elevate prestazioni con livelli di servizio tra A e C nei bracci e fra A e B nella valutazione complessiva del livello di servizio delle intersezioni.

### Via Tiburtina

In questo scenario sono state implementate le stesse metodologie degli scenari precedenti perché l'infrastruttura non subisce cambiamenti.

I livelli di servizio ottenuti in questo scenario sono abbastanza accettabili ad eccezione di particolari segmenti a monte dello svincolo 13.

Tabella 83. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (PROG-IDue corsie).

	Da	A	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1	Via Lanciano	Via Raffaele Majetti	27,9	D
	Via Raffaele Majetti	Via Lanciano	11,4	B
2	Via Raffaele Majetti	Via del casale di San Basilio	29,2	D
	Via del casale di San Basilio	Via Raffaele Majetti	18,4	C
3	Via del casale di San Basilio	Svincolo 13	21,1	C
	Svincolo 13	Via del casale di San Basilio	23,0	C
4	Svincolo 13	Via dei Radar	16,1	B
	Via dei Radar	Svincolo 13	13,8	B
5	Via dei Radar	Via Morolo	6,8	A
	Via Morolo	Via dei Radar	11,7	B
6	Via Morolo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	9,4	A
	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Morolo	17,7	B
7	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Castrocielo	3,4	A
	Via Castrocielo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	10,4	A
8	Via Castrocielo	Via Montemanno	2,5	A
	Via Montemanno	Via Castrocielo	9,1	A
9	Sottopasso Via del tecnopolo		3,7	A
	Deviazione Via del Tecnopolo		7,0	A
10	Via del Tecnopolo	Via di Marco Simone	6,7	A
	Via di Marco Simone	Via del Tecnopolo	8,6	A

Tabella 84. Livello di servizio per svincoli su Via Tiburtina (PROG # Due corsie).

Svincolo	Direzione	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 13 uscita verso A90 Sud	Da Roma centro	23,8	C
Svincolo 13 Ingresso da A90 Sud	Verso Roma centro	19,3	B
Svincolo 13 Ingresso da A90 Sud	Verso Roma centro	14,4	B
Svincolo 13 Ingresso da A90 Nord	Da Roma centro	17,3	B
Svincolo 13 Uscita verso A90 Nord	Verso Roma centro	15,9	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Da Roma Centro	6,0	A
Rotatoria Via Rubellia Ingresso	Verso Roma centro	14,8	B
Rotatoria Via Rubellia Uscita	Verso Roma centro	11,5	B

Tabella 85. Livello di servizio Rotatoria Via Tiburtina Via Rubellia (PROG-H Due corsie).

Braccio	Delay [s/veh]	LOS
Via Tiburtina ingresso da Roma Centro	10	B
Via Colli sul Velino	12	B
Via Tiburtina ingresso verso Roma Centro	14	B
Via Rubellia	9	A
Intera intersezione	11,5	B

## 9.7 Livello di Servizio Scenario di Riferimento – Settembre 2021

In questo capitolo si presentano le risultanze dell'implementazione delle metodologie previamente descritte per il calcolo del Livello di Servizio per l'infrastruttura dello scenario di riferimento aggiornato con gli interventi previsti a settembre 2021.

### Autostrada A90 – GRA

Per il calcolo del livello di servizio della autostrada A90 nello scenario di riferimento sono stati implementati tre metodologie del HCM: per *segmenti autostradali base*, per *svincoli in ingresso e in uscita* e per *zone di scambio*.

La figura evidenzia la metodologia implementata nei segmenti della viabilità in esame, la direzione dei segmenti e il numero identificativo di ogni svincolo.

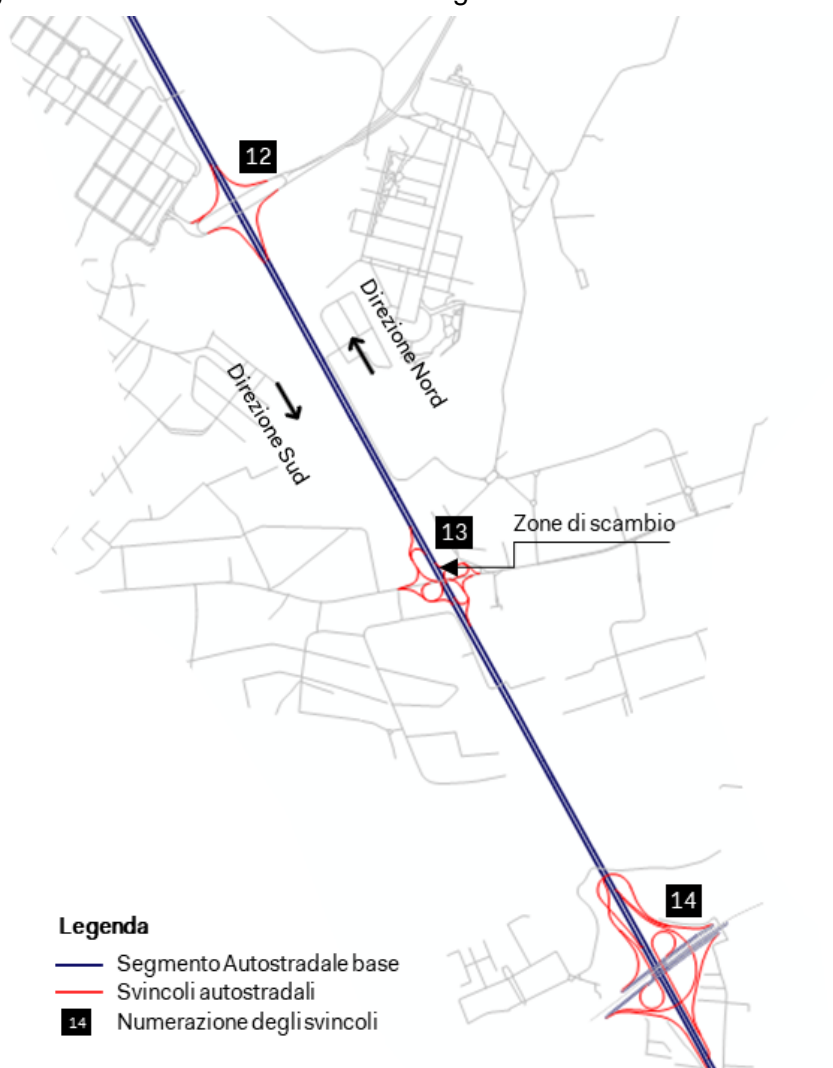


Figura 87. Segmenti per il calcolo del LOS nell'A90 (RIF2021)

Tabella 86. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord – RIF 2021).

	Da	A	Tratta	Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
01	Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	4.109	21,0	C
02	Km 31 + 900	Km 31 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 14	2.396	13,1	B
03	Km 31 + 100	Km 30 + 000	Tra svincolo 14 e svincolo 13	5.637	29,6	D
04	Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra svincolo 13 e svincolo 12	3.986	19,8	C
05	Km 28 + 450	Km 28 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 12	3.569	17,9	B
06	Km 28 + 100	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	4.138	20,5	C

Tabella 87. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud- RIF 2021).

	Da	A	Tratta	Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
01	Km 27 + 600	Km 28 + 100	A monte svincolo 12	3.948	19,7	C
02	Km 28 + 150	Km 28 + 450	Tra uscita e ingresso svincolo 12	3.752	18,8	C
03	Km 28 + 500	Km 29 + 600	Tra ingresso svincolo 12 e uscita svincolo 13	5.230	26,6	D
04	Km 30 + 000	Km 31 + 150	Tra svincolo 13 e svincolo 14	5.884	31,3	D
05	Km 31 + 150	Km 31 + 450	Tra uscita ed ingresso svincolo 14	3.410	17,3	B
06	Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso e ingresso svincolo 14	4.712	23,6	C
07	Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle svincolo 14	4.743	23,7	C

Tabella 88. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord RIF 2021).

	Svincolo	Km	Volume* [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
01	Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 32 + 000	1.713	25,6	C
02	Svincolo 14 Ingresso A24	Km 31 + 400	3.244	32,5	D
03	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 30 + 000	697	31,5	D
04	Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	5.490	34,3	D
05	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 700	601	21,8	C
06	Svincolo 12 Uscita Casal Monastero	Km 28 + 500	419	23,7	C
07	Svincolo 12 Ingresso Casal Monastero	Km 28 + 100	571	22,6	C

\*Volume sulla rampa

Tabella 89. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Sud RIF 2021).

	Svincolo	Km	Volume* [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
01	Svincolo 12 Uscita Central del Latte	Km 28 + 100	198	21,4	C
02	Svincolo 12 Ingresso Central del Latte	Km 28 + 500	1.480	30,7	D
03	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 29 + 700	670	27	C

04	Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	4.905	28,1	D
05	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 000	1.792	34,8	D
06	Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 200	2.475	32,5	D
07	Svincolo 14 Ingresso A24 Est	Km 31 + 400	1.302	27,1	C
08	Svincolo 14 Ingresso A24 Ovest	Km 32 + 000	33	26,1	C

\*Volume sulla rampa

**Svincolo di Casal Monastero – Via Belmonte in Sabina**

Per calcolo del Livello di Servizio nella Via Belmonte in Sabina in corrispondenza con lo svincolo 12 dell'autostrada A90, sono state implementate le metodologie di *strade a più corsie* per i segmenti della viabilità a due corsie a doppia carreggiata e *rampe in ingresso e uscita* per gli svincoli autostradali.

I segmenti sotto individuati avanzano in direzione nordest dallo svincolo 12 Central del Latticino allo svincolo di Via di Sant'Alessandro. Si osservano nella figura i segmenti per il calcolo del LOS.

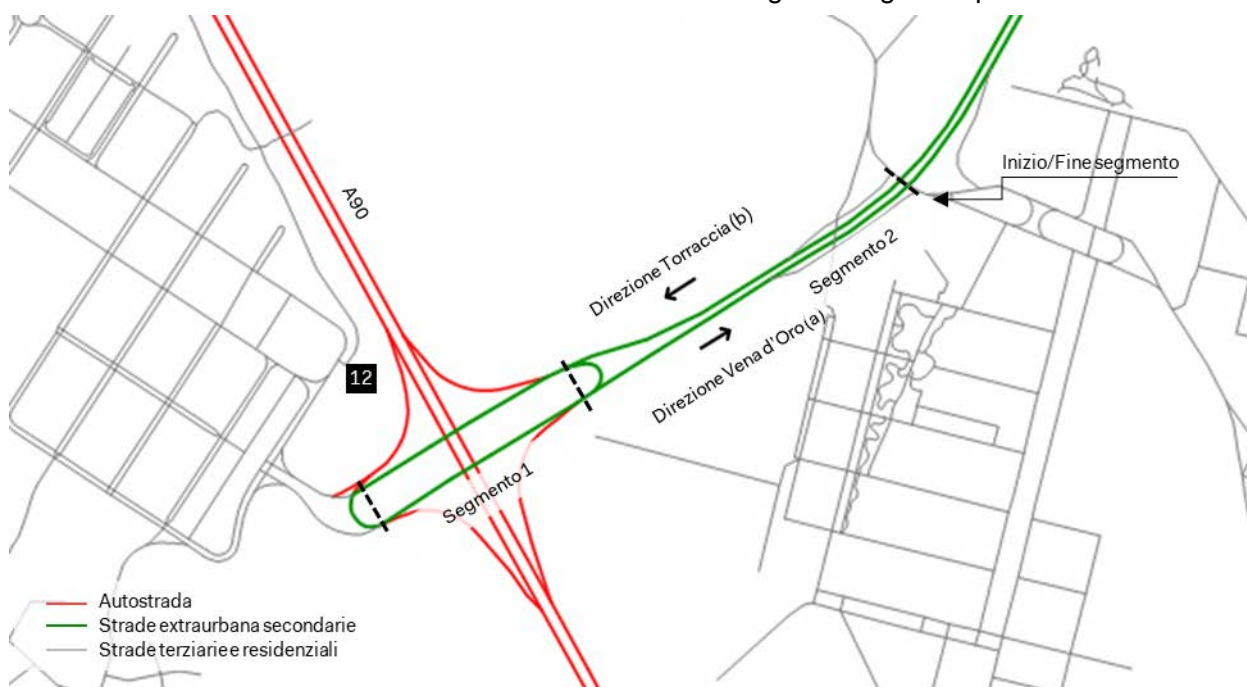


Figura 88. Segmenti per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (RI021).

Tabella 90. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (RI021).

Segmento	Tratta	Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1 a*	Tra ingressi e uscita svincolo 12	662	8,0	A
1 b		1.000	11,2	B
2 a	Tra svincolo 12 e svincoli Via di Sant'Alessandro	625	7,2	A
2 b		1.117	14,0	B

\*Direzione Vena d'Oro (Nordest), direzione b senso opposto.

Gli svincoli in ingresso e in uscita dalla autostrada che si collegano alla via Belmonte lo fanno attraverso *major merge* e *major diverge areas*. La figura evidenzia la numerazione implementata per il calcolo del LOS degli svincoli.

Per le aree di fusione (*merge*) non è possibile calcolare il LOS . L'analisi si limita a verificare la capacità dei rami in prossimità e il segmento a valle attraverso il rapporto flusso capacità. La tabella successiva presenta il rapporto flusso capacità per gli svincoli con configurazione major merge area prima e dopo l'ingresso.

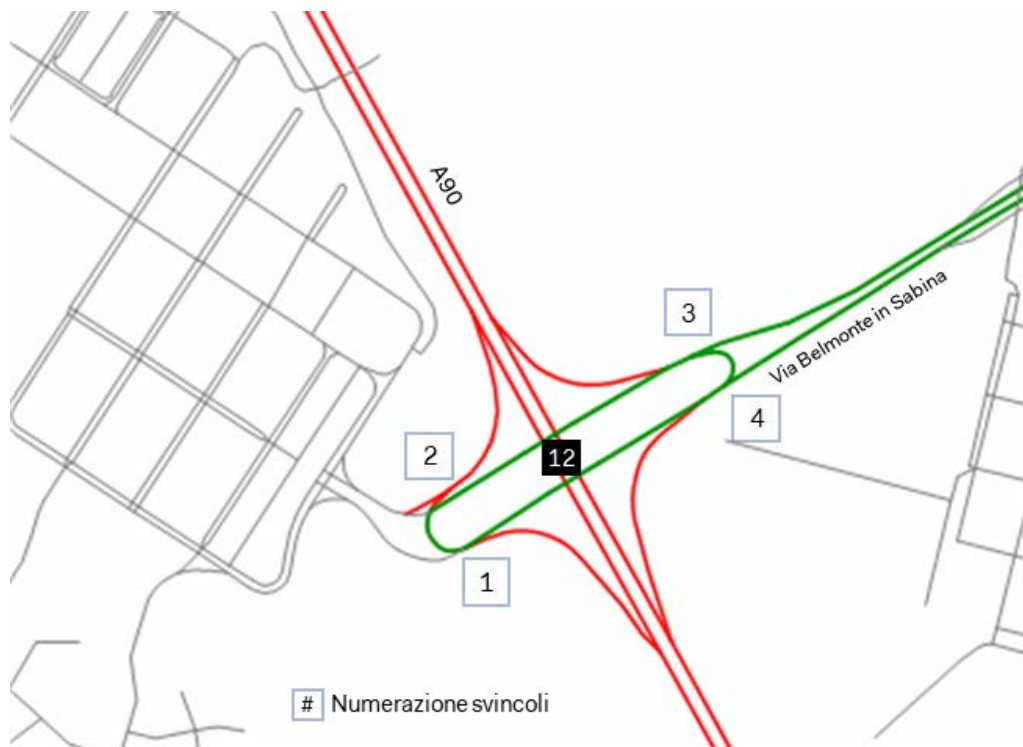


Figura 89. Numerazione degli svincoli per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (RIF 2021).

Dai risultati ottenuti nel calcolo di saturazione delle *major merge areas* è possibile concludere che sono in grado di gestire i flussi di veicoli previsti nello scenario analizzato.

Tabella 91. Rapporto flusso capacità per *major merge areas* su Via Belmonte in Sabina (RIF 2021).

Svincolo		Volume [veq/h]	V/C A monte ingresso	Volume [veq/h]	V/C A valle ingresso
2	Da A90 Sud	1.000	0,33	650	0,44
4	Da A90 Nord	662	0,22	1.080	0,36

Per gli altri svincoli è stato calcolato il livello di servizio. Tutti presentano elevate prestazioni, con livelli di servizio B.

Tabella 92. Livello di servizio per svincoli su Via Belmonte in Sabina (RIF 2021).

Svincolo		Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1	Verso A90 Sud	1.480	16,6	B
3	Verso A90 Nord	571	11,4	B

\*Volume sulla rampa

*Via Tiburtina*

Per la viabilità di via Tiburtina sono state implementate le metodologie di strade a più corsie per segmenti a tre e due corsie a carreggiata separata e per gli svincoli, la metodologia di rampe in ingresso e in uscita.

Tabella 93. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (RIF 2021).

	Da	A	Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
3	Via del casale di San Basilio	Svincolo 13	3.658	24,5	C
	Svincolo 13	Via del casale di San Basilio	3.749	26,0	D
4	Svincolo 13	Via dei Radar	2.542	17,8	B
	Via dei Radar	Svincolo 13	1.805	12,5	B

Tabella 94. Livello di servizio per svincoli e su Via Tiburtina (RIE2021).

Svincolo		Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 13 Uscita verso A90 Sud	Da Roma centro	1.792	26,3	C
Svincolo 13 Ingresso da A90 Sud	Verso Roma centro	670	23,4	C
Svincolo 13 Zona di scambio	Da Roma centro	2.404	13,6	B
Svincolo 13 Zona di scambio	Verso Roma centro	3.423	18,5	B
Svincolo 13 Ingresso da A90 Nord	Da Roma centro	697	17,4	B
Svincolo 13 Uscita verso A90 Nord	Verso Roma centro	601	16,3	B

\*Volume totale sulla zona di scambio



## 9.8 Livello di Servizio Scenario di Progetto – Settembre 2021

In questo capitolo si presentano le risultanze dell'implementazione delle metodologie previamente descritte per il calcolo del Livello di Servizio per l'infrastruttura dello Scenario di Progetto aggiornato con la planimetria di potenziamento del GRA a settembre 2021.

### *Autostrada A90 – GRA*

Di seguito si presentano i risultati per senso di marcia per la sede principale, le complanari e gli svincoli presenti nella tratta di studio.

Tre metodologie di calcolo sono state implementate per individuare il livello di servizio degli elementi di progetto:

- Elementi autostradali base (*Basic Freeway segment HCM 2010*)
- Svincoli autostradali - Zone di immissione e divergenza (*Merging and diverging areas, HCM 2010*)
- Zone di scambio (*Weaving areas, HCM 2010*)

Le tabelle 95 e 96 presentano i valori di flusso in unità di veicoli equivalenti all'ora, la densità e il valore del livello di servizio di ogni elemento autostradale base.

Nelle tabelle 97 e 98, gli stessi indicatori per i tratti di collegamento delle complanari con la carreggiata principale della autostrada. Per ogni tratto, è stato calcolato il livello di servizio per le corrispondenti aree di divergenza e di immissione.

Per ultimo, le tabelle 99 e 100 riportano i valori di livello di servizio per le aree di divergenza e di immissione per gli svincoli autostradali.

Tabella 95. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Nord – Carreggiata Esterna – PROG 2021).

	Da	A	Tratta	Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
			Sede principale			
01	Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	4.145	20,7	C
02	Km 31 + 800	Km 29 + 460	Tra svincolo 14 e uscita rampa 22	1.507	9,1	A
03	Km 29 + 460	Km 28 + 420	Tra uscita rampa 22 e ingresso rampa 23	1.262	7,9	A
04	Km 28 + 420	Km 28 + 260	Tra ingresso rampa 23 e ingresso svincolo 12	2.959	18,3	C
05	Km 28 + 260	Km 27 + 500	A valle ingresso svincolo 12	4.123	24,7	C
			<b>Complanare direzione Nord (Complanare Esterna)</b>			
06	Km 31 + 290	Km 31 + 400	Tra uscita svincolo 14 e ingresso rampa 13	1.402	23,7	C
07	Km 31 + 400	Km 30 + 780	Tra rampa 13 e ingresso rampa di inversione Sud	4.510	24,8	C
08	Km 30 + 780	Km 30 + 580	Tra ingresso rampa di inversione Sud e uscita rampa 15 (Zona di scambio)	4.664	26,5	C
09	Km 30 + 580	Km 30 + 020	Tra uscita rampa 15 e rampa 17	3.187	24,1	C
10	Km 30 + 020	Km 29 + 760	Tra rampa 17 e ingresso rampa 18	2.380	43,0	E
11	Km 29 + 760	Km 29 + 320	Tra ingresso rampa 18 e uscita rampa 19	3.452	25,9	C
12	Km 29 + 320	Km 29 + 140	Tra uscita rampa 19 e ingresso rampa 22	2.369	44,5	E
13	Km 29 + 140	Km 29 + 000	Tra ingresso rampa 22 e ingresso rampa 21	2.614	19,8	C
14	Km 29 + 000	Km 28 + 640	Tra ingresso rampa 21 e uscita rampa 24	2.689	20,0	C

Tabella 96. Livello di Servizio per segmenti autostradali base dell'A90 (Direzione Sud – PROG 2021).

	Da	A	Tratta	Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
<b>Sede principale</b>						
15	Km 27 + 500	Km 28 + 200	A monte svincolo 12	4.000	19,9	C
16	Km 28 + 200	Km 28 + 520	Tra uscita svincolo 12 e uscita rampa 2	3.817	19,0	C
17	Km 28 + 520	Km 29 + 380	Tra uscita rampa 2 e ingresso rampa 3	2.800	14,7	B
18	Km 29 + 380	Km 29 + 900	Tra ingresso rampa 3 e uscita rampa 8 (Zona di scambio)	3.667	18,9	B
19	Km 29 + 900	Km 30 + 900	Tra uscita rampa 8 e rampa 11	2.391	13,0	B
20	Km 30 + 900	Km 31 + 900	Dopo rampa 11	3.275	16,7	B
<b>Complanare direzione Sud (Complanare Interna)</b>						
21	Km 28 + 740	Km 29 + 160	Tra ingresso rampa 2 e uscita rampa 3	2.421	17,9	B
22	Km 29 + 160	Km 29 + 400	Tra uscita rampa 3 e ingresso rampa di inversione Nord	1.552	23,2	C
23	Km 29 + 400	Km 29 + 600	Tra ingresso rampa di inversione Nord e rampa 4 (Zona di scambio)	2.635	14,1	B
24	Km 29 + 600	Km 29 + 920	Tra rampa 4 (Uscita svincolo 13) e rampa 5 (Uscita svincolo 13)	1.077	9,6	A
25	Km 29 + 920	Km 30 + 000	Tra rampa 5 (Uscita svincolo 13) e rampa 7 (Ingresso svincolo 13)	526	9,5	A
26	Km 30 + 000	Km 30 + 120	Tra rampa 7 (Ingresso Svincolo 13) e ingresso rampa 8	2.525	14,0	B
27	Km 30 + 120	Km 30 + 700	Tra ingresso rampa 8 e uscita rampa 10	3.801	19,3	C
28	Km 30 + 700	Km 31 + 160	Tra uscita rampa 10 e uscita svincolo 14	2.763	44,8	E

## □ Systematica

Per le aree di fusione (merge) non è possibile calcolare il LOS. L'analisi si limita a verificare la capacità dei rami in prossimità e il segmento a valle attraverso il rapporto flusso capacità. Le tabelle 97 e 98 presentano il rapporto flusso capacità per gli svincoli con configurazione major merge area prima e dopo l'ingresso.

Tabella 97. Valutazione interazione sede principale e complanari A90 (Direzione Nord – PROG 2021)

Rampa	Sede principale			Complanare - Major merge area	
	Tipo	Densità [pc/mi/ln]	LOS	V/C a monte ingresso	V/C a valle ingresso
Rampa 22	Rampa in uscita	8,8	A	0,95	0,63

Rampa	Sede principale			Complanare - Major diverge area	
	Tipo	Densità [pc/mi/ln]	LOS	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Rampa 23	Rampa in ingresso	21,7	C	18,5	B
Rampa 11	Rampa in ingresso	25,3	C	25,1	C

Tabella 98. Valutazione interazione sede principale e complanari A90 (Direzione Sud – PROG 2021)

Rampa	Sede principale			Complanare - Major merge area	
	Tipo	Densità [pc/mi/ln]	LOS	V/C a monte ingresso	V/C a valle ingresso
Rampa 2	Rampa in uscita	20,5	C	0,74	0,58
Rampa 8	Zona di scambio	18,9	B	0,60	0,91

Rampa	Sede principale			Complanare - Major diverge area	
	Tipo	Densità [pc/mi/ln]	LOS	Densità [pc/mi/ln]	LOS

Rampa 3	Zona di scambio	18,9	B	13,3	B
---------	-----------------	------	---	------	---

Tabella 99. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione Nord – PROG 2021).

Svincolo	Km	Volume [veq/h] *	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 31 + 850	37	8,4	A
Rampa 13 – Svincolo 14 Ingresso A24	Km 31 + 150	2.283	25,1	C
Ingresso rampa di inversione Sud	Km 30 + 580	154	26,5	C
Rampa 15 – Uscita Via Zoe Fontana/Via Monte Flavio	Km 30 + 000	1.477	26,5	C
Rampa 17 – Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 29 + 300	746	16,9	B
Rampa 19 – Uscita rampa di inversione Nord	Km 29 + 340	1.083	19,2	B
Rampa 21 – Ingresso Via San Giovanni Armenise	Km 29 + 000	75	9,1	A
Svincolo 12 Ingresso da Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 000	1.049	23,3	C

\*Volume sulla rampa

Rampa	Complanare - Major merge area	
	V/C a monte ingresso	V/C a valle ingresso
Rampa 18	0,85	0,83
Rampa 20	0,57	0,32

Tabella 100. Livello di Servizio per svincoli e zona di scambio dell'A90 (Direzione SudComplanare Interna – PROG2021).

Svincolo	Km	Volume [veq/h] *	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 12 Uscita Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 000	184	33,0	D
Rampa 4- Uscita Via Tiburtina	Km 29 + 600	1.559	14,1	B
Rampa 5– Uscita Via Tiburtina	Km 29 + 920	549	7,6	A
Rampa 7– Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 040	1.997	18,1	B
Rampa 10– Uscita rampa di inversione Sud	Km 30 + 520	169	27,5	C
Rampa 12- Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 300	885	28,1	D
Svincolo 14 Ingresso da A24Est	Km 31 + 500	1.518	27,7	C

## □ Systematica

Svincolo 14 Ingresso da A24 Ovest	Km 32+ 000	63	24,1	C
<i>*Volume sulla rampa</i>				

È stata analizzata anche la rotatoria che unisce i collegamenti di Via Armenise e Via Acuto. La Tabella 101 evidenzia i risultati ottenuti. Si osservano elevati livelli prestazionali.

Tabella 101. Livello di servizio rotatoria Collegamento Via Armenise – Collegamento Via Acuto

Braccio	Delay [s/veh]	LOS
Collegamento Via Armenise	10,1	A
Collegamento Via Acuto	8,0	A

### Svincolo di Casal Monastero – Via Belmonte in Sabina

Per calcolo del Livello di Servizio nella Via Belmonte in Sabina in corrispondenza con lo svincolo 12 dell'autostrada A90, sono state implementate le metodologie di *strade a più corsie* per i segmenti della viabilità a due corsie a doppia carreggiata e *rampe in ingresso e uscita* per gli svincoli autostradali.

I segmenti sotto individuati avanzano in direzione nordest dallo svincolo 12 Central del Latte fino allo svincolo di Via di Sant'Alessandro. Si osservano nella figura i segmenti per il calcolo del LOS.

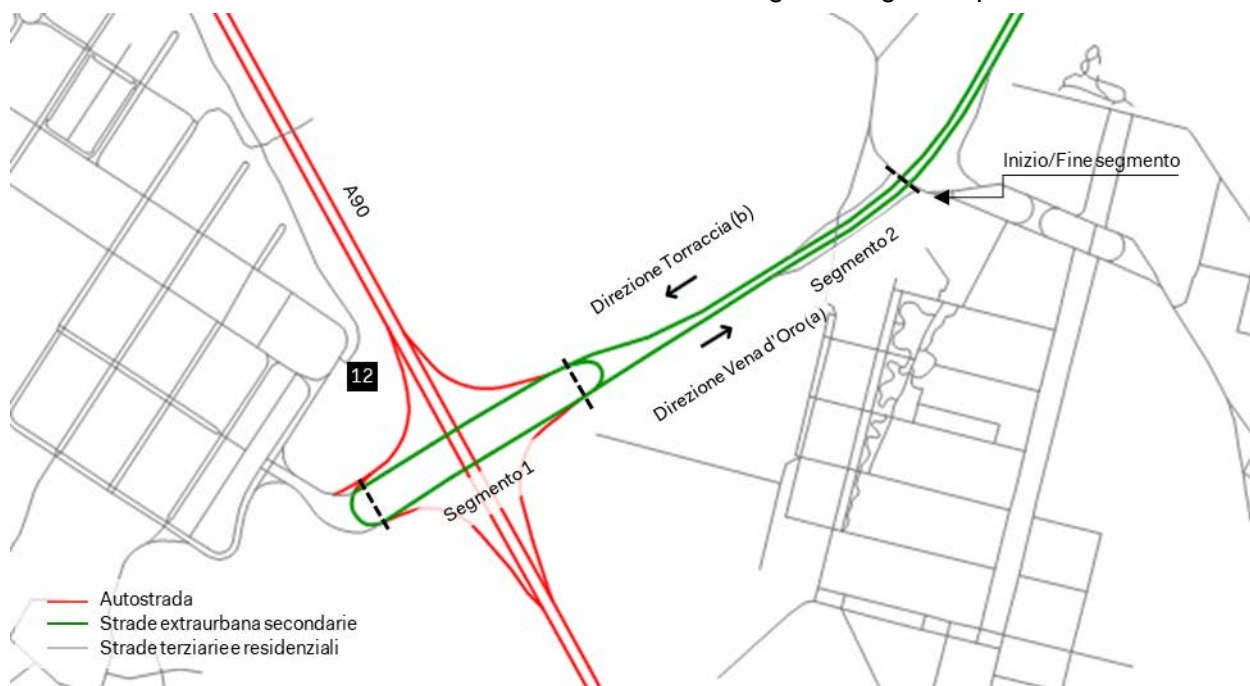


Figura 90. Segmenti per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (PROG2021).

Tabella 102. Livello di Servizio per tratti in Via Belmonte in Sabina (PROG2021).

Segmento	Tratta	Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1 a*	Tra ingressi e uscita svincolo 12	857	9,7	A
1 b		1.202	13,2	B
2 a	Tra svincolo 12 e svincoli Via di Sant'Alessandro	634	7,4	A
2 b		1.234	14,5	B

\*Direzione Vena d'Oro (Nordest), direzione b senso opposto.

Gli svincoli in ingresso e in uscita dalla autostrada che si collegano alla via Belmonte lo fanno attraverso *major merge* e *major diverge areas*. La figura evidenzia la numerazione implementata per il calcolo del LOS degli svincoli.

Per le aree di fusione (*merge*) non è possibile calcolare il LOS . L'analisi si limita a verificare la capacità dei rami in prossimità e il segmento a valle attraverso il rapporto flusso capacità. La tabella successiva presenta il rapporto flusso capacità per gli svincoli con configurazione major merge area prima e dopo l'ingresso.

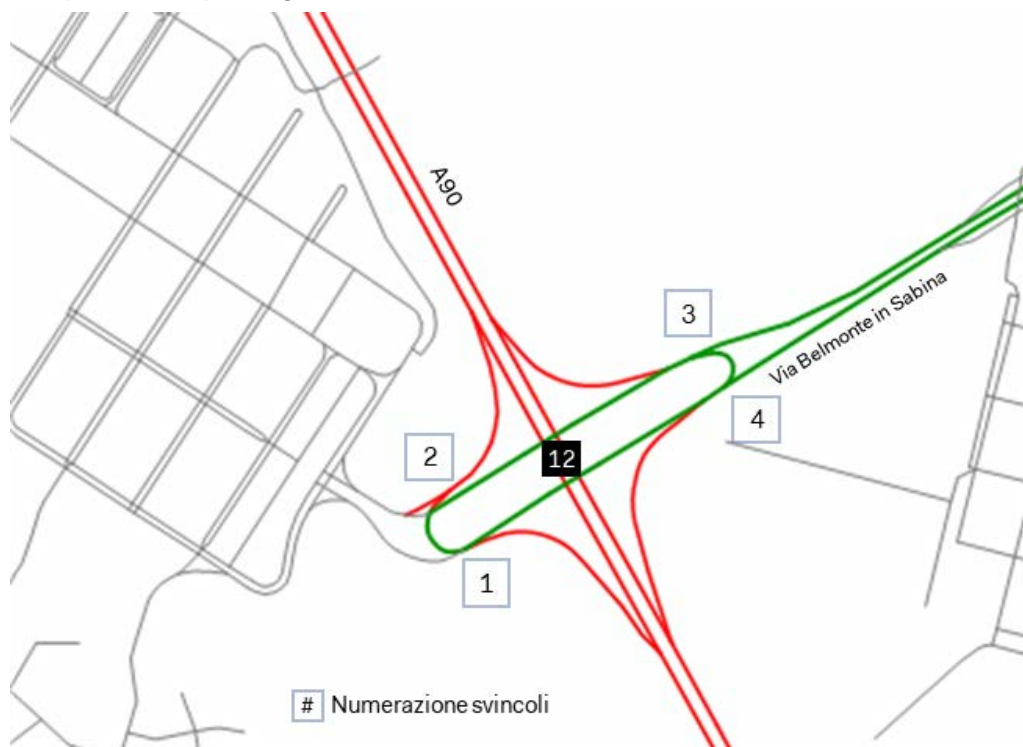


Figura 91. Numerazione degli svincoli per il calcolo del LOS nella viabilità di Via Belmonte in Sabina (PROG2021).

Si osservano elevati livelli prestazionali in tutti i segmenti analizzati.

Tabella 103. Rapporto flusso capacità per *major merge areas* su Via Belmonte in Sabina (PROG2021).

Svincolo		Volume [veq/h]	V/C A monte ingresso	Volume [veq/h]	V/C A valle ingresso
2	Da A90 Sud	1.168	0,39	685	0,46
4	Da A90 Nord	827	0,28	614	0,21

Per gli altri svincoli è stato calcolato il livello di servizio. Tutti presentano elevate prestazioni, con livelli di servizio B.

Tabella 104. Livello di servizio per svincoli su Via Belmonte in Sabina (PROG2021).

Svincolo		Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
1	Verso A90 Sud	1.477	13,5	B
3	Verso A90 Nord	1.049	11,0	B

### Via Tiburtina



Per la viabilità di via Tiburtina sono state implementate le metodologie di strade a più corsie per segmenti a tre e due corsie a carreggiata separata e per gli svincoli, la metodologia di rampe in ingresso e in uscita.

I livelli di densità ottenuti indicano buone prestazioni in condizioni di flusso critico per la viabilità di Via Tiburtina nelle vicinanze dello svincolo 13 del GRA.

Tabella 105. Livello di servizio per segmenti di strade a due e a più corsie di Via Tiburtina (PROG 2021).

	Da	A	Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
3	Via del casale di San Basilio	Svincolo 13	3.471	24,3	C
	Svincolo 13	Via del casale di San Basilio	2.674	18,6	C
4	Svincolo 13	Via dei Radar	2.823	19,8	C
	Via dei Radar	Svincolo 13	2.148	14,9	B

Tabella 106. Livello di servizio per svincoli e su Via Tiburtina (PROG 2021).

Svincolo		Volume [veq/h]	Densità [pc/mi/ln]	LOS
Svincolo 13 Uscita verso A90 Sud	Da Roma centro	1.998	27,3	C
Svincolo 13 Ingresso da A90 Sud	Verso Roma centro	1.559	21,0	C
Svincolo 13 Zona di scambio	Da Roma centro	2.078*	11,3	B
Svincolo 13 Zona di scambio	Verso Roma centro	1.116*	5,2	A
Svincolo 13 Ingresso da A90 Nord	Da Roma centro	746	18,8	B
Svincolo 13 Uscita verso A90 Nord	Verso Roma centro	1.011	18,5	B

\*Volume totale sulla zona di scambio

## 10 Valutazioni conclusive

Le valutazioni di livello di servizio riportate nei paragrafi precedenti permettono di valutare l'impatto degli interventi sull'infrastruttura stradale.

Il GRA– A90 lungo il suo percorso dallo svincolo Casal Monastero e lo svincolo A24, presenta un livello di servizio accettabile con puntali sezioni molto caricate e sature. Questo porta a una significativa riduzione della velocità di percorrenza media dei veicoli utenti dalla viabilità e in generale un decremento delle prestazioni.

La Via Tiburtina, che incrocia l'A90 nello svincolo 13, presenta anche allo stato attuale una significativa riduzione della velocità media di percorrenza e sezioni ad elevato rapporto flusso capacità. Questo si riflette nel livello di servizio ottenuto, soprattutto sulla viabilità a ovest dall'autostrada.

Nelle tabelle successive si presenta il confronto dei livelli di servizio ottenuti per ogni scenario diviso per viabilità. Nelle *major merge areas*, per le quali non è possibile calcolare il livello di servizio, si evidenzia il rapporto flusso capacità a valle dell'ingresso.

Tabella 107. Confronto risultanze livello di servizio per scenari SDF, RIF e PROG Fase I. (Intervento GRA).

Dir	Da	A	Tratta	SDF	RIF	Da	A	Tratta	PROG I
Nord	Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	C	C	Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	C
Nord	Km 31 + 900	Km 31 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 14	B	B	Km 31 + 900	Km 31 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 14	B
Nord	Km 31 + 100	Km 30 + 000	Tra ingresso svincolo 14 e uscita svincolo 13	D	D	Km 31 + 100	Km 30 + 200	Tra svincolo 14 e svincolo uscita Via S. Gianni	D
Nord	Km 31 + 100	Km 30 + 000	Tra ingresso svincolo 14 e uscita svincolo 13	D	D	Km 30 + 300	Km 30 + 000	Tra uscita Via S. Gianni e svincolo 13	D
Nord	Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra ingresso svincolo 13 e uscita svincolo 12	C	C	Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra svincolo 13 e rampa inversione cavalcavia	C
Nord	Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra ingresso svincolo 13 e uscita svincolo 12	C	C	Km 28 + 450	Km 28 + 150	Tra rampa inversione e ingresso svincolo 12	C
Nord	Km 28 + 450	Km 28 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 12	C	C	Km 28 + 450	Km 28 + 150	Tra rampa inversione e ingresso svincolo 12	C
Nord	Km 28 + 100	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	D	C	Km 28 + 100	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	C
Sud	Km 27 + 600	Km 28 + 100	A monte svincolo 12	C	C	Km 27 + 600	Km 28 + 100	A monte svincolo 12	C
Sud	Km 28 + 150	Km 28 + 450	Tra uscita e ingresso svincolo 12	C	C	Km 28 + 150	Km 28 + 450	Tra uscita e ingresso svincolo 12	C
Sud	Km 28 + 500	Km 29 + 600	Tra svincolo 12 e svincolo 13	D	C	Km 28 + 500	Km 29 + 300	Tra svincolo 12 e rampa inversione cavalcavia	C
Sud	Km 28 + 500	Km 29 + 600	Tra svincolo 12 e svincolo 13	D	C	Km 29 + 350	Km 30 + 000	Tra rampa inversione e svincolo 13	D
Sud	Km 30 + 000	Km 31 + 150	Tra svincolo 13 e svincolo 14	E	D	Km 30 + 000	Km 30 + 450	Tra svincolo 13 e svincolo uscita Via Bona	E
Sud	Km 30 + 000	Km 31 + 150	Tra svincolo 13 e svincolo 14	E	D	Km 30 + 500	Km 30 + 800	Tra svincolo uscita e svincolo ingresso Via Bona	E
Sud	Km 30 + 000	Km 31 + 150	Tra svincolo 13 e svincolo 14	E	D	Km 30 + 850	Km 31 + 150	Tra ingresso svincolo Via Bona e svincolo 14	D
Sud	Km 31 + 150	Km 31 + 450	Tra uscita ed ingresso svincolo 14	C	C	Km 31 + 150	Km 31 + 450	Tra uscita ed ingresso svincolo 14	C
Sud	Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso e ingresso svincolo 14	D	C	Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso e ingresso svincolo 14	C
Sud	Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle svincolo 14	D	C	Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle svincolo 14	C

Tabella 108. Confronto risultanze livello di servizio per scenari SDF, RIF e PROG Fase I. (Svincoli – Intervento GRA).

Direzione	Svincolo	Km	SDF	RIF	PROG I
Nord	Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 32 + 000	C	C	C
Nord	Svincolo 14 Ingresso A24	Km 31 + 400	D	D	E
Nord	Uscita Via S. Gianni	Km 30 + 500	-	-	D
Nord	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 30 + 000	D	D	C
Nord	Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	C	D	C
Nord	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 700	C	C	C
Nord	Uscita rampa di inversione	Km 29 + 300	-	-	D
Nord	Ingresso rotatoria Via Armenise	Km 29 + 050	-	-	C
Nord	Svincolo 12 Uscita Central del Latte	Km 28 + 500	C	-	-
Nord	Svincolo 12 Ingresso Central del Latte	Km 28 + 100	C	-	-
Sud	Svincolo 12 Uscita Central del Latte	Km 28 + 100	C	-	-
Sud	Svincolo 12 Ingresso Central del Latte	Km 28 + 500	D	-	-
Sud	Ingresso rampa di inversione	Km 29 + 300	-	-	D
Sud	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 29 + 700	C	C	D
Sud	Svincolo 13 Zona discambio	Km 29 + 800	D	C	B
Sud	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 000	D	D	C
Sud	Rampa uscita Via Bona		-	-	D
Sud	Rampa ingresso Via Bona		-	-	C
Sud	Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 300	C	D	D
Sud	Svincolo 14 Ingresso da A24 Est	Km 31 + 400	C	C	C
Sud	Svincolo 14 Ingresso da A24 Ovest	Km 32 + 000	C	B	C

Tabella 109. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase II. (Intervento GRA)

Dir	Da	A	Tratta	RIF	Da	A	Tratta	PROG II - Base	PROG II - Due corsie
Sede principale									
Nord	Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	C	Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	C	C
Nord	Km 31 + 900	Km 31 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 14	B	Km 31 + 800	Km 30 + 850	Da uscita svincolo 14 a corsia di immissione complanare	A	A
Nord	Km 31 + 100	Km 30 + 000	Tra ingresso svincolo 14 e uscita svincolo 13	D	Km 31 + 800	Km 30 + 850	Da uscita svincolo 14 a corsia di immissione complanare	A	A
Nord	Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra ingresso svincolo 13 e uscita svincolo 12	C	Km 30 + 800	Km 29 + 150	Da corsia di immissione complanare a corsia di uscita verso complanare	B	B
Nord	Km 28 + 450	Km 28 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 12	C	Km 29 + 100	Km 27 + 600	A valle corsia di uscita verso complanare	B	B
Nord	Km 28 + 100	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	C	Km 29 + 100	Km 27 + 600	A valle corsia di uscita verso complanare	B	B
Sede principale									
Sud	Km 27 + 600	Km 28 + 100	A monte svincolo 12	C	Km 27+600	Km 29 + 150	A monte corsia di immissione complanare	B	B
Sud	Km 28 + 150	Km 28 + 450	Tra uscita e ingresso svincolo 12	C	Km 27+600	Km 29 + 150	A monte corsia di immissione complanare	B	B
Sud	Km 28 + 500	Km 29 + 600	Tra ingresso svincolo 12 e uscita svincolo 13	C	Km 29 + 200	Km 30 + 400	Da corsia di immissione complanare a corsia di uscita complanare	C	C
Sud	Km 30 + 000	Km 31 + 150	Tra svincolo 13 e svincolo 14	D	Km 30 + 500	Km 30 + 850	Da corsia di uscita complanare a corsia di immissione complanare	B	B
Sud	Km 31 + 150	Km 31 + 450	Tra uscita ed ingresso svincolo 14 - A24	C	Km 30 + 900	Km 31 + 450	Da corsia immissione complanare a ingresso da A24 Est	C	B
Sud	Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso e ingresso svincolo 14 - A24	C	Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso da A24 Est e ingresso da A24 Ovest	C	C
Sud	Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle svincolo 14	C	Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle ingresso A24 Ovest	C	C

Tabella 110. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase II. (Svincoli Intervento GRA)

Direzione	Svincolo	Km	RIF	Svincolo	Km	PROG II - Base	PROG II - Due corsie
Nord	Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 32 + 000	C	Svincolo 14 Uscita A24 Est	Km 31 + 850	B	B
Nord	Svincolo 14 Ingresso A24	Km 31 + 400	D	Svincolo 14 Ingresso A24	Km 31 + 150	D	0,83
Nord	Uscita Via S. Gianni	Km 30 + 500	-	Uscita Via Gianni	Km 30 + 400	B	B
Nord	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 30 + 000	D	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 30 + 000	B	B
Nord	Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	D			-	
Nord	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 700	C	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 29 + 700	0,52	B
Nord	Uscita rampa di inversione	Km 29 + 300	-	Uscita rampa di inversione	Km 29 + 300	B	B
Nord	Ingresso rotatoria Via Armenise	Km 29 + 050	-	Ingresso Via G. Armenise	Km 28 + 950	B	A
Nord	Svincolo 12 Uscita Central del Latte	Km 28 + 500	-	Svincolo 12 Uscita Central del Latte	Km 28 + 500	A	A
Nord	Svincolo 12 Ingresso Central del Latte	Km 28 + 100	-	Svincolo 12 Ingresso Central del Latte	Km 28 + 000	A	A
Sud	Svincolo 12 Uscita Central del Latte	Km 28 + 100	-	Svincolo 12 Uscita Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 000	B	C
Sud	Svincolo 12 Ingresso Central del Latte	Km 28 + 500	-	Svincolo 12 Ingresso Via Belmonte in Sabina	Km 28 + 450	B	B
Sud	Ingresso rampa di inversione	Km 29 + 300	-	Ingresso rampa inversione	Km 29 + 250	0,42	C
Sud	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	Km 29 + 700	C	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina verso Roma centro	Km 29 + 600	B	A
Sud	Svincolo 13 Zona di scambio	Km 29 + 800	C	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina da Roma centro	Km 29 + 900	A	A
Sud	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 000	D	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	Km 30 + 050	0,57	0,47
Sud	Rampa uscita Via Bona		-	Uscita Svincolo Via Bona	Km 30 + 450	C	C
Sud	Rampa ingresso Via Bona		-			-	
Sud	Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 200	D	Svincolo 14 Uscita A24	Km 31 + 200	C	C
Sud	Svincolo 14 Ingresso da A24 Est	Km 31 + 400	C	Svincolo 14 Ingresso da A24 Est	Km 31 + 500	C	C
Sud	Svincolo 14 Ingresso da A24 Ovest	Km 32 + 000	B	Svincolo 14 Ingresso da A24 Ovest	Km 32+ 000	C	C

Tabella 111. Confronto risultanze livello di servizio per scenari di Progetto Fase II Base e a Due corsie (Intervento GRA).

Direzione	Da	A	Tratta	PROG II - Base	PROG II - Due corsie
Sede principale					
Sud	Km 27+600	Km 29 + 150	A monte corsia di immissione complanare	B	B
Sud	Km 29 + 200	Km 30 + 400	Da corsia di immissione complanare a corsia di uscita complanare	C	C
Sud	Km 30 + 500	Km 30 + 850	Da corsia di uscita complanare a corsia di immissione complanare	B	B
Sud	Km 30 + 900	Km 31 + 450	Da corsia immissione complanare a ingresso da A24 Est	C	B
Sud	Km 31 + 500	Km 32 + 000	Tra ingresso da A24 Est e ingresso da A24 Ovest	C	C
Sud	Km 32 + 000	Km 32 + 500	A valle ingresso A24 Ovest	C	C
Complanare Sud					
Sud	Km 27 + 600	Km 27 + 950	A monte svincolo 12	A	A
Sud	Km 28 + 000	Km 28 + 450	Da uscita a ingresso svincolo 12	A	A
Sud	Km 28 + 500	Km 29 + 150	Da ingresso svincolo 12 a corsia di uscita verso sede principale	C	C
Sud	Km 29 + 150	Km 29 + 250	Da corsia di uscita verso sede principale a corsia di ingresso rampa di inversione	C	B
Sud	Km 29 + 300	Km 29 + 600	Da corsia di ingresso rampa di inversione a uscita svincolo 13 (Via Tiburtina)	B	B
Sud	Km 29 + 650	Km 29 + 900	Da uscita svincolo 13 a uscita svincolo 13 (Via Tiburtina)	A	B
Sud	Km 29 + 900	Km 30 + 050	Da uscita a ingresso svincolo 13 (Via Tiburtina)	A	A
Sud	Km 30 + 100	Km 30 + 300	Da ingresso svincolo 13 a corsia di immissione da sede principale	C	B
Sud	Km 30 + 300	Km 30 + 450	Da corsia di immissione da sede principale a svincolo uscita Via G. Bona	C	C
Sud	Km 30 + 500	Km 30 + 950	Da uscita Via G. Bona a uscita rampa di inversione	C	C
Sud	Km 30 + 950	Km 31 + 050	Da uscita rampa di inversione a corsia di uscita verso sede principale	C	C
Sud	Km 31 + 050	Km 31 + 300	Da corsia di uscita sede principale a uscita svincolo 14	E	C
Sede principale					
Nord	Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	C	C
Nord	Km 31 + 800	Km 30 + 850	Da uscita svincolo 14 a corsia di immissione complanare	A	A
Nord	Km 30 + 800	Km 29 + 150	Da corsia di immissione complanare a corsia di uscita verso complanare	B	B
Nord	Km 29 + 100	Km 27 + 600	A valle corsia di uscita verso complanare	B	B
Complanare Nord					
Nord	Km 31 + 850	Km 31 + 450	Da stacco sede principale a uscita A24	B	B
Nord	Km 31 + 400	Km 31 + 150	Da uscita A24 a ingresso A24	C	C
Nord	Km 31 + 100	Km 30 + 900	Da ingresso A24 a corsia di uscita verso sede principale	C	C

Direzione	Da	A	Tratta	PROG II - Base	PROG II - Due corsie
Nord	Km 30 + 900	Km 30 + 800	Da corsia di uscita verso sede principale a corsia di ingresso rampa di inversione	E	C
Nord	Km 30 + 750	Km 30 + 400	Da corsia di ingresso rampa di inversione a uscita Via Sabatino Gianni	C	B
Nord	Km 30 + 350	Km 30 + 000	Da uscita Via Sabatino Gianni a uscita svincolo 13	B	B
Nord	Km 29 + 950	Km 29 + 700	Da uscita svincolo 13 a ingresso svincolo 13	C	A
Nord	Km 29 + 650	Km 29 + 300	Da ingresso svincolo 13 a uscita rampa di inversione	B	B
Nord	Km 29 + 300	Km 29 + 000	Da uscita rampa di inversione a ingresso da sede principale	B	A
Nord	Km 29 + 050	Km 28 + 950	Da ingresso da sede principale a ingresso Via G. Armenise	B	B
Nord	Km 28 + 900	Km 28 + 500	Da ingresso Via G. Armenise a uscita svincolo 12	B	B
Nord	Km 28 + 450	Km 28 + 000	Da uscita svincolo 12 a ingresso svincolo 12	A	A
Nord	Km 27 + 950	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	B	B
Svincoli					
Sud		Km 28 + 000	Svincolo 12 Uscita Via Belmonte in Sabina	B	C
Sud		Km 28 + 450	Svincolo 12 Ingresso Via Belmonte in Sabina	B	B
Sud		Km 29 + 250	Ingresso rampa di inversione	0,42	C
Sud		Km 29 + 600	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina verso Roma centro	B	A
Sud		Km 29 + 900	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina da Roma centro	A	A
Sud		Km 30 + 050	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	0,57	0,47
Sud		Km 30 + 450	Uscita Svincolo Via Bona	C	C
Sud		Km 30 + 950	Uscita rampa di inversione	B	B
Sud		Km 31 + 300	Svincolo 14 Uscita A24	C	C
Sud		Km 31 + 500	Svincolo 14 Ingresso da A24 Est	C	C
Sud		Km 32 + 000	Svincolo 14 Ingresso da A24 Ovest	C	C
Nord		Km 31 + 850	Svincolo 14 Uscita A24 Est	B	B
Nord		Km 31 + 150	Svincolo 14 Ingresso A24	D	0,83
Nord		Km 30 + 800	Ingresso rampa di inversione	0,76	0,58
Nord		Km 30 + 400	Uscita Via S. Gianni	B	B
Nord		Km 30 + 000	Svincolo 13 Uscita Via Tiburtina	B	B
Nord		Km 29 + 700	Svincolo 13 Ingresso Via Tiburtina	0,52	B
Nord		Km 29 + 300	Uscita rampa di inversione	B	B



Direzione	Da	A	Tratta	PROG II - Base	PROG II - Due corsie
Nord		Km 28 + 950	Ingresso Via G. Armenise	B	A
Nord		Km 28 + 500	Svincolo 12 Uscita a Via Belmonte in Sabina	A	A
Nord		Km 28 + 000	Svincolo 12 Ingresso da Via Belmonte in Sabina	A	A

Tabella 112. Confronto risultanze livello di servizio per scenari di Progetto Fase II Base e a Due corsie (Intervento GRA– Corsie di scambio).

Da	Verso	Km	LOS Uscita - Base	LOS Uscita - Due corsie	LOS Ingresso - Base	LOS Ingresso - Due corsie	
1N	Complanare	Sede principale	Km 30 + 850	C	C	C	B
2N	Sede principale	Complanare	Km 29 + 150	B	B	0,35	B

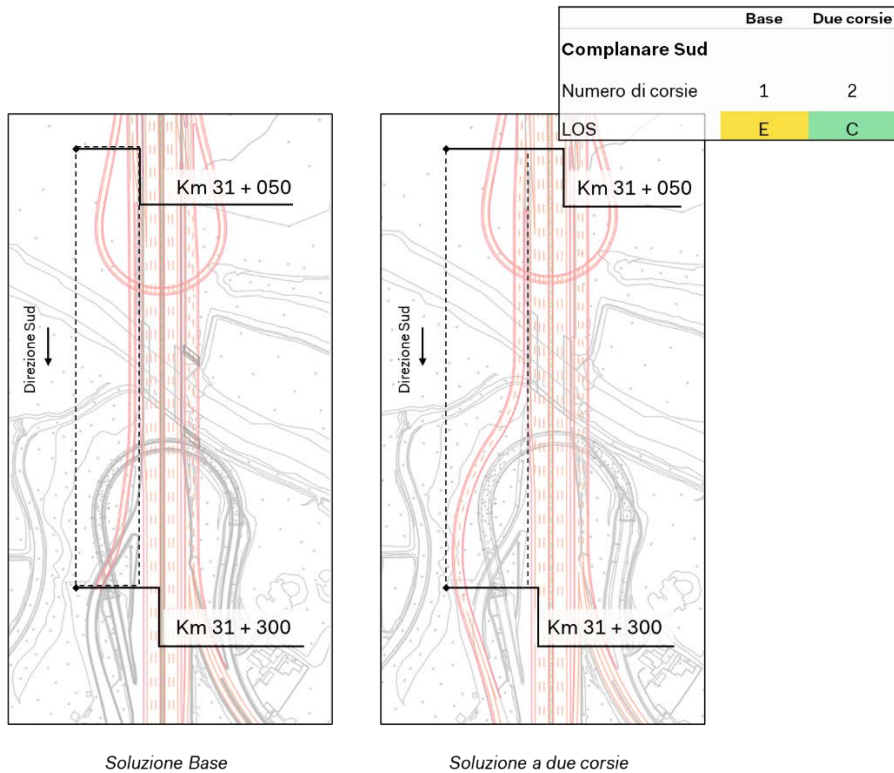
Da	Verso	Km	LOS Uscita - Base	LOS Uscita - Due corsie	LOS Ingresso - Base	LOS Ingresso - Due corsie	
1S	Complanare	Sede principale	Km 29 + 150	C	B	C	C
2S	Sede principale	Complanare	Km 30 + 300	C	B	0,65	C
3S	Complanare	Sede principale	Km 31 + 050	D	C	C	B



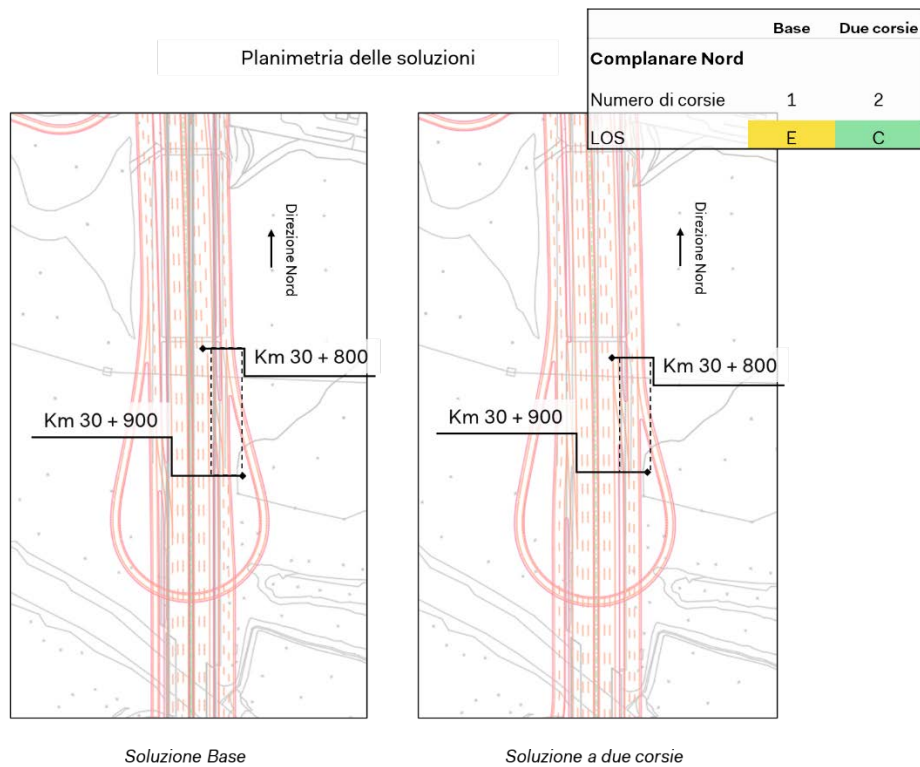
Figura 92. Ubicazione corsie di scambio negli scenari di progetto.



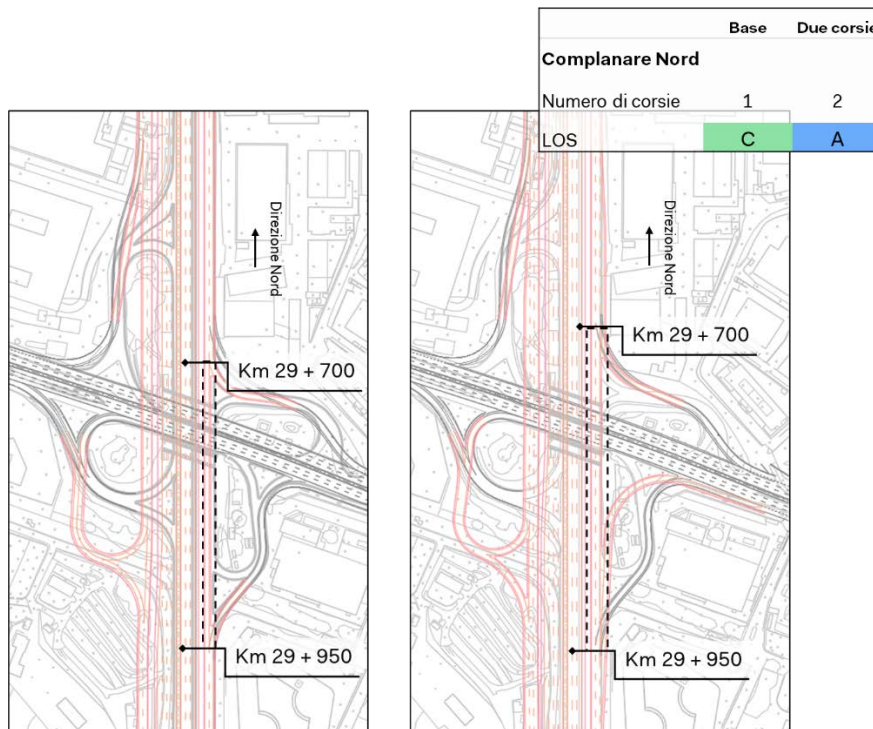
Si riportano di seguito dei focus comparativi tra la soluzione di progetto base e quella a due corsie, relativamente ai punti di maggiore differenza



**Complanare sud** - Da corsia di uscita sede principale a uscita svincolo 14



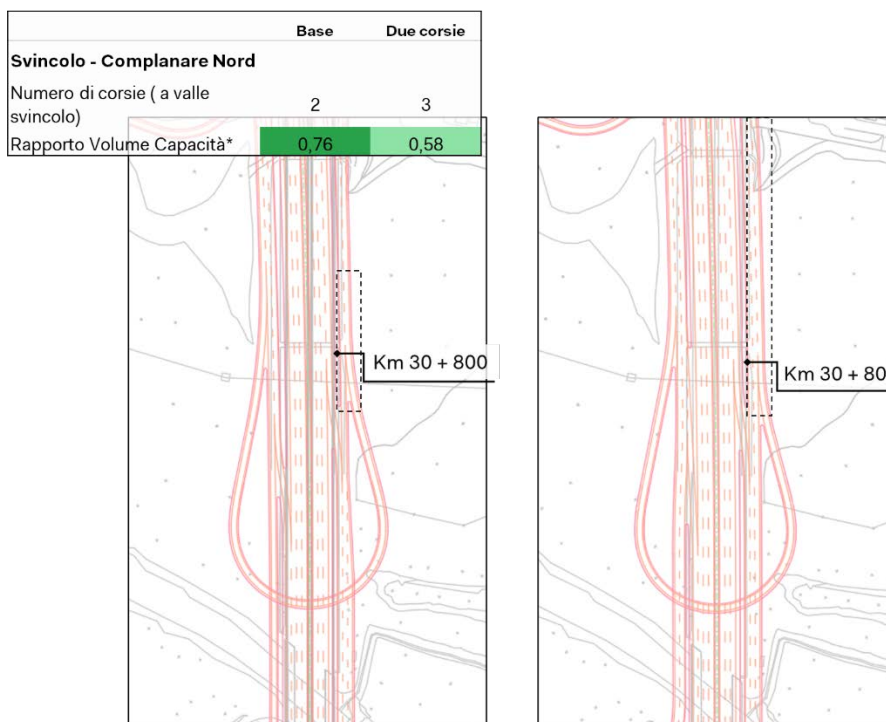
**Complanare Nord** - Da corsia di uscita verso sede principale a corsia di ingresso rampa di inversione



Soluzione Base

Soluzione a due corsie

**Complanare Nord - Da uscita svincolo 13 a ingresso svincolo 13**



Soluzione Base

Soluzione a due corsie

**Svincolo - Complanare Nord - Ingresso rampa di inversione**

Figura 93. Confronto planimetria e livello di servizio scenari di progetto.

Tabella 113. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase I e Progetto Fase II. (Intervento Casal Monastero).

Segmento	Tratta	RIF	PROG I	PROG II - Base	PROG II - Due corsie
1a*	Tra uscite rotondario svincolo 12 Nord e svincoli	B	B	A	A
1b	Rotatoria di Saint'Alessandro	A	A	A	A
2a	Tra svincoli di Rotatoria di Saint'Alessandro	A	A	A	A
2b		A	A	A	A
3a	Tra svincoli di Rotatoria di Sant'Alessandro e	A	A	A	A
3b	cavalcavia di Via Bonagiunta	A	A	A	A

Tabella 114. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase I e Progetto Fase II. (Intervento Casal Monastero).

Braccio	RIF	PROG I	PROG II - Base	PROG II - Due corsie
<b>Rotatoria 1</b>				
Via Recanati	A	A	A	A
Nuova viabilità	A	A	A	A
Intera intersezione	A	A	A	A
<b>Rotatoria 2</b>				
Viabilità dalla rotondario 1	B	A	A	A
Via Belmonte in Sabina	A	B	B	B
Viale Giuseppe Cappi	B	B	B	B
Viale Giuseppe Cappi (Nino Tamassia)	C	B	B	B
Intera intersezione	B	B	B	B
<b>Rotatoria 3 (Svincolo 12)</b>				
Viabilità dalla rotondario 2	A	C	B	B
Via Belmonte in Sabina (direzioe Torraccia)	A	A	B	B
Da A90 Sud	-	-	A	A
Intera intersezione	A	B	A	A
<b>Rotatoria 4 (Svincolo 12)</b>				
Via Belmonte in Sabina(direzioe Torraccia)	A	A	B	B
Da A90 Nord	-	-	B	B
Via Belmonte in Sabina (direzioe Vena d'Oro)	A	B	A	A
Intera intersezione	A	A	B	B
<b>Rotatoria 5</b>				
Via Belmonte in Sabina (direzioe Vena d'Oro)	B	A	A	A
Via di Sant'Alessandro	A	B	B	B
Via Belmonte in Sabina (direzioe Torraccia)	A	B	B	B
Via di Saint'Alessandro	A	B	B	B
Intera intersezione	A	A	A	A

Tabella 115. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase I e Progetto Fase II. (Intervento Via Tiburtina).

	Da	A	RIF	PROG I	PROG II - Base	PROG II - Due corsie
1	Via Lanciano	Via Raffaele Majetti	D	D	D	D
	Via Raffaele Majetti	Via Lanciano	B	B	B	B
2	Via Raffaele Majetti	Via del casale di San Basilio	D	D	C	D
	Via del casale di San Basilio	Via Raffaele Majetti	B	C	C	C
3	Via del casale di San Basilio	Svincolo 13	C	D	D	C
	Svincolo 13	Via del casale di San Basilio	C	C	B	C
4	Svincolo 13	Via dei Radar	B	B	B	B
	Via dei Radar	Svincolo 13	A	B	B	B
5	Via dei Radar	Via Morolo	A	A	A	A
	Via Morolo	Via dei Radar	B	B	B	B
6	Via Morolo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	B	A	A	A
	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Morolo	C	C	C	B
7	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	Via Castrocielo	A	A	A	A
	Via Castrocielo	Svincoli Rotatoria Via Rubellia	B	B	B	A
8	Via Castrocielo	Via Montemanno	A	A	A	A
	Via Montemanno	Via Castrocielo	A	A	A	A
9	Sottopasso Via del tecnopolo		A	A	A	A
	Deviazione Via del Tecnopolo		A	A	A	A
10	Via del Tecnopolo	Via di Marco Simone	A	A	A	A
	Via di Marco Simone	Via del Tecnopolo	B	A	A	A

Tabella 116. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF, Progetto Fase I e Progetto Fase II. (Intervento Via Tiburtina – Rotatoria Via Rubellia)

Braccio	RIF	PROG I	PROG II - Base	PROG II - Due corsie
Via Tiburtina ingresso da Roma Centro	A	A	B	B
Via Colli sul Velino	B	C	B	B
Via Tiburtina ingresso verso Roma Centro	B	B	B	B
Via Rubellia	A	A	A	A
Intera intersezione	B	B	B	B

## 10.1 Valutazioni aggiornamento 2021

Di seguito si riportano i confronti tra i due scenari di aggiornamento 2021. Dai risultati ottenuti si osservano miglioramenti sulla sede principale del GRA in confronto con lo scenario di riferimento 2021.

Tabella 117. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF 2021 e PROG 2021 – Sede principale direzione Nord (Complanare Esterna)

Da	A	Tratta	LOS RIF 2021	Da	A	Tratta	LOS PROG 2021
Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	C	Km 32 + 500	Km 31 + 850	A monte svincolo 14	C
Km 31 + 900	Km 31 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 14	B	Km 31 + 800	Km 29 + 460	Tra svincolo uscita 14 e uscita rampa 22	A
Km 31 + 100	Km 30 + 000	Tra svincolo 14 e svincolo 13	D	Km 31 + 800	Km 29 + 460	Tra svincolo uscita 14 e uscita rampa 22	A
Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra svincolo 13 e svincolo 12	C	Km 31 + 800	Km 29 + 460	Tra svincolo uscita 14 e uscita rampa 22	A
Km 29 + 800	Km 28 + 500	Tra svincolo 13 e svincolo 12	C	Km 29 + 460	Km 28 + 420	Tra uscita rampa 22 e ingresso rampa 23	A
Km 28 + 450	Km 28 + 150	Tra uscita e ingresso svincolo 12	B	Km 28 + 420	Km 28 + 260	Tra ingresso rampa 23 e ingresso svincolo 12	C
Km 28 + 100	Km 27 + 600	A valle svincolo 12	C	Km 28 + 260	Km 27 + 500	A valle ingresso svincolo 12	C

Tabella 118. Confronto risultanze livello di servizio per scenari RIF 2021 e PROG 2021 – Sede principale direzione Sud Complanare Interna)

Da	A	Tratta	LOS RIF 2021	Da	A	Tratta	LOS PROG 2021
Km 27 + 600	Km 28 + 200	A monte svincolo 12	C	Km 27 + 500	Km 28 + 200	A monte svincolo 12	C
Km 28 + 200	Km 28 + 450	Tra uscita e ingresso svincolo 12	C	Km 28 + 200	Km 28 + 520	Tra uscita svincolo 12 e uscita rampa 2	C
Km 28 + 500	Km 29 + 600	Tra ingresso svincolo 12 e uscita svincolo 13	D	Km 28 + 520	Km 29 + 380	Tra uscita rampa 2 e ingresso rampa 3	B
Km 28 + 500	Km 29 + 600	Tra ingresso svincolo 12 e uscita svincolo 13	D	Km 29 + 380	Km 29 + 900	Tra ingresso rampa 3 e uscita rampa 8	C
Km 30 + 000	Km 31 + 150	Tra svincolo 13 e svincolo 14	D	Km 29 + 900	Km 30 + 900	Tra uscita rampa 8 e rampa 11	B
Km 31 + 150	Km 31 + 450	Tra uscita ed ingresso svincolo 14	B	Km 30 + 900	Km 31 + 900	Dopo rampa 11	B

Sono state individuate diverse criticità, soprattutto sulla complanare direzione Nord, dovute alla eliminazione della corsia di scambio tra complanare e sede principale presente nel Km 30 + 880 (Rampa di inversione Sud) negli scenari progettuali precedenti. Questo implica un aumento del flusso veicolare sulla complanare proveniente da A24 Est con direzione A90 Nord, che deve percorrere tutto il tratto in analisi fino al KM 28 + 320 per entrare nella sede principale.



## Riferimenti

[1] Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Washington D.C., 2010.