

RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO

STUDIO DI TRASPORTO FERROVIARIO

marzo 2020

Documento finale dello studio prodotto dal RTI



nell'ambito delle attività disciplinate dal Contratto Applicativo 3/2019 di cui alla Convenzione 449/2018 *Servizi di ingegneria finalizzati allo studio e all'analisi di scenari di trasporto a supporto delle valutazioni di investimenti ferroviari.*

Sommario

1. PREMESSA	1
2. GLI INVESTIMENTI OGGETTO DI ANALISI	3
3. AREA DI STUDIO – INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIO-ECONOMICO	4
<i>3.1. INQUADRAMENTO SOCIO-ECONOMICO</i>	<i>4</i>
<i>3.2. AEROPORTO DI BERGAMO ORIO AL SERIO E CENTRO COMMERCIALE ORIOCENTER</i>	<i>19</i>
4. ATTUALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA MULTIMODALE DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO PASSEGGERI .23	
<i>4.1. LA RETE STRADALE</i>	<i>26</i>
5. COSTRUZIONE DEGLI SCENARI TRASPORTISTICI	30
<i>5.1. FORMULAZIONE DI SCENARI SOCIO-ECONOMICI NEGLI ORIZZONTI TEMPORALI FUTURI</i>	<i>30</i>
<i>5.2. ARTICOLAZIONE DI SCENARI TRASPORTISTICI DI RIFERIMENTO PER CIASCUN ORIZZONTE TEMPORALE CONSIDERATO</i>	<i>38</i>
6. VALUTAZIONI DI TRAFFICO - APPROCCIO METODOLOGICO	42
7. VALUTAZIONI DI TRAFFICO – RISULTATI	43
<i>7.1. RISULTATI DERIVANTI DALL’APPLICAZIONE DEI MODELLI DI GENERAZIONE</i>	<i>43</i>
<i>7.2. VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI PER MODO E SERVIZIO</i>	<i>45</i>
8. TRATTA PONTE S. PIETRO – BERGAMO: VERIFICHE DI CAPACITÀ	51
<i>8.1. DEFINIZIONE DEL PROGRAMMA DI ESERCIZIO DI PROGETTO</i>	<i>52</i>
<i>8.2. APPLICAZIONE DEL METODO E RISULTATI OTTENUTI</i>	<i>53</i>
9. APPENDICE	55
<i>9.1. DETERMINAZIONE DELLE MATRICI DI DOMANDA ALLO STATO ATTUALE</i>	<i>57</i>
<i>9.2. COSTRUZIONE DEL MODELLO DI OFFERTA MULTIMODALE PASSEGGERI</i>	<i>77</i>
<i>9.3. COSTRUZIONE DEL SISTEMA DI MODELLI DI DOMANDA PASSEGGERI</i>	<i>96</i>
<i>9.4. COSTRUZIONE DEL MODELLO DI INTERAZIONE DOMANDA-OFFERTA PASSEGGERI E DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI</i>	<i>125</i>
<i>9.5. ESPLICITAZIONE DEL MODELLO DI ESERCIZIO AI FINI DELLE SIMULAZIONI</i>	<i>130</i>
<i>9.6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI: RIEMPIMENTI MEDI NELLE FASCE ORARIE 13:00÷14:00 E 18:00÷19:00</i>	<i>134</i>

Indice delle figure

Figura 1 – Attuale livello di utilizzazione delle tratte Ponte S. Pietro – Bergamo e Bergamo - Montello	1
Figura 2 - Piano schematico del lotto 1 del raddoppio Ponte S. Pietro – Montello	3
Figura 3 - Piano schematico del collegamento ferroviario Bergamo – Aeroporto “Orio al Serio”	3
Figura 4 - Densità abitativa delle province della Lombardia (abitanti/kmq). Fonte: ISTAT	5
Figura 5 - Densità abitativa delle province del Piemonte (abitanti/kmq). Fonte: ISTAT	5
Figura 6 - Densità abitativa delle province dell'Emilia-Romagna (abitanti/kmq). Fonte: ISTAT	6
Figura 7 - Densità abitativa delle province del Veneto (abitanti/kmq). Fonte: ISTAT	6
Figura 8 – Andamento del tasso di crescita demografica per le regioni incluse nell'area di studio. Fonte: ISTAT	7
Figura 9 - Livelli di urbanizzazione dell'area di studio – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018	7
Figura 10 - Distribuzione della popolazione rurale nell'area di studio – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018	7
Figura 11 - Andamento del PIL nell'area di studio – Fonte: Eurostat (dati in milioni di Euro)	8
Figura 12 - PIL pro capite NUTS2 / media UE – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018	8
Figura 13 – Tassi di occupazione NUTS2 / media UE – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018	9
Figura 14 – Autovetture (valori assoluti) nelle regioni dell'area di studio – Fonte: ISTAT 2016	10
Figura 15 – Motocicli (valori assoluti) nelle regioni dell'area di studio – Fonte: ISTAT 2016	11
Figura 16 – Notti trascorse in strutture ricettive dell'area di studio – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018	11
Figura 17 – Numero di arrivi nelle strutture ricettive delle regioni dell'area di studio – Fonte: Istat le regioni dell'area di studio – Fonte: Istat	12
Figura 18 – Numero di arrivi nelle province della Lombardia – Fonte: Istat	13
Figura 19 – Numero di arrivi nelle province del Piemonte – Fonte: Istat	13
Figura 20 – Numero di arrivi nelle province dell'Emilia-Romagna – Fonte: Istat	14
Figura 21 – Numero di arrivi nelle province del Veneto – Fonte: Istat	14
Figura 22 – Numero di presenze nelle strutture ricettive delle regioni dell'area di studio – Fonte: Istat	15
Figura 23 – Numero di presenze nelle province della Lombardia – Fonte: Istat	15
Figura 24 – Numero di presenze nelle province del Piemonte – Fonte: Istat	16
Figura 25 – Numero di presenze nelle province del Veneto – Fonte: Istat	16
Figura 26 – Numero di presenze nelle province dell'Emilia-Romagna – Fonte: Istat	17
Figura 27 – Numero di strutture ricettive – Fonte: ISTAT 2017	17
Figura 28 – Numero di posti letto nelle strutture ricettive – Fonte: ISTAT 2017	17
Figura 29 - Aeroporto di Bergamo Orio al Serio. Fonte: Trans-European Transport Network TENTEC - European Commission	19
Figura 30 – Numero di movimenti, passeggeri e tonnellate negli ultimi quattro anni. Fonte: ASSAEROPORTI	20
Figura 31 - Rete infrastrutturale. Fonte: Masterplan dell'aeroporto di Bergamo Orio al Serio 2011	20
Figura 32 - Localizzazione del centro commerciale OrioCenter	22
Figura 33 – Numero di visitatori del centro commerciale negli ultimi quattro anni	22
Figura 34 – Ripartizione percentuale media dei visitatori del centro commerciale nell'arco della settimana	22
Figura 35 - Classificazione delle linee della regione Lombardia. Fonte: RFI	23
Figura 36 - Classificazione delle linee della regione Piemonte. Fonte: RFI	24
Figura 37 - Classificazione delle linee della regione Emilia-Romagna. Fonte: RFI	25
Figura 38 - Classificazione delle linee della regione Veneto. Fonte: RFI	25
Figura 39 – Livello funzionale della rete utilizzata ai fini previsionali	26
Figura 40 – Classificazione della rete utilizzata per classi di velocità	27
Figura 41 – Classificazione della rete utilizzata per capacità di deflusso	28
Figura 42 – Classificazione della rete utilizzata per numero di corsie psm	29
Figura 43 – Trend del numero di addetti per la provincia di Bergamo – Fonte: Istat	35
Figura 44 – Dato previsionale Masterplan	37
Figura 45 – Ipotesi di crescita utilizzate per i traffici aeroportuali	37
Figura 46 – Previsioni di crescita degli utenti dell'OrioCenter	38
Figura 47 – Scenario 2	38
Figura 48 – Scenari 3 e 4	39
Figura 49 – Scenario 5	39

Figura 50 – Andamento degli emessi per l'area regionale lombarda negli orizzonti temporali di analisi.....	44
Figura 51 – Andamento degli emessi per l'area della provincia di Milano negli orizzonti temporali di analisi.....	44
Figura 52 – Andamento degli emessi per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi.....	44
Figura 53 – Andamento degli emessi sistematici per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi: distinzione tra comune e resto della provincia.....	45
Figura 54 – Andamento degli emessi non sistematici per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi: distinzione tra comune e resto della provincia.....	45
Figura 55 – flussogramma dei volumi differenziali (SP2 vs SP=0) sulle diverse tratte convergenti a Bergamo.....	50
Figura 56 - Schema orario base secondo Accordi Quadro : configurazione infrastrutturale di progetto.....	52
Figura 57 - Schema orario base secondo Accordi Quadro : configurazione infrastrutturale attuale.....	52
Figura 58 - Compressione del grafico orario Bergamo-Ponte S. Pietro.....	54
Figura 59 - Zonizzazione.....	55
Figura 60 – Zonizzazione di Bergamo e Milano.....	56
Figura 61 – Zonizzazione Milano.....	56
Figura 62 – Zonizzazione Bergamo.....	56
Figura 63 – Zonizzazione Brescia.....	56
Figura 64 – Zonizzazione Lecco.....	56
Figura 65 – Area di studio.....	57
Figura 66 - Rappresentazione degli spostamenti generati dal comune di Bergamo, fonte: Matrice Lombardia.....	62
Figura 67 - Rappresentazione degli spostamenti attratti dal comune di Bergamo, fonte: Matrice Lombardia.....	63
Figura 68 – Vista dell'OrioCenter e distribuzione degli accessi in corrispondenza del piano primo commerciale.....	68
Figura 69 – % di spostamenti per motivo del viaggio e per giorno della settimana – Passeggeri outgoing.....	70
Figura 70 – % di spostamenti per motivo del viaggio e per giorno della settimana – Passeggeri incoming.....	71
Figura 71 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – Passeggeri outgoing.....	72
Figura 72 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – Passeggeri incoming residenti in Italia.....	72
Figura 73 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – Passeggeri incoming residenti all'estero.....	72
Figura 74 – Rappresentazione degli spostamenti attratti dall'Aeroporto di Orio al Serio.....	74
Figura 75 – % di spostamenti per motivo del viaggio e per giorno della settimana.....	75
Figura 76 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – giorni feriali.....	75
Figura 77 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – giorni festivi.....	76
Figura 78 – Rappresentazione degli spostamenti attratti da OrioCenter.....	77
Figura 79 - Grafo ferroviario.....	78
Figura 80 - Grafo ferroviario - Lunga Percorrenza – Frecciarossa.....	79
Figura 81 - Grafo ferroviario - Lunga Percorrenza – Frecciabianca.....	79
Figura 82 - Grafo ferroviario - Lunga Percorrenza – Frecciargento.....	80
Figura 83 - Grafo ferroviario - Lunga Percorrenza – Intercity.....	80
Figura 84 - Grafo ferroviario – Servizi Regionali.....	81
Figura 85 - Grafo ferroviario – Servizi LP.....	82
Figura 86 - Grafo ferroviario – Servizi Regionali.....	82
Figura 87 - Grafo stradale nell'area di studio.....	83
Figura 88 – Rappresentazione del grafo stradale rispetto alla classificazione funzionale della rete.....	83
Figura 89 - Classificazione delle zone del modello.....	87
Figura 90 – Dettaglio della classificazione delle zone del modello, area di studio.....	87
Figura 91 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e popolazione totale 2014, classificata per aree geografiche lombarde.....	98
Figura 92 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per zone con popolazione minore di 35.000 abitanti.....	99
Figura 93 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per zone con popolazione minore di 35.000 abitanti.....	100
Figura 94 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per zone con popolazione compresa tra 35.000 e 100.000 abitanti.....	100
Figura 95 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per zone con popolazione compresa tra 35.000 e 100.000 abitanti.....	101
Figura 96 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per zone con popolazione superiore a 100.000 abitanti.....	101

Figura 97 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per zone con popolazione superiore a 100.000 abitanti.....	102
Figura 98 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per le zone di Milano	102
Figura 99 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per le zone di Milano	103
Figura 100 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per le zone di Bergamo	103
Figura 101 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per le zone di Bergamo	104
Figura 102 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati generali ottenuti dal modello di generazione	105
Figura 103 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati generali del modello di Generazione	105
Figura 104 – Andamento degli emessi per l'area regionale lombarda negli orizzonti temporali di analisi.....	106
Figura 105 – Andamento degli emessi per l'area della provincia di Milano negli orizzonti temporali di analisi.....	107
Figura 106 – Andamento degli emessi per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi.....	107
Figura 107 – Andamento degli emessi sistematici per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi: distinzione tra comune e resto della provincia.....	108
Figura 108 – Andamento degli emessi non sistematici per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi: distinzione tra comune e resto della provincia.....	108
Figura 109 – Distribuzione dei viaggi originati dal comune di Bergamo.....	109
Figura 110 – Distribuzione dei viaggi originati dal resto della provincia di Bergamo.....	109
Figura 111 – Regressione tra costo del parcheggio dichiarato e numero di notti di permanenza in viaggio.....	117
Figura 112 – Confronto saliti lungo la linea Bergamo-Milano Regionale Veloce.....	127
Figura 113 – Confronto saliti lungo la linea Bergamo-Treviglio Regionale.....	128
Figura 114 – Confronto saliti lungo la linea Lecco-Bergamo Regionale.....	128
Figura 115 - Confronto presenti tratta linea Bergamo-Brescia.....	128
Figura 116- Confronto presenti tratta linea Milano-Bergamo.....	129
Figura 117 - Confronto presenti tratta linea Milano P. Garibaldi-Bergamo	129
Figura 118- Confronto presenti tratta linea Bergamo-Treviglio.....	129
Figura 119 - Confronto presenti tratta linea Lecco-Bergamo	130
Figura 120 - Confronto presenti tratta linea Milano-Carnate-Bergamo.....	130

Indice delle tabelle

Tabella 3-1 - Popolazione residente nelle province della Lombardia. Fonte: ISTAT (2018).....	4
Tabella 3-2 - Popolazione residente nelle province del Piemonte. Fonte: ISTAT (2018)	5
Tabella 3-3 - Popolazione residente nelle province dell'Emilia-Romagna. Fonte: ISTAT (2018)	5
Tabella 3-4 - Popolazione residente nelle province del Veneto. Fonte: ISTAT (2018).....	6
Tabella 3-5 – Occupati, Unità di lavoro e posizioni lavorative. Fonte: ISTAT (2018).....	9
Tabella 3-6 – Tassi di motorizzazione nelle province dell'area di studio. Fonte: ISTAT (2016).....	9
Tabella 3-7 – Numero di notti per tipologia di struttura e regione di destinazione. Fonte: Banca d'Italia.....	11
Tabella 3-8 - Andamento variabile addetti per regione negli anni 2012-2017: Fonte: Istat	18
Tabella 3-9 - Andamento variabile popolazione per regione negli anni 2012-2017: Fonte: Istat.....	18
Tabella 5-1 – Previsioni della popolazione totale per regione. Fonte: Istat	31
Tabella 5-2 – Previsioni della popolazione tra 14 e 18 anni, per regione. Fonte: Istat.....	31
Tabella 5-3 – Previsioni della popolazione tra 19 e 65 anni, per regione. Fonte: Istat.....	32
Tabella 5-4 – Coefficienti di crescita della popolazione totale per regione, al 2018, 2026 e 2032.....	32
Tabella 5-5 – Coefficienti di crescita della popolazione tra 14 e 18 anni, per regione, al 2018, 2026 e 2032.....	33
Tabella 5-6 – Coefficienti di crescita della popolazione tra 19 e 65 anni, per regione, al 2018, 2026 e 2032.....	33
Tabella 5-7 – Numero di addetti per provincia Lombarda e altre regioni italiane – Fonte: Istat.....	34
Tabella 5-8 – Coefficienti di crescita del numero di addetti	35
Tabella 5-9 – Sintesi degli scenari trasportistici oggetto di analisi	38
Tabella 7-1 – Risultati dall'applicazione del modello	43
Tabella 7-2 – evoluzione della percentuale di utilizzo del TPL nei diversi scenari simulati.....	46
Tabella 7-4 – flussi complessivi ferroviari (nelle due direzioni) distinti per tratta e linea nei diversi scenari simulati	47
Tabella 7-5 – riempimenti medi (passeggeri/h/ direzione) sui diversi servizi nella fascia oraria 7:00 ÷ 8:00	48
Tabella 8-1 – Additional Time Rate proposto dalla FICHE UIC 406	53
Tabella 8-2 – Analisi oraria capacità infrastruttura attuale	53

Tabella 8-3 – <i>Analisi oraria capacità infrastruttura progetto</i>	53
Tabella 9-1 – <i>Variabili riportate nel file “matrice 2011 pendolarismo”. Fonte: ISTAT</i>	58
Tabella 9-2 – <i>Mezzi considerati nelle indagini della Regione Piemonte. Fonte: Agenzia della Mobilità Piemontese</i>	59
Tabella 9-3 - <i>Sintesi dei dati di domanda di trasporto disponibili e relative caratteristiche</i>	60
Tabella 9-4 - <i>Sintesi degli spostamenti generati dal comune di Bergamo, suddivisi per destinazione, fonte: Matrice Lombardia</i>	62
Tabella 9-5 - <i>Sintesi degli spostamenti attratti dal comune di Bergamo, suddivisi per origine, fonte: Matrice Lombardia</i>	63
Tabella 9-6 - <i>Distribuzione delle interviste effettuate</i>	65
Tabella 9-7 - <i>Piano di campionamento progettato sulla base di conteggi dei visitatori ai varchi di accesso</i>	67
Tabella 9-8 - <i>Sintesi degli spostamenti attratti dall’Aeroporto di Orio al Serio, suddivisi per origine</i>	73
Tabella 9-9 - <i>Sintesi degli spostamenti attratti da OrioCenter, suddivisi per origine</i>	76
Tabella 9-10 - <i>Classifica funzionale della rete viaria – DM6792/2001</i>	84
Tabella 9-11 - <i>Attributi caratteristici del grafo stradale</i>	85
Tabella 9-12 – <i>Parametri per tipologia di strada</i>	86
Tabella 9-13 – <i>Servizi pubblici nel comune di Bergamo</i>	90
Tabella 9-14 – <i>Servizi pubblici nella provincia di Bergamo</i>	91
Tabella 9-15 – <i>Offerta servizi autobus lunga percorrenza per l’Aeroporto di Orio al Serio</i>	93
Tabella 9-16 – <i>Principali evidenze ottenute in fase di calibrazione</i>	99
Tabella 9-17 – <i>Risultati dall’applicazione del modello</i>	105
Tabella 9-18 - <i>Campione di calibrazione del modello generale per spostamenti sistematici e non sistematici</i>	110
Tabella 9-19 - <i>Calibrazione dei coefficienti beta e delle variabili specifiche in base al tipo di spostamento per il modello generale</i>	112
Tabella 9-20 - <i>Campione di calibrazione del modello Bergamo per spostamenti sistematici e non sistematici</i>	112
Tabella 9-21 - <i>Calibrazione dei coefficienti beta e delle variabili specifiche in base al tipo di spostamento per il modello Bergamo</i>	113
Tabella 9-22 - <i>Fattori correttivi per tipologia di servizio</i>	126
Tabella 9-23 - <i>Valore economico del tempo per le diverse componenti di domanda</i>	126
Tabella 9-24 – <i>riempimenti medi (passeggeri/h/ direzione) sui diversi servizi nella fascia oraria 13:00 ÷ 14:00</i>	135
Tabella 9-25 – <i>riempimenti medi (passeggeri/h/ direzione) sui diversi servizi nella fascia oraria 18:00 ÷ 19:00</i>	136

1. PREMESSA

Il presente documento espone i risultati dello studio di trasporto finalizzato alla valutazione degli effetti indotti alla mobilità di trasporto dall'adeguamento della tratta Ponte S. Pietro - Bergamo – Montello della linea commerciale, a singolo binario, Ponte S. Pietro - Rovato, adeguamento consistente principalmente nel raddoppio della quasi totalità dell'estesa della tratta Ponte S. Pietro - Bergamo e nel raddoppio della successiva Bergamo - Montello.

La tratta Ponte S. Pietro - Bergamo costituisce elemento comune agli itinerari dei servizi ferroviari regionali che, attestandosi a Bergamo, sono diretti a Milano P. Garibaldi (25 coppie di cui una limitata a Carnate Usmate) ovvero a Lecco (16 coppie)¹.



Figura 1 – Attuale livello di utilizzazione delle tratte Ponte S. Pietro – Bergamo e Bergamo - Montello

L'attuale organizzazione dei servizi è tale che il livello di utilizzazione dell'infrastruttura è al limite delle sue potenzialità e l'Accordo Quadro siglato tra RFI e la Regione Lombardia² prevede un ulteriore sviluppo dei servizi sulla tratta subordinando la sua attuazione al raddoppio della tratta stessa.

La tratta Bergamo – Montello è invece attualmente utilizzata da 22 coppie di treni che effettuano prevalentemente servizio regionale tra Bergamo e Brescia (18 coppie)³.

Le analisi effettuate nell'ambito del presente Studio hanno riguardato la valutazione delle dinamiche di domanda che si registrerebbero a seguito dell'attuazione dei provvedimenti definiti in Accordo Quadro e si sono pertanto valse di uno specifico sistema di modelli matematici, appositamente sviluppato affinché si sia potuto tenere conto dei diversi segmenti di domanda che potranno beneficiare del rinnovato assetto infrastrutturale e della conseguente riorganizzazione dei servizi ferroviari passeggeri. Lo Studio si correda anche di una specifica analisi della capacità dell'attuale tratta Ponte S. Pietro - Bergamo, analisi finalizzata a verificare se le attuali condizioni della tratta sono in grado di supportare l'atteso incremento dei traffici.

Il contesto territoriale interessato dall'investimento oggetto di analisi, prevalentemente costituito dalla provincia orobica, prevede in futuro (orizzonte temporale atteso 2026) anche la realizzazione di una nuova infrastruttura ferroviaria che collega direttamente la stazione di Bergamo ad un nuovo terminale ferroviario posto nelle immediate vicinanze dello scalo aeroportuale di Orio al Serio; nelle adiacenze dello scalo aeroportuale è anche collocato un

¹ Al momento del presente studio, per urgenti ed improrogabili interventi di manutenzione straordinaria del ponte S. Michele sull'Adda, l'esercizio dei servizi diretti a Carnate/Milano è limitato a Calusco.

² Accordo Quadro per i servizi di trasporto pubblico locale tra Rete Ferroviaria Italiana S.P.A. e Regione Lombardia del 22 dicembre 2016.

³ I restanti servizi sono costituiti da 3 coppie di treni AV che collegano Bergamo alla capitale e 1 coppia di treni regionali Bergamo – Pisa.

centro commerciale di vaste dimensioni (OrioCenter)⁴. Queste circostanze hanno suggerito di affrontare lo studio in argomento unitamente a quello che è stato sviluppato per il nuovo collegamento ferroviario, studio che, oltre a considerare la componente di domanda regionale, estende l'analisi anche a quella interessata all'aeroporto e al centro commerciale⁵.

Per queste ragioni questo documento, che evidenzia ed analizza l'approccio metodologico seguito, le caratteristiche del sistema di modelli implementato, le principali evidenze ottenute e la relativa verifica, presenta parti analoghe a quello redatto per il collegamento ferroviario con l'aeroporto⁶.

⁴ Si sottolinea che i traffici che si sviluppano sull'aeroporto di Bergamo lo collocano al terzo posto nella graduatoria nazionale. Il complesso dei due poli ha sviluppato nel 2019 un volume complessivo pari a circa 24'000'000 di utenti, sostanzialmente equiripartiti tra i due poli.

⁵ A tale riguardo si precisa che sono state condotte specifiche indagini rivolte agli utenti sia aeroportuali, sia del centro commerciale.

⁶ Nuovo collegamento ferroviario stazione di Bergamo - Aeroporto Orio al Serio, Studio di Trasporto, febbraio 2019.

2. GLI INVESTIMENTI OGGETTO DI ANALISI

Gli investimenti in analisi sono suddivisi nei seguenti due lotti: Lotto 1 da Ponte S. Pietro a Bergamo; Lotto 2 da Bergamo a Montello. Quelli riferiti al Lotto 1, come anticipato, costituiscono interventi finalizzati a potenziare i servizi attualmente esistenti tra Bergamo e Milano Porta Garibaldi e Lecco, creando così i presupposti per il raggiungimento di una frequenza stabile alla mezzogiorno; questi includono la revisione del Piano Regolatore Generale della stazione di Ponte S. Pietro. In una successiva fase il raddoppio comprenderà anche una tratta, posta a ovest della stazione di Bergamo, che si estenderà fino a Montello.

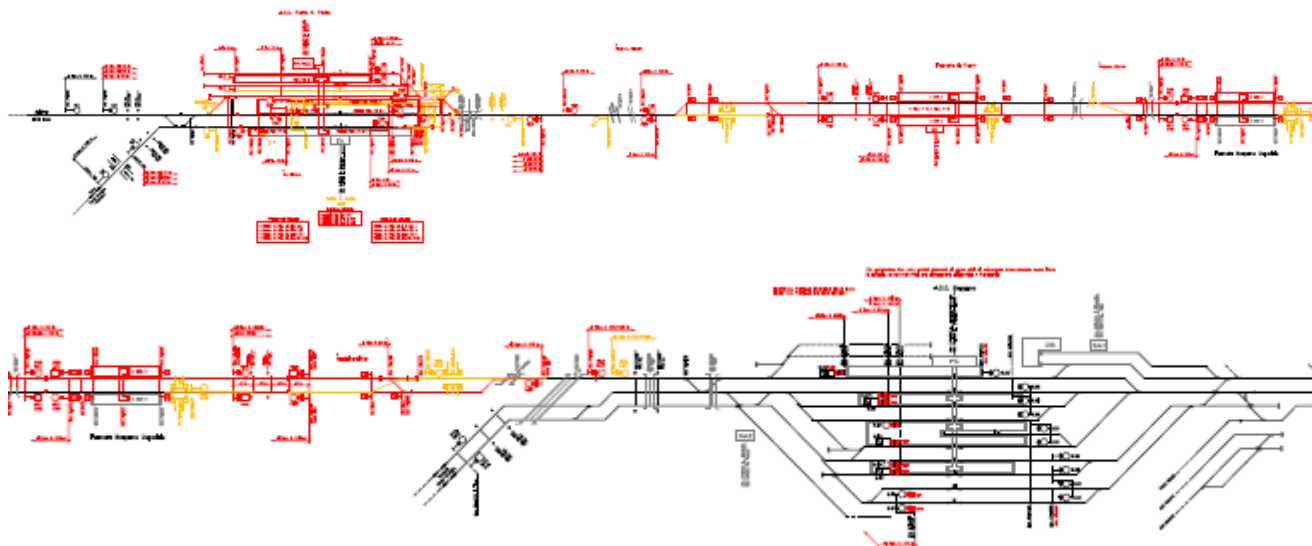


Figura 2 - Piano schematico del lotto 1 del raddoppio Ponte S. Pietro – Montello

L'intervento complessivo (Potenziamento linea Ponte S. Pietro - Bergamo - Montello) è presente nel Contratto di Programma MIT - RFI parte Investimenti 2017 – 2021 tra i Programmi prioritari ferrovie di valorizzazione delle reti regionali.

Intervento infrastrutturale gravitante sull'area bergamasca è costituito dal nuovo collegamento ferroviario Stazione di Bergamo – Aeroporto "Orio al Serio", tratta costituita da un doppio binario con un'estensione pari a circa 5 chilometri il cui tracciato si origina direttamente dalla radice Est di Bergamo.

L'intervento è presente nel Contratto di Programma MIT - RFI parte Investimenti 2017-2021 nel Programma aeroporti riguardanti l'accessibilità su ferro.

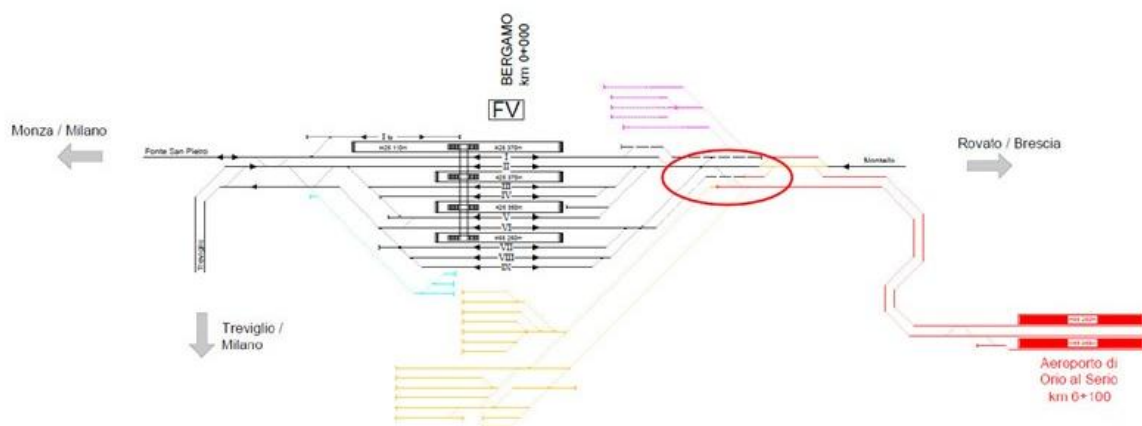


Figura 3 - Piano schematico del collegamento ferroviario Bergamo – Aeroporto "Orio al Serio"

3. AREA DI STUDIO – INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIO-ECONOMICO

Di seguito si riporta un approfondimento relativo all'inquadramento demografico, socio-economico e trasportistico dell'area oggetto del presente studio. In particolare, l'area considerata, che genera attivamente la domanda di trasporto e che è influenzata dalle scelte effettuate sull'offerta, è quella rappresentata dalle regioni Lombardia, Piemonte, Veneto ed Emilia-Romagna. Il capitolo comprende anche uno specifico focus sui due poli aeroportuale e commerciale che saranno interessati dal futuro collegamento Bergamo – Orio al Serio.

3.1. INQUADRAMENTO SOCIO-ECONOMICO

Si riporta di seguito l'analisi socio-economica relativa all'area di studio, finalizzata all'identificazione del bacino di utenza e dei fattori significativi (es. prodotto interno lordo, valore aggiunto, popolazione) che influiscono sulla stima della domanda di trasporto.

Le variabili analizzate sono riportate di seguito:

- dati demografici, per la stima, sulla base di natalità e mortalità, secondo l'età media della popolazione, dell'effettiva domanda di trasporto (per particolari fasce di età, e per una determinata densità abitativa, la richiesta può essere maggiore o minore);
- variabili economiche (prodotto interno lordo, valore aggiunto lordo, etc.) che possono influenzare sensibilmente la domanda di trasporto poiché influiscono sulla propensione della popolazione a spendere e sulla generazione di traffico da parte dei centri logistici / industrie;
- tassi di occupazione e disoccupazione che incidono, in particolare, sulla quota di domanda per spostamenti di tipo sistematico (casa-lavoro);
- tassi di motorizzazione, in quanto la maggiore o minore propensione all'uso dell'auto privata può comportare una variazione delle quote di domanda di trasporto;
- indicatori legati alle attività turistiche, vista l'importante domanda di viaggio nelle regioni dell'area di studio e le conseguenti implicazioni sulla domanda di trasporto: in particolare, il numero di arrivi e presenze nelle diverse tipologie di strutture ricettive, con particolare riferimento a residenti e non residenti.

Dati demografici

Nell'area di studio, al 2018, è stata registrata una popolazione totale di 23,7 milioni di abitanti, di cui la maggior parte (42%) è concentrata nella Regione Lombardia. Nella tabella sottostante si riporta la distribuzione dei residenti nelle province della Lombardia, sia in valori numerici che percentuali. Si riporta inoltre il grafico a radar, relativo alla densità della popolazione su base provinciale (abitanti/kmq).

Tabella 3-1 - Popolazione residente nelle province della Lombardia. Fonte: ISTAT (2018)

	Residenti al 1° gennaio 2018	
Lombardia	10.036.258	100,0%
Varese	890.528	8,9%
Como	599.301	6,0%
Sondrio	181.403	1,8%
Milano	3.234.658	32,2%
Bergamo	1.111.035	11,1%
Brescia	1.262.402	12,6%
Pavia	545.810	5,4%
Cremona	358.512	3,6%
Mantova	411.762	4,1%
Lecco	339.384	3,4%
Lodi	229.765	2,3%
Monza e della Brianza	871.698	8,7%

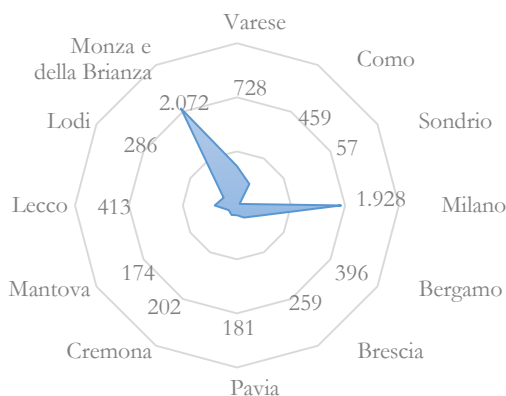


Figura 4 - Densità abitativa delle province della Lombardia (abitanti/kmq). Fonte: ISTAT

Il Piemonte ha, invece, una popolazione residente di circa 4,4 milioni di abitanti, che rappresenta il 18% della popolazione residente nell'area di studio. Nella tabella sottostante si riporta la distribuzione dei residenti per provincia, sia in valori numerici che percentuali. Si riporta inoltre il grafico a radar, relativo alla densità della popolazione su base provinciale (abitanti/kmq).

Tabella 3-2 - Popolazione residente nelle province del Piemonte. Fonte: ISTAT (2018)

	Residenti al 1° gennaio 2018	
Piemonte	4.375.865	100,0%
Torino	2.269.120	51,9%
Vercelli	172.307	3,9%
Novara	369.595	8,4%
Cuneo	588.559	13,5%
Asti	215.884	4,9%
Alessandria	424.174	9,7%
Biella	177.067	4,0%
Verbano-Cusio-Ossola	159.159	3,6%

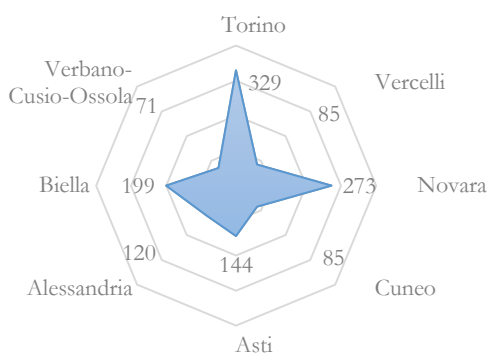


Figura 5 - Densità abitativa delle province del Piemonte (abitanti/kmq). Fonte: ISTAT

L'Emilia-Romagna, con una popolazione residente di circa 4,4 milioni di abitanti, rappresenta circa il 19% della popolazione residente nell'area di studio. Nella tabella sottostante si riporta la distribuzione dei residenti per provincia, sia in valori numerici che percentuali. Si riporta inoltre il grafico a radar, relativo alla densità della popolazione su base provinciale (abitanti/kmq).

Tabella 3-3 - Popolazione residente nelle province dell'Emilia-Romagna. Fonte: ISTAT (2018)

	Residenti al 1° gennaio 2018	
Emilia-Romagna	4.452.629	100,0%
Piacenza	286.781	6,4%
Parma	450.256	10,1%

Reggio nell'Emilia	532.575	12,0%
Modena	701.896	15,8%
Bologna	1.011.291	22,7%
Ferrara	346.975	7,8%
Ravenna	391.345	8,8%
Forlì-Cesena	394.185	8,9%
Rimini	337.325	7,6%

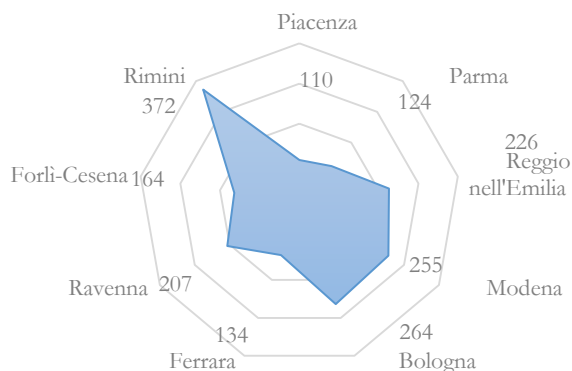


Figura 6 - Densità abitativa delle province dell'Emilia-Romagna (abitanti/kmq). Fonte: ISTAT

Il Veneto, infine, con una popolazione residente di circa 4,9 milioni di abitanti, rappresenta il 21% della popolazione residente nell'area di studio.

Nella regione figurano 7 province (Verona, Vicenza, Belluno, Treviso, Venezia, Padova e Rovigo).

Nella tabella sottostante si riporta la distribuzione dei residenti, sia in valori numerici che percentuali. Si riporta inoltre il grafico a radar, relativo alla densità della popolazione su base provinciale (abitanti/kmq).

Tabella 3-4 - Popolazione residente nelle province del Veneto. Fonte: ISTAT (2018)

	Residenti al 1° gennaio 2018	
Veneto	4.905.037	100,0%
Verona	922.821	20,7%
Vicenza	863.204	19,4%
Belluno	204.900	4,6%
Treviso	887.420	19,9%
Venezia	853.552	19,2%
Padova	936.740	21,0%
Rovigo	236.400	5,3%

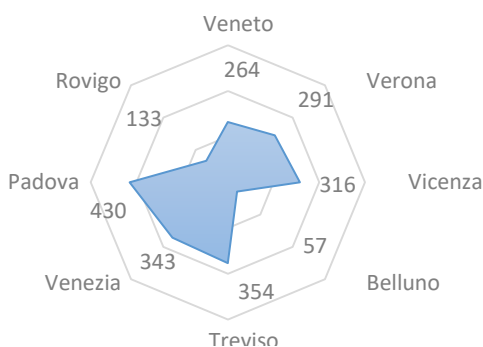


Figura 7 - Densità abitativa delle province del Veneto (abitanti/kmq). Fonte: ISTAT

Di seguito si riportano i tassi di crescita demografica per ciascuna delle regioni dell'area di studio negli ultimi anni.

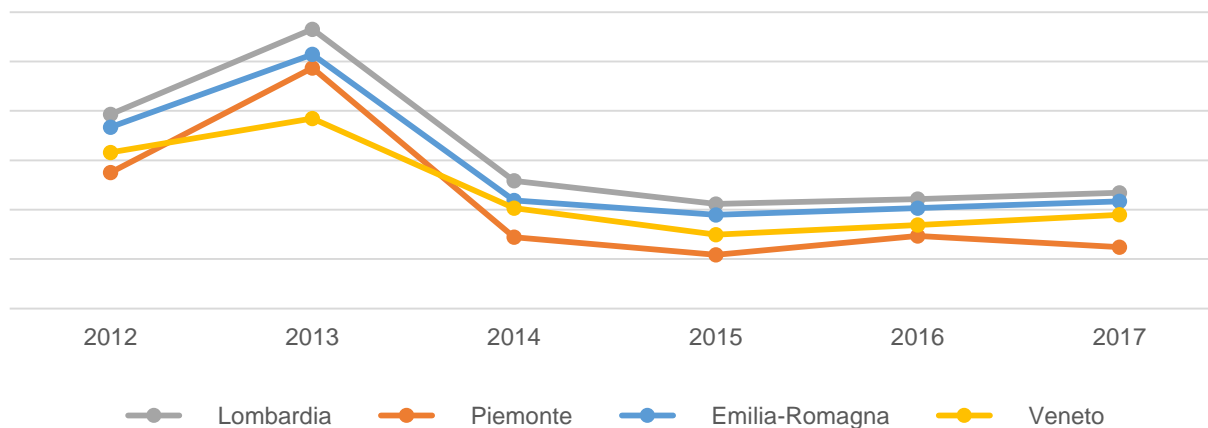


Figura 8 – Andamento del tasso di crescita demografica per le regioni incluse nell'area di studio. Fonte: ISTAT

Nella figura seguente si riporta una disaggregazione della popolazione per livello di urbanizzazione. La maggior concentrazione di popolazione si registra intorno alle aree urbane, sedi degli insediamenti industriali, dei servizi ed in generale delle attività lavorative principali.

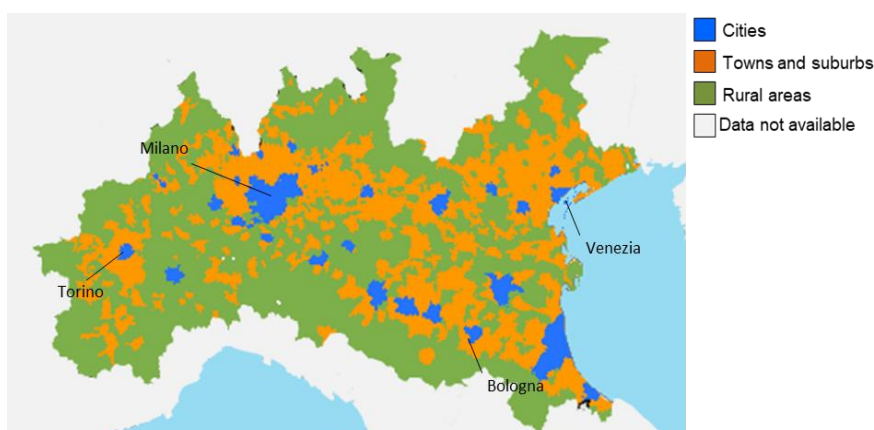


Figura 9 - Livelli di urbanizzazione dell'area di studio – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018

Nelle province di Milano, Torino, e Venezia, indicate in rosso, la popolazione rurale risulta inferiore al 20% del totale, nelle province evidenziate in arancio la percentuale oscilla tra il 20% ed il 50%, mentre in quelle evidenziate in verde la popolazione rurale è superiore al 50%.

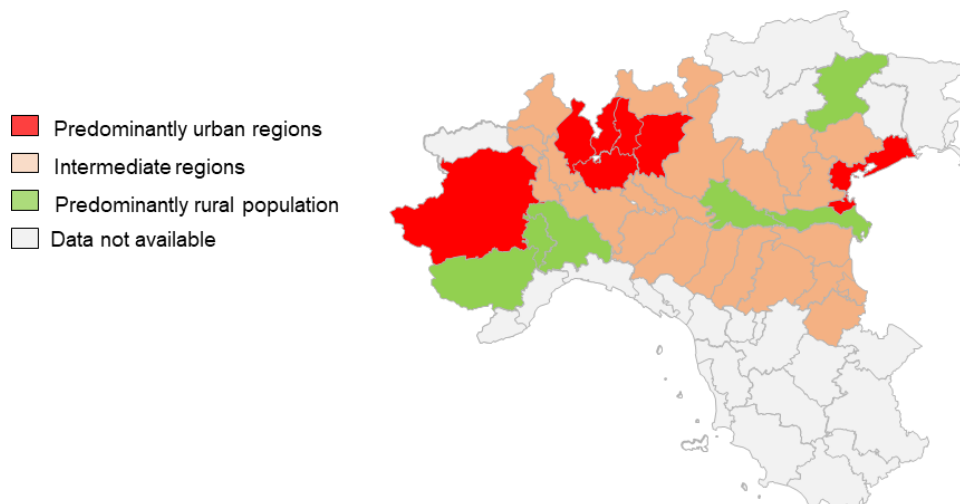


Figura 10 - Distribuzione della popolazione rurale nell'area di studio – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018

Variabili economiche

L'andamento del PIL delle regioni dell'area di studio ha seguito la dinamica innescata dalla grande recessione, processo avviato nel 2007: in crescita fino al 2008, nel 2009 ha registrato una forte caduta, parzialmente recuperata tra 2010 e 2011, per poi diminuire nuovamente dal 2012. Negli ultimi anni, tuttavia, il PIL è tornato a crescere.

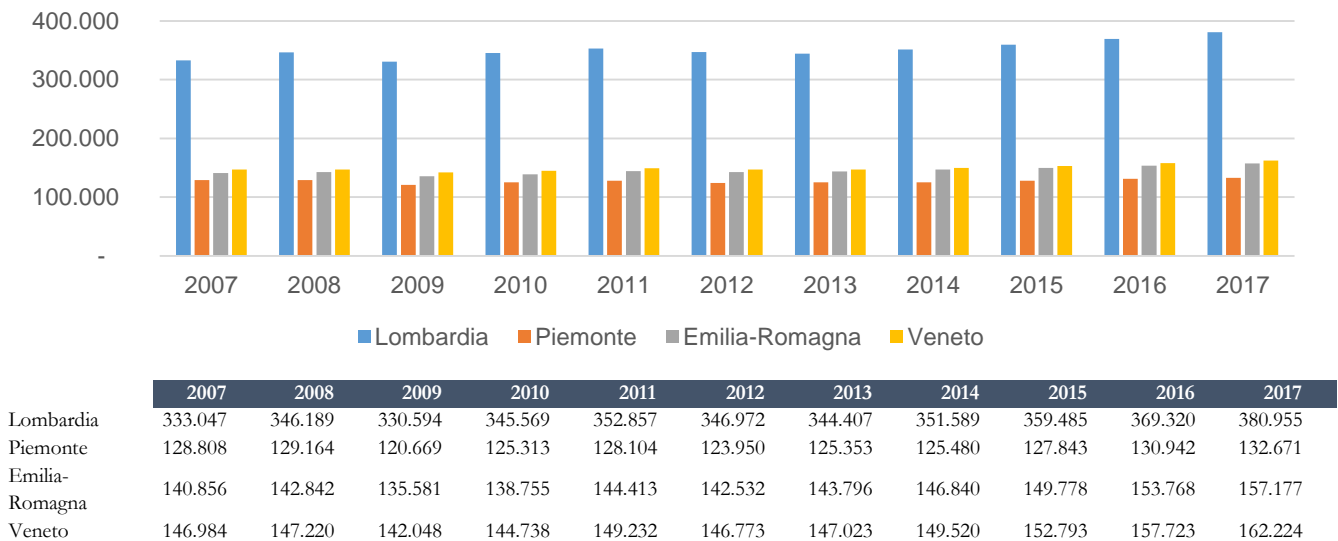


Figura 11 - Andamento del PIL nell'area di studio – Fonte: Eurostat (dati in milioni di Euro)

Nella figura seguente sono riportate le percentuali del PIL per abitante, nel 2016, rispetto al valore medio europeo (EU28).

In generale si può notare come tale valore, per l'area di studio, sia in linea rispetto al valore europeo; in particolare, per la regione Lombardia si evidenzia un +25% rispetto alla media.

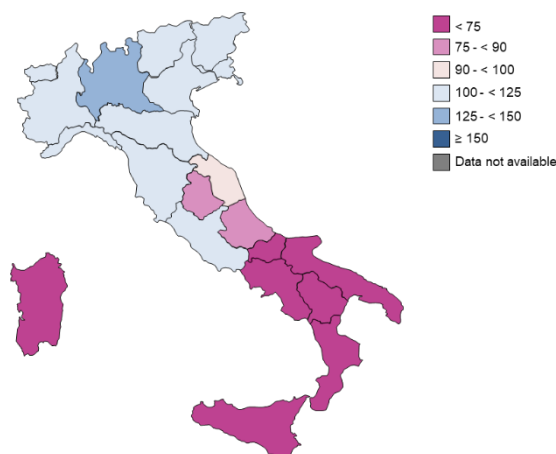


Figura 12 - PIL pro capite NUTS2 / media UE – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018

Livelli di occupazione

Nella figura seguente sono riportati i tassi di occupazione nel 2016 rispetto al valore medio europeo (EU28).

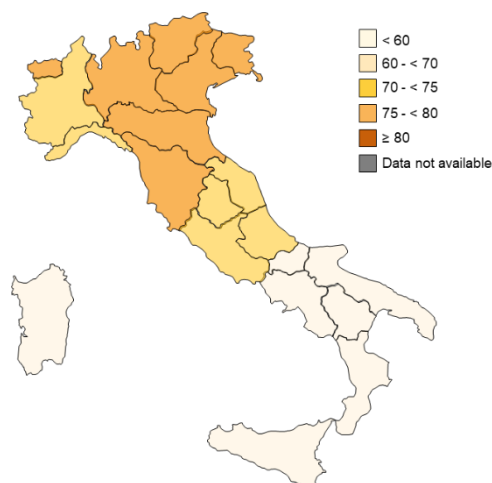


Figura 13 – Tassi di occupazione NUTS2 / media UE – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018

Di seguito è riportata una sintesi del numero di occupati in Italia, delle unità di lavoro, delle posizioni lavorative e le relative variazioni annuali.

Tabella 3-5 – Occupati, Unità di lavoro e posizioni lavorative. Fonte: ISTAT (2018)

	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
	(migliaia)				(variazione %)			
Occupati	24.498	24.826	25.115	25.335	0,65%	1,34%	1,17%	0,88%
Unità di lavoro	23.450	23.759	23.961	24.154	0,65%	1,32%	0,85%	0,80%
Posizioni lavorative	28.078	28.408	28.673	28.920	0,45%	1,18%	0,93%	0,86%

Tasso di motorizzazione

Nelle tabelle seguenti sono riportati i tassi di motorizzazione nelle province dell'area di studio (autovetture o motocicli circolanti per 1.000 abitanti).

Tabella 3-6 – Tassi di motorizzazione nelle province dell'area di studio. Fonte: ISTAT (2016)

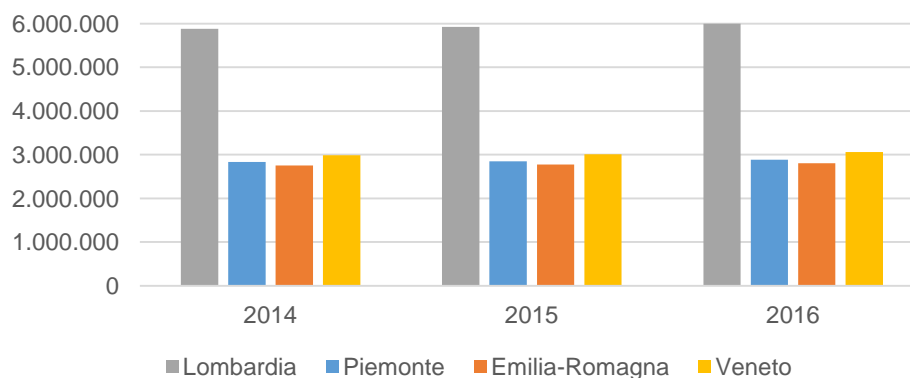
	AUTOVETTURE			MOTOCICLI		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Lombardia						
Varese	634,1	637,6	645,2	110,8	110,9	111,1
Como	607,4	605,9	613,0	127,1	128,1	130,7
Sondrio	562,4	564,7	573,6	120,3	120,2	121,4
Milano	515,8	512,1	512,2	118,6	119,9	121,1
Bergamo	582,5	583,5	591,9	143,5	144,1	146,0
Brescia	593,8	590,9	598,2	87,4	86,9	87,0
Pavia	567,0	562,9	561,6	112,1	110,7	111,1
Cremona	589,1	588,6	595,1	106,5	105,7	105,4
Mantova	597,8	599,5	605,9	126,9	126,2	127,1
Lecco	576,6	578,5	583,9	122,1	122,6	124,4
Lodi	558,0	559,4	566,0	84,3	84,6	84,7
Monza e della Brianza	619,8	621,6	625,5	120,3	120,8	119,9

	AUTOVETTURE			MOTOCICLI		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Piemonte						
Torino	615,5	617,0	637,8	79,7	80,7	81,7
Vercelli	625,3	627,3	638,3	93,1	94,5	95,3
Novara	589,4	590,2	595,7	88,2	89,2	90,3
Cuneo	684,6	693,5	702,9	104,6	105,7	107,6
Asti	630,7	634,8	644,9	104,0	104,8	107,0
Alessandria	602,6	606,1	615,1	94,7	96,5	98,0
Biella	680,4	684,9	695,3	101,9	102,3	103,4
Verbano-Cusio-Ossola	632,2	635,2	640,9	138,5	142,9	146,9

	AUTOVETTURE			MOTOCICLI		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Emilia-Romagna						
Piacenza	602,4	607,7	615,0	103,7	103,9	104,7
Parma	586,4	588,3	593,5	120,4	120,2	119,5
Reggio nell'Emilia	671,1	657,7	652,2	104,0	104,7	106,3
Modena	628,7	630,6	637,7	92,1	92,0	92,3
Bologna	511,0	514,8	519,8	140,8	141,3	142,4
Ferrara	622,6	625,3	634,5	102,8	102,4	101,9
Ravenna	654,2	660,0	670,5	135,1	135,3	135,6
Forlì-Cesena	620,3	627,0	633,0	113,2	113,2	113,5
Rimini	586,8	588,5	595,2	213,1	213,0	213,5

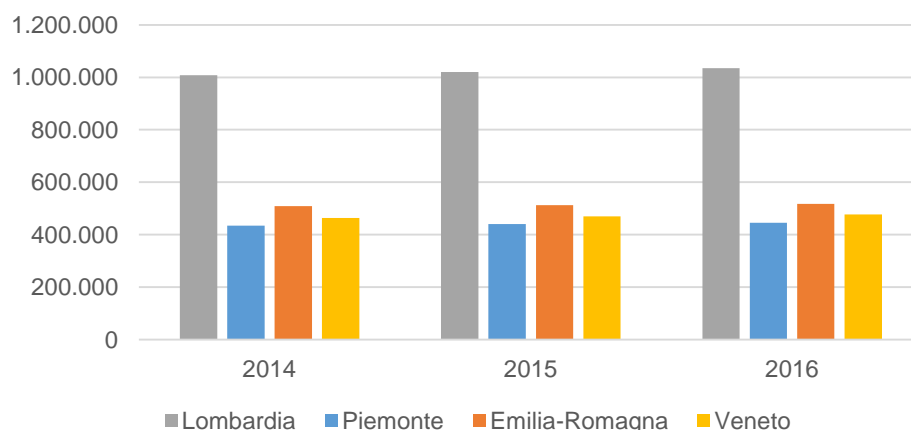
	AUTOVETTURE			MOTOCICLI		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Veneto						
Verona	601,5	607,0	635,2	135,8	137,5	139,9
Vicenza	591,2	599,1	609,2	90,1	91,0	91,9
Belluno	640,1	656,1	671,4	83,5	83,0	83,9
Treviso	594,5	591,0	598,9	92,2	92,2	92,9
Venezia	416,1	417,4	423,1	66,8	66,6	66,9
Padova	578,3	579,2	587,4	129,0	129,1	130,2
Rovigo	632,7	642,9	652,3	87,7	89,5	90,8

Di seguito si riportano, invece, le autovetture ed i motocicli circolanti per regione dell'area di studio, in valori assoluti.



	AUTOVETTURE		
	2014	2015	2016
Lombardia	5.879.632	5.923.476	5.998.166
Piemonte	2.833.499	2.844.588	2.883.319
Emilia-Romagna	2.754.792	2.774.071	2.806.154
Veneto	2.983.814	3.011.089	3.059.146

Figura 14 – Autovetture (valori assoluti) nelle regioni dell'area di studio – Fonte: ISTAT 2016



	AUTOVETTURE		
	2014	2015	2016
Lombardia	1.008.332	1.020.758	1.034.361
Piemonte	434.749	439.901	445.656
Emilia-Romagna	509.103	512.204	517.502
Veneto	463.082	469.307	476.958

Figura 15 – Motocicli (valori assoluti) nelle regioni dell'area di studio – Fonte: ISTAT 2016

Turismo

Nella figura seguente è rappresentato il numero di notti (in milioni) trascorse da residenti e non nelle strutture delle regioni italiane. Risulta evidente come, nelle regioni dell'area di studio, in media, tale valore sia superiore alle 12,5 milioni di notti.

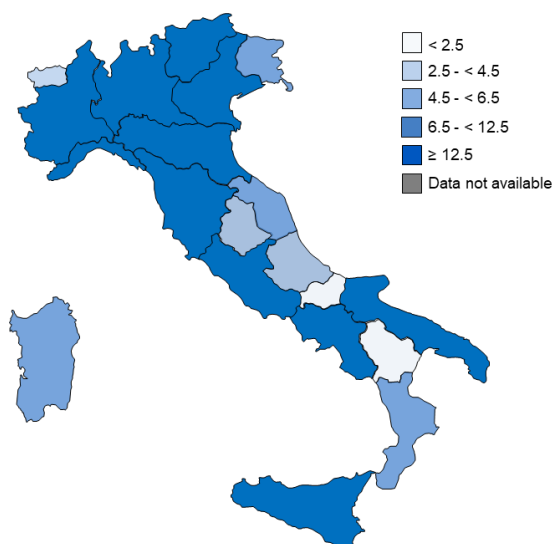


Figura 16 – Notti trascorse in strutture ricettive dell'area di studio – Fonte: Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2018

Nelle tabelle seguenti si riporta il numero di notti trascorse da viaggiatori stranieri ed italiani con il dettaglio della struttura ricettiva o della regione di destinazione, per l'anno 2018.

Tabella 3-7 – Numero di notti per tipologia di struttura e regione di destinazione. Fonte: Banca d'Italia⁷

	Viaggiatori italiani	Viaggiatori stranieri
Lombardia	72.070	51.237
Piemonte	30.058	18.424
Emilia-Romagna	23.441	21.096

⁷ Turismo internazionale dell'Italia – Serie storiche

Veneto 22.295 58.278

	Viaggiatori italiani	Viaggiatori stranieri
Albergo, villaggio, B&B, agriturismo	115.658	197.199
Casa in affitto	58.039	55.128
Ospite da parenti, amici	57.271	69.013
Altro	51.511	65.990

Nei grafici seguenti si riporta il numero di arrivi registrati nelle strutture ricettive delle regioni dell'area di studio, con il dettaglio della residenza dei viaggiatori (residenti nella regione oggetto di analisi, in una delle altre regioni dell'area di studio e nel resto d'Italia) nel 2018.

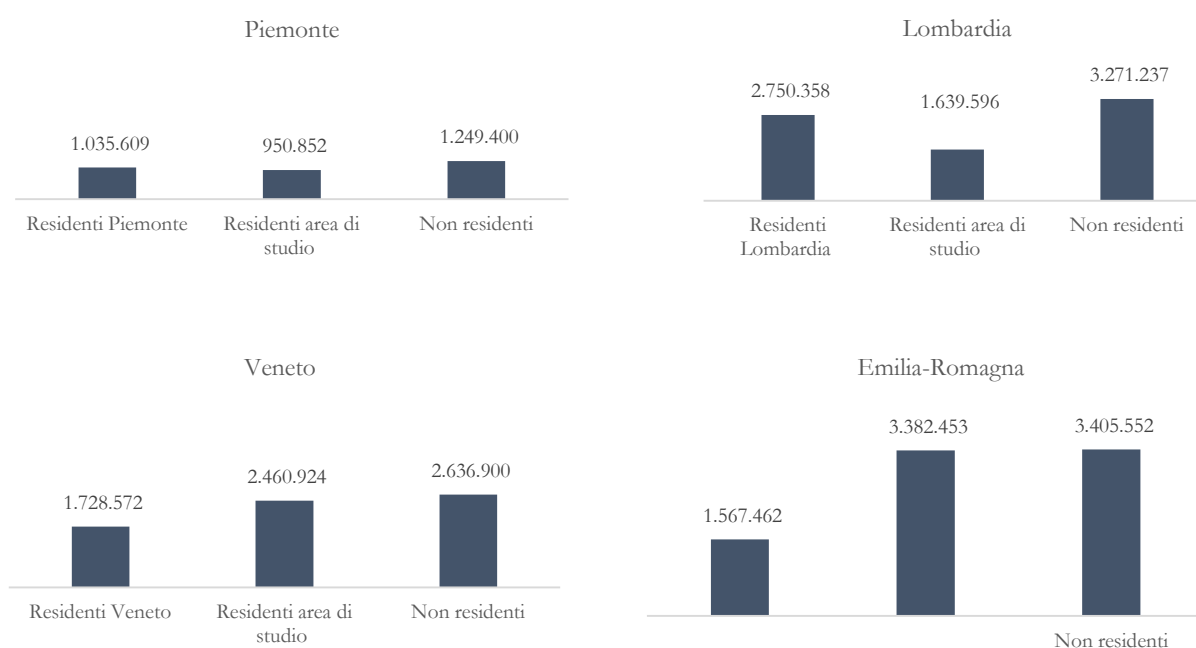


Figura 17 – Numero di arrivi nelle strutture ricettive delle regioni dell'area di studio – Fonte: Istat le regioni dell'area di studio – Fonte: Istat

In particolare, nelle immagini seguenti si riporta il numero di arrivi registrati nelle strutture ricettive delle province dell'area di studio, con il dettaglio della residenza dei viaggiatori (italiana, europea e non) nel 2018.

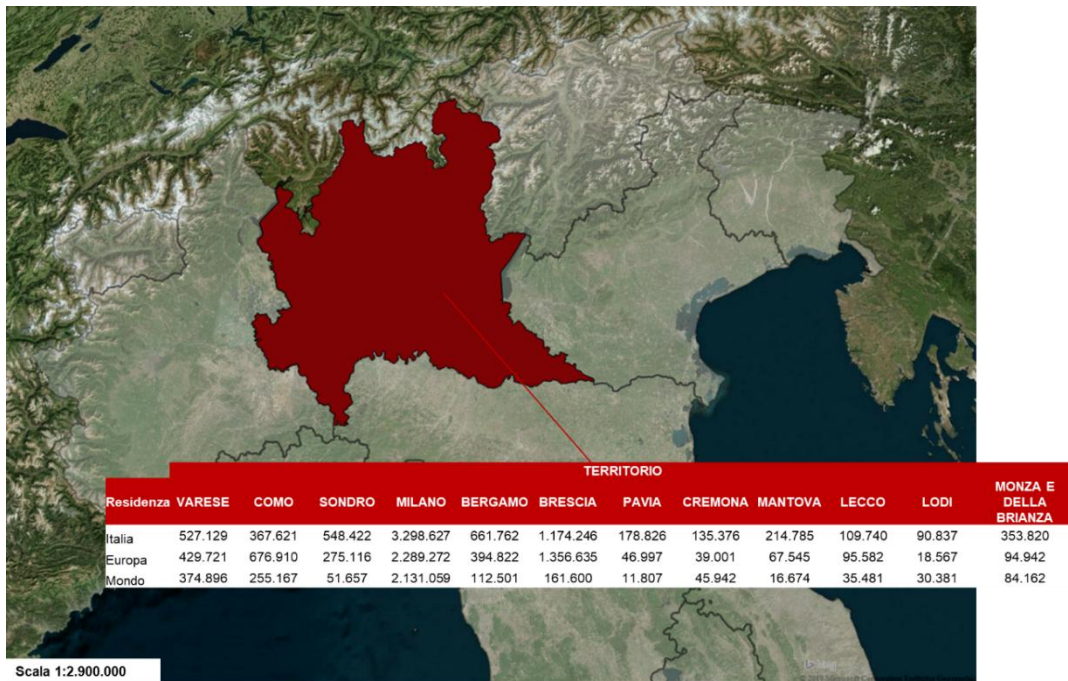


Figura 18 – Numero di arrivi nelle province della Lombardia – Fonte: Istat

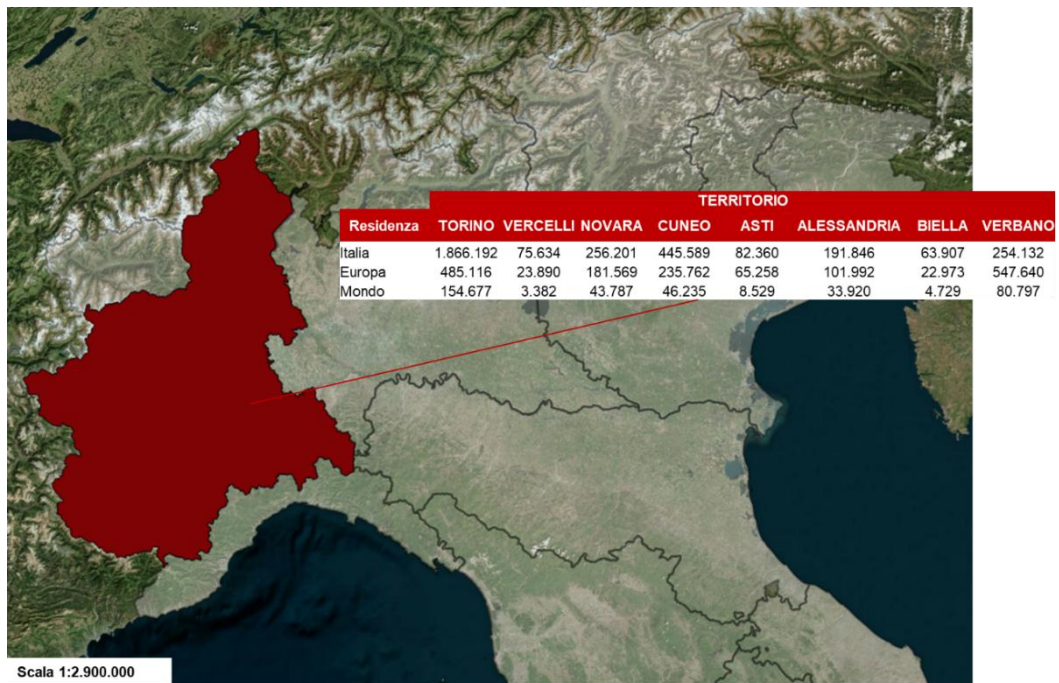


Figura 19 – Numero di arrivi nelle province del Piemonte – Fonte: Istat

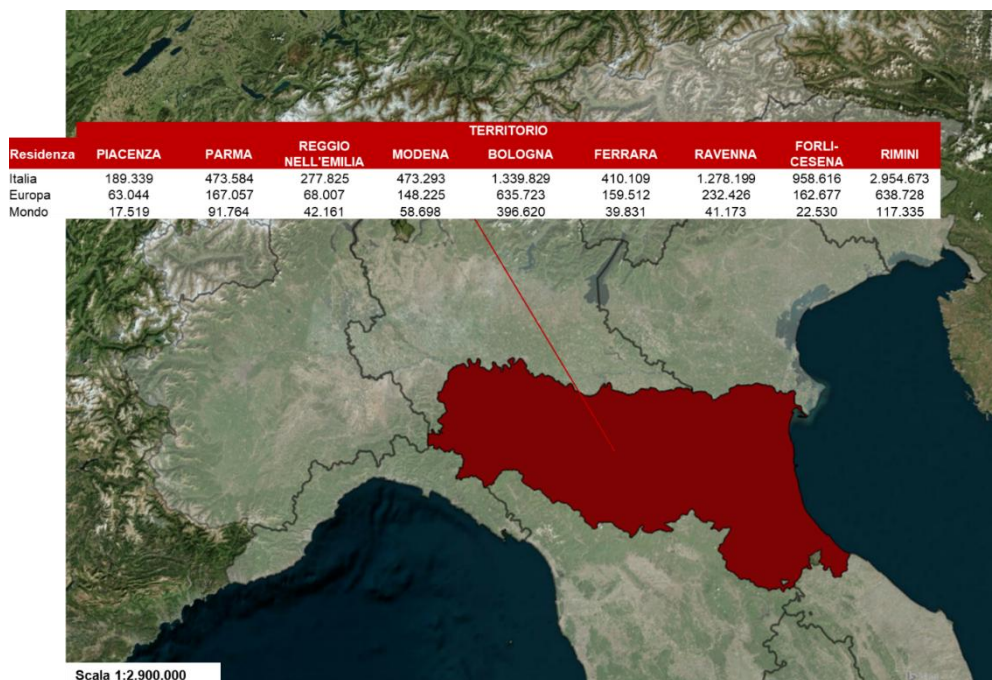


Figura 20 – Numero di arrivi nelle province dell'Emilia-Romagna – Fonte: Istat

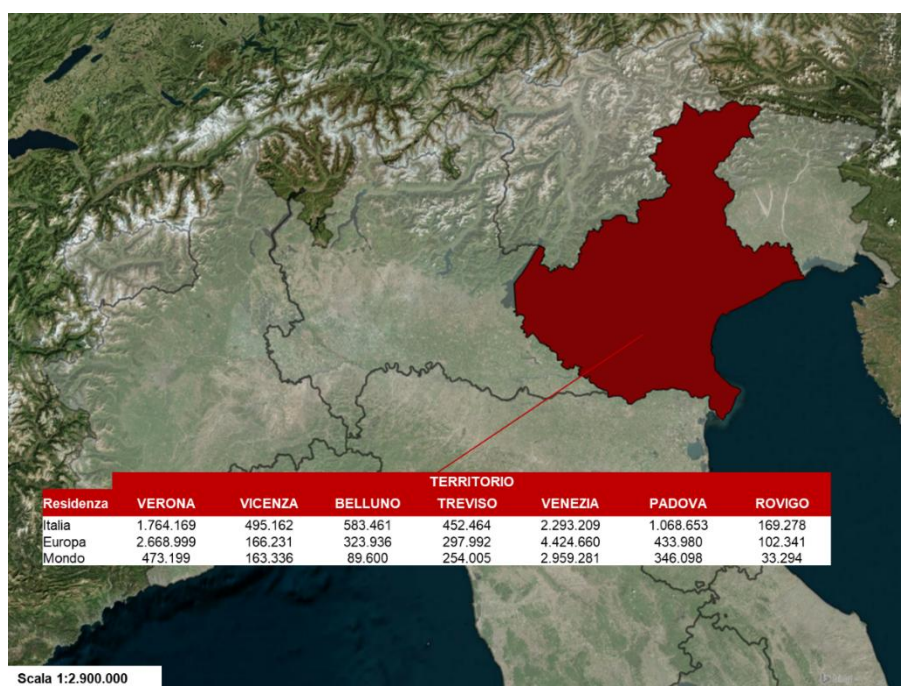


Figura 21 – Numero di arrivi nelle province del Veneto – Fonte: Istat

Nei grafici seguenti si riporta il numero di presenze registrate nelle strutture ricettive delle regioni dell'area di studio, con il dettaglio della residenza dei viaggiatori (residenti nella regione oggetto di analisi, in una delle altre regioni dell'area di studio e nel resto d'Italia) nel 2018.

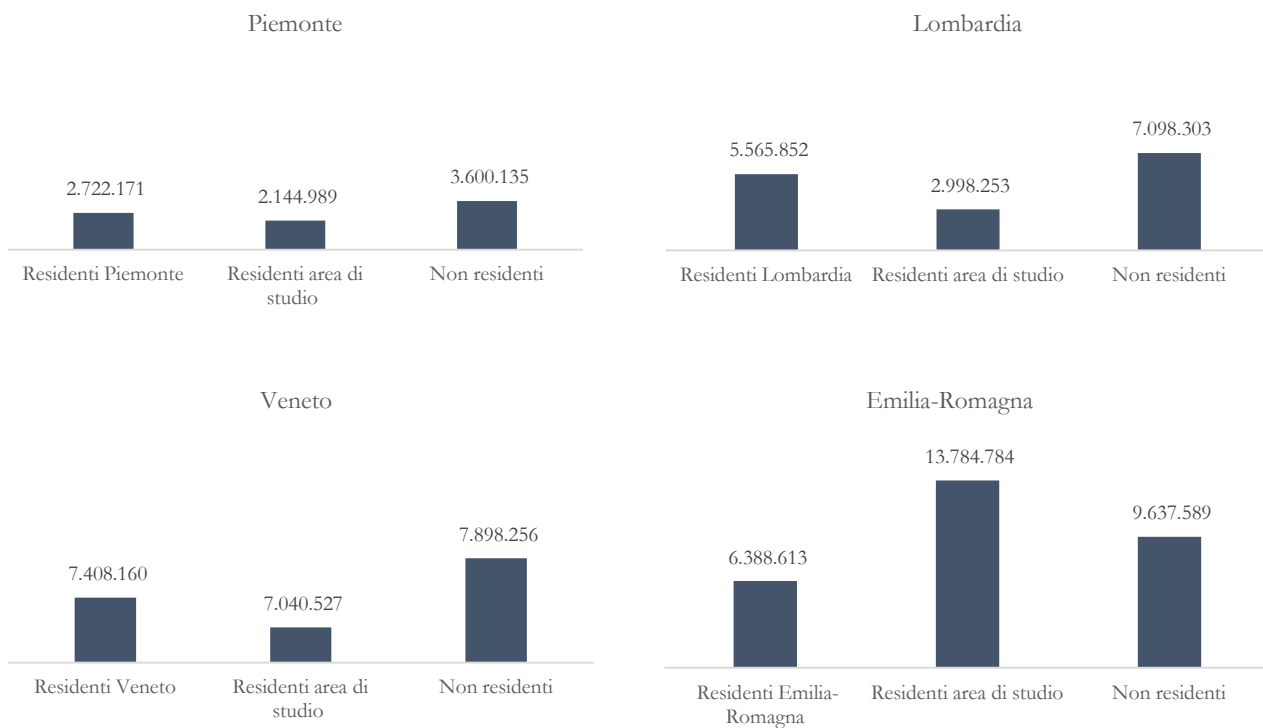


Figura 22 – Numero di presenze nelle strutture ricettive delle regioni dell'area di studio – Fonte: Istat

Si riporta, inoltre, di seguito il numero di presenze nelle strutture ricettive delle province dell'area di studio, con il dettaglio della residenza dei viaggiatori (italiana, europea e non) nel 2018.

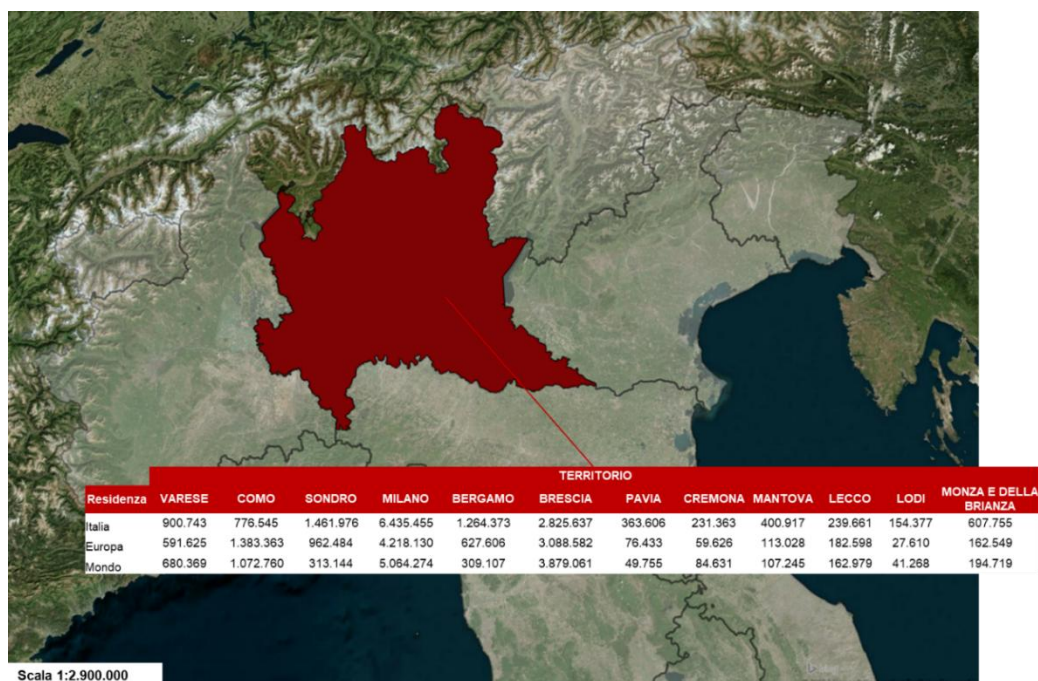


Figura 23 – Numero di presenze nelle province della Lombardia – Fonte: Istat

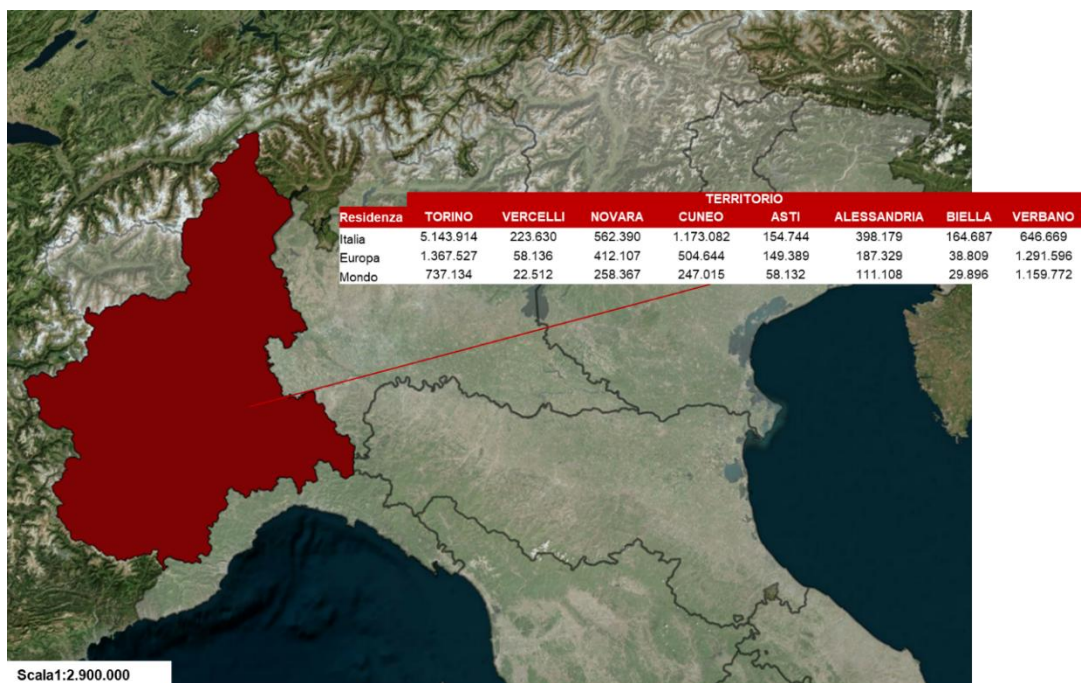


Figura 24 – Numero di presenze nelle province del Piemonte – Fonte: Istat

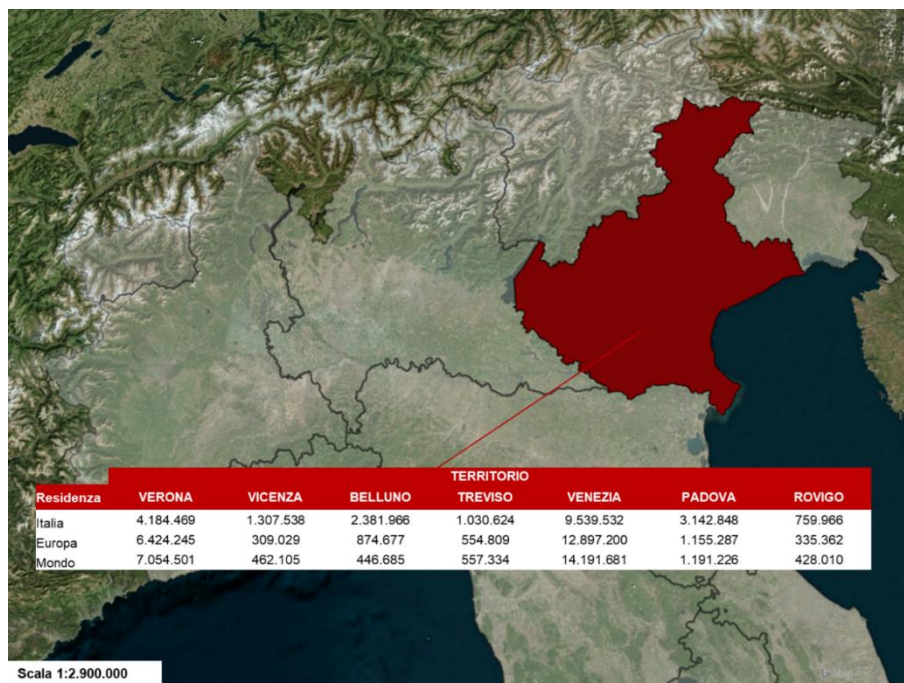


Figura 25 – Numero di presenze nelle province del Veneto – Fonte: Istat

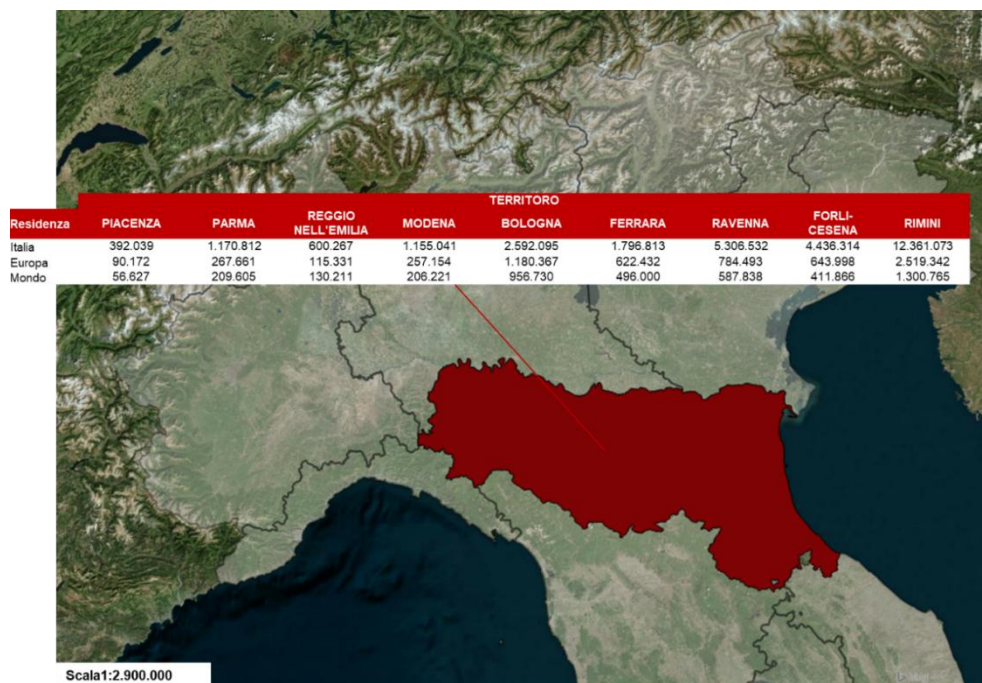


Figura 26 – Numero di presenze nelle province dell'Emilia-Romagna – Fonte: Istat

In risposta a tale domanda, l'offerta ha presentato un trend crescente negli ultimi cinque anni.

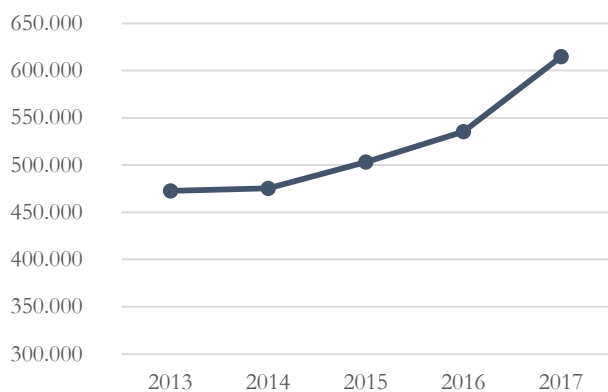


Figura 27 – Numero di strutture ricettive – Fonte: ISTAT 2017

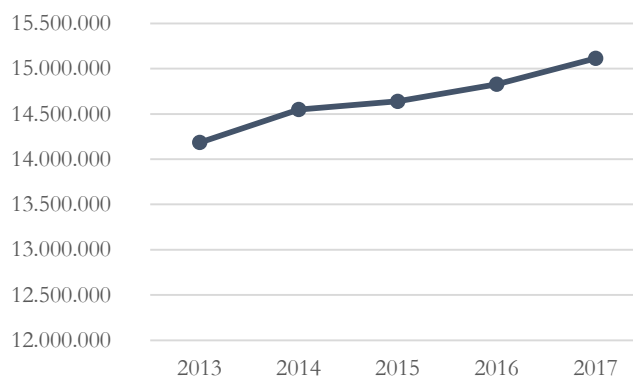


Figura 28 – Numero di posti letto nelle strutture ricettive – Fonte: ISTAT 2017

Sia in Piemonte che in Lombardia, la densità abitativa risulta particolarmente concentrata nelle province dei capoluoghi di regione. In Emilia-Romagna e in Veneto la popolazione è distribuita in modo meno “polarizzato” sul territorio.

Per quanto riguarda le variabili economiche, l'andamento del PIL delle regioni dell'area di studio, in crescita fino al 2008, ha registrato una forte caduta, parzialmente recuperata tra 2010 e 2011, per poi diminuire nuovamente dal 2012. Negli ultimi anni, tuttavia, il PIL è tornato a crescere.

La regione Lombardia, in particolare, nel 2016 ha registrato un +25% rispetto al valore medio europeo (EU28) di PIL per abitante.

Va ricordato, tuttavia, che attualmente il Nord-Est Italia (Emilia-Romagna, Veneto, Friuli-Venezia Giulia e Trentino-Alto Adige) produce quasi un quarto del PIL nazionale (circa 400 miliardi di euro nel 2017), genera un terzo delle esportazioni italiane (152 miliardi di euro nel 2018) e rappresenta circa un quinto della popolazione d'Italia (più di 11 milioni di residenti nel 2018). Le Regioni nord-orientali presentano un PIL pro capite pari a

34.263 euro, superiore non solo alla media italiana di 28.494 euro, ma anche a quella dei Paesi dell'Unione Europea che risulta essere di 30.033 euro⁸.

Rispetto a popolazione e addetti nell'area di studio, si riporta di seguito una sintesi dell'andamento di tali variabili negli ultimi anni.

Tabella 3-8 - *Andamento variabile addetti per regione negli anni 2012-2017: Fonte: Istat*

Regione	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lombardia	3.811.035	3.775.300	3.750.173	3.783.789	3.896.410	4.022.503
Piemonte	1.353.456	1.318.840	1.285.504	1.291.308	1.311.011	1.334.369
Valle d'Aosta	37.724	37.433	36.307	35.762	36.426	37.507
Liguria	443.103	417.093	404.155	403.575	406.025	414.632
Trentino-Alto Adige	346.597	349.596	351.577	352.010	361.303	374.464
Veneto	1.659.756	1.628.578	1.603.910	1.625.513	1.654.487	1.693.135
Friuli-Venezia Giulia	359.959	352.516	347.350	345.446	351.875	360.803
Emilia-Romagna	1.569.819	1.554.603	1.532.576	1.530.101	1.551.470	1.583.921
Toscana	1.110.860	1.097.372	1.080.710	1.082.486	1.101.852	1.125.688
Umbria	244.898	238.642	229.541	227.356	229.548	233.210
Marche	467.203	453.414	438.081	431.780	427.163	436.963
Lazio	1.839.439	1.821.651	1.817.549	1.822.292	1.868.354	1.891.086
Abruzzo	316.578	304.300	297.387	296.059	301.550	308.592
Molise	54.140	52.126	50.486	50.497	52.488	53.677
Campania	972.035	954.498	947.017	978.642	1.027.665	1.050.987
Puglia	721.666	703.576	694.199	700.151	730.704	747.676
Basilicata	99.032	96.135	93.156	97.763	102.330	105.122
Calabria	270.527	259.929	248.527	251.728	262.247	264.630
Sicilia	736.179	712.452	694.323	699.830	721.707	727.829
Sardegna	308.206	298.737	286.780	283.787	289.904	292.687

Tabella 3-9 - *Andamento variabile popolazione per regione negli anni 2012-2017: Fonte: Istat*

Regione	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Piemonte	4.357.663	4.374.052	4.436.798	4.424.467	4.404.246	4.392.526
Lombardia	126.620	127.844	128.591	128.298	127.329	126.883
Valle d'Aosta	1.567.339	1.565.127	1.591.939	1.583.263	1.571.053	1.565.307
Liguria	9.700.881	9.794.525	9.973.397	10.002.615	10.008.349	10.019.166
Trentino-Alto Adige	1.029.585	1.039.934	1.051.951	1.055.934	1.059.114	1.062.860
Veneto	4.853.657	4.881.756	4.926.818	4.927.596	4.915.123	4.907.529
Friuli-Venezia Giulia	1.217.780	1.221.860	1.229.363	1.227.122	1.221.218	1.217.872
Emilia-Romagna	4.341.240	4.377.487	4.446.354	4.450.508	4.448.146	4.448.841
Toscana	3.667.780	3.692.828	3.750.511	3.752.654	3.744.398	3.742.437
Umbria	883.215	886.239	896.742	894.762	891.181	888.908
Marche	1.540.688	1.545.155	1.553.138	1.550.796	1.543.752	1.538.055
Lazio	5.500.022	5.557.276	5.870.451	5.892.425	5.888.472	5.898.124
Abruzzo	1.306.416	1.312.507	1.333.939	1.331.574	1.326.513	1.322.247
Molise	313.145	313.341	314.725	313.348	312.027	310.449
Campania	5.764.424	5.769.750	5.869.965	5.861.529	5.850.850	5.839.084
Puglia	4.050.072	4.050.803	4.090.266	4.090.105	4.077.166	4.063.888
Basilicata	577.562	576.194	578.391	576.619	573.694	570.365
Calabria	1.958.418	1.958.238	1.980.533	1.976.631	1.970.521	1.965.128
Sicilia	4.999.854	4.999.932	5.094.937	5.092.080	5.074.261	5.056.641
Sardegna	1.637.846	1.640.379	1.663.859	1.663.286	1.658.138	1.653.135

Per ulteriori dettagli rispetto a tali variabili, relativi anche alla influenza che esercitano sulla domanda di mobilità attraverso i modelli sviluppati, si rimanda al capitolo 4.

Per quanto riguarda, infine, gli indicatori legati alle attività turistiche:

⁸ “Adattarsi per competere: quali sfide per il “Modello Nord-Est”?”, CDP Ricerca & Studi, 2019

- in Piemonte, Lombardia ed Emilia-Romagna si ha una preponderanza di notti trascorse nelle strutture ricettive da parte di viaggiatori Italiani, mentre in Veneto, nel 2018, è stato registrato un 70% circa di notti trascorse nelle strutture ricettive da parte di viaggiatori stranieri.
- è emerso un numero particolarmente alto di presenze registrate nel 2018 in Emilia-Romagna riconducibili a viaggiatori residenti in una delle ulteriori regioni dell'area di studio.

In risposta alla domanda turistica analizzata, negli anni 2013-17 è stato osservato un trend sempre crescente del numero di strutture ricettive e posti letto.

3.2. AEROPORTO DI BERGAMO ORIO AL SERIO E CENTRO COMMERCIALE ORIOCENTER

L'aeroporto di Bergamo-Orio al Serio, situato nel comune di Orio al Serio, è il terzo scalo italiano per numero di passeggeri e merci movimentate.

L'aeroporto ricopre un ruolo strategico all'interno dell'area milanese, non solo per il traffico, ma anche per l'ampiezza del proprio bacino d'influenza. Lo scalo, infatti, dista solo 5 km dal centro di Bergamo e, rispettivamente, 53 km e 52 km dai capoluoghi di Milano e Brescia.

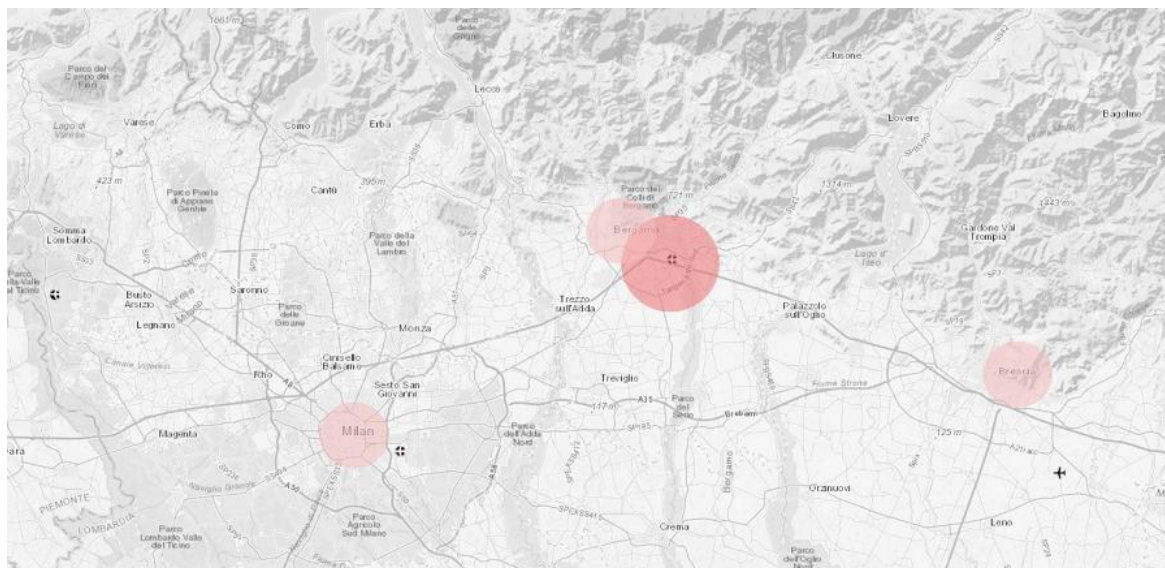


Figura 29 - Aeroporto di Bergamo Orio al Serio. Fonte: Trans-European Transport Network TENTEC - European Commission

L'aeroporto, per caratteristiche e costi di strutture e servizi, è stato scelto dalle principali compagnie aeree *low cost* nel periodo di massima espansione. Risulta, infatti, essere il primo aeroporto italiano per numero di passeggeri movimentati attraverso vettori a basso costo.

L'aeroporto di Bergamo Orio al Serio ha trovato negli ultimi anni un posizionamento di grande rilevanza a livello europeo nel mercato del bacino lombardo. È infatti, in assenza di congestione, raggiungibile entro 90 minuti da circa 9 milioni di abitanti, rappresentanti il 22% del reddito complessivo prodotto dagli italiani.

Per queste ragioni, l'aeroporto ha registrato una consistente crescita dei volumi di traffico, in linea con il trend positivo del sistema aeroportuale italiano negli ultimi 4 anni.

Nel 2018 sono stati registrati, in Italia, volumi di traffico passeggeri di 185,7 mln⁹. L'aeroporto di Bergamo Orio al Serio contribuisce a tali volumi nella percentuale del 14,4%, movimentando un traffico passeggeri pari a 12,9 mln (+4,9% rispetto all'anno precedente).

Si riportano nei grafici seguenti gli andamenti di crescita registrati nell'aeroporto di Bergamo-Orio al Serio negli ultimi 4 anni in termini di movimenti, passeggeri e tonnellate di merci trasportate.

⁹ Fonte: ASSAEROPORTI

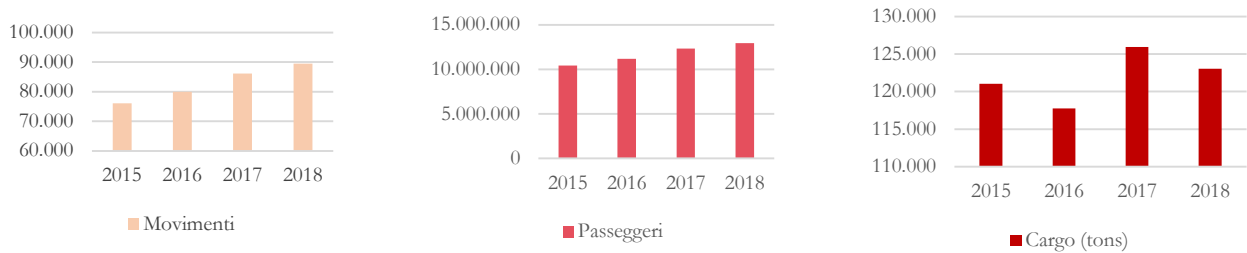


Figura 30 – Numero di movimenti, passeggeri e tonnellate negli ultimi quattro anni. Fonte: ASSAEROPORTI

Il trend di crescita registrato negli ultimi anni - e confermato nella prima metà del mese di gennaio 2019 - lascia presupporre previsioni di evoluzione del traffico positive, superando i 13 milioni di passeggeri a fine anno.

A tale quadro di domanda prevista deve corrispondere un adeguato sviluppo delle infrastrutture aeroportuali e del relativo sistema di accessibilità, per evitare rilevanti fenomeni di congestionamento.

Si riporta di seguito un breve quadro di sintesi dell'accessibilità dell'aeroporto di Bergamo-Orio al Serio.



Figura 31 - Rete infrastrutturale. Fonte: Masterplan dell'aeroporto di Bergamo Orio al Serio 2011

L'aeroporto è attualmente raggiungibile unicamente attraverso la rete stradale. In particolare:

- in auto: dal punto di vista della viabilità, l'accesso all'aeroporto è assicurato da due uscite della A4, nelle immediate vicinanze a ovest e a est del sedime. Per chi percorre la A4 proveniente da Milano l'uscita consigliata è quella di Bergamo, mentre per chi percorre la A4 proveniente da Brescia, l'uscita indicata è quella di Seriate. Per l'ultimo miglio stradale, il percorso verso l'aeroporto si snoda lungo la tangenziale interna di Bergamo (c.d. Asse Interurbano), lungo la via Cremasca ed infine lungo la SP116, determinando nel complesso una forte sovrapposizione fra flussi veicolari aeroportuali ed utenza stradale di carattere urbano.

L'aeroporto dispone di tre differenti aree di parcheggio. Le zone di sosta P1 e P2, interne al sedime aeroportuale, le quali mettono a disposizione, rispettivamente, 285 e 3.335 posti. L'area di sosta P3, esterna al sedime aeroportuale, che dispone di 2.766 posti auto, è collegata con il terminal attraverso un servizio navetta.

- Con autobus: la connessione con le stazioni di Bergamo e Milano è attualmente assicurata da un servizio di bus/navette, con frequenza di 30' verso la stazione di Bergamo e frequenza di 15' verso la stazione di Milano Centrale. Inoltre, seppur con frequenza minore, sono disponibili servizi bus verso Brescia, Como, Milano Malpensa e Rho-Fiera Milano.

L'analisi dell'accessibilità aeroportuale evidenzia la necessità di un adeguamento delle infrastrutture di accesso all'aeroporto per soddisfare la crescita di domanda di mobilità generata dall'aumento di passeggeri destinati allo scalo di Orio al Serio.

Soluzioni efficienti e sostenibili per l'accessibilità ai grandi nodi della mobilità, quali gli aeroporti, sono un elemento centrale delle strategie per il settore trasporti a scala continentale. Il tema, in termini infrastrutturali, si traduce nel collegamento, entro il 2030, di tutti i principali aeroporti alla rete ferroviaria, ove possibile a quella di alta velocità, come declinato dal Regolamento 1315/2013 per gli aeroporti *core* sulle reti trans-europee di trasporto.

Lo scalo di Bergamo-Orio al Serio è situato lungo i Corridoi Multimodali Mediterraneo e Reno-Alpi e rientra tra gli scali della *core* network italiana.

A tal fine la SACBO, società di gestione dell'aeroporto, nell'ambito della strategia di potenziamento dell'accessibilità allo scalo, ha realizzato uno studio di fattibilità di un collegamento diretto tra l'aeroporto e la linea ferroviaria esistente. Tale studio ha ottenuto un cofinanziamento da parte della Comunità Europea, nell'ambito del Programma TEN-T, secondo il quale i nodi strategici dell'intera rete TEN T europea dovranno svilupparsi assicurando l'interconnessione tra le modalità aria-ferro.

Lo studio di fattibilità ha come obiettivo principale quello di individuare gli scenari ottimali per lo sviluppo di un'accessibilità intermodale all'aeroporto, attraverso un rapido ed efficace collegamento, con i centri urbani di generazione della domanda, al fine di:

- ampliare l'area di influenza dello scalo, integrando il nuovo collegamento nella rete del Servizio Ferroviario Regionale e delle Ferrovie Nord per facilitare l'accesso, attraverso la modalità ferroviaria, da tutti i bacini di traffico serviti dalle suddette reti ferroviarie. Il collegamento ferroviario previsto permetterebbe di inserire l'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio in un bacino di traffico più esteso, relazionandolo non solo con gli aeroporti milanesi di Linate e Malpensa, ma anche con quelli sulla direttrice est dell'A4, cioè gli aeroporti di Brescia e di Verona.
- Rafforzare il ruolo dello scalo nel sistema aeroportuale Milanese, collegando lo scalo con la linea dell'Alta Velocità (AC/AV) e consentire il rapido raggiungimento della città di Milano.
- Decongestionare il traffico stradale generato dai flussi aeroportuali.
- Migliorare i collegamenti con i poli attrattori esistenti e in progetto (OrioCenter, Fiera di Bergamo, Polo del Lusso, etc.).
- Adeguare la capacità del sistema viario di accesso, dei parcheggi auto e bus ai livelli di traffico attesi.
- Collegare i terminali di trasporto ed i servizi aeroportuali con un mezzo di trasporto rapido ed efficiente.

Nelle immediate vicinanze dell'aeroporto internazionale di Orio al Serio è localizzato uno dei più grandi centri commerciali italiani, l'OrioCenter, con circa 280 negozi distribuiti su 2 piani, più di 10 sale cinema, un ipermercato e numerosi punti di ristoro.

Tale centro commerciale si trova a pochi metri dall'aeroporto di Orio al Serio, ed è raggiungibile tramite un sottopasso segnalato direttamente dall'aeroporto¹⁰.

¹⁰ Sono in fase di definizione interventi finalizzati a migliorare le condizioni di collegamento tra i due poli, aeroportuale e centro commerciale, come ad esempio l'ipotesi, prevista nel Piano Urbanistico del Comune di Orio al Serio, di un sovrappasso autostradale (Fonte: Masterplan dell'aeroporto di Bergamo Orio al Serio 2011)

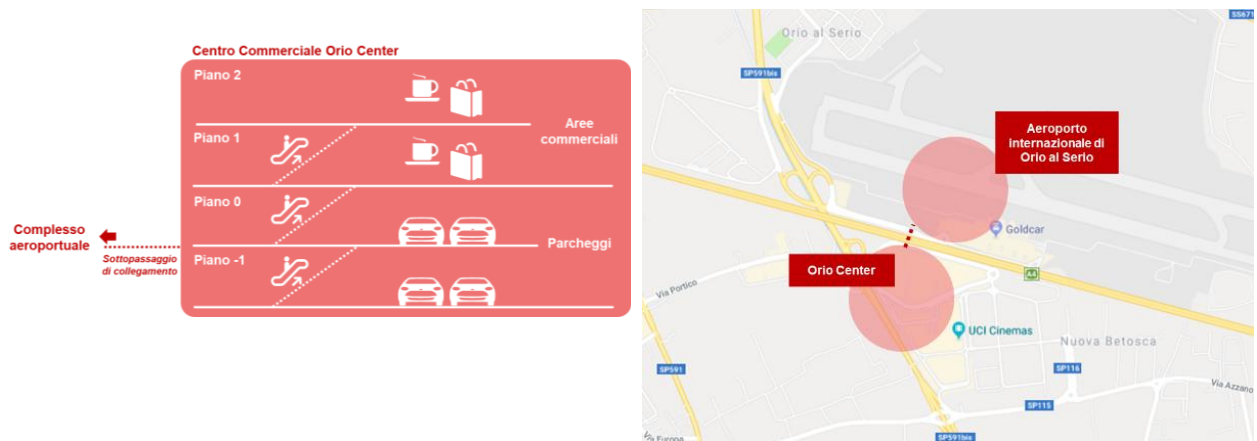


Figura 32 - Localizzazione del centro commerciale OrioCenter

Il centro commerciale rappresenta un significativo polo attrattore di traffico; come si può notare dai grafici riportati di seguito: il numero di visitatori varia sensibilmente nell'arco dell'anno, raggiungendo più di un milione nel mese di agosto e dicembre/gennaio.

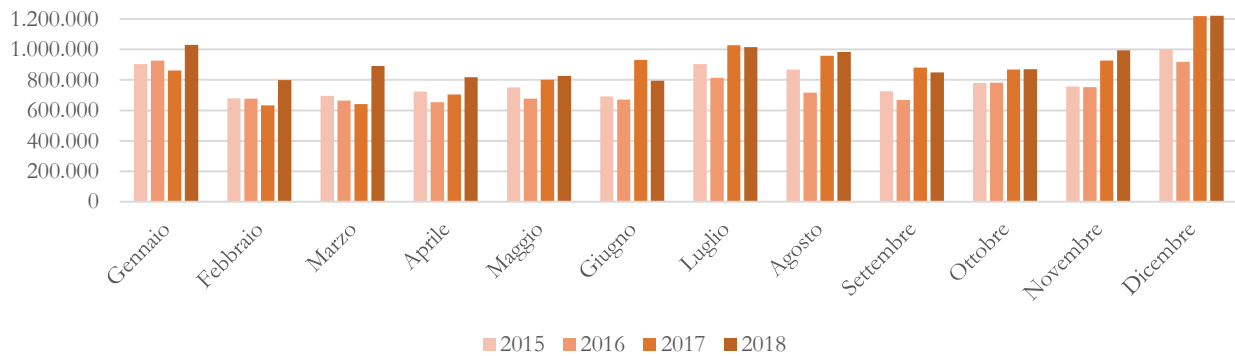


Figura 33 – Numero di visitatori del centro commerciale negli ultimi quattro anni

Anche l'andamento del numero di visitatori nell'arco della settimana è soggetto a variazioni. Nel grafico seguente si riporta la ripartizione percentuale del numero medio di visitatori sul totale della settimana, riferita al mese di maggio 2019. Come si può notare, circa il 45% dei frequentatori, si reca al centro commerciale nel fine settimana.

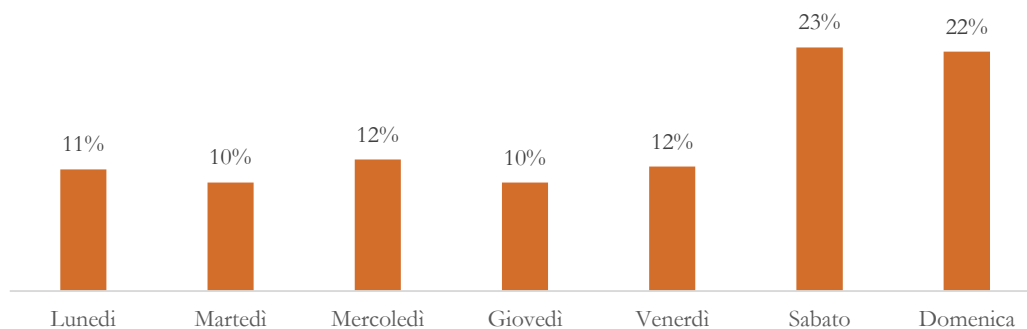


Figura 34 – Ripartizione percentuale media dei visitatori del centro commerciale nell'arco della settimana

4. ATTUALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA MULTIMODALE DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO PASSEGGERI

La sistema infrastrutturale a servizio della mobilità in Lombardia risulta caratterizzata da:

- trasporto collettivo che include¹¹:
 - circa 2.000 km di rete ferroviaria, 421 stazioni ed un'offerta di servizi ferroviari pari a circa 42 milioni di trenixkm all'anno, corrispondenti a più di 2.000 corse al giorno;
 - una rete metropolitana di circa 110 km ed una rete tranviaria e metro tranviaria di circa 310 km ed un'offerta complessiva (servizi automobilistici, metropolitani, tranviarie metro tranviari) vicina ai 300 milioni di vettorexkm;
- più di 700 km di autostrade, oltre 10.000 km di strade provinciali, circa 1.000 km di strade statali e oltre 58.000 km di strade comunali.

Inoltre, nella regione sono localizzati i 3 aeroporti internazionali di Milano Malpensa, Milano Linate e Bergamo Orio al Serio classificati nella rete core e l'aeroporto di Brescia-Montichiari nella rete *comprehensive*.

Si riporta di seguito la rappresentazione della rete ferroviaria della Lombardia, che include una classificazione per caratteristiche di linea (fondamentali, complementari e di nodo) e tipologia di alimentazione.

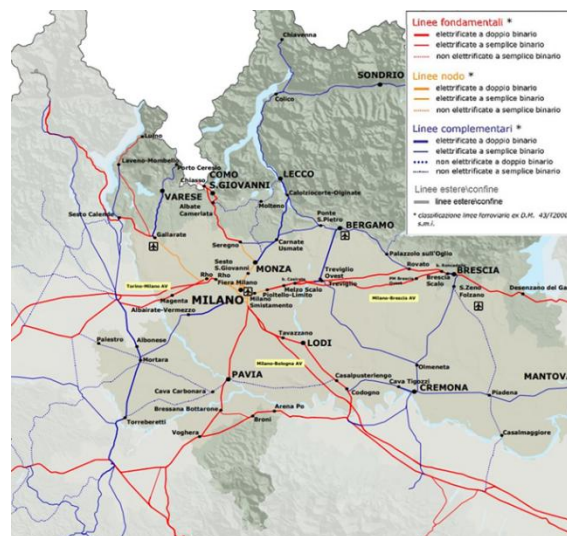


Figura 35 - Classificazione delle linee della regione Lombardia. Fonte: RFI

Si può notare come, per quanto riguarda la rete ferroviaria fondamentale della regione:

- l'asse principale ovest-est del nord-Italia sia costituito dalla linea storica Torino- Milano-Brescia-Verona-Venezia;
- da nord fino alla città di Milano, confluiscono le linee transfrontaliere italo-svizzere: Chiasso-Como-Monza-Milano, Luino-Gallarate-Milano e Domodossola-Sesto Calende-Gallarate- Milano;
- da Milano Rogoredo si dipartano verso sud la linea storica Milano-Lodi-Piacenza-Bologna e la nuova linea AV-AC Milano-Piacenza-Bologna e la linea Milano-Pavia.

Per quanto riguarda la regione Piemonte, l'offerta di trasporto è caratterizzata da¹²:

- una rete di trasporto collettivo che include:
 - una rete ferroviaria di circa 1.984 km;
 - una rete metropolitana e 27 nodi interscambio passeggeri ferro/gomma;

¹¹ Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti della Lombardia, 2016.

¹² Piano Regionale della Mobilità e dei Trasporti del Piemonte, 2018

- circa 18.818 km di strade provinciali, 700 km di strade statali e 788 km di autostrade.

Nella Regione sono, inoltre, localizzati i 2 aeroporti internazionali di Torino Caselle (Sandro Pertini) e Cuneo Levaldigi.

Si riporta di seguito la rappresentazione della rete ferroviaria del Piemonte, che include una classificazione per caratteristiche di linea (fondamentali, complementari e di nodo) e tipologia di alimentazione.

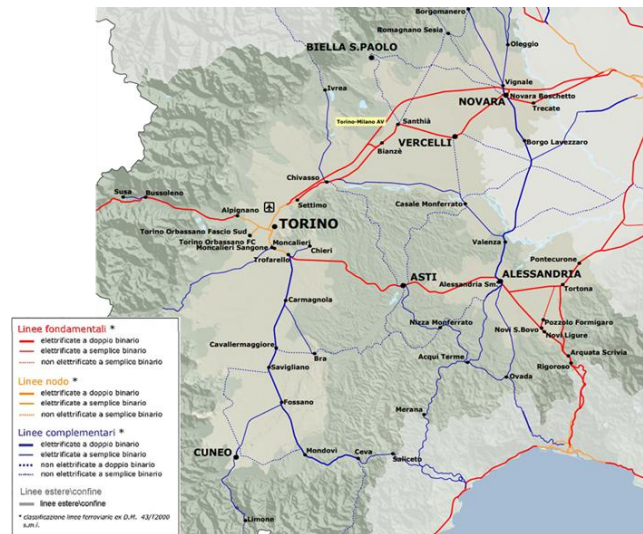


Figura 36 - Classificazione delle linee della regione Piemonte. Fonte: RFI

Per quanto riguarda la regione Emilia-Romagna, l'offerta di trasporto è caratterizzata da una rete di primo livello che serve le relazioni nazionali ed internazionali e include¹³:

- il corridoio “Dorsale centrale”, costituito dall’autostrada A1, dal nodo autostradale-tangenziale di Bologna e dalla rete dell’alta velocità ferroviaria in affiancamento a quella storica;
- il corridoio “Adriatico”, costituito dall’A14, dalla SS16 Adriatica, dalla linea ferroviaria adriatica e dal Porto di Ravenna;
- il corridoio “Tirreno-Brennero”, costituito dalle autostrade A22 del Brennero e A15 della Cisa, dell’asse ferroviario del Brennero, dalla linea ferroviaria Parma-La Spezia (Tibre ferroviario).

Nella Regione sono, inoltre, localizzati i 3 aeroporti internazionali di Bologna-Borgo Panigale (Guglielmo Marconi), Rimini-Miramare (Federico Fellini) e Parma (Giuseppe Verdi).

In particolare, la rete stradale risulta caratterizzata da 594 km di autostrade, 1.203 km di strade statali, 9.060 km di strade provinciali e circa 37.000 km di strade comunali¹⁴.

La rete ferroviaria della regione risulta caratterizzata da 1.315 km di linee ferroviarie in esercizio, di cui 748 km linee fondamentali¹⁵.

Si riporta di seguito la rappresentazione della rete ferroviaria dell’Emilia-Romagna, che include una classificazione per caratteristiche di linea (fondamentali, complementari e di nodo) e tipologia di alimentazione.

¹³ PRIT 2025 - Piano regionale integrato dei trasporti della regione Emilia-Romagna.

¹⁴ Fonte: Rapporto di monitoraggio 2018: i dati sul settore stradale (<https://mobilita.regione.emilia-romagna.it/strade>).

¹⁵ Fonte: RFI.

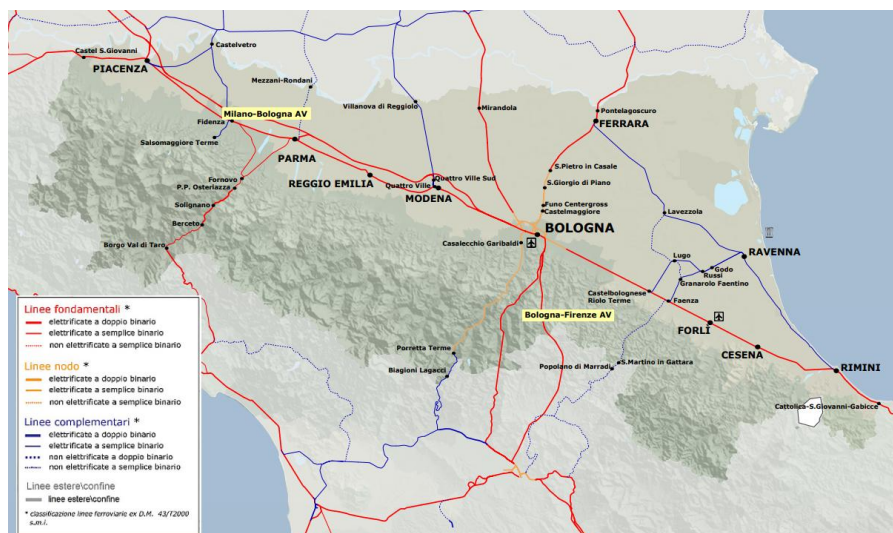


Figura 37 - Classificazione delle linee della regione Emilia-Romagna. Fonte: RFI

Per quanto riguarda, infine, la regione Veneto, l'offerta di trasporto è caratterizzata da¹⁶:

- una rete stradale regionale che si compone di 590 km di autostrade (8,5% rispetto alla dotazione autostradale nazionale), 732 Km di strade di interesse nazionale (3,5% rispetto al conto nazionale) e 9.053 di strade regionali e provinciali (6% della dotazione stradale nazionale), per un ammontare complessivo di 10.375 km.
- una rete ferroviaria estesa complessivamente per 1.799 km. I tratti in linea convenzionale si estendono per circa 1.774km (7,5% della dotazione ferroviaria nazionale), di cui 1.188 km in esercizio per 161 stazioni attive. Allo stesso tempo l'Alta Velocità/Alta Capacità è attiva su 25 km di linea dedicata, con 3 stazioni (Venezia S. Lucia, Venezia Mestre e Padova).

Come per le precedenti regioni, di seguito si riporta una rappresentazione della rete ferroviaria del Veneto, che include una classificazione per caratteristiche di linea (fondamentali, complementari e di nodo) e tipologia di alimentazione.

Nella Regione sono, inoltre, localizzati i 3 aeroporti internazionali di Venezia-Tessera (Marco Polo), Treviso-Sant'Angelo (Antonio Canova) e Verona-Villafranca (Valerio Catullo).

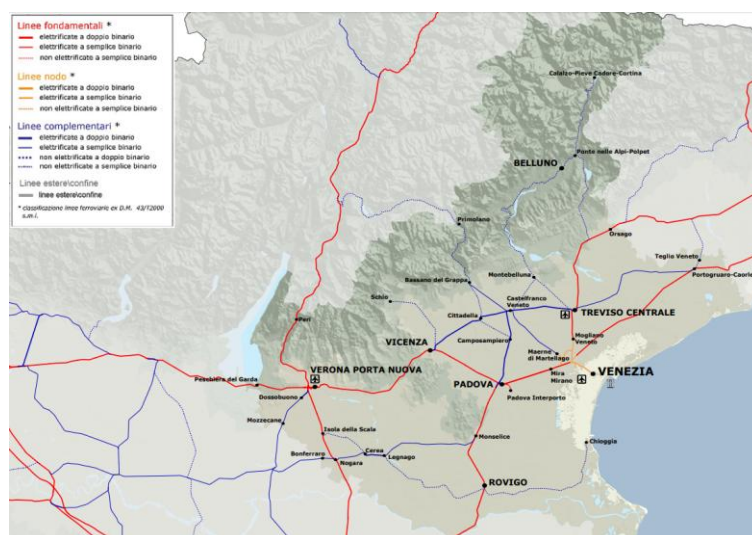


Figura 38 - Classificazione delle linee della regione Veneto. Fonte: RFI

¹⁶ PRT Regione Veneto - Documento preliminare marzo 2019
 (<https://rdv.app.box.com/s/409pukb45czus3hsmjprv2skkgwr4v4j>)

4.1. LA RETE STRADALE

Di seguito si riporta una specifica analisi della rete stradale, relativa alle seguenti caratteristiche infrastrutturali allo stato attuale:

1. livello funzionale;
2. velocità di base dell'arco;
3. capacità di deflusso per singola corsia di marcia;
4. numero di corsie per senso di marcia.

Livello funzionale

Si riporta di seguito, la rappresentazione cartografica della rete relativamente al livello funzionale delle sezioni.

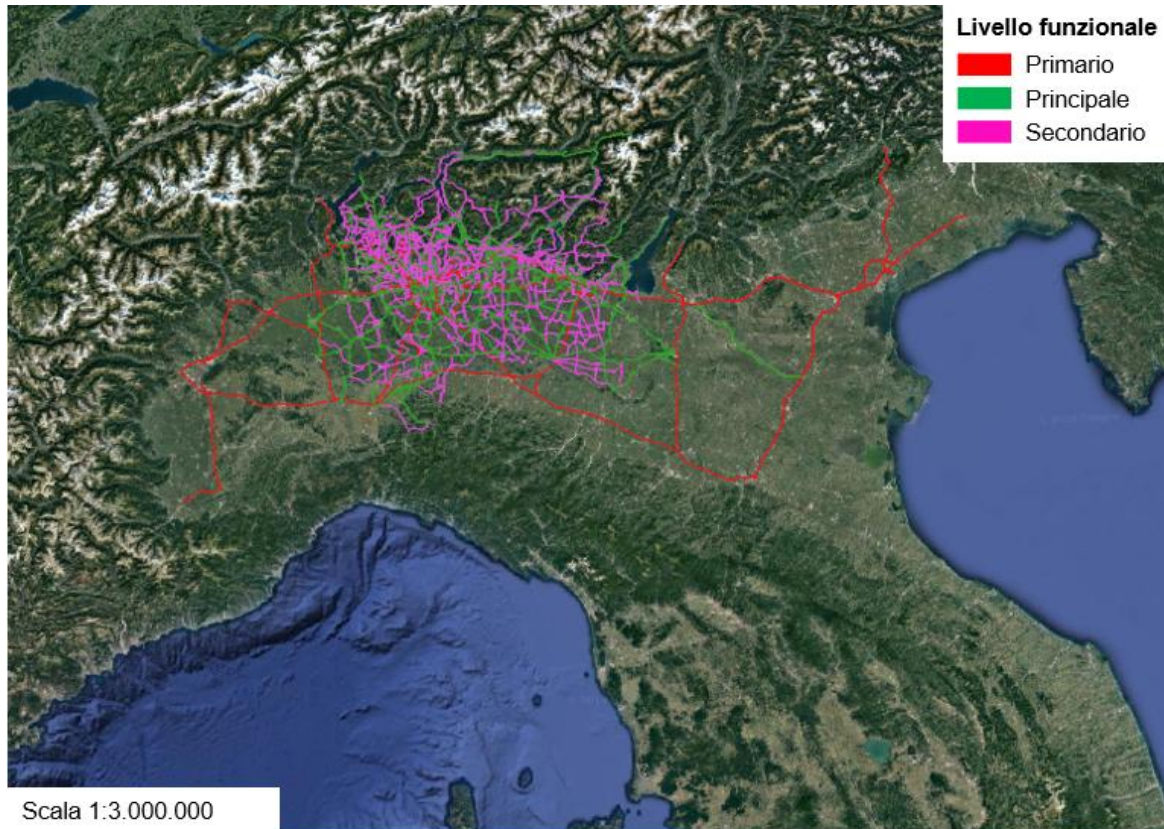


Figura 39 – Livello funzionale della rete utilizzata ai fini previsionali

Nella tabella seguente, si riporta il dettaglio delle sezioni classificate per livello funzionale rispetto ai km di rete oggetto di analisi.

Livello funzionale	% km di rete
Primario	24.3 %
Principale	33.0 %
Secondario	42.7 %
Totale	100.0%

Velocità di base

Si riporta di seguito, la rappresentazione cartografica della rete classificata per velocità di base delle sezioni.

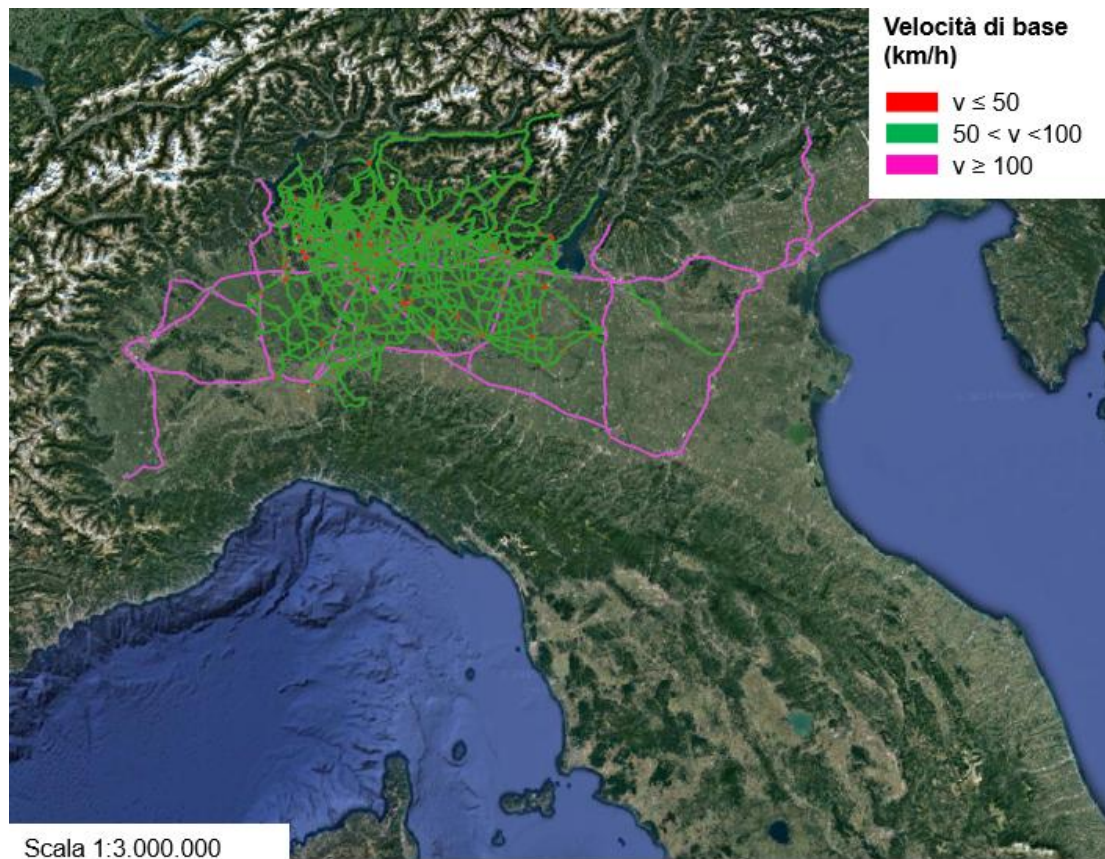


Figura 40 – Classificazione della rete utilizzata per classi di velocità

Nella tabella seguente è riportato il dettaglio delle sezioni classificate per velocità di base rispetto ai km di rete oggetto di analisi.

Velocità di base (km/h)	% km di rete
$v \leq 50$	2.1 %
$50 < v < 100$	76.8 %
$v \geq 100$	21.1 %
Totale	100.0%

Capacità di deflusso per singola corsia di marcia

Si riporta di seguito, la rappresentazione cartografica della rete relativamente alla capacità di deflusso per singola corsia delle sezioni.

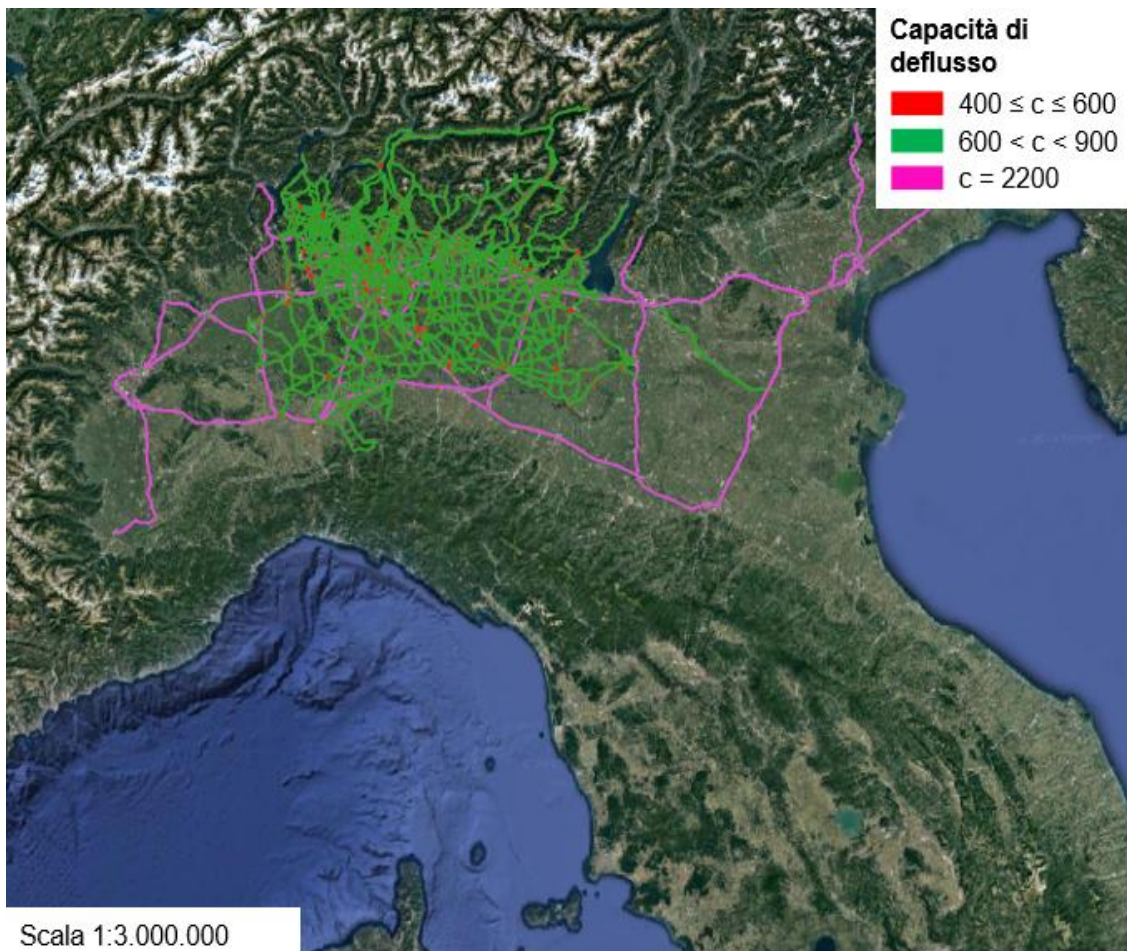


Figura 41 – Classificazione della rete utilizzata per capacità di deflusso

Nella tabella seguente, si riporta il dettaglio delle sezioni classificate per capacità di deflusso per singola corsia di marcia (veh/h/corsia) rispetto ai km di rete oggetto di analisi.

Capacità di deflusso	% km di rete
$400 \leq c \leq 600$	2.1 %
$600 < c < 900$	76.8 %
$c = 2200$	21.1 %
Totale	100.0%

Numero di corsie per senso di marcia

Si riporta di seguito, la rappresentazione cartografica della rete relativamente al numero di corsie per senso di marcia delle sezioni.

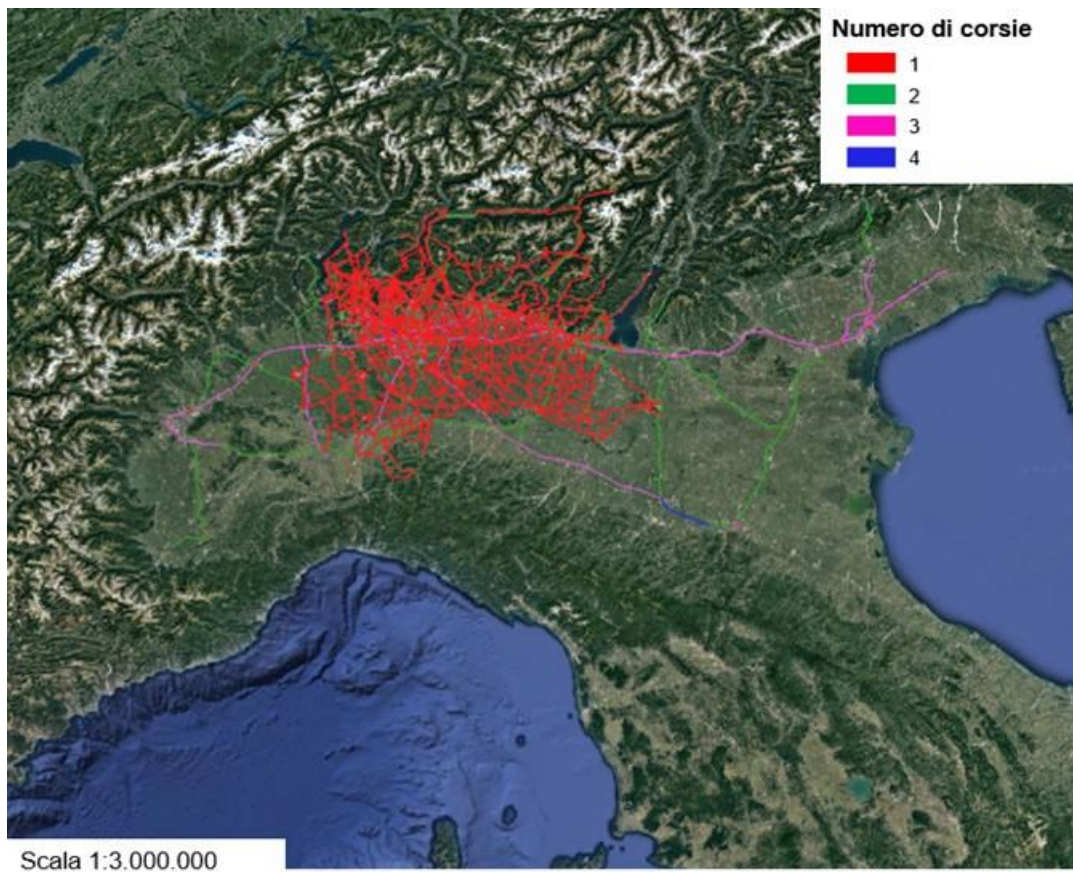


Figura 42 – Classificazione della rete utilizzata per numero di corsie psm

Nella tabella seguente, si riporta il dettaglio delle sezioni classificate per numero di corsie per senso di marcia rispetto ai km di rete oggetto di analisi.

Numero di corsie per senso di marcia	% km di rete
1	71.1 %
2	17.3 %
3	11.1 %
4	0.5 %
Totale	100.0%

5. COSTRUZIONE DEGLI SCENARI TRASPORTISTICI

Il presente studio riguarda il nuovo collegamento ferroviario tra Ponte S. Pietro e Bergamo. In considerazione della evoluzione infrastrutturale prevista, tra gli scenari che saranno simulati, alcuni contempleranno anche la presenza di un nuovo collegamento ferroviario tra l'attuale stazione di Bergamo e l'aeroporto di Orio al Serio. Nei paragrafi seguenti sono esposti i criteri con i quali sono stati costruiti gli scenari in argomento che dovranno tenere di conto sia aspetti legati al contesto socio-economico, sia al contesto infrastrutturale e dei servizi ferroviari. Gli orizzonti temporali considerati sono, in particolare, il 2026 e il 2032. Le variabili socio economiche indagate, in particolare, sono quelle che costituiscono il *driver* del sistema di modelli matematici allo scopo calibrato.

5.1. FORMULAZIONE DI SCENARI SOCIO-ECONOMICI NEGLI ORIZZONTI TEMPORALI FUTURI

La previsione della mobilità dei passeggeri negli scenari futuri è stata effettuata sulla base di un modello con fattore di accrescimento basato su coefficienti di crescita legati a fattori socio-economici quali l'evoluzione della popolazione e degli addetti.

Di seguito si riportano le modalità di ricostruzione delle proiezioni di popolazione - suddivisa per fascia d'età - e del numero di addetti agli orizzonti temporali di analisi (anno base 2018, anni di analisi 2026 e 2032).

I dati di popolazione ed addetti utilizzati nella fase di calibrazione del sistema di modelli sono relativi all'anno 2014, eletto anno di riferimento sia per matrice Lombardia che per matrice Piemonte.

Proiezioni del dato di popolazione

Sono state effettuate le proiezioni (a partire dai dati dell'anno di riferimento della stima dei coefficienti dei modelli) dei dati di popolazione totale, popolazione tra 14 e 18 anni e popolazione tra 19 e 65 anni, per ciascuna zona dell'area di studio, utilizzando dati disponibili Istat e con riferimento ad un solo scenario previsionale delle ipotesi socio-economiche.

Per lo scenario in analisi, sono stati calcolati dei coefficienti di proiezione per regione italiana, ottenuti come rapporto tra valori di popolazione all'orizzonte temporale in analisi e valori all'anno di riferimento (2014), che poi sono stati applicati ai dati delle zone di ciascuna regione.

Il sito web Demo Istat permette di estrarre per regione italiana, le previsioni di popolazione a tutti gli orizzonti temporali (fino al 2066), suddivise per anno d'età, con il seguente dettaglio:

- limite inferiore intervallo di confidenza al 90% (5° percentile);
- limite inferiore intervallo di confidenza all'80% (10° percentile);
- limite inferiore intervallo di confidenza al 50% (25° percentile);
- scenario mediano (utilizzato per ricostruire le previsioni future);
- limite superiore intervallo di confidenza al 50% (75° percentile);
- limite superiore intervallo di confidenza all'80% (90° percentile);
- limite superiore intervallo di confidenza al 90% (95° percentile).

Pertanto, sono stati selezionati i due orizzonti temporali di analisi (2026 e 2032) e l'anno base delle analisi (2018) e - per ciascuna regione italiana - sono state aggregate le proiezioni di popolazione relative allo scenario mediano, in modo da ottenere il dato per le seguenti fascia d'età:

- 14-18 anni;
- 19-65 anni.

L'output di tale elaborazione è riportato nelle tabelle seguenti.

Tabella 5-1 – Previsioni della popolazione totale per regione. Fonte: Istat

Regione	2014*	2018	2026	2032
Piemonte	4.436.798	4.388.771	4.352.583	4.316.055
Valle d'Aosta	128.591	126.900	126.785	126.473
Lombardia	9.973.397	10.048.252	10.281.281	10.431.665
Trentino	1.051.951	1.069.321	1.118.665	1.152.392
Veneto	4.926.818	4.909.767	4.918.738	4.900.698
Friuli	1.229.363	1.216.830	1.207.687	1.196.971
Liguria	1.591.939	1.560.519	1.524.251	1.496.835
Emilia	4.446.354	4.458.285	4.521.530	4.554.717
Toscana	3.750.511	3.748.356	3.782.586	3.792.016
Umbria	896.742	887.415	879.023	873.024
Marche	1.553.138	1.534.870	1.515.005	1.501.498
Lazio	5.870.451	5.911.256	6.021.429	6.088.895
Abruzzo	1.333.939	1.319.899	1.302.595	1.286.230
Molise	314.725	310.266	306.556	302.288
Campania	5.869.965	5.827.761	5.701.069	5.580.807
Puglia	4.090.266	4.052.116	3.953.192	3.861.196
Basilicata	578.391	568.342	551.166	536.289
Calabria	1.980.533	1.960.944	1.921.311	1.882.280
Sicilia	5.094.937	5.040.488	4.920.917	4.815.542
Sardegna	1.663.859	1.650.087	1.612.685	1.570.913
Prov. autonoma di Bolzano	515.714	527.884	553.340	570.319
Prov. autonoma di Trento	536.237	541.438	565.325	582.073

**Il dato 2014 rappresenta il dato di popolazione Istat utilizzato nella fase di calibrazione del sistema di modelli.*

Tabella 5-2 – Previsioni della popolazione tra 14 e 18 anni, per regione. Fonte: Istat

Regione	2014*	2018	2026	2032
Piemonte	187.457	192.381	200.791	176.469
Valle d'Aosta	5.662	5.955	6.230	5.244
Lombardia	448.016	468.915	504.234	444.131
Trentino	56.215	56.600	56.863	53.912
Veneto	227.829	232.692	239.095	203.470
Friuli	50.257	52.524	54.385	46.878
Liguria	62.938	63.822	64.535	56.544
Emilia	183.734	196.098	217.428	192.120
Toscana	153.483	161.934	174.191	153.207
Umbria	37.700	38.554	41.110	35.249
Marche	69.059	68.811	71.708	61.751
Lazio	261.403	267.752	289.560	256.072
Abruzzo	59.891	58.665	59.284	52.793
Molise	14.810	13.909	12.912	11.810
Campania	339.491	330.735	298.419	257.860
Puglia	216.808	211.273	189.344	162.081
Basilicata	28.674	27.741	24.175	21.323
Calabria	102.274	97.453	91.524	84.048

Regione	2014*	2018	2026	2032
Sicilia	273.071	262.350	242.240	215.899
Sardegna	70.928	70.192	68.711	57.901
Prov. autonoma di Bolzano	28.949	28.886	28.571	28.259
Prov. autonoma di Trento	27.266	27.715	28.290	25.654

*il dato 2014 rappresenta il dato di popolazione Istat utilizzato nella fase di calibrazione del sistema di modelli.

Tabella 5-3 – Previsioni della popolazione tra 19 e 65 anni, per regione. Fonte: Istat

Regione	2014*	2018	2026	2032
Piemonte	2.705.121	2.629.611	2.563.220	2.464.005
Valle d'Aosta	79.572	76.879	75.334	72.409
Lombardia	6.185.291	6.151.421	6.220.222	6.122.330
Trentino	648.261	653.598	672.912	664.562
Veneto	3.063.005	3.008.494	2.952.413	2.822.429
Friuli	747.405	725.905	710.046	680.133
Liguria	938.698	909.739	881.613	835.535
Emilia	2.724.537	2.698.504	2.711.339	2.658.638
Toscana	2.280.792	2.248.557	2.252.510	2.199.958
Umbria	545.284	530.903	518.693	499.616
Marche	947.054	925.530	898.644	861.184
Lazio	3.719.986	3.702.648	3.707.281	3.632.926
Abruzzo	834.535	812.786	781.858	743.677
Molise	196.925	192.414	187.077	178.407
Campania	3.731.923	3.688.730	3.559.629	3.358.031
Puglia	2.569.183	2.510.289	2.398.269	2.248.013
Basilicata	365.537	355.725	336.836	313.466
Calabria	1.254.370	1.227.132	1.170.475	1.105.252
Sicilia	3.195.086	3.135.771	2.988.737	2.814.061
Sardegna	1.077.797	1.044.418	977.793	910.243
Prov. autonoma di Bolzano	317.835	324.019	336.096	331.644
Prov. autonoma di Trento	330.426	329.579	336.816	332.912

*Il dato 2014 rappresenta il dato di popolazione Istat utilizzato nella fase di calibrazione del sistema di modelli.

Al fine di ottenere delle proiezioni di popolazione congruenti con la zonizzazione adottata, sono stati calcolati i coefficienti di crescita riportati nelle tabelle seguenti, come rapporto tra la popolazione della regione nello scenario di previsione e la popolazione della regione al 2014.

Tabella 5-4 – Coefficienti di crescita della popolazione totale per regione, al 2018, 2026 e 2032

Regione	2018	2026	2032
Piemonte	0,989	0,981	0,973
Valle d'Aosta	0,987	0,986	0,984
Lombardia	1,008	1,031	1,046
Trentino	1,017	1,063	1,095
Veneto	0,997	0,998	0,995
Friuli	0,990	0,982	0,974
Liguria	0,980	0,957	0,940
Emilia	1,003	1,017	1,024
Toscana	0,999	1,009	1,011
Umbria	0,990	0,980	0,974
Marche	0,988	0,975	0,967

Regione	2018	2026	2032
Lazio	1,007	1,026	1,037
Abruzzo	0,989	0,977	0,964
Molise	0,986	0,974	0,960
Campania	0,993	0,971	0,951
Puglia	0,991	0,966	0,944
Basilicata	0,983	0,953	0,927
Calabria	0,990	0,970	0,950
Sicilia	0,989	0,966	0,945
Sardegna	0,992	0,969	0,944
Prov. autonoma di Bolzano	1,024	1,073	1,106
Prov. autonoma di Trento	1,010	1,054	1,085

Tabella 5-5 – Coefficienti di crescita della popolazione tra 14 e 18 anni, per regione, al 2018, 2026 e 2032

Regione	2018	2026	2032
Piemonte	1,026	1,071	0,941
Valle d'Aosta	1,052	1,100	0,926
Lombardia	1,047	1,125	0,991
Trentino	1,007	1,012	0,959
Veneto	1,021	1,049	0,893
Friuli	1,045	1,082	0,933
Liguria	1,014	1,025	0,898
Emilia	1,067	1,183	1,046
Toscana	1,055	1,135	0,998
Umbria	1,023	1,090	0,935
Marche	0,996	1,038	0,894
Lazio	1,024	1,108	0,980
Abruzzo	0,980	0,990	0,881
Molise	0,939	0,872	0,797
Campania	0,974	0,879	0,760
Puglia	0,974	0,873	0,748
Basilicata	0,967	0,843	0,744
Calabria	0,953	0,895	0,822
Sicilia	0,961	0,887	0,791
Sardegna	0,990	0,969	0,816
Prov. autonoma di Bolzano	0,998	0,987	0,976
Prov. autonoma di Trento	1,016	1,038	0,941

Tabella 5-6 – Coefficienti di crescita della popolazione tra 19 e 65 anni, per regione, al 2018, 2026 e 2032

Regione	2018	2026	2032
Piemonte	0,972	0,948	0,911
Valle d'Aosta	0,966	0,947	0,910
Lombardia	0,995	1,006	0,990
Trentino	1,008	1,038	1,025
Veneto	0,982	0,964	0,921
Friuli	0,971	0,950	0,910
Liguria	0,969	0,939	0,890
Emilia	0,990	0,995	0,976

Regione	2018	2026	2032
Toscana	0,986	0,988	0,965
Umbria	0,974	0,951	0,916
Marche	0,977	0,949	0,909
Lazio	0,995	0,997	0,977
Abruzzo	0,974	0,937	0,891
Molise	0,977	0,950	0,906
Campania	0,988	0,954	0,900
Puglia	0,977	0,933	0,875
Basilicata	0,973	0,921	0,858
Calabria	0,978	0,933	0,881
Sicilia	0,981	0,935	0,881
Sardegna	0,969	0,907	0,845
Prov. autonoma di Bolzano	1,019	1,057	1,043
Prov. autonoma di Trento	0,997	1,019	1,008

A partire dalla popolazione di ciascuna zona al 2014 e dal coefficiente di crescita della regione cui la zona appartiene, sono state ottenute le proiezioni di popolazione ai diversi orizzonti temporali.

Proiezioni del dato di addetti

Per quanto riguarda il dato di addetti, a partire dai dati Istat 2014 - disponibili con livello di dettaglio provinciale - è stato calcolato il numero di addetti per zona sulla base della ripartizione percentuale degli addetti 2011 forniti da censimento Istat. Le informazioni così ottenute al 2014 sono state utilizzate per calibrare il sistema di modelli.

Dal numero di addetti 2014 - ripartito sulla base della zonizzazione adottata - sono state stimate le proiezioni agli orizzonti temporali 2026 e 2032.

In primo luogo, sono state collezionate da Istat le serie storiche del numero di addetti per provincia dell'area di studio.

Per la Lombardia è stato adottato un livello di dettaglio provinciale per tali analisi, mentre per il resto d'Italia regionale. Si riportano nella tabella seguente i valori di riferimento.

Tabella 5-7 – Numero di addetti per provincia Lombarda e altre regioni italiane – Fonte: Istat

Regione /Provincia	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Varese	271.608	265.922	251.644	239.714	232.113	235.765
Como	176.063	172.264	169.984	170.666	172.076	173.557
Sondrio	55.274	54.177	52.816	52.706	53.365	54.588
Milano	1.760.761	1.775.069	1.795.777	1.839.963	1.914.567	1.991.675
Bergamo	383.303	373.513	367.198	364.369	392.268	401.262
Brescia	415.061	401.766	395.213	396.794	404.328	412.790
Pavia	115.559	110.528	107.244	106.029	107.695	111.922
Cremona	86.138	84.710	82.474	82.363	83.662	85.854
Mantova	123.412	122.146	119.507	119.627	121.383	124.884
Lecco	100.050	97.570	95.547	95.319	95.548	96.850
Lodi	48.403	46.130	44.047	45.125	46.849	47.646
Monza e della Brianza	275.403	271.505	268.722	271.115	272.556	285.711
Piemonte	1.353.456	1.318.840	1.285.504	1.291.308	1.311.011	1.334.369
Valle d'Aosta	37.724	37.433	36.307	35.762	36.426	37.507
Liguria	443.103	417.093	404.155	403.575	406.025	414.632
Trentino-Alto Adige	346.597	349.596	351.577	352.010	361.303	374.464

Regione /Provincia	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Veneto	1.659.756	1.628.578	1.603.910	1.625.513	1.654.487	1.693.135
Friuli-Venezia Giulia	359.959	352.516	347.350	345.446	351.875	360.803
Emilia-Romagna	1.569.819	1.554.603	1.532.576	1.530.101	1.551.470	1.583.921
Toscana	1.110.860	1.097.372	1.080.710	1.082.486	1.101.852	1.125.688
Umbria	244.898	238.642	229.541	227.356	229.548	233.210
Marche	467.203	453.414	438.081	431.780	427.163	436.963
Lazio	1.839.439	1.821.651	1.817.549	1.822.292	1.868.354	1.891.086
Abruzzo	316.578	304.300	297.387	296.059	301.550	308.592
Molise	54.140	52.126	50.486	50.497	52.488	53.677
Campania	972.035	954.498	947.017	978.642	1.027.665	1.050.987
Puglia	721.666	703.576	694.199	700.151	730.704	747.676
Basilicata	99.032	96.135	93.156	97.763	102.330	105.122
Calabria	270.527	259.929	248.527	251.728	262.247	264.630
Sicilia	736.179	712.452	694.323	699.830	721.707	727.829
Sardegna	308.206	298.737	286.780	283.787	289.904	292.687

Sulla base delle serie storiche riportate nella tabella precedente, sono stati stimati - per ciascuna provincia della Lombardia e per ciascuna regione italiana - i trend 2012-2017 e 2014-2017. Si riporta di seguito l'esempio relativo alla provincia di Bergamo.

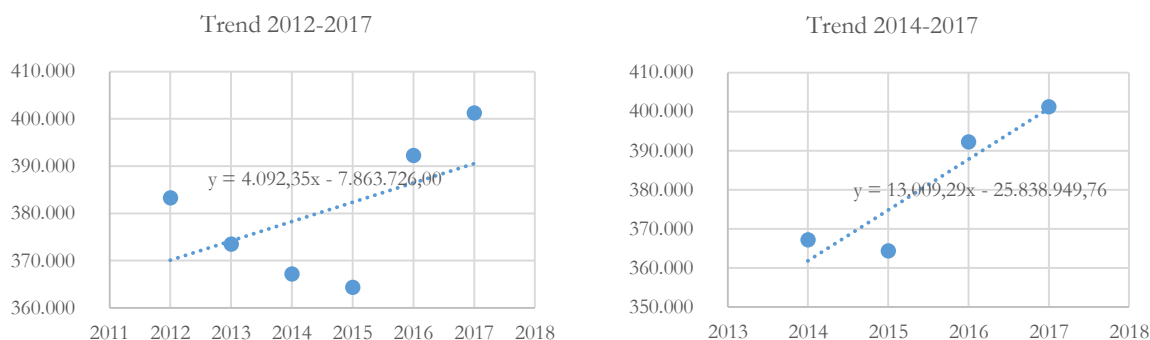


Figura 43 – Trend del numero di addetti per la provincia di Bergamo – Fonte: Istat

Attraverso l'interpolazione dei dati Istat, sono state quindi calcolate le proiezioni al 2026 e al 2032 del dato di addetti, sia attraverso il trend 2012-2017 che 2014-2017 e, infine, il valore medio tra le due proiezioni al 2026 e tra le due proiezioni al 2032.

A questo punto sono stati stimati i coefficienti di crescita seguenti:

- A = rapporto tra numero di addetti Istat 2017 e numero di addetti Istat 2014;
- B = rapporto tra valore medio tra le due proiezioni di addetti 2026 e numero di addetti Istat 2014;
- C = rapporto tra valore medio tra le due proiezioni di addetti 2032 e numero di addetti Istat 2014;

I valori dei coefficienti così ottenuti, sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 5-8 – Coefficienti di crescita del numero di addetti

Regione /Provincia	A	B	C
Varese	0,94	0,96	1,05
Como	1,02	1,04	1,03

Regione /Provincia	A	B	C
Sondrio	1,03	1,06	1,04
Milano	1,11	1,38	1,41
Bergamo	1,09	1,29	1,31
Brescia	1,04	1,10	1,10
Pavia	1,04	1,05	1,03
Cremona	1,04	1,08	1,07
Mantova	1,04	1,10	1,10
Lecco	1,01	0,99	0,97
Lodi	1,08	1,19	1,18
Monza e della Brianza	1,06	1,16	1,16
Piemonte	1,04	1,06	1,04
Valle d'Aosta	1,03	1,39	1,39
Liguria	1,03	1,15	1,14
Trentino-Alto Adige	1,07	1,36	1,38
Veneto	1,06	1,08	1,08
Friuli-Venezia Giulia	1,04	1,08	1,08
Emilia-Romagna	1,03	0,66	0,65
Toscana	1,04	0,99	0,95
Umbria	1,02	0,90	0,85
Marche	1,00	1,15	1,14
Lazio	1,04	1,07	1,06
Abruzzo	1,04	1,23	1,24
Molise	1,06	1,00	0,97
Campania	1,11	1,12	1,12
Puglia	1,08	1,11	1,11
Basilicata	1,13	1,22	1,24
Calabria	1,06	0,98	0,93
Sicilia	1,05	1,05	1,04
Sardegna	1,02	1,15	1,15

Il numero di addetti di ogni zona, relativi agli orizzonti temporali oggetto di analisi, è stato ottenuto moltiplicando il valore zonale 2014 - usato in calibrazione - per il coefficiente di proiezione come segue:

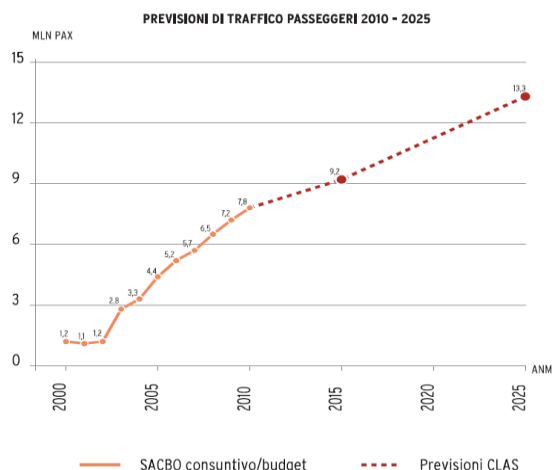
- per anno base 2018, con il coefficiente A;
- per l'orizzonte temporale 2026, con il coefficiente B;
- per l'orizzonte temporale 2032, con il coefficiente C.

In questo modo, sono state ottenute le proiezioni del numero di addetti ai diversi scenari.

Previsioni di crescita dei flussi aeroportuali

Per quanto riguarda i flussi aeroportuali, sono state anzitutto considerate le previsioni di crescita elaborate dall'ente gestore dell'aerostazione¹⁷ che, come si può notare (**Figura 44**), sono particolarmente superate dalla crescita che si è effettivamente registrata nel tempo e che ha dato luogo, nel 2019, ad un volume pari a oltre 13 Mln passeggeri a fronte dei circa 11 Mln previsti.

¹⁷ Masterplan Finale dell'Aeroporto di Bergamo - Orio al Serio - Studio di Fattibilità del Nodo Intermodale dell' Aeroporto di Bergamo, 2011



Fonte: Masterplan Finale dell'Aeroporto di Bergamo - Orio al Serio - Studio di Fattibilità del Nodo Intermodale dell'Aeroporto di Bergamo

Figura 44 – Dato previsionale Masterplan

L'analisi del traffico aeroportuale sviluppatosi per circa due decenni mostra una pressoché inarrestabile crescita dei volumi, tra l'altro ben rappresentata da un andamento rettilineo (Figura 45); ai fini delle nostre valutazioni, la proiezione agli scenari futuri della matrice aeroportuale ha fatto riferimento al tasso medio annuo di crescita dall'ente gestore dell'aerostazione e inferiore a quello che si può apprezzare con il trend lineare.

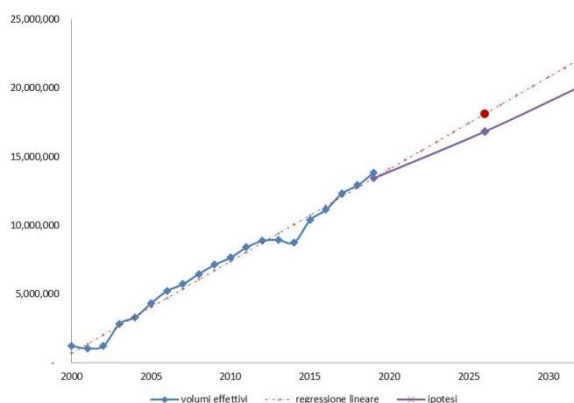


Figura 45 – Ipotesi di crescita utilizzate per i traffici aeroportuali

Previsioni di crescita dei flussi legati al nodo OrioCenter

Per quanto riguarda le previsioni dei flussi di traffico legati al centro commerciale OrioCenter, si è fatto anzitutto riferimento alle serie storiche riferite al numero di utenti registrati e alle indicazioni relative alla tasso medio di crescita annuo per gli anni successivi al 2019 (3%), fornite dal gestore della struttura.

In questo modo è stato ricostruito un trend finalizzato a riportare la stima della matrice degli utenti allo stato attuale agli orizzonti futuri di analisi.

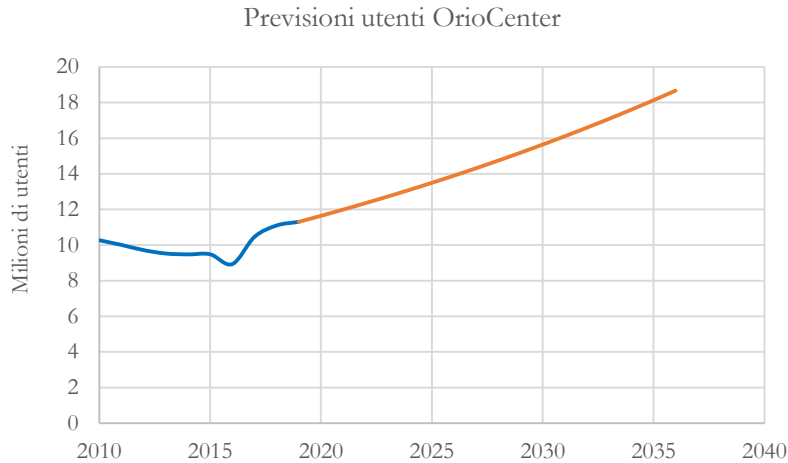


Figura 46 – Previsioni di crescita degli utenti dell'OrioCenter

5.2. ARTICOLAZIONE DI SCENARI TRASPORTISTICI DI RIFERIMENTO PER CIASCUN ORIZZONTE TEMPORALE CONSIDERATO

Le analisi da effettuare nell'ambito dello studio di traffico in oggetto prevedono la simulazione - nel sistema di modelli - di un set di scenari trasportistici, dipendenti dagli scenari infrastrutturali identificati ai due orizzonti temporali di analisi (2026 e 2032), riportati nella tabella seguente secondo la loro evoluzione temporale prevista.

Tabella 5-9 – Sintesi degli scenari trasportistici oggetto di analisi

Scenario	2026	Scenario	2032
1	<i>Do nothing</i>	4	Raddoppio Ponte S. Pietro – Bergamo Collegamento Bergamo – Aeroporto
2	Raddoppio Ponte S. Pietro – Bergamo	5	Raddoppio Ponte San Pietro – Bergamo Collegamento Bergamo – Aeroporto, Raddoppio Bergamo –Montello
3	Raddoppio Ponte S. Pietro – Bergamo Collegamento Bergamo – Aeroporto		

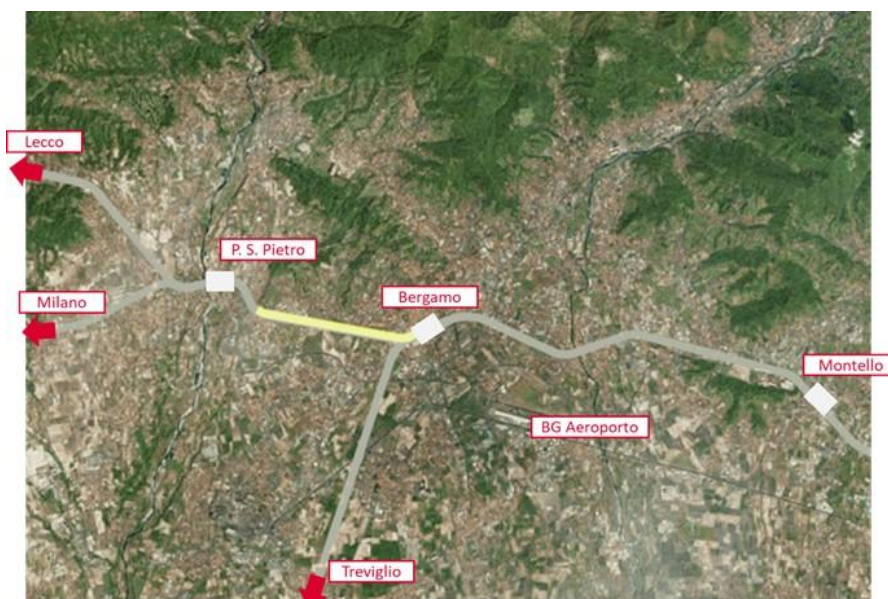


Figura 47 – Scenario 2

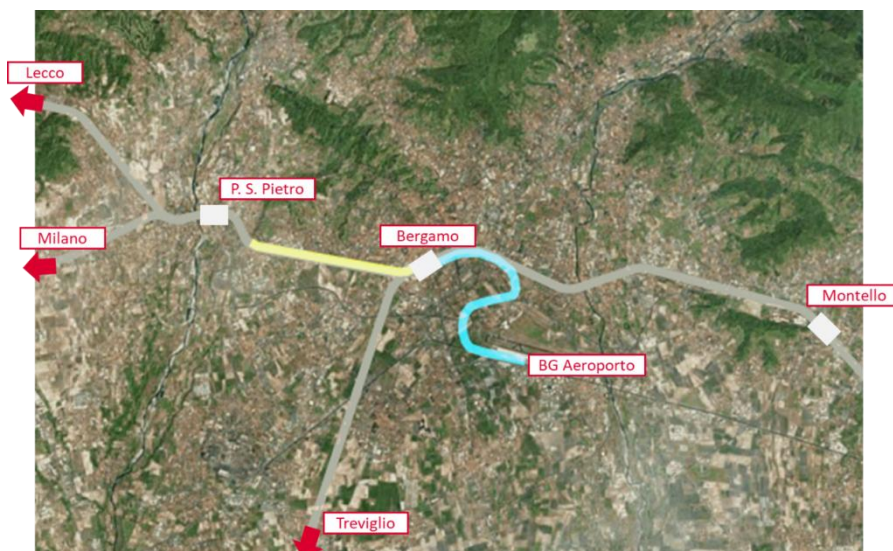


Figura 48 – Scenari 3 e 4

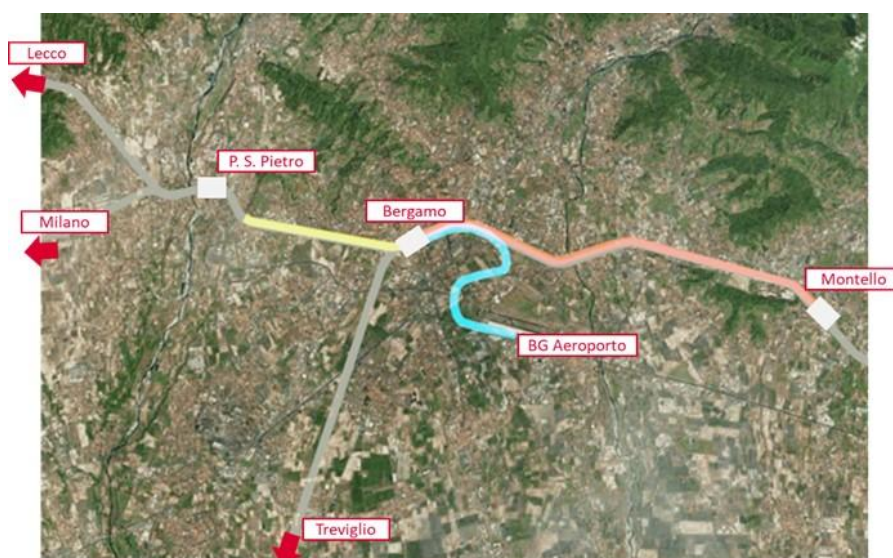


Figura 49 – Scenario 5

Nel sistema di modelli sono state, infine, codificate le previsioni di implementazione dei servizi da attivare nell'area di Bergamo rispetto all'attuale organizzazione che prevede:

- un collegamento tra la stazione di Milano Centrale e Bergamo (RE2), via Treviglio, con frequenza di 1 treno/h;
- un collegamento tra Treviglio e Bergamo (R2) con frequenza di 1 treno/h;
- un collegamento tra Lecco e Bergamo (R7) con una frequenza di 1 treno/h;
- un collegamento tra la stazione di Milano Garibaldi e Bergamo (R14), via Carnate, con frequenza di 1 treno/h;
- un servizio regionale (R1) con frequenza di 1 treno/h tra Bergamo e Brescia.

servizio	origine/destinazione		Fermate Intermedie	frequenza (treni/h pd)
RE2	MI CENTRALE	BERGAMO	MI Lambrate - Pioltello Limito - Verdello Dalmine - Bergamo	1
R2	TREVIGLIO	BERGAMO	Treviglio Ovest - Arcene - Verdello Dalmine - Levate - Stezzano - Bergamo	1
R7	LECCO	BERGAMO	Vercurago - Calolziocorte - Cisano - Pontida - Ambivere Mapello - Ponte S. Pietro - Bergamo	1
R14	MI GARIBALDI	BERGAMO	MI G. Pirelli - Sesto S.G. - Monza - Arcore - Carnate Usmate - Paderno Robbiate - Calusco - Terno - Ponte S. Pietro - Bergamo	1
R1	BERGAMO	BRESCIA	Seriate - Albano S.A. - Montello G. - Chiuduno - Grumello del M. - Palazzolo S.O. - Cologne - Coccaglio	1

Rispetto all'attuale scenario, nello scenario inerziale (SP1) vengono già apportate le seguenti modifiche che comportano un significativo incremento delle frequenze dei servizi (+60%):

- il servizio RE2 Milano-Treviglio-Bergamo prevede una frequenza di 2 treni/h, alternando attestamento a Milano Centrale (ogni 60') e a Milano Garibaldi (ogni 60');
- il servizio regionale R2 tra Treviglio e Bergamo diviene suburbano (S31) con una frequenza di 2 treni/h;
- viene introdotto il servizio RE9 che collega Bergamo a Brescia, con frequenza di 1 treno/h.

servizio	origine/destinazione		Fermate Intermedie	frequenza (treni/h pd)
RE2	MI CENTRALE MI GARIBALDI	BERGAMO	MI Lambrate - Pioltello Limito - Verdello Dalmine - Bergamo	1 1
S31	TREVIGLIO	BERGAMO	Treviglio Ovest - Arcene - Verdello Dalmine - Levate - Stezzano - Bergamo	2
R7	LECCO	BERGAMO	Vercurago - Calolziocorte - Cisano - Pontida - Ambivere Mapello - Ponte S. Pietro - Bergamo	1
R14	MI GARIBALDI	BERGAMO	MI G. Pirelli - Sesto S.G. - Monza - Arcore - Carnate Usmate - Paderno Robbiate - Calusco - Terno - Ponte S. Pietro - Bergamo	1
R1	BERGAMO	BRESCIA	Seriate - Albano S.A. - Montello G. - Chiuduno - Grumello del M. - Palazzolo S.O. - Cologne - Coccaglio	1
RE9	BERGAMO	BRESCIA	Bergamo - Montello - Palazzolo S.O. - Rovato - Brescia	1

Nello scenario SP2, rispetto al modello di esercizio dello scenario inerziale (SP1), sono previste le seguenti modifiche:

- raddoppio delle frequenze del servizio R7, solo tra Ponte S. Pietro a Bergamo, per un totale di 2 treni/h;
- trasformazione del servizio R14 tra Milano Garibaldi e Bergamo in un servizio suburbano (S18) con frequenza di 2 treni/h.

servizio	origine/destinazione		Fermate Intermedie	frequenza (treni/h pd)
RE2	MI CENTRALE MI GARIBALDI	BERGAMO	MI Lambrate - Pioltello Limito - Verdello Dalmine - Bergamo	1 1
S31	TREVIGLIO	BERGAMO	Treviglio Ovest - Arcene - Verdello Dalmine - Levate - Stezzano - Bergamo	2
R7	LECCO PONTE S. PIETRO	BERGAMO	Vercurago - Calolziocorte - Cisano - Pontida - Ambivere Mapello - Ponte S. Pietro - Bergamo	1 1
S18	MI GARIBALDI	BERGAMO	MI G. Pirelli - Sesto S.G. - Monza - Arcore - Carnate Usmate - Paderno Robbiate - Calusco - Terno - Ponte S. Pietro - Bergamo	2
R1	BERGAMO	BRESCIA	Seriate - Albano S.A. - Montello G. - Chiuduno - Grumello del M. - Palazzolo S.O. - Cologne - Coccaglio	1
RE9	BERGAMO	BRESCIA	Bergamo - Montello - Palazzolo S.O. - Rovato - Brescia	1

Lo scenario in argomento è quello che sfrutta le nuove potenzialità della linea raddoppiata.

Negli scenari SP3 e SP4, per effetto anche del nuovo collegamento con Orio al Serio, rispetto al modello di esercizio dello scenario precedente, si assiste al prolungamento di alcuni servizi al nuovo terminale di Orio. È stato altresì ipotizzato l'inserimento di un nuovo servizio “no-stop” tra Milano e l'aeroporto:

- estensione delle linee R7 e RE2 da Bergamo fino all'aeroporto con frequenze rispettivamente di 1 treno/h e 2 treni/h;
- il prolungamento della linea S31 da Bergamo all'aeroporto con una frequenza 1 treno/h.

servizio	origine/destinazione	Fermate Intermedie	frequenza (treni/h pd)
RE2	MI CENTRALE MI GARIBALDI	BERGAMO ORIO	MI Lambrate - Pioltello Limito - Verdello Dalmine - Bergamo 1
S31	TREVIGLIO	BERGAMO BERGAMO ORIO	Treviglio Ovest - Arcene - Verdello Dalmine - Levate - Stezzano - Bergamo 1
R7	LECCO PONTE S. PIETRO	BERGAMO ORIO BERGAMO	Vercurago - Calolziocorte - Cisano - Pontida - Ambivere Mapello - Ponte S. Pietro - Bergamo 1
S18	MI GARIBALDI	BERGAMO	MI G. Pirelli - Sesto S.G. - Monza - Arcore - Carnate Usmate - Paderno Robbiate - Calusco - Terno - Ponte S. Pietro - Bergamo 2
R1	BERGAMO	BRESCIA	Seriate - Albano S.A. - Montello G. - Chiuduno - Grumello del M. - Palazzolo S.O. - Cologne - Coccaglio 1
RE9	BERGAMO	BRESCIA	Bergamo - Montello - Palazzolo S.O. - Rovato - Brescia 1
	MI CENTRALE	BERGAMO ORIO	1

Lo scenario SP5, prevede, oltre ai servizi ipotizzati per gli scenari 4 e 5, i collegamenti seguenti:

- il prolungamento del servizio S18 da Bergamo a Montello, mantenendo una frequenza di 2 treni/h;
- il raddoppio della frequenza del servizio R1 per un totale di 2 treni/h, tra Bergamo e Montello.

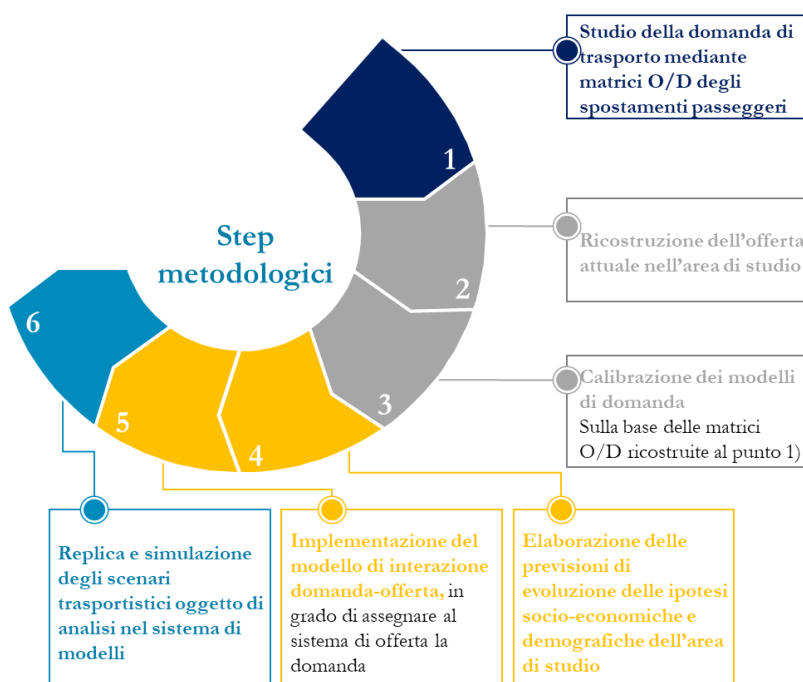
servizio	origine/destinazione	Fermate Intermedie	frequenza (treni/h pd)
RE2	MI CENTRALE MI GARIBALDI	BERGAMO ORIO	MI Lambrate - Pioltello Limito - Verdello Dalmine - Bergamo 1
S31	TREVIGLIO	BERGAMO BERGAMO ORIO	Treviglio Ovest - Arcene - Verdello Dalmine - Levate - Stezzano - Bergamo 1
R7	LECCO PONTE S. PIETRO	BERGAMO ORIO BERGAMO	Vercurago - Calolziocorte - Cisano - Pontida - Ambivere Mapello - Ponte S. Pietro - Bergamo 1
S18	MI GARIBALDI	MONTELLO	MI G. Pirelli - Sesto S.G. - Monza - Arcore - Carnate Usmate - Paderno Robbiate - Calusco - Terno - Ponte S. Pietro - Bergamo 2
R1	BERGAMO	BRESCIA MONTELLO	Seriate - Albano S.A. - Montello G. - Chiuduno - Grumello del M. - Palazzolo S.O. - Cologne - Coccaglio 1
RE9	BERGAMO	BRESCIA	Bergamo - Montello - Palazzolo S.O. - Rovato - Brescia 1
	MI CENTRALE	BERGAMO ORIO	1

Il dettaglio del modello di esercizio preso in analisi è mostrato in specifiche tabelle poste al §8.5.

6. VALUTAZIONI DI TRAFFICO - APPROCCIO METODOLOGICO

Al fine di elaborare delle previsioni di traffico passeggeri per gli scenari oggetto di analisi (capitolo 4), è stato seguito il seguente approccio metodologico¹⁸:

1. Le **matrici OD** ricostruite (capitolo 9.1) a partire dalla fonte open Matrice Lombardia sono di due tipi: quelle degli spostamenti sistematici (di studenti e lavoratori) e quelle degli spostamenti non sistematici (viaggi di affari e occasionali). Sono stati, infine, analizzati i segmenti di domanda relativi all'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio e al centro commerciale OrioCenter.



2. Successivamente, è stata effettuata una **ricostruzione dell'offerta attuale nell'area di studio** (capitolo 9.2): il modello di offerta, costituito dalle reti stradale e ferroviaria, comprende sia le infrastrutture lineari (tratte stradali e ferroviarie) sia le infrastrutture puntuali (stazioni, nodi di interscambio).
3. Una volta completata la fase di ricostruzione, nelle fasi successive dello studio, le matrici costituiscono la base per la **calibrazione dei modelli di domanda** (capitolo 9.3). In particolare:
- la matrice Lombardia è stata utilizzata nella calibrazione del modello di domanda delle componenti sistematiche (lavoratori e studenti) e non sistematiche generali su tutta l'area regionale;
 - la matrice di Bergamo-Orio al Serio, ricostruita allo stato attuale, costituisce la domanda aeroportuale non sistematica da proiettare agli scenari futuri;
 - la matrice OrioCenter ricostruita allo stato attuale costituisce analogamente la domanda occasionale del centro commerciale da proiettare agli scenari futuri.
4. Al fine di svolgere le previsioni di traffico in scenari futuri (2026 e 2032), sono state elaborate **previsioni di evoluzione delle ipotesi socio-economiche e demografiche dell'area di studio** (capitolo 4). La previsione della mobilità dei passeggeri negli scenari futuri, infatti, ha come base un modello con fattore di accrescimento basato su coefficienti di crescita legati a fattori socio-economici quali l'evoluzione della popolazione e del numero di addetti.
5. Ai fini della costruzione del modello di simulazione, è stato, infine, implementato il **modello di interazione domanda-offerta** (capitolo 9.4), ovvero un modello in grado di assegnare al sistema di offerta la domanda di mobilità nelle diverse componenti modali riferita ad un fissato intervallo di tempo.
6. A questo punto, **ogni scenario è stato replicato e simulato nel sistema di modelli**, tramite l'implementazione della rete di offerta di riferimento o di progetto e del modello di domanda dipendente dall'orizzonte temporale e dalla configurazione socio-economica. I risultati relativi a tali attività sono riportati nel capitolo seguente.

¹⁸ Maggiori dettagli, come la specificazione e validazione dei modelli utilizzati, sono riportati al § 9 (Appendice).

7. VALUTAZIONI DI TRAFFICO – RISULTATI

In questo capitolo sono esposti i risultati ottenuti dalla applicazione del sistema di modelli appositamente implementato per le simulazioni di traffico. In considerazione delle peculiarità del sistema di modelli, particolarmente condizionato dalla evoluzione delle variabili socio-economiche esposte §2.4, saranno rappresentati anche i risultati ottenuti dalla applicazione del modello di generazione degli spostamenti i cui dettagli sono rappresentati al §9.3.

7.1. RISULTATI DERIVANTI DALL'APPLICAZIONE DEI MODELLI DI GENERAZIONE

L'applicazione dei coefficienti ottenuti nel processo di calibrazione dei modelli di generazione, che consentono di valutare la propensione agli spostamenti, sistematici e non, fatta eccezione per quelli indotti dall'aeroporto e dal vicino centro commerciale, ai valori delle variabili aggiornate al 2018 (ad eccezione del dato di addetti, disponibile solo al 2017) e a quelle in previsione per gli orizzonti temporali futuri, consente di valutare gli spostamenti generati allo stato attuale e agli orizzonti temporali futuri riferiti a tali segmenti di utenza.

Il risultato di tale applicazione è riportato nella tabella seguente dove, a titolo informativo, si riporta anche l'estrazione dei totali per alcune sotto-matrici di maggiore interesse.

Tabella 7-1 – Risultati dall'applicazione del modello

	Matrice Totale			Area Regione Lombardia		
	Sistematico	Non sistematico	Totale	Sistematico	Non sistematico	Totale
Dato	2.750.289	1.800.291	4.550.580	2.690.346	1.737.040	4.427.385
2014	2.680.191	1.753.443	4.433.634	2.620.247	1.690.192	4.310.439
<i>Delta</i>	-2.55%	-2.60%	-2.57%	-2.61%	-2.70%	-2.64%
2018	2.620.409	1.712.293	4.332.701	2.560.465	1.649.041	4.209.507
2026	2.598.824	1.744.599	4.343.423	2.538.881	1.681.348	4.220.229
2032	2.621.357	1.470.283	4.091.639	2.561.413	1.407.032	3.968.445

	Milano			Bergamo			
	Sistematico	Non sistematico	Totale	Sistematico	Non sistematico	Totale	
Tutta la Provincia	Dato	952.011	738.721	1.690.733	326.521	244.842	571.363
	2014	893.390	740.385	1.633.775	326.405	224.332	550.737
	<i>diff</i>	-6.16%	0.23%	-3.37%	-0.04%	-8.38%	-3.61%
	2018	884.348	747.535	1.631.973	318.702	225.517	544.219
	2026	892.234	800.086	1.692.320	314.606	241.334	555.940
Solo comune capoluogo	2032	892.467	733.935	1.626.402	321.676	213.203	534.878
	Dato	347.938	407.248	755.186	33.104	34.680	67.783
	2014	345.850	404.712	750.562	33.082	34.642	67.724
	<i>diff</i>	-0.60%	-0.62%	-0.61%	-0.06%	-0.11%	-0.09%
	2018	342.448	400,661	743,109	743,109	32,636	33,969
2026	342,670	400,759	743,429	743,429	32,502	33,441	
2032	336,404	393,400	729,804	729,804	31,858	32,695	

Si nota come l'inversione dell'andamento della popolazione tra il 2026 ed il 2032 (*Tabella 5-1* e seguenti) abbia un'influenza sull'andamento della mobilità regionale dovuto soprattutto ad una flessione degli spostamenti non sistematici, anche in relazione all'aumento dell'età media della popolazione ed all'aumento generalizzato del numero di addetti.

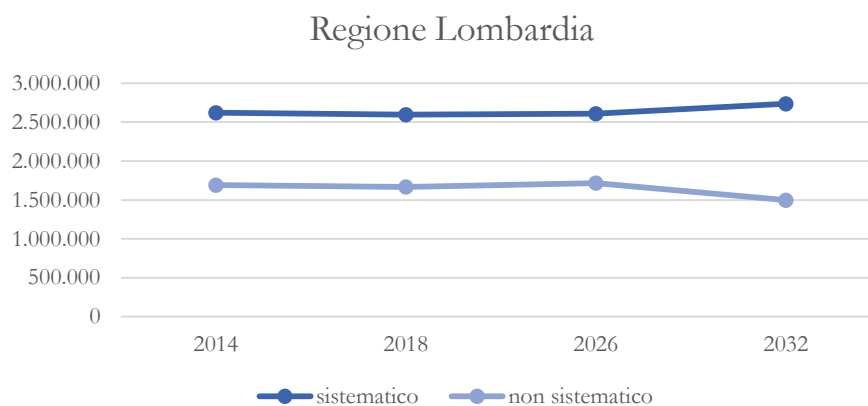


Figura 50 – Andamento degli emessi per l'area regionale lombarda negli orizzonti temporali di analisi

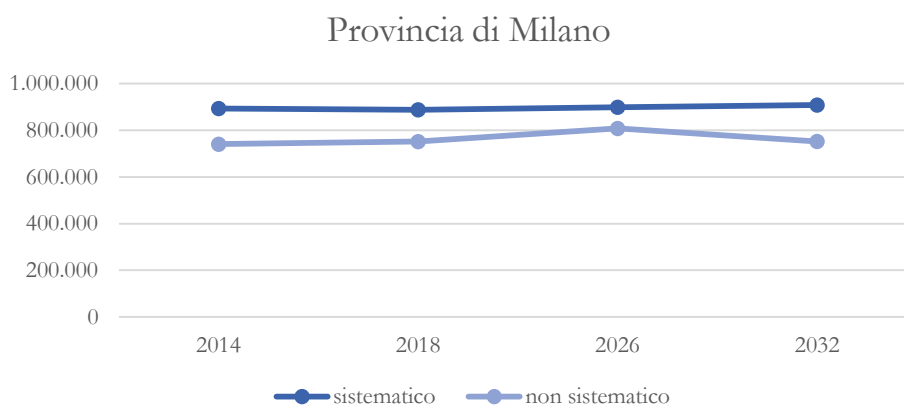


Figura 51 – Andamento degli emessi per l'area della provincia di Milano negli orizzonti temporali di analisi

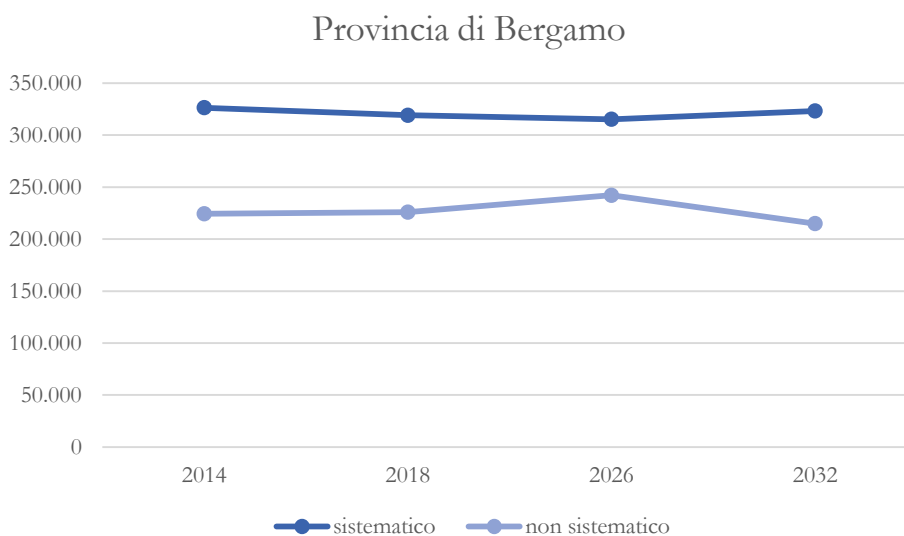


Figura 52 – Andamento degli emessi per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi

Per quanto riguarda la provincia di Bergamo, risulta di particolare interesse capire quanto l'area urbana del comune capoluogo influisca su questo risultato: dai grafici seguenti si evince chiaramente che le dinamiche di generazione della mobilità del capoluogo si manterranno sostanzialmente stabili a fronte di oscillazioni delle zone del resto della provincia.

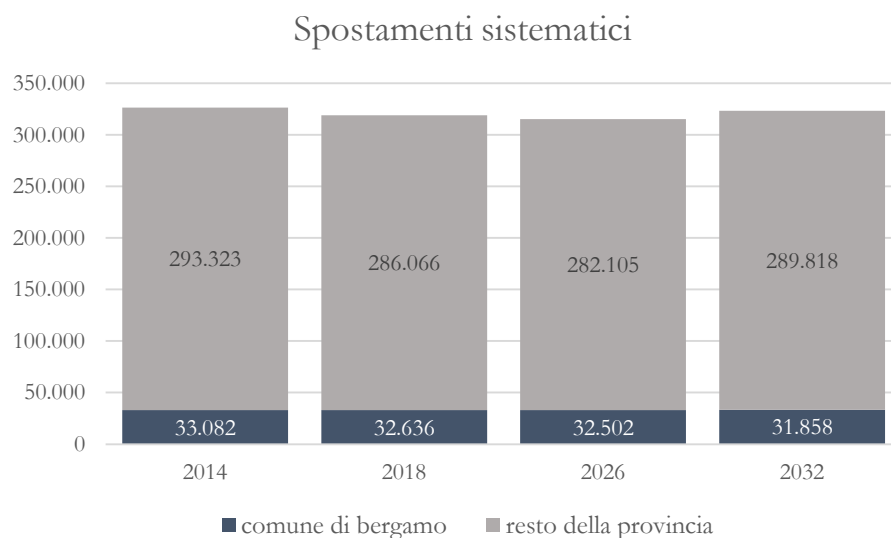


Figura 53 – Andamento degli emessi sistematici per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi: distinzione tra comune e resto della provincia

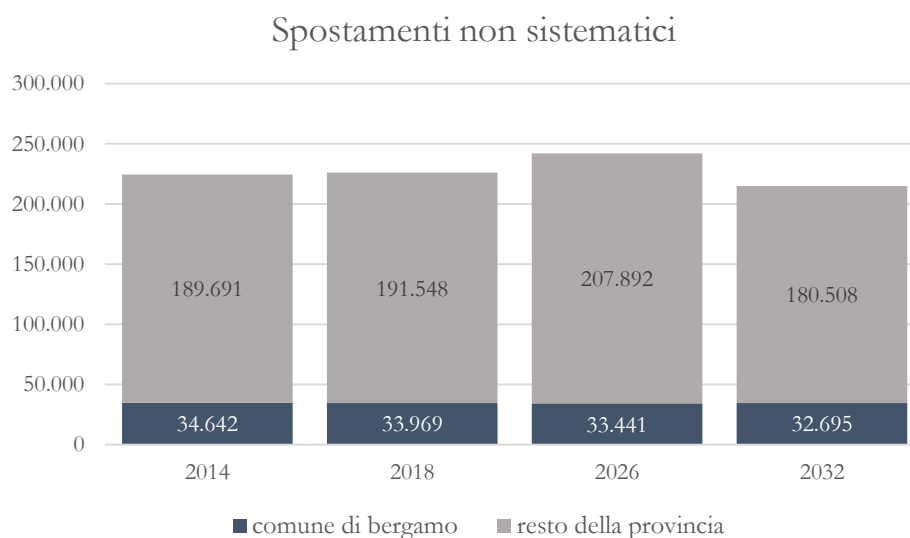


Figura 54 – Andamento degli emessi non sistematici per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi: distinzione tra comune e resto della provincia

7.2. VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI PER MODO E SERVIZIO

L'applicazione del sistema dei modelli specificatamente implementato per le finalità del presente Studio è stata eseguita in corrispondenza di ciascuno scenario trasportistico definito al precedente §5.2. Come già osservato al citato paragrafo, una significativa modifica del sistema dei servizi che interessano l'area in esame è già prevista nel cosiddetto scenario inerziale (o di non progetto - SP1). Ai fini di effettuare le necessarie considerazioni circa l'evoluzione dei traffici ferroviari è stato pertanto ritenuto opportuno applicare la catena modellistica implementata anche allo scenario attuale (2019): in questo modo sarà possibile apprezzare gli effetti prodotti sulla

diversione modale dalla attuazione di tutti i provvedimenti, ivi compresi quelli inerziali che non sono conseguenti agli investimenti oggetto del presente Studio.

Il prospetto che segue mostra anzitutto l'evoluzione della percentuale di utilizzo della modalità di trasporto collettiva (bus+treno)¹⁹ che si realizza in corrispondenza di ciascuno scenario analizzato e riferita alle seguenti aree:

- Bergamo e suo hinterland (Comun Nuovo, Azzano San Paolo, Brusaporto, Osio Sopra, Presezzo, Ponte San Pietro, Mozzo, Brembate di Sopra, Curno, Seriate, Orio al Serio, Dalmine, Lallio, Treviolo, Stezzano, Gorle e Levateche);
- Bergamo aeroporto di Orio al Serio;
- Centro Commerciale OrioCenter.

Tabella 7-2 – evoluzione della percentuale di utilizzo del TPL nei diversi scenari simulati

	SC0 2019	SP1 2026	SP2 2026	SP3 2026	SP4 2032	SP5 2032
<i>Bergamo&hinterland</i>	7%	9%	9%	10%	10%	10%
<i>Aeroporto di Orio al Serio</i>	10%	12%	12%	22%	21%	21%
<i>OrioCenter</i>	6%	6%	6%	18%	18%	18%
<i>totale</i>	22%	23%	25%	26%	28%	29%

Le due aree, riferite ai contesti “puntuali” quali quello aeroportuale ed il centro commerciale, sono state distinte in ragione della peculiarità dei relativi segmenti di domanda serviti dal nuovo collegamento ferroviario con l'aeroporto.

Come si potrà notare l'evoluzione dei servizi prodotta dagli scenari infrastrutturali comporta un progressivo incremento della percentuale del TPL; quello maggiore si avverte per gli utenti dei due poli di traffico adiacenti alla futura stazione di Orio in quanto la modifica dell'assetto infrastrutturale genera di fatto la disponibilità della modalità ferroviaria per questi utenti, producendo così un effetto più marcato.

Nelle seguenti tabelle sono invece riepilogati i flussi che interessano il complesso dei servizi, negli scenari considerati, che percorrono le tratte convergenti nella stazione di Bergamo. Nello specifico, la prima tabella mostra il valore complessivo, nelle due direzioni, del numero di presenti totali per tratta mentre la tabella successiva illustra il riempimento medio nella fascia oraria di punta mattutina (07:00 ÷ 08:00).

È opportuno premettere che, come già visto al precedente paragrafo, le dinamiche demografiche non comportano di fatto incrementi del volume di traffico complessivamente generato (tutti i modi). Ciò nonostante si nota un progressivo incremento dei volumi di traffico complessivo lungo le tratte convergenti il nodo di Bergamo.

L'effetto maggiore sulla mobilità ferroviaria viene prodotto in conseguenza dei provvedimenti attuati nello scenario di progetto inerziale (SP1) dove, come è stato già osservato al §5.2, si registra il più significativo incremento delle frequenze dei servizi (+60%). Questo incremento di offerta genera, sulla tratta più interessata (Bergamo – Treviglio), aumenti del numero di passeggeri superiori al 50% mentre sulla Ponte S. Pietro – Bergamo, ancorché non ci siano maggiori servizi, si apprezza un incremento di circa il 7% in conseguenza probabilmente di un “effetto rete”.

¹⁹ L'impostazione modellistica adottata prevede che un modello di scelta modale che consente di determinare la % di utilizzo del trasporto collettivo. In fase di assegnazione della domanda alla rete il flusso complessivo viene ripartito sui servizi bus o ferroviari (si confrontino i §9.3 e §9.4).

Tabella 7-3 – flussi complessivi ferroviari (nelle due direzioni) distinti per tratta e linea nei diversi scenari simulati

tratta	linea	Stato attuale (2019)	SP1 (inerziale 2026)		SP2 raddoppio BG Ponte SP 2026		SP3 raddoppio BG Ponte SP + collto Orio 2026		SP4 raddoppio BG Ponte SP + collto Orio 2032		SP5 raddoppio BG Montello + collto Orio 2032	
BERGAMO-BERGAMO OSPEDALE	Lecco-Bergamo(-Orio)	3.394	3.397	0%	3.245	-4%	4.757	47%	4.922	3%	4.908	0%
	Milano-Carnate-Bergamo	6.929	7.661	11%	7.537	-2%	7.324	-3%	7.157	-2%	7.979	11%
	Ponte S. Pietro-Bergamo				1.017		1.000	-2%	961	-4%	951	-1%
	totale	10.323	11.058	7%	11.799	7%	13.081	11%	13.040	0%	13.838	6%
BERGAMO OSPEDALE-PONTE S. PIETRO	Lecco-Bergamo(-Orio)	3.394	3.472	2%	3.007	-13%	4.039	34%	4.153	3%	4.150	0%
	Milano-Carnate-Bergamo	6.929	7.439	7%	7.426	0%	7.235	-3%	7.097	-2%	7.498	6%
	Ponte S. Pietro-Bergamo				627		620	-1%	596	-4%	596	0%
	totale	10.323	10.911	6%	11.060	1%	11.894	8%	11.846	0%	12.244	3%
BERGAMO-SERiate	Bergamo-Brescia	5.521	9.406	70%	9.407	0%	9.969	6%	9.662	-3%	7.446	-23%
	Bergamo-Montello										457	
	Milano-Carnate-Montello										1.992	
	totale	5.521	9.406	70%	9.407	0%	9.969	6%	9.662	-3%	9.895	2%
SERiate-ALBANO S. ALESSANDRO	Bergamo-Brescia	3.690	7.530	104%	7.531	0%	8.093	7%	7.847	-3%	7.293	-7%
	Bergamo-Montello										114	
	Milano-Carnate-Montello										560	
	totale	3.690	7.530	104%	7.531	0%	8.093	7%	7.847	-3%	7.967	2%
ALBANO S. ALESSANDRO-MONTElLO	Bergamo-Brescia	3.506	7.349	110%	7.350	0%	7.912	8%	7.641	-3%	7.502	-2%
	Bergamo-Montello										26	
	Milano-Carnate-Montello										211	
	totale	3.506	7.349	110%	7.350	0%	7.912	8%	7.641	-3%	7.739	1%
BERGAMO-ORIO	Lecco-Orio						4.414		5.159	17%	5.159	0%
	Milano-Orio						7.008		8.213	17%	8.213	0%
	Treviglio-Orio						3.997		4.708	18%	4.708	0%
	Milano-Orio No Stop						3.008		3.513	17%	3.513	0%
	totale						18.427		21.593	17%	21.593	0%
BERGAMO-STEZZANO	Treviglio-Bergamo	3.084	3.026	-2%	3.028	0%	1.363	0%	1.338	-2%	1.337	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	13.253	13.075	-1%	12.936	-1%	12.350	-1%	12.387	0%	12.048	-3%
	Treviglio-Orio						2.616		2.791	7%	2.791	0%
	Milano-Orio No Stop						3.008		3.513	17%	3.513	0%
	totale	2.318	2.238	-3%	2.237	0%	995	0%	986	-1%	986	0%
STEZZANO-LEVATE	Treviglio-Bergamo	13.253	13.075	-1%	12.936	-1%	12.350	-1%	12.387	0%	12.048	-3%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)						1.975		2.124	8%	2.124	0%
	Treviglio-Orio						3.008		3.513	17%	3.513	0%
	Milano-Orio No Stop						3.008		3.513	17%	3.513	0%
	totale	2.189	2.106	-4%	2.105	0%	934	0%	928	-1%	928	0%
LEVATE-VERDELLO DALMINE	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	13.253	13.075	-1%	12.936	-1%	12.350	-1%	12.387	0%	12.048	-3%
	Treviglio-Orio						1.751		1.875	7%	1.875	0%
	Milano-Orio No Stop						3.008		3.513	17%	3.513	0%
	Treviglio-Bergamo	2.059	1.943	-6%	1.942	0%	858	0%	849	-1%	849	0%
	totale	13.963	13.749	-2%	13.610	-1%	12.767	-1%	12.744	0%	12.404	-3%
VERDELLO DALMINE- ARCENE	Treviglio-Orio						1.665		1.786	7%	1.786	0%
	Milano-Orio No Stop						3.008		3.513	17%	3.513	0%
	Treviglio-Bergamo	1.974	1.982	0%	1.981	0%	889	0%	877	-1%	877	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	13.963	13.749	-2%	13.610	-1%	14.069	9%	12.744	-9%	12.404	-3%
	totale						1.461	0%	1.533	5%	1.533	0%
ARCENE-TREVIGLIO OVEST	Milano-Orio No Stop						3.008		3.513	17%	3.513	0%
	Treviglio-Bergamo	1.833	1.872	2%	1.871	0%	860	0%	834	-3%	834	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	13.963	13.749	-2%	13.610	-1%	12.767	-1%	12.744	0%	12.404	-3%
	Treviglio-Orio						1.176		1.185	1%	1.185	0%
	totale						3.008	0%	3.513	17%	3.513	0%
TREVIGLIO OVEST-TREVIGLIO	Milano-Orio No Stop						3.008		3.513	17%	3.513	0%
	Treviglio-Bergamo	1.833	1.872	2%	1.871	0%	860	0%	834	-3%	834	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	13.963	13.749	-2%	13.610	-1%	12.767	-1%	12.744	0%	12.404	-3%
	Treviglio-Orio						1.176		1.185	1%	1.185	0%
	totale						3.008	0%	3.513	17%	3.513	0%

Tabella 7-4 – riempimenti medi (passaggeri/h) direzione sui diversi servizi nella fascia oraria 7:00 ÷ 8:00

tratta	linea	Stato attuale (2019)	SP1 (inerziale 2026)		SP2 raddoppio BG Ponte SP 2026		SP3 raddoppio BG Ponte SP + coll.to Orio 2026		SP4 raddoppio BG Ponte SP + coll.to Orio 2032		SP5 raddoppio BG Montello + coll.to Orio 2032	
BERGAMO-BERGAMO OSPEDALE	Lecce-Bergamo (Orio)	254	298	18%	241	-19%	296	23%	296	0%	295	0%
	Milano-Carnate-Bergamo	264	291	10%	286	-2%	281	-2%	274	-2%	306	12%
	Ponte S. Pietro-Bergamo				78		77		74	-4%	73	-1%
BERGAMO OSPEDALE-PONTE S. PIETRO	Lecce-Bergamo (Orio)	254	258	2%	223	-14%	256	15%	254	-1%	254	0%
	Milano-Carnate-Bergamo	264	283	7%	282	0%	278	-2%	272	-2%	288	6%
	Ponte S. Pietro-Bergamo				48		48	-1%	46	-4%	46	0%
BERGAMO-SERIATE	Bergamo-Brescia	421	717	70%	717	0%	742	3%	714	-4%	544	-24%
	Bergamo-Montello										76	
	Milano-Carnate-Montello										35	
SERIATE-ALBANO S. ALESSANDRO	Bergamo-Brescia	280	573	104%	573	0%	598	4%	575	-4%	533	-7%
	Bergamo-Montello										22	
	Milano-Carnate-Montello										9	
ALBANO S. ALESSANDRO-MONTELLO	Bergamo-Brescia	266	560	110%	560	0%	584	4%	559	-4%	548	-2%
	Bergamo-Montello										8	
	Milano-Carnate-Montello										2	
BERGAMO-ORIO	Lecce-Orio						177	0%	204	15%	204	0%
	Milano-Orio						146	0%	169	16%	225	33%
	Treviglio-Orio						155	0%	181	17%	181	0%
	Milano-Orio No Stop						146	0%	169	15%	169	0%
	Treviglio-Bergamo	117	114	-2%	114	0%	105	-8%	103	-2%	103	0%
BERGAMO-STEZZANO	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	370	396	7%	391	-1%	375	-4%	374	0%	363	-3%
	Treviglio-Orio						153		158	3%	158	0%
	Milano-Orio No Stop						146		169	15%	169	0%
	Treviglio-Bergamo	88	84	-4%	84	0%	76	-9%	76	-1%	76	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	370	396	7%	391	-1%	375	-4%	374	0%	363	-3%
STEZZANO-LEVATE	Treviglio-Orio						115		119	4%	119	0%
	Milano-Orio No Stop						146		169	15%	169	0%
	Treviglio-Bergamo	83	79	-4%	79	0%	72	-9%	71	-1%	71	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	739	396	-46%	391	-1%	375	-4%	374	0%	363	-3%
	Treviglio-Orio						105		108	4%	108	0%
LEVATE-VERDELLO DALMINE	Milano-Orio No Stop						146		169	15%	169	0%
	Treviglio-Bergamo	78	73	-6%	73	0%	66	-9%	65	-1%	65	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	390	417	7%	412	-1%	392	-5%	390	-1%	380	-3%
	Treviglio-Orio						98		102	4%	101	0%
	Milano-Orio No Stop						146		169	15%	169	0%
VERDELLO DALMINE- ARCENE	Treviglio-Bergamo	75	75	0%	75	0%	68	-9%	67	-1%	67	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	390	417	7%	412	-1%	425	3%	390	-8%	380	-3%
	Treviglio-Orio						93		95	2%	95	0%
	Milano-Orio No Stop						146		169	15%	169	0%
	Treviglio-Bergamo	70	71	2%	71	0%	66	-7%	64	-3%	64	0%
TREVIGLIO OVEST-TREVIGLIO	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	390	417	7%	412	-1%	392	-5%	390	-1%	380	-3%
	Treviglio-Orio						82		81	-1%	81	0%
	Milano-Orio No Stop						146		169	15%	169	0%

Al progredire degli scenari si apprezza un crescente incremento dei traffici; quello più marcato si registra quando oltre al raddoppio del collegamento Ponte S. Pietro Bergamo è presente il nuovo collegamento con l'aeroporto che, come già osservato, introduce per taluni segmenti di utenza una nuova modalità che va a competere con quelle attualmente esistenti. In questo caso la riorganizzazione dei servizi permessa dal rinnovato contesto infrastrutturale si traduce in un incremento medio che sulla tratta Ponte S. Pietro Bergamo è pari al 10%.

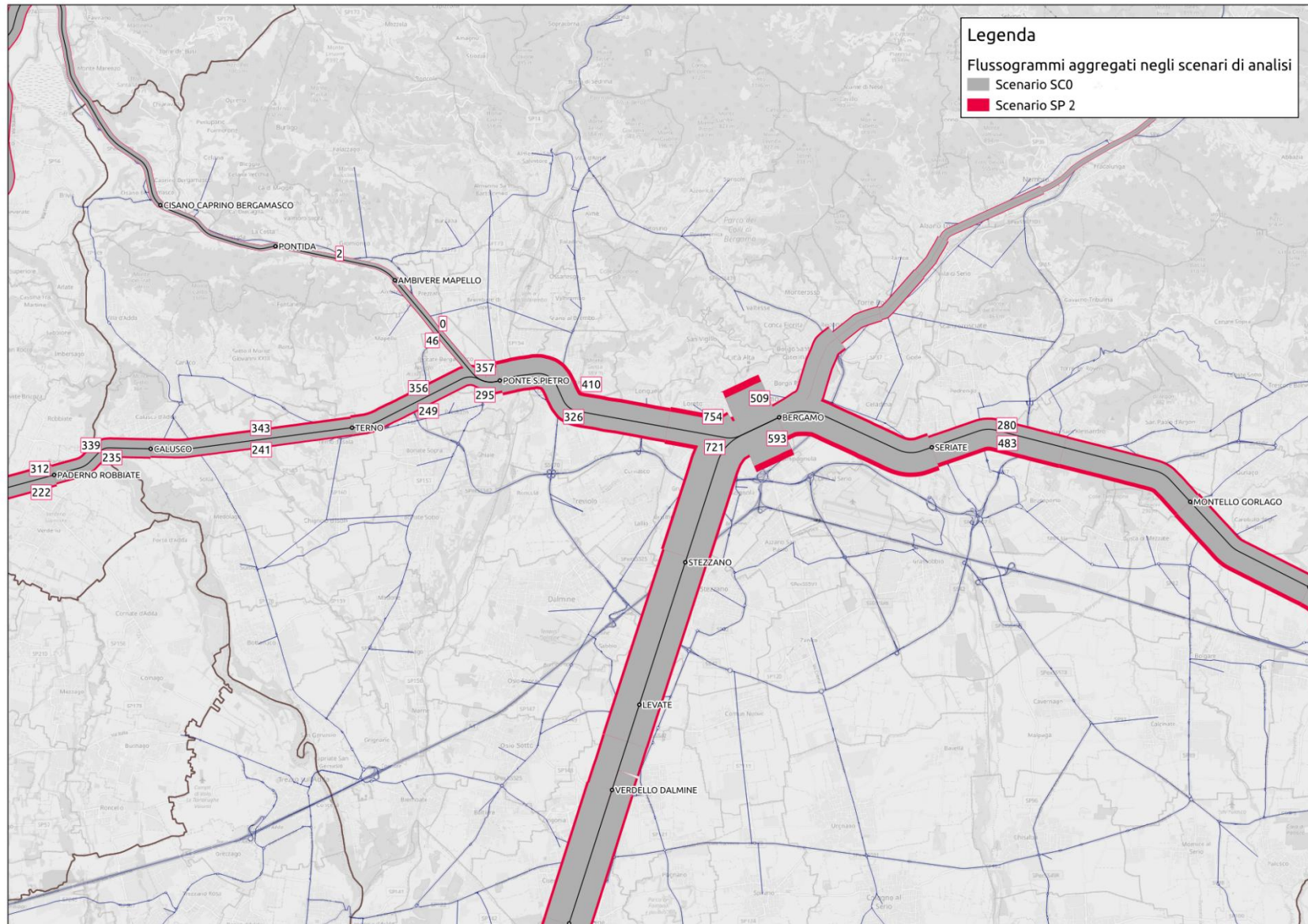
Dalla analisi dei riempimenti medi che si registra sulle diverse tratte/servizi nelle tre fasce orarie prese in esame si rileva come, in generale, si assista ad un sostanziale mantenimento del *load factor* ai livelli attuali (2019) ancorché la frequenza dei servizi, sia nello scenario inerziale (SP1) che in quelli di progetto, sia superiore e nonostante le dinamiche socio-demografiche non concorrano ad un incremento della mobilità sistemica; i servizi di maggiore distanza presentano livelli di carico superiori a quelli di corto raggio, in conseguenza della loro maggiore diffusione e capillarità sul territorio.

Nella immagine seguente è infine riportato il flussogramma che mostra la differenza dei flussi, su ciascun arco della rete ferroviaria, tra lo scenario SP2 (realizzazione del raddoppio Ponte S. Pietro - Bergamo) e lo stato attuale.

Il diagramma di carico include in particolare tutti i servizi circolanti lungo le direttrici Bergamo-Milano, Bergamo-Lecco, Bergamo-Brescia, Milano-Brescia.

Come si potrà notare gli effetti più marcati si riscontrano, oltre che nel collegamento oggetto di analisi, in corrispondenza del nodo di Bergamo, con particolare riferimento alle tratte che convergono nel capoluogo.

Figura 55 – flussogramma dei volumi differenziali (SP2 vs SP=0) sulle diverse tratte convergenti a Bergamo



8. TRATTA PONTE S. PIETRO – BERGAMO: VERIFICHE DI CAPACITÀ

I risultati esposti al paragrafo precedente, ottenuti attraverso l'applicazione della catena modellistica implementata, hanno consentito di analizzare le prospettive di mobilità future e di verificare che le ipotesi di sviluppo dei servizi ferroviari, definiti in ambito Accordo Quadro, siano in grado di assicurare soddisfacenti livelli di servizio.

Le ipotesi di sviluppo dei servizi prevedono tra l'altro un incremento del numero di treni circolanti sulla tratta a semplice binario Ponte San Pietro – Bergamo.

In questo capitolo sono esposte le valutazioni condotte nel merito della capacità residua di questa tratta effettuate attraverso la stima della differenza tra il grado di utilizzazione effettivo e quello massimo ammissibile in sicurezza.

L'analisi in argomento è stata condotta attraverso un processo che si è articolato indicativamente come segue:

- analisi dell'organizzazione del traffico attuale (esclusivamente di tipo passeggeri regionale) ed implementazione del grafico orario di riferimento di un giorno feriale medio;
- definizione dell'offerta di servizi passeggeri nello scenario futuro;
- distribuzione del traffico lungo la linea nello scenario futuro nell'ora di servizio tipo, dato il pieno cadenzamento, ed implementazione del grafico orario di riferimento di un giorno feriale medio;
- valutazione della capacità residua della linea per l'ora di punta e su base giornaliera tramite compressione secondo il metodo Fiche UIC 406.

L'analisi, in considerazione delle caratteristiche di utilizzazione della tratta, ha volutamente escluso la componente di traffico merci nello scenario futuro.

L'approccio metodologico generale si traduce nel seguente procedimento modellistico:

- suddivisione della linea in tratte elementari (o selezione di alcune tratte elementari su cui effettuare l'analisi), al fine di poterne valutare il grado di saturazione e l'eventuale capacità residua secondo il metodo illustrato nella Fiche UIC 406 basato sulla compressione delle tracce. A tal fine è necessario considerare tratti di linea sostanzialmente omogenei (ad esempio in termini di servizi programmati);
- analisi del traffico attuale, ovvero una mappatura della composizione dei servizi e dei tempi di percorrenza attuali lungo la linea analizzata per le due direzioni di marcia e definizione della medesima base di dati per lo scenario futuro;
- definizione del modello di esercizio per gli scenari futuri. Al fine di valutare l'occupazione della capacità disponibile, infatti, non è sufficiente il volume di traffico in ogni fascia oraria per direzione, ma è necessario conoscere il modello di esercizio. La modellizzazione dell'esercizio nel grafico orario è un'attività complessa, che viene realizzata in fase di progettazione di dettaglio dell'orario in quanto richiede di conoscere non solo la velocità delle tracce e le fermate, ma, soprattutto per i servizi LP e merci (laddove presenti), anche l'interferenza dei treni con altri servizi sulle altre linee che percorrono;
- definizione del traffico lungo la linea nello scenario futuro su base giornaliera e nell'ora di punta o comunque secondo il cadenzamento stabilito. Tale dato rappresenta un output del sistema di modelli implementato;
- valutazione della capacità residua della linea per l'ora di punta e/o su base giornaliera secondo il metodo Fiche UIC 406, che prevede l'inserimento nel grafico orario di riferimento di nuove tracce in coerenza con le richieste commerciali potenziali. In particolare, a seconda del tipo di sistema di segnalamento e protezione installato lungo l'infrastruttura di analisi, è possibile associare ad ogni traccia le relative finestre di occupazione dell'infrastruttura. Quindi, si provvede a compattare le tracce fino al minimo distanziamento, determinando la fascia temporale potenzialmente libera. In questa valutazione vengono considerate anche le eventuali fasce orarie non utilizzabili, come le Interruzioni Programmate Orarie. Il rapporto tra la fascia oraria di utilizzazione della linea e quella massima giornaliera porta al risultato della capacità residua commerciale.

8.2. APPLICAZIONE DEL METODO E RISULTATI OTTENUTI

Dati il pieno cadenzamento e l'assenza di rinforzi e di traffico merci, si procede attuando il metodo sull'ora tipo di servizio cadenzato. Dal momento che il metodo indica come preferibile l'analisi bioraria, si procede per entrambe le fasce temporali di analisi.

Il risultato della compressione secondo Fiche UIC 406 è riportato sinteticamente nella Tabella 8-2 e Tabella 8-3, dove vale quanto segue:

- *DefinedTimePeriod* = 60', 120'
- *OccupancyTime* è il tempo di occupazione che deriva dal processo di compressione;
- *Capacity consumption*, valore di consumo di capacità derivante dall'applicazione del metodo della compressione secondo Fiche UIC 406 e determinato attraverso la seguente relazione:

$$CapacityConsumption[\%] = \frac{OccupancyTime \times (1 + AdditionalTimeRate)}{DefinedTimePeriod} \times 100$$

in cui *AdditionalTimeRate* rappresenta il tempo aggiuntivo di esercizio, proposto dalla FICHE UIC 406 -2013, sulla base della tipologia di linea secondo il seguente prospetto.

Tabella 8-1 – Additional Time Rate proposto dalla Fiche UIC 406

Tipo di linea	Ora di punta	Periodo giornaliero
Traffico passeggeri suburbano	18%	43%
Linea Alta Velocità	33%	67%
Linee a traffico misto	33%	67%

- *Limite Riferimento* è il valore di riferimento standard per la congestione indicato dalla medesima Fiche²⁰.

Nelle tabelle seguenti è riportato il risultato della compressione oraria, ottenuta applicando il metodo di inserimento incrementale delle tracce standard fino al raggiungimento della capacità limite, nelle due configurazioni infrastrutturali.

Tabella 8-2 – Analisi oraria capacità infrastruttura attuale

INFRASTRUTTURA ATTUALE					
DefinedTimePeriod [min]	Coppie treni passeggeri	OccupancyTime [min]	Capacity consumption	Limite riferimento	Capacità inutilizzabile
60	2	47	92,4%	100%	7,6%
120	5	116	114,1%	100%	-14,1%

Tabella 8-3 – Analisi oraria capacità infrastruttura progetto

INFRASTRUTTURA PROGETTO					
Intervallo di riferimento [min]	Coppie treni passeggeri	Occupazione [min]	Capacity consumption	Limite riferimento	Capacità inutilizzabile
60	4	48	94,4%	100%	5,6%
120	10	117	115,1%	100%	-15,1%

I risultati riportati per le due tratte mostrano quanto segue:

²⁰ Si fa notare che la versione precedente della Fiche UIC 406, non imponendo il ricorso a valori predefiniti dell'*AdditionalTimeRate*, poneva dei limiti di riferimento più restrittivi.

- sull'infrastruttura attuale si possono prevedere fino a 2 coppie/ora; l'eventuale rinforzo aggiuntivo in una sola direzione, da replicare nell'altra direzione per completare l'offerta bi-oraria, porterebbe ad un utilizzo della capacità totale oltre i limiti. In sostanza, con 5 coppie di treni in una finestra temporale di 2 ore si ottiene un impiego di capacità del 114,1%;
- con riferimento invece alla configurazione di progetto, l'impiego della linea con 4 coppie/ora comporta un utilizzo dell'infrastruttura del 94,4%, quindi accettabile;
- con base bi-oraria l'inserimento di 10 coppie (con una media di 5 coppie/ora) comporterebbe un sovrautilizzo della capacità senza garantire la stabilità del servizio.

L'illustrazione di seguito riportata riproduce l'assetto delle tracce orarie a seguito della compressione dove sono mostrati i tempi di occupazione complessiva; si nota come la loro sovrapposizione sia possibile solo in corrispondenza delle parti della tratta dove è previsto il raddoppio (fascia grigia della figura).

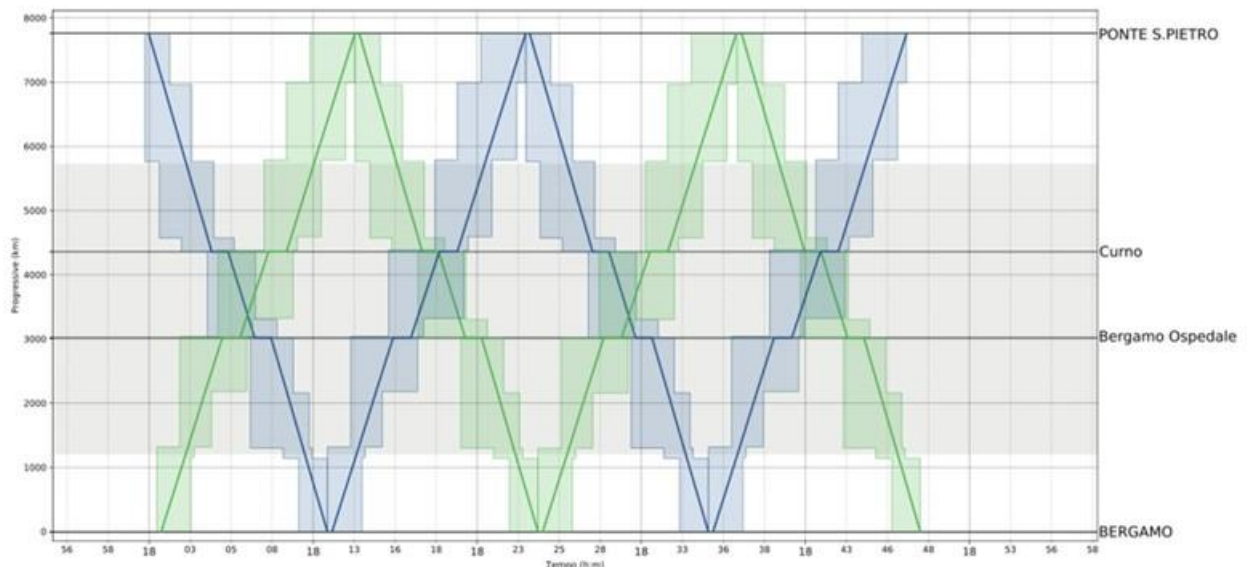


Figura 58 - Compressione del grafico orario Bergamo-Ponte S. Pietro

9. APPENDICE

In questo capitolo sono esposti, nel dettaglio, i requisiti metodologici dello Studio che, come rappresentato ai capitoli precedenti, si è valso di un sistema di modelli specificatamente implementato al fine di valutare gli impatti dell'investimento oggetto di studio su tutte le componenti di domanda impattate.

Per lo studio è stata definita un'area di studio costituita dalle regioni seguenti: Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna e Veneto. Il resto del territorio nazionale è stato ad ogni modo incluso nelle analisi come area immediatamente "esterna", rispetto all'area di studio. L'area di intervento è, invece, costituita dalla Regione Lombardia.

L'area così individuata è stata suddivisa in 569 zone, di cui 518 interne al territorio della Regione Lombardia.

La loro ripartizione per aree geografiche è riportata nella tabella seguente.

Area	Numero zone	Da ID zona	A ID zona
Bergamo comune	8	1	9
Bergamo provincia	110	10	199
Milano provincia	81	220	299
Milano comune	17	200	219
Lecco	25	300	399
Brescia	75	400	499
Monza	36	500	599
Lombardia altro	166	600	900
Verona	8	1000	1009
Veneto altro	7	1010	1019
Piemonte	9	1020	1029
Liguria	3	1030	1039
Emilia-Romagna	8	1040	1059
Trentino-Alto Adige	2	1060	1069
Friuli-Venezia Giulia	4	1070	1079
Toscana	5	1080	1089
Valle d'Aosta	1	1090	1099
Sud e Isole	4	1100	1109



Figura 59 - Zonizzazione

La zonizzazione così definita permette una buona riproduzione dei tempi di spostamento da ciascuna zona all'aeroporto di Bergamo Orio al Serio, soprattutto per quanto riguarda gli spostamenti interni alla regione, fulcro della *catchment area*.

L'elemento territoriale di riferimento per la clusterizzazione varia a seconda dell'area geografica:

- per il comune di Bergamo e di Milano è la suddivisione in CAP del territorio comunale;

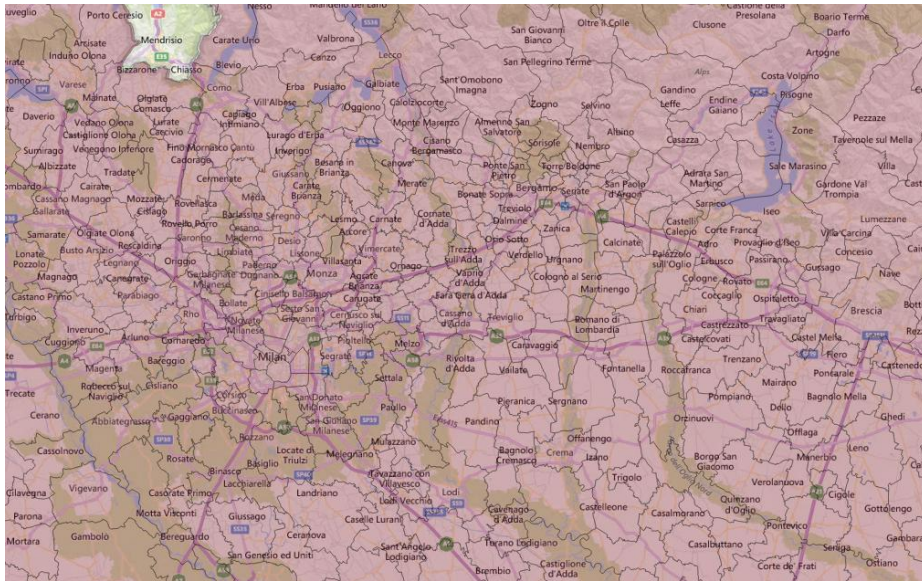


Figura 60 – Zonizzazione di Bergamo e Milano

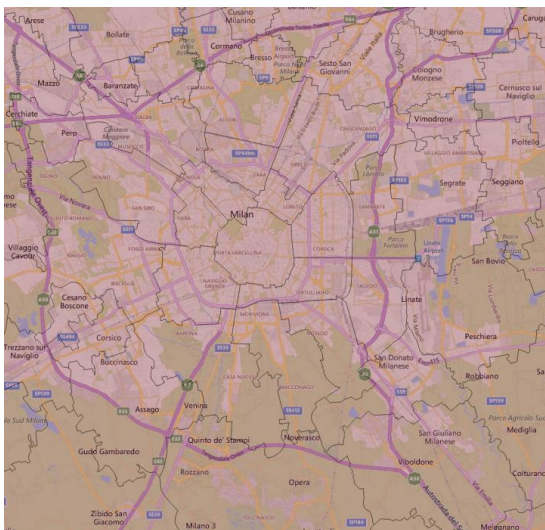


Figura 61 – Zonizzazione Milano

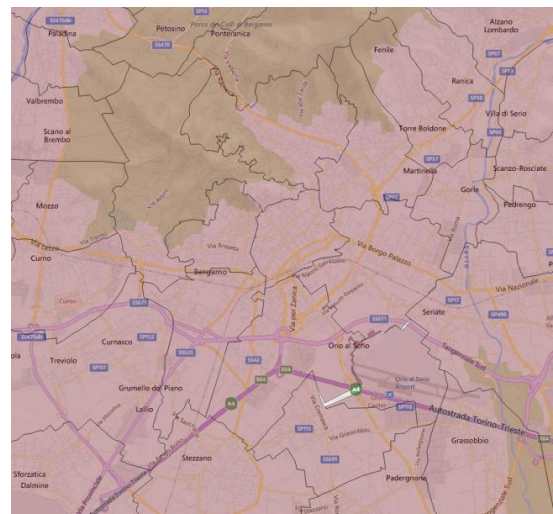


Figura 62 – Zonizzazione Bergamo

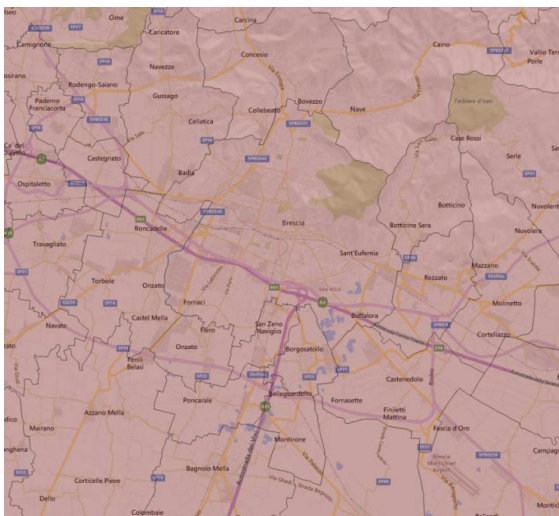


Figura 63 – Zonizzazione Brescia



Figura 64 – Zonizzazione Lecco

- per la Lombardia la suddivisione è effettuata a livello comunale. Nelle province della *catchment* area (Bergamo, Brescia, Lecco e Milano) la disaggregazione porta a una corrispondenza univoca diffusa su tutto il territorio tra zona e comune, ad eccezione di alcune aggregazioni nelle zone montane dove i comuni hanno una popolazione esigua e la via di comunicazione con il resto della provincia è unica. Per le altre province lombarde, le zone si ottengono per aggregazione di più comuni, con riferimento ai distretti locali delle Città Metropolitane;
- per il resto dell'area di studio, la base è l'estensione territoriale della provincia, ad eccezione della provincia di Verona che è stata disaggregata in 8 zone, a seconda della direttrice di accesso alla Lombardia. In Emilia-Romagna, le province sono state aggregate in una sola zona.

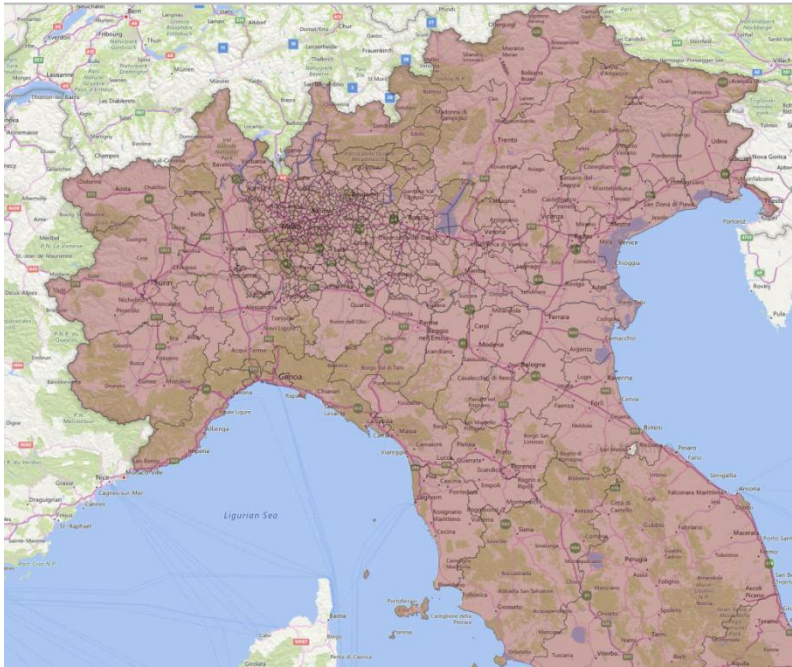


Figura 65 – Area di studio

- i capoluoghi serviti dall'AV sono isolati rispetto al resto della relativa provincia (Bologna, Firenze, Verona, Padova, Genova, Torino).

Per quanto riguarda le zone esterne:

- in Toscana le province sono aggregate per direttrici, ottenendo 5 zone (compresa quella della città di Firenze);
- il Friuli-Venezia Giulia è suddiviso con livello di dettaglio provinciale;
- il sud e le isole costituiscono 3 diverse zone.

La zonizzazione così definita costituisce la base essenziale per tutte le elaborazioni svolte nell'ambito del processo sommariamente delineato al Capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e di seguito splicitato nei suoi dettagli.

9.1. DETERMINAZIONE DELLE MATRICI DI DOMANDA ALLO STATO ATTUALE

Fonti open analizzate per la ricostruzione della matrice di domanda

Di seguito è riportato il dettaglio delle fonti *open* analizzate per la ricostruzione della matrice di domanda passeggeri allo stato attuale:

- Istat – Matrice 2011 pendolarismo: la matrice origine-destinazione degli spostamenti per motivi di lavoro o di studio si riferisce alla popolazione residente in famiglia o in convivenza rilevata al 15° Censimento generale della popolazione (data di riferimento: 9 ottobre 2011).

Il database contiene i dati sul numero di persone che si spostano tra comuni – o all'interno dello stesso comune – classificate, oltre che per il motivo dello spostamento, per il sesso, il mezzo di trasporto utilizzato, la fascia oraria di partenza e la durata del tragitto. La base di calcolo sono le 28.871.447 persone che hanno dichiarato di recarsi giornalmente al luogo abituale di studio o di lavoro, partendo dall'alloggio di residenza, e di rientrarvi. Di queste, 28.852.721 sono residenti in famiglia e 18.726 sono residenti in convivenza (convento, istituto di reclusione, istituti assistenziali ecc.).

Il file è composto da 4.876.242 record suddivisi in Tipo record “S” o “L”. In particolare:

- 988.625 record (Tipo record ‘S’) riportano il totale dei flussi pendolari negli strati derivanti dalle variabili: Tipo residenza, Provincia di residenza, Comune di residenza, Sesso, Motivo dello spostamento, Luogo di studio o di lavoro, Provincia abituale di studio o di lavoro, Comune abituale di studio o di lavoro, Stato estero di studio o di lavoro.
- 3.887.617 record (Tipo record ‘L’) nei quali il totale dei flussi pendolari è prodotto a livello più dettagliato, tenendo conto anche del Mezzo, dell’Orario di uscita e del Tempo impiegato.

La lista delle variabili riportate nel file è la seguente.

Tabella 9-1 – Variabili riportate nel file “matrice 2011 pendolarismo”. Fonte: ISTAT

Descrizione del campo	Valori
Tipo record	S dato riferito alle modalità assunte dalle variabili di strato: Provincia di residenza, Comune di residenza, Sesso, Motivo dello spostamento, Luogo di studio o di lavoro, Provincia abituale di studio o di lavoro, Comune abituale di studio o di lavoro, Stato estero di studio o di lavoro. L dato riferito alle modalità assunte dalle variabili di strato : Provincia di residenza, Comune di residenza, Sesso, Motivo dello spostamento, Luogo di studio o di lavoro, Provincia abituale di studio o di lavoro, Comune abituale di studio o di lavoro, Stato estero di studio o di lavoro, Mezzo, Orario di uscita, Tempo impiegato.
Tipo residenza	1 in famiglia; 2 in convivenza;
Provincia di residenza	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Comune di residenza	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Sesso	1 maschio; 2 femmina;
Motivo dello spostamento	1 si reca al luogo di studio (compresi asilo nido, scuola materna e corsi di formazione professionale); 2 si reca al luogo di lavoro;
Luogo di studio o di lavoro	1 nello stesso comune di residenza; 2 in un altro comune italiano; 3 all'estero;
Provincia abituale di studio o di lavoro	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Comune abituale di studio o di lavoro	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Stato estero di studio o di lavoro	Da Elenco Stati Esteri all'08 ottobre 2011-Istat;
Mezzo	01 treno; 02 tram; 03 metropolitana; 04 autobus urbano, filobus; 05 corriera, autobus extra-urbano; 06 autobus aziendale o scolastico; 07 auto privata (come conducente);

	08 auto privata (come passeggero); 09 motocicletta, ciclomotore, scooter; 10 bicicletta; 11 altro mezzo; 12 a piedi;
Orario di uscita	1 prima delle 7,15; 2 dalle 7,15 alle 8,14; 3 dalle 8,15 alle 9,14; 4 dopo le 9,14;
Tempo impiegato	1 fino a 15 minuti; 2 da 16 a 30 minuti; 3 da 31 a 60 minuti; 4 oltre 60 minuti;
Stima numero di individui	Variabile di conteggio
Numero di individui	Variabile di conteggio

- Matrice O-D della Regione Lombardia al 2014: tale matrice è stata definita implementando un modello di trasporto a partire da alcuni principali set di input (ad esempio, rete stradale aggiornata a gennaio 2014, caratteristiche del sistema socio-economico, database degli attributi di emissione/distribuzione, principali caratteristiche della mobilità rilevate attraverso questionari on-line, interviste vis-à-vis, etc.).

Ogni spostamento della matrice è caratterizzato da uno dei seguenti motivi: lavoro, studio, occasionali, affari e rientri a casa e da uno dei seguenti modi: auto conducente, auto passeggero, TPL gomma, TPL ferro, moto, bici, piedi e altro.

Il percorso di elaborazione della matrice, a termine del modello a quattro stadi, ha tenuto conto, per quanto riguarda gli spostamenti sistematici, dei dati relativi al pendolarismo rilevato nell'ambito del censimento Istat 201121.

- Matrice O-D della Regione Piemonte al 2013: tale matrice è stata stimata a partire dalle indagini campionarie telefoniche - condotte presso i residenti in Piemonte negli anni 2004 e 2013 su campioni rappresentativi della popolazione maggiore di 10 anni, stratificati per classi di sesso e per età, su 208 zone campionarie - relativamente alle scelte di mobilità ed alla qualità percepita dai cittadini (IMQ) con riferimento ai mezzi di trasporto (trasporto pubblico, auto, bicicletta). La matrice è corredata di un set dettagliato di informazioni per ciascuno spostamento, tra cui le seguenti: sesso, età ed attività dell'intervistato (imprenditore, operaio, insegnante, studente, casalinga, pensionato, etc.), Comune di partenza e arrivo, orario di partenza e arrivo, mezzo utilizzato o sequenza di mezzi, etc.

Tabella 9-2 – Mezzi considerati nelle indagini della Regione Piemonte. Fonte: Agenzia della Mobilità Piemontese

Codice mezzo	Significato
01	Piedi
02	Moto/ciclomotore
03	Autoveicolo come conducente
04	Autoveicolo come passeggero
05	Taxi
06	Bus urbano suburbano e/o Tram GTT (TO e cintura)
07	Bus extraurbano GTT
08	Trasporto urbano (bus, filobus, tram, metropolitana) di altri Comuni e altre Città diverse da Torino
09	Bus extra urbano altro vettore
10	Bus aziendale
11	Scuolabus
12	Ferrovia Trenitalia

Codice mezzo	Significato
13	Ferrovia GTT (Canavesana, TO–Ceres – TO-Chieri)
15	Altro
16	Bicicletta personale
20	Bicicletta del sistema Bike Sharing
19	Metropolitana automatica GTT
21	Autoveicolo del sistema Car Sharing come conducente
22	Ferrovia altro vettore (TRENORD, SSIF, FART, SBB-CFF-FFS, SNCF, BLS)
23	Altro mezzo pubblico terrestre (funicolare, funivia)
24	Altro mezzo pubblico su acqua (battello, aliscafo)

Metodologia di ricostruzione delle matrici da fonti open

Nel presente paragrafo è riportata la metodologia adottata per la ricostruzione delle matrici passeggeri su strada, ferro e bus, tra le zone dell'area di studio, a partire dalle fonti open sopra descritte, all'anno base delle analisi (2018).

La domanda di trasporto indagata dallo studio è relativa sia a spostamenti di tipo sistematico (compiuti regolarmente per motivi di lavoro o studio) che di tipo non sistematico, componente non trascurabile sulla dimensione territoriale ed il tipo di servizio ferroviario indagati.

La stima delle matrici di domanda è stata effettuata a partire dalle fonti dati descritte in precedenza e sintetizzate nella tabella seguente.

Tabella 9-3 - Sintesi dei dati di domanda di trasporto disponibili e relative caratteristiche

Matrici disponibili	ISTAT 2011	Lombardia 2014	Piemonte 2013
Motivo dello spostamento	Lavoro Studio	Lavoro Studio Occasionali Affari Rientri a casa	Lavoro Affari Studio Occasionali Rientri a casa Altro
Zonizzazione	Comunale	Comunale Sub comunale per capoluoghi e grandi centri urbani Aggregazione per alcuni piccoli comuni periferici	Quartieri per comune Torino Ogni comune una zona per cintura di Torino Comunale e sovra-comunale per tutto il resto del territorio
Modo	Treno Tram Metropolitana Autobus urbano Autobus extraurbano Auto privata come conducente Auto privata come passeggero Moto Bici Altro mezzo piedi	Auto conducente Auto passeggero TPL gomma TPL ferro Moto Bici Piedi altro	Riportati in tab. 2 del presente documento

A tal fine, a partire dai database grezzi delle fonti open sopra descritte, sono state effettuate le elaborazioni sintetizzate di seguito.

Dalla matrice Istat 2011, relativa ai soli spostamenti sistematici (recarsi al luogo di studio/al luogo di lavoro):

- sono stati selezionati i flussi passeggeri comune-comune, per tutto il territorio nazionale, distinti per le seguenti modalità di trasporto:
 - auto privata (conducente);
 - auto privata (passeggero);
 - bus extra-urbano;

- bus urbano;
- scuolabus/bus aziendale;
- treno.
- È stata effettuata una prima conversione dalla nomenclatura dei comuni Istat 2011 alla nomenclatura dei comuni Istat 2018, tenendo conto di tutte le variazioni intercorse nei 7 anni;
- Infine, è stata effettuata la conversione dai comuni Istat 2018 al codice identificativo della zonizzazione definita;
- Alle matrici O-D zona-zona così ottenute, sono state sommate le relative trasposte, per tenere conto della componente dei “rientri a casa”. In questo modo sono state ottenute le matrici O-D zona-zona, di soli spostamenti sistematici (studio e lavoro), relative alle sei modalità di trasporto sopra riportate.

Dalla matrice Lombardia 2014, relativa sia agli spostamenti sistematici, che agli spostamenti non sistematici:

- sono stati selezionati i flussi passeggeri comune-comune, per tutto il territorio nazionale, distinti per le seguenti modalità di trasporto:
 - auto privata (conducente),
 - auto privata (passeggero),
 - bus,
 - treno
 e per i seguenti motivi di viaggio:
 - lavoro;
 - studio;
 - occasionali;
 - affari;
 - rientri a casa.
- È stata effettuata una prima conversione dalla nomenclatura dei comuni Istat 2014 alla nomenclatura dei comuni Istat 2018, tenendo conto di tutte le variazioni intercorse nei 4 anni;
- È stata infine effettuata la conversione dai comuni Istat 2018 al codice identificativo della zonizzazione definita. In questo modo sono state ottenute le matrici O-D zona-zona, relative alle quattro modalità di trasporto ed ai 5 motivi di spostamento sopra riportati.

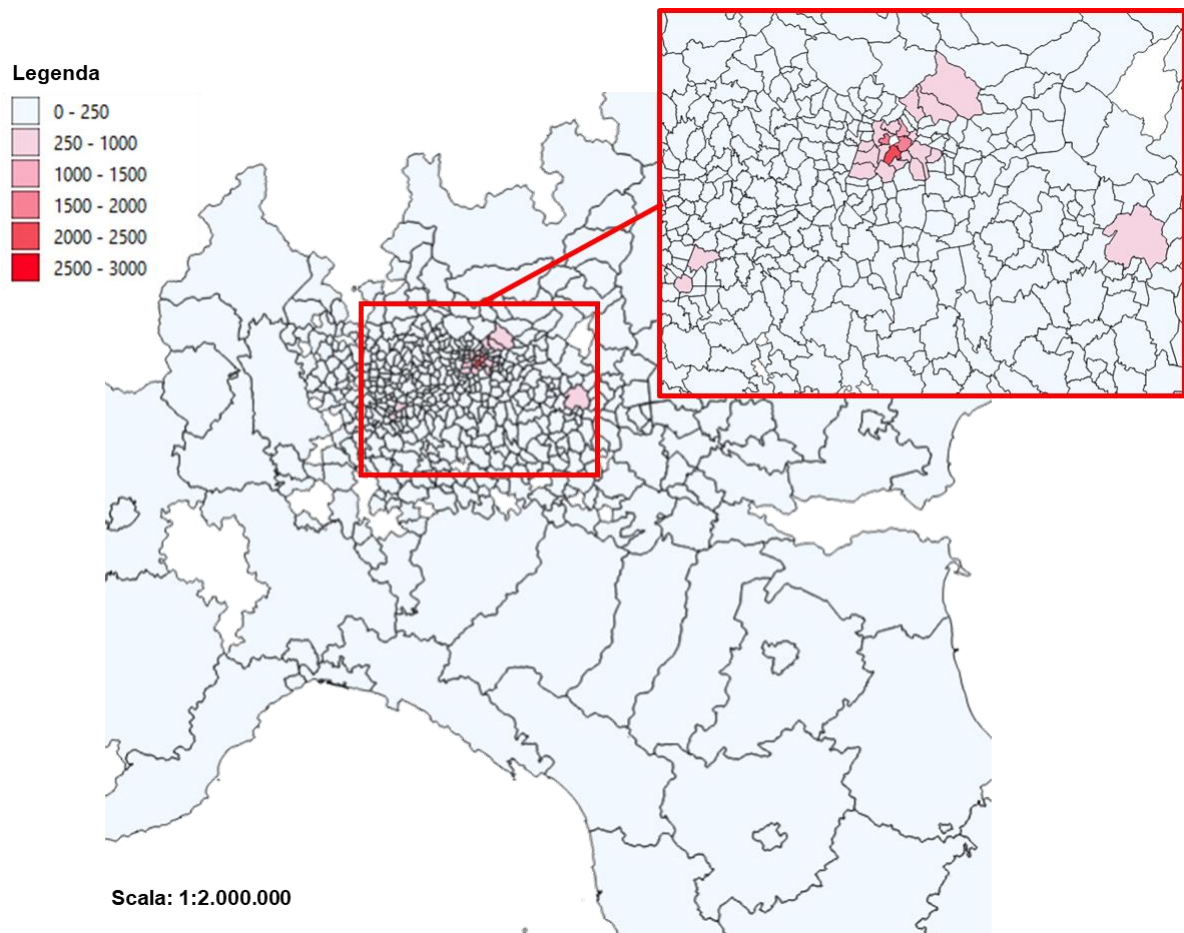


Figura 66 - Rappresentazione degli spostamenti generati dal comune di Bergamo, fonte: Matrice Lombardia

Si riporta di seguito il dettaglio degli spostamenti generati dal comune di Bergamo.

Tabella 9-4 - Sintesi degli spostamenti generati dal comune di Bergamo, suddivisi per destinazione, fonte: Matrice Lombardia

Destinazione	Numero di spostamenti	%
Comune di Bergamo	16.972	47,8%
Residuo provincia di Bergamo	13.493	38,0%
Comune di Milano	2.686	7,6%
Residuo provincia di Milano	738	2,1%
Comune di Brescia	377	1,1%
Residuo provincia di Monza	282	0,8%
Residuo provincia di Brescia	217	0,6%
Comune di Monza	105	0,3%
Comune di Lecco	76	0,1%
Residuo provincia di Lecco	65	0,1%
Residuo Area di Studio	519	1,5%
Totale	35.530	100,0%

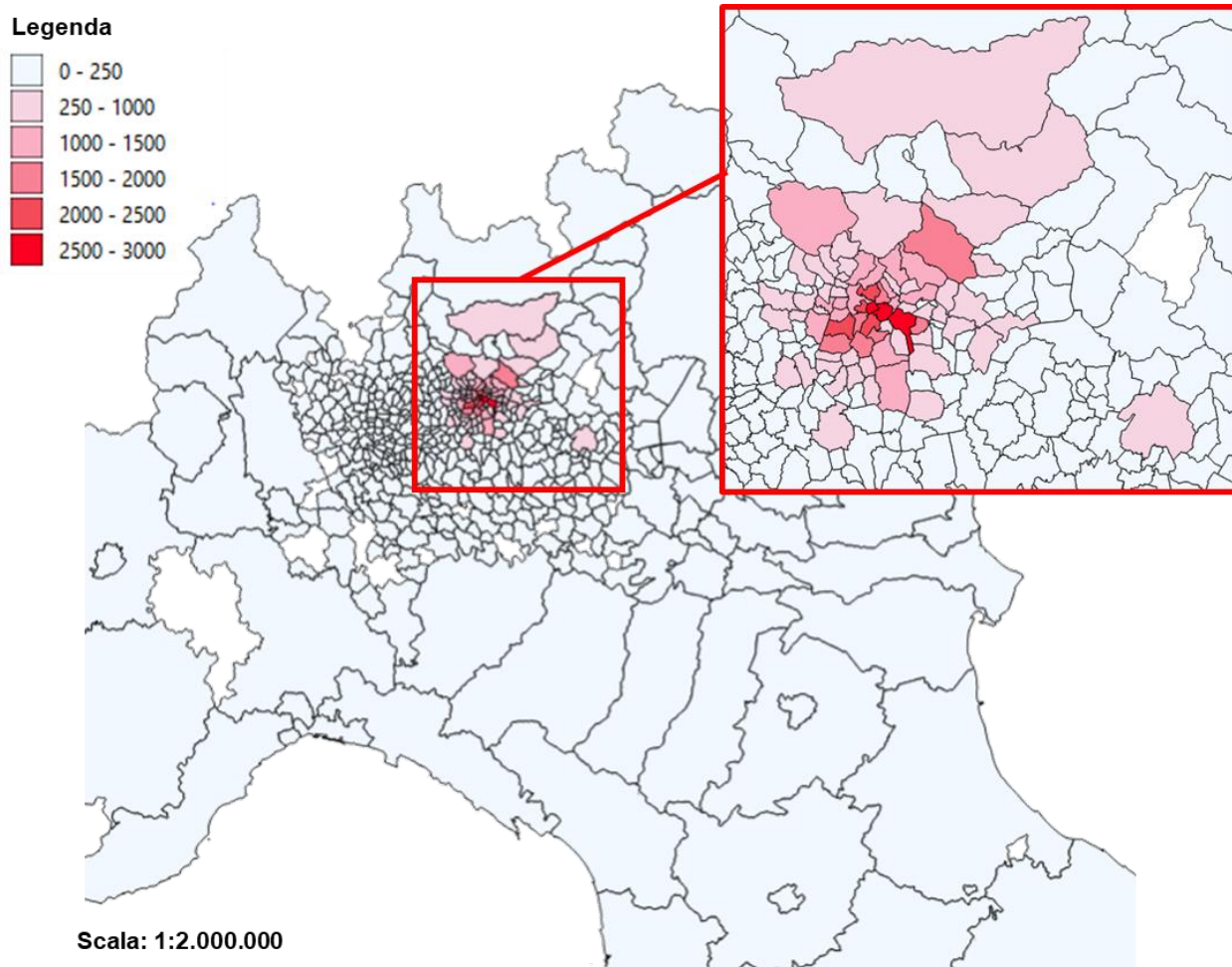


Figura 67 - Rappresentazione degli spostamenti attratti dal comune di Bergamo, fonte: Matrice Lombardia

Si riporta di seguito il dettaglio degli spostamenti attratti dal comune di Bergamo.

Tabella 9-5 - Sintesi degli spostamenti attratti dal comune di Bergamo, suddivisi per origine, fonte: Matrice Lombardia

Origine	Numero di spostamenti	%
Residuo provincia di Bergamo	54.837	70,3%
Comune di Bergamo	16.973	21,7%
Residuo provincia di Brescia	1.231	1,6%
Residuo provincia di Milano	1.103	1,4%
Residuo provincia di Lecco	792	1,0%
Comune di Milano	740	0,9%
Residuo provincia di Monza	572	0,7%
Comune di Brescia	290	0,4%
Comune di Lecco	146	0,2%
Comune di Monza	84	0,1%
Residuo Area di Studio	1.288	1,7%
Totale	78.056	100,0%

Infine, dalla matrice Piemonte 2013, relativa sia agli spostamenti sistematici che agli spostamenti non sistematici:

- sono stati selezionati i flussi passeggeri comune-comune, per tutto il territorio nazionale, distinti per le seguenti modalità di trasporto:

- auto privata (conducente),
- auto privata (passeggero),
- bus extra-urbano,
- bus urbano,
- scuolabus/bus aziendale,
- treno

e per i seguenti motivi di viaggio:

- lavoro;
 - studio.
- È stata effettuata una prima conversione dalla nomenclatura dei comuni Istat 2013 alla nomenclatura dei comuni Istat 2018, tenendo conto di tutte le variazioni intercorse nei 5 anni.
 - È stata effettuata la conversione dai comuni Istat 2018 al codice identificativo della zonizzazione definita. In questo modo sono state ottenute le matrici O-D zona-zona, relative alle sei modalità di trasporto ed ai due motivi di spostamento sopra riportati.

Per quanto riguarda la conversione da comuni Istat 2018 a zone definite per il modello:

- i flussi originati da Bergamo e Milano sono stati ripartiti rispetto alle zone utilizzando le percentuali calcolate a partire dai valori di popolazione 2011 forniti da Istat per le sezioni censuarie, mentre i flussi in arrivo utilizzando le percentuali calcolate a partire dagli addetti 2011 da stessa fonte.
- Per quanto riguarda la Matrice Lombardia, i flussi originati/destinati nelle province/regioni seguenti:
 - Friuli, Liguria e Toscana;
 - Bologna, Torino, Verona e Padova.

sono stati disaggregati nuovamente per popolazione in origine e per addetti in destinazione.

Matrici Origine-Destinazione di Orio al serio e di OrioCenter

Con l'obiettivo di mettere a punto specifici modelli di simulazione della ripartizione modale per l'utenza avente come origine/destinazione l'aeroporto di Orio al Serio ed il vicino OrioCenter, si è proceduto alla progettazione di indagini dirette sul campo, ovvero:

- una campagna di domanda funzionale alla definizione delle caratteristiche degli spostamenti attuali verso l'aeroporto di Bergamo Orio al Serio e il centro commerciale OrioCenter e degli attributi delle funzioni di utilità delle alternative che saranno alla base del modello di scelta modale;
- un'indagine sulle preferenze modali finalizzata all'identificazione delle condizioni di *shift* al mezzo treno per il collegamento ferroviario fra Bergamo e l'aeroporto Bergamo Orio al Serio.

A tal fine, sono stati predisposti due distinti questionari da sottoporre ad i passeggeri in partenza dall'aeroporto di Bergamo Orio al Serio ed ai visitatori dell'OrioCenter.

Campagna di indagine di Bergamo Orio al Serio

L'indagine è stata progettata e poi realizzata in collaborazione con la società di gestione dell'aeroporto di Bergamo, SACBO, in modalità CAPI (Computer Assisted Personal Interview) tra il 7-13 e 21-27 maggio 2019.

In particolare, sono state realizzate 6.245 interviste *face to face*, in due cicli di rilevazione, somministrate tramite questionario a passeggeri in partenza presso l'area sterile del terminal, posizionata oltre i controlli di sicurezza, o nelle immediate vicinanze di questa.

L'indagine è stata realizzata con un duplice obiettivo:

- individuare e profilare l'utente aeroportuale ed il suo comportamento intermodale avuto durante il tragitto per arrivare all'aeroporto;
- analizzare e individuare le caratteristiche che porterebbero gli utenti ad utilizzare dei mezzi di trasporto diversi/alternativi per arrivare all'aeroporto Orio al Serio, in quanto la modalità ferroviaria non risulta disponibile allo stato attuale.

Il piano di campionamento è stato progettato sulla base dei piani di volo distinti per giorno della settimana, fascia oraria e destinazione.

In base al programma dei voli ed in previsione di due settimane di rilevazione, si è provveduto ad una distribuzione proporzionale degli intervistati nei diversi giorni della settimana e nelle diverse fasce orarie.

In riferimento a quanto sopra esplicitato le interviste a fine rilevazione si sono distribuite nel seguente modo:

Tabella 9-6 - Distribuzione delle interviste effettuate

Giorno della settimana	Destinazione del volo	Fascia oraria			
		6.00-8.59	9.00-12.59	13.00-16.59	17.00-21.00
Lunedì	Italia	67	88	74	73
	Estero	142	167	142	159
Martedì	Italia	75	56	53	135
	Estero	121	142	127	144
Mercoledì	Italia	76	48	74	107
	Estero	84	142	100	135
Giovedì	Italia	87	49	68	117
	Estero	138	162	91	211
Venerdì	Italia	57	68	60	142
	Estero	155	146	146	182
Sabato	Italia	85	71	69	97
	Estero	163	154	208	115
Domenica	Italia	60	59	66	62
	Estero	128	160	157	181

Una volta identificato il volo, l'utente da intervistare in attesa d'imbarco al gate è stato scelto in maniera casuale, prestando attenzione a non intervistare più candidati facenti parte dello stesso gruppo oppure familiari/parenti. L'unica eccezione alla scelta casuale dell'intervistato è stata applicata per rispettare alcune quote di profilazione dell'utente fissate in fase di definizione del piano di campionamento, su genere (uomini/donne), tipologia di viaggio (traffico *outgoing*, cioè domiciliati in Italia che effettuano un viaggio di andata, traffico *incoming* Italia, cioè domiciliati in Italia che effettuano un viaggio di ritorno e traffico *incoming* straniero, cioè domiciliati all'estero che effettuano un viaggio di ritorno).

Il questionario di intervista, predisposto in più lingue, è stato organizzato per acquisire informazioni in merito a quattro tematiche principali:

- definizione del tipo di utente (utente *outgoing* o *incoming*, motivo dello spostamento, utente abituale o sporadico o al primo utilizzo dello scalo, ha raggiunto l'aeroporto da solo o in comitiva, orario di partenza e destinazione del volo e destinazione finale del viaggio);

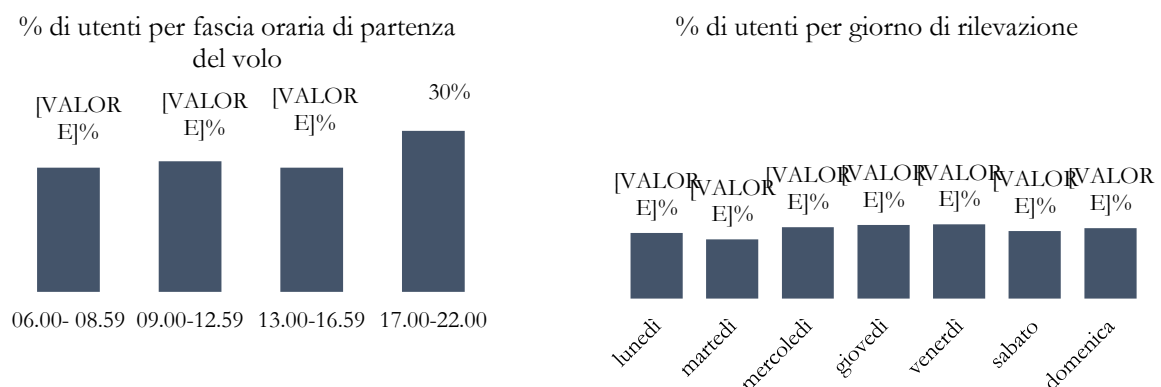
- definizione delle caratteristiche dello spostamento con cui l'intervistato ha raggiunto l'aeroporto (origine dello spostamento, mezzo o sequenza di mezzi utilizzati nello spostamento verso l'aeroporto, durata dello spostamento, costo dello spostamento, incluso il costo e le caratteristiche del parcheggio, la localizzazione, il tempo e la modalità di trasferimento dal parcheggio all'aeroporto);
- definizione della propensione al cambiamento ed individuazione delle condizioni che potrebbero condizionare la diversione modale;
- caratteristiche socio-economiche dell'intervistato (età, sesso, attività professionale, titolo di studio, disponibilità autovettura).

Per quanto riguarda il tema della propensione al cambiamento, le domande sono state rivolte con l'obiettivo di esplorare l'attitudine ed il potenziale shift modale al treno, da utilizzare come modo di trasporto di collegamento con l'aeroporto: l'impostazione delle domande è finalizzata a strutturare e calibrare un modello di ripartizione modale in grado di descrivere la propensione al cambiamento in favore di nuovi servizi ferroviari, oggi non presenti.

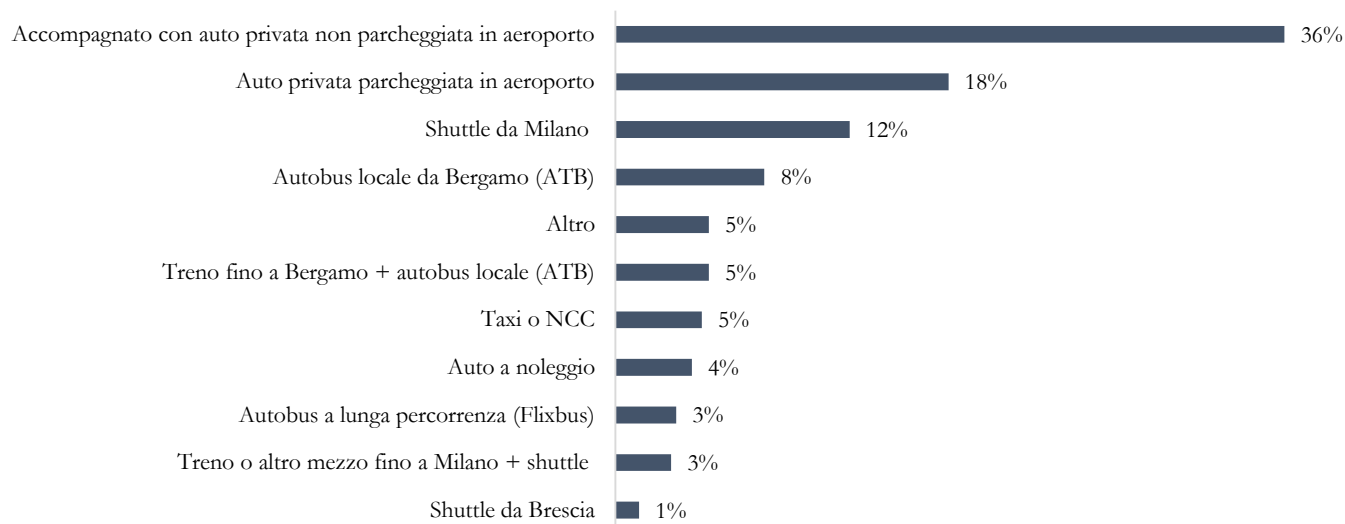
A partire dal database di output della campagna di indagine di Bergamo Orio al Serio, per quanto riguarda la profilazione dell'utente, è stato rilevato:

- una leggera maggioranza di utenza maschile (55,5% contro il 45,5% di utenza femminile);
- una prevalenza di utenza rientrante nella fascia d'età tra i 25 e i 34 anni (circa il 28%);
- che il 73,4% degli utenti risulta essere occupato (in prevalenza con un contratto di dipendente). Le percentuali di studenti (13,2%), ai pensionati (7,1%) e casalinghi/e (4,4%) sono, invece, più basse;
- che il titolo di studio del campione intervistato è elevato, in quanto il 48,9% degli intervistati è in possesso di un diploma di scuola superiore e il 37,2% dello stesso è laureato;
- che il 50% degli utenti è domiciliato in Italia ed effettua viaggio di andata (traffico *outgoing*), il 20% circa è domiciliato in Italia ed effettua viaggio di ritorno (traffico *incoming* italiano) e circa il 30% è domiciliato all'estero (traffico *incoming* straniero);
- che, per quanto riguarda il motivo del viaggio, oltre il 50% del campione viaggia per turismo (55,3%), un ulteriore 26,4% per motivi di lavoro, mentre un 5,6% viaggia per motivi di studio. Il 12,7% degli intervistati, infine, viaggia per altri motivi (visita a familiari, visita ad amici o al proprio partner).

Rispetto invece alla distribuzione degli intervistati per fascia oraria del volo e giorno di rilevazione, è stato evidenziato quanto segue:



Una volta analizzati gli attributi di profilazione del passeggero, sono state analizzate le modalità di spostamento utilizzate dagli utenti per arrivare all'aeroporto:



Campagna di indagine presso il centro commerciale OrioCenter

L'indagine è stata progettata e poi realizzata in collaborazione con la società di gestione dell'OrioCenter, in modalità CAPI (Computer Assisted Personal Interview) nel periodo tra il 16 e il 29 settembre 2019.

In particolare, sono state realizzate 1.544 interviste *face to face*, somministrate tramite questionario ai visitatori del centro commerciali in arrivo ai parcheggi (o nelle immediate vicinanze degli stessi).

L'indagine è stata realizzata con un duplice obiettivo:

- individuare e profilare il visitatore dell'OrioCenter ed il suo comportamento intermodale avuto durante il tragitto per arrivare al centro commerciale;
- analizzare ed individuare le caratteristiche che porterebbero gli utenti ad utilizzare dei mezzi di trasporto diversi/alternativi per arrivare all'OrioCenter.

Il piano di campionamento è stato progettato sulla base di conteggi dei visitatori ai varchi di accesso al centro commerciale, localizzati in prossimità dei parcheggi. In particolare, si è provveduto ad una distribuzione proporzionale degli intervistati tra i sette varchi di accesso (blu, rosso, giallo, verde, arancione, viola, e nuovo ovest) nei diversi giorni della settimana, distinguendo tra giorni feriali e festivi e tra tre diverse fasce orarie (8:00-12:00, 12:00-16:00 e 16:00-21:00).

Tabella 9-7 - Piano di campionamento progettato sulla base di conteggi dei visitatori ai varchi di accesso

VARCO	FASCIA ORARIA	GIORNO FERIALE	GIORNO FESTIVO
BLU	Dalle 8:00 alle 12:00	56	31
	Dalle 12:01 alle 16:00	59	36
	Dalle 16:01 alle 21:00	67	42
	TOTALE	181	108
ROSSO	Dalle 8:00 alle 12:00	42	28
	Dalle 12:01 alle 16:00	52	31
	Dalle 16:01 alle 21:00	63	38
	TOTALE	157	97
GIALLO	Dalle 8:00 alle 12:00	22	21
	Dalle 12:01 alle 16:00	30	26
	Dalle 16:01 alle 21:00	40	29
	TOTALE	92	77
VERDE	Dalle 8:00 alle 12:00	24	23
	Dalle 12:01 alle 16:00	35	29

	Dalle 16:01 alle 21:00	43	35
	TOTALE	103	86
ARANCIONE	Dalle 8:00 alle 12:00	28	18
	Dalle 12:01 alle 16:00	32	19
	Dalle 16:01 alle 21:00	47	26
	TOTALE	107	62
VIOLA	Dalle 8:00 alle 12:00	21	19
	Dalle 12:01 alle 16:00	29	25
	Dalle 16:01 alle 21:00	37	28
	TOTALE	88	73
NUOVO OVEST	Dalle 8:00 alle 12:00	24	21
	Dalle 12:01 alle 16:00	47	40
	Dalle 16:01 alle 21:00	75	61
	TOTALE	147	122

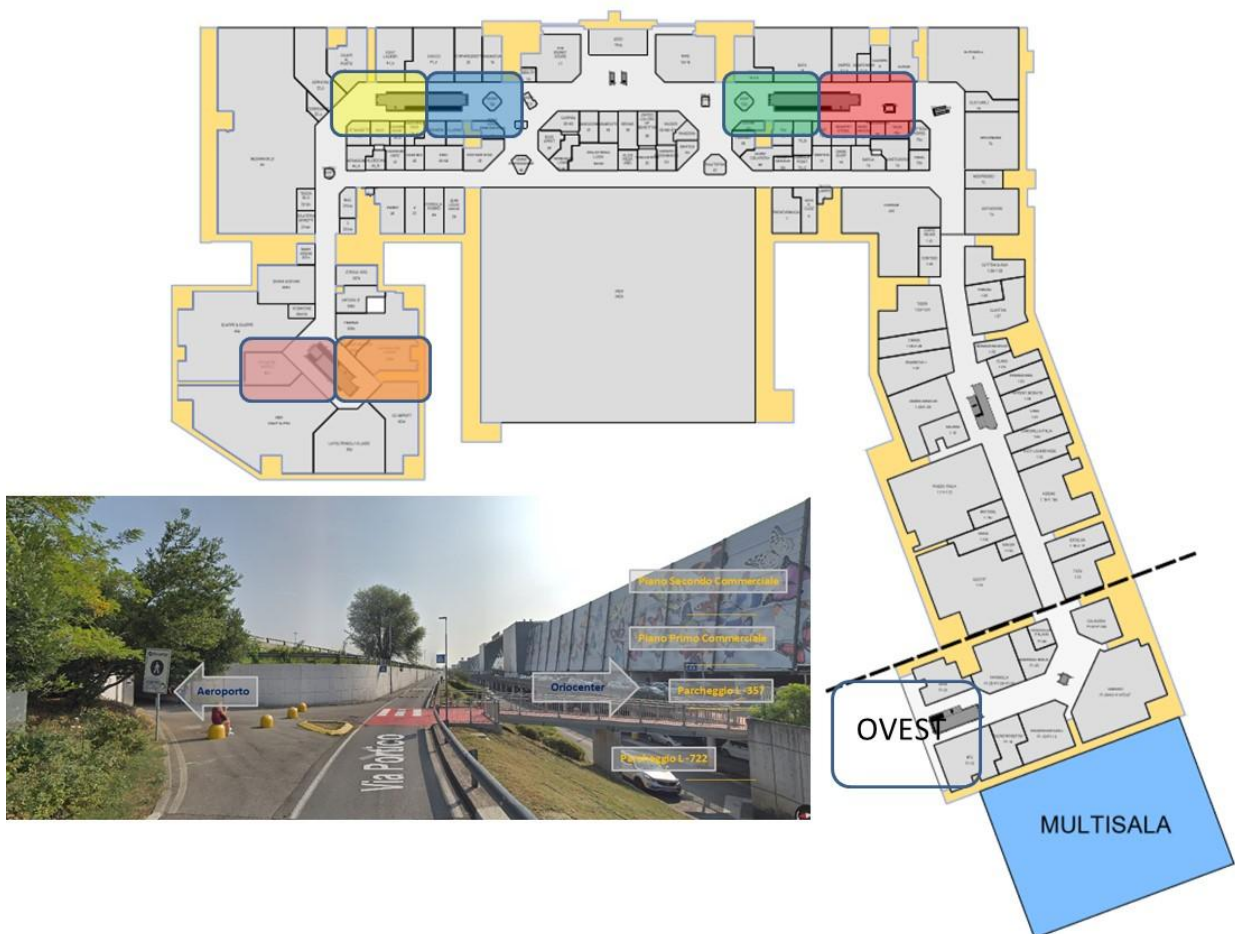


Figura 68 – Vista dell'OrioCenter e distribuzione degli accessi in corrispondenza del piano primo commerciale

Il questionario di intervista è stato organizzato per acquisire informazioni in merito a:

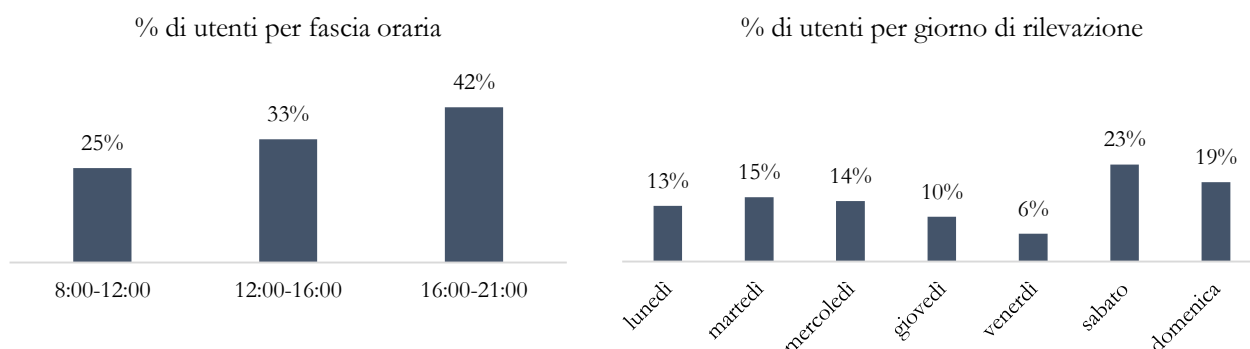
- tipo di utente (luogo di residenza, motivo dello spostamento, frequenza dello spostamento, spostamento da solo o in compagnia);
- caratteristiche dello spostamento verso l'OrioCenter (origine dello spostamento, orario di partenza/arrivo, mezzo o sequenza di mezzi utilizzati, costo dello spostamento, incluso il costo e le caratteristiche del parcheggio);
- propensione al cambiamento del modo di accesso all'OrioCenter ed individuazione delle condizioni che potrebbero condizionare la diversione modale;
- caratteristiche socio-economiche dell'intervistato (età, sesso, attività professionale, titolo di studio).

Analogamente a quanto fatto per l'indagine all'aeroporto, le domande sulla propensione al cambiamento sono rivolte con l'obiettivo di esplorare l'attitudine ed il potenziale *shift* modale al treno, da utilizzare come modo di trasporto di accesso al centro commerciale; l'impostazione delle domande è finalizzata a strutturare e calibrare un modello di ripartizione modale in grado di descrivere la propensione al cambiamento in favore di nuovi servizi ferroviari.

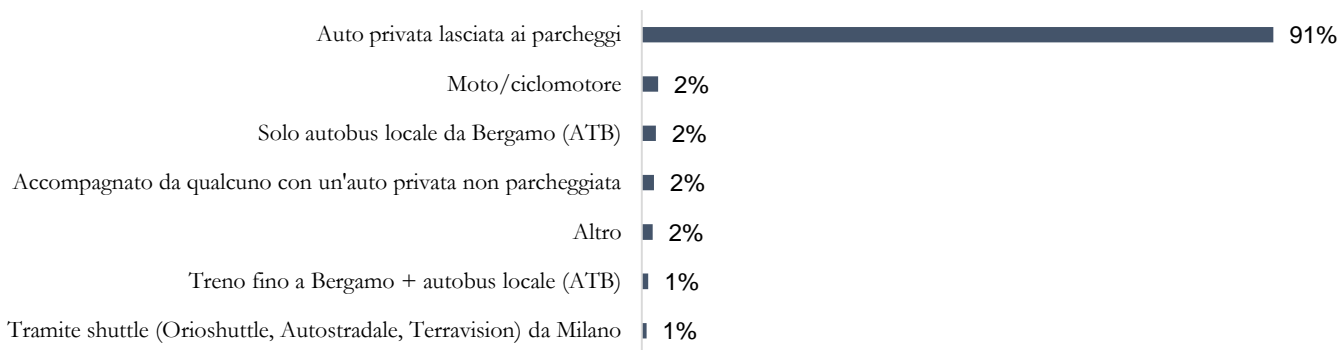
A partire dal database di output della campagna di indagine, per quanto riguarda la profilazione dell'utente, è stato rilevato:

- una prevalenza di utenza femminile (63% contro il 37% di utenza maschile);
- che il 70% circa degli utenti risulta essere occupato (in prevalenza con un contratto di dipendente). Le percentuali di studenti (10%), ai pensionati (6%) e casalinghi/e (12%) sono, invece, più basse;
- che il titolo di studio del campione intervistato è elevato, in quanto il 62% degli intervistati è in possesso di un diploma di scuola superiore e il 15% dello stesso è laureato;
- che il 95% degli utenti proviene dalla Regione Lombardia dei quali, in particolare, il 71% dalla provincia di Bergamo;
- che, per quanto riguarda il motivo dello spostamento, il 43% circa del campione si è recato all'OrioCenter per motivo "acquisti", il 39% per "acquisti e ristorazione" e una componente residuale per altri motivi (cinema, utenti dell'Aeroporto, etc.).

Rispetto invece alla distribuzione degli intervistati per fascia oraria del volo e giorno di rilevazione, è stato evidenziato quanto segue:



Una volta analizzati gli attributi di profilazione degli utenti, si è provveduto ad analizzare le modalità di spostamento utilizzate dagli utenti per arrivare all'OrioCenter:



Ricostruzione della matrice di domanda di Bergamo Orio al Serio

Sono state, infine, condotte delle elaborazioni relativamente ai file di output delle campagne di indagini sopra descritte al fine di ricostruire la domanda aeroportuale.

I dati di input, alla base della stima della matrice di domanda attratta dall'aeroporto di Bergamo Orio al Serio, sono rappresentati da:

- database con risposte degli intervistati al questionario predisposto in fase di progettazione della campagna d'indagini;
- numero di passeggeri imbarcati – durante le settimane in cui sono state effettuate le indagini (7-13 e 21-27 maggio) – per ciascun volo in partenza dall'aeroporto di Bergamo Orio al Serio con il dettaglio di data, ora e destinazione.

La metodologia che segue riporta gli *step* effettuati per la stima del numero di spostamenti, classificati per motivo e modo dello spostamento, attratti dall'aeroporto di Bergamo Orio al Serio:

1. le informazioni relative al numero di passeggeri imbarcati, classificate per fascia oraria, giorno della settimana (feriale o festivo) e destinazione del volo (Italia o estero), sono state utilizzate per calcolare un *coefficiente di espansione* attraverso il quale amplificare le informazioni ricavate dai soli intervistati all'intero "universo dei passeggeri imbarcati".

Tale coefficiente è definito dal rapporto tra il numero di passeggeri imbarcati ed il numero totale degli intervistati nella fascia oraria, il giorno della settimana e la tipologia di volo di riferimento.

2. Il database delle interviste è stato elaborato al fine di definire il numero di passeggeri amplificato classificato per motivo dello spostamento. Attraverso l'informazione del motivo contenuta nel database, gli spostamenti sono stati classificati a partire dal motivo dichiarato secondo le seguenti possibili motivazioni del viaggio:
 - lavoro;
 - turismo;
 - altro.

La componente di spostamenti relativa al motivo "Studio" è stata inclusa nella macro-categoria "Altro", tenuto conto della bassa incidenza della categoria sul totale.

3. Le informazioni relative agli spostamenti attratti dall'aeroporto di Bergamo, suddivise per motivo del viaggio, ottenute allo step 2), sono state classificate per giorni feriali e festivi, per andata e ritorno e per stato di residenza dei passeggeri (Italia o Estero). I risultati di tale elaborazione sono riportati nei grafici che seguono.

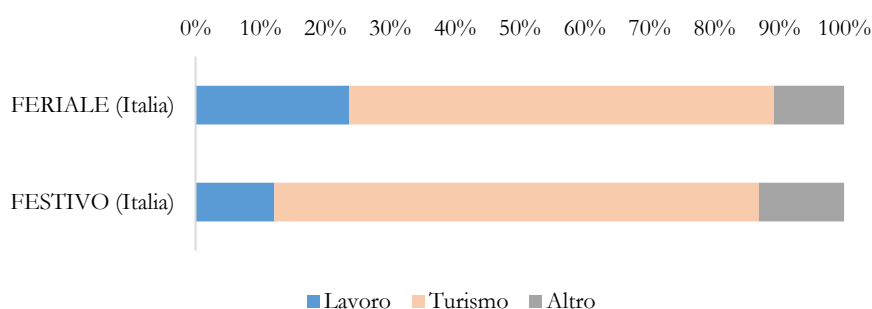


Figura 69 – % di spostamenti per motivo del viaggio e per giorno della settimana – Passeggeri outgoing

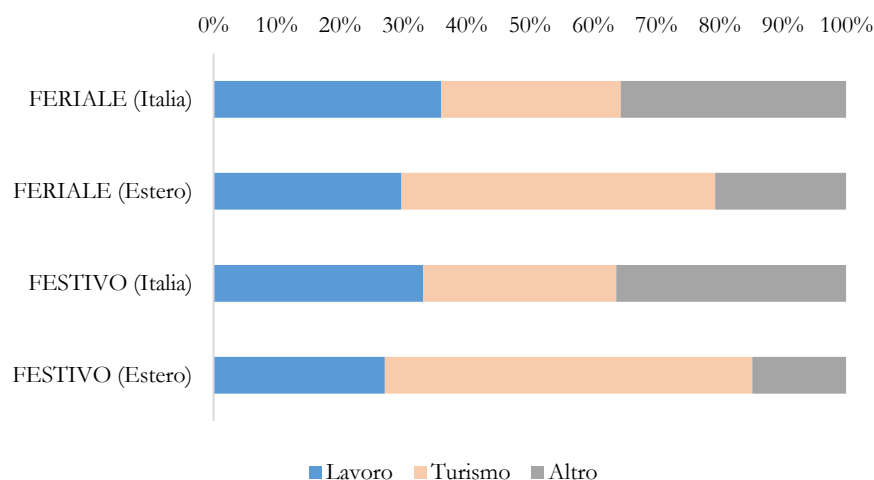


Figura 70 – % di spostamenti per motivo del viaggio e per giorno della settimana – Passeggeri incoming

Per quanto riguarda il traffico *outgoing*, come si evince dall’analisi, la motivazione predominante degli spostamenti è legata al turismo, sia nei giorni feriali (65%) che nei festivi (75%).

Il traffico *incoming*, invece, presenta un comportamento differente a seconda del Paese di residenza dei passeggeri:

- i passeggeri residenti in Italia appaiono ripartiti equamente rispetto al motivo dello spostamento;
- per passeggeri con residenza in uno stato estero, invece, il motivo principale dello spostamento è il turismo (circa il 50% nei giorni feriali, circa il 58% nei giorni festivi).

4. Il database delle interviste è stato nuovamente elaborato al fine di classificare l’output ottenuto allo step 3 per modo utilizzato per accedere all’aerostazione. Attraverso l’informazione del modo, sono stati ottenuti gli spostamenti feriali e festivi, per residenti in Italia e all’estero, classificati per motivo e per i seguenti modi:

1. auto privata lasciata ai parcheggi presso aeroporto;
2. accompagnato da qualcuno con un’auto privata non parcheggiata nell’aeroporto;
3. auto a noleggio;
4. taxi o NCC;
5. treno fino a Bergamo e autobus locale (ATB);
6. solo autobus locale da Bergamo (ATB);
7. treno o altro mezzo fino a Milano e shuttle (Orioshuttle, Autostradale, Terravision);
8. shuttle da Brescia;
9. shuttle (Orioshuttle, Autostradale, Terravision) da Milano;
10. autobus a lunga percorrenza (Flixbus);
11. altro.

Nell’analisi, le modalità dello spostamento caratterizzate da una bassa incidenza sul totale sono state aggregate nella categoria “Altro”.

I risultati di tale elaborazione sono riportati nei grafici che seguono.

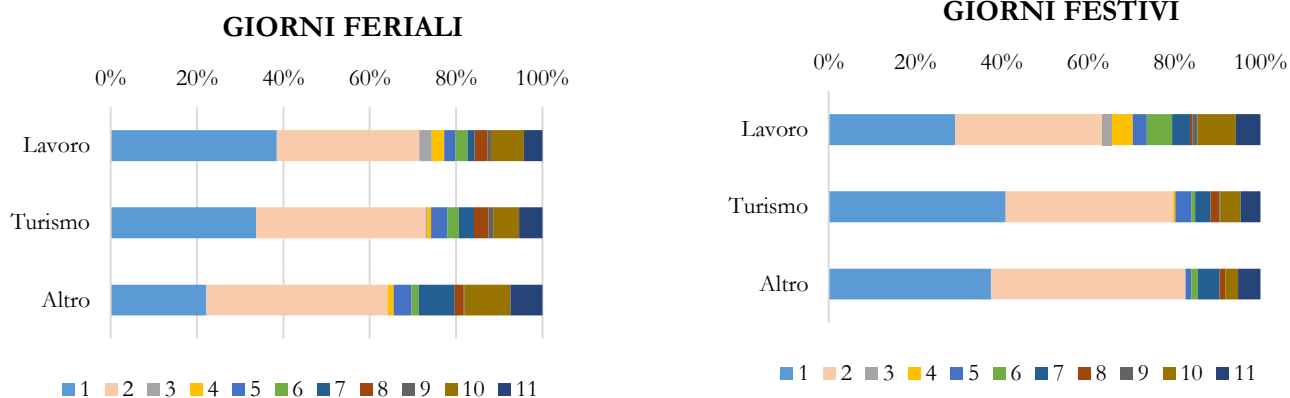


Figura 71 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – Passeggeri outgoing

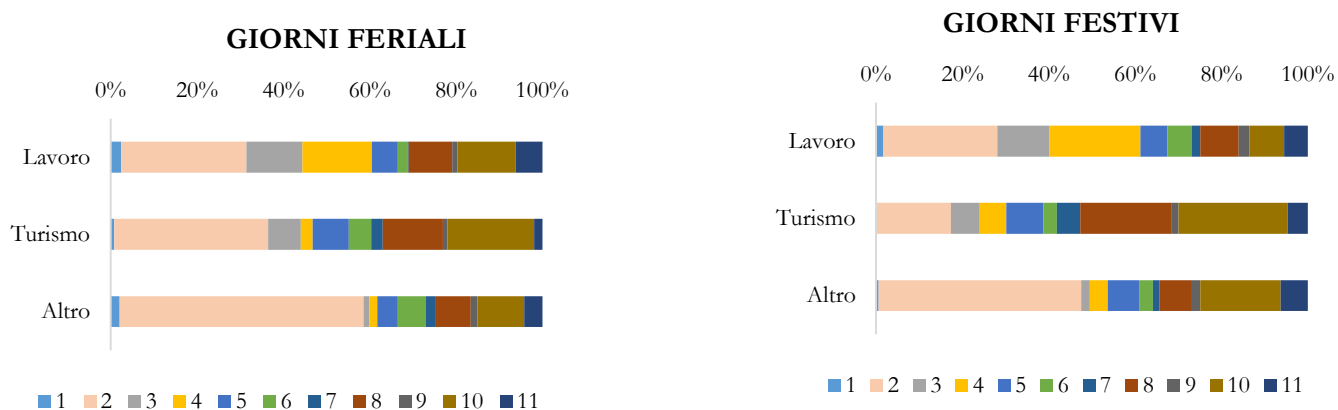


Figura 72 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – Passeggeri incoming residenti in Italia

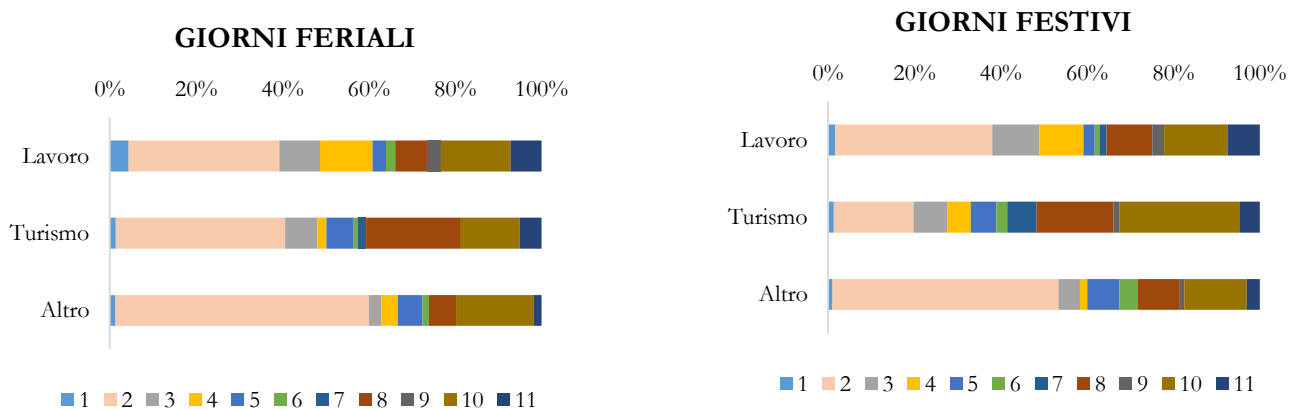


Figura 73 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – Passeggeri incoming residenti all'estero

Come si evince dall'analisi, il traffico *outgoing* nei giorni festivi come nei feriali, per tutti i motivi di viaggio analizzati, mostra come modo del viaggio predominante le modalità 1) (auto privata lasciata ai parcheggi presso aeroporto) e 2) (accompagnato da qualcuno con un'auto privata non parcheggiata nell'aeroporto).

Per quanto riguarda il traffico *incoming*, la modalità principale del viaggio è la 2) (accompagnato da qualcuno con un'auto privata non parcheggiata nell'aeroporto).

5. A ciascuno degli spostamenti classificati per modo e mezzo - ottenuti allo step 4) – è stata associata la zona di partenza come definita nell'ambito della campagna di indagine.

6. Le zone di partenza degli spostamenti diretti all'aeroporto, come definite nell'ambito della campagna di indagine – sono state convertite in comuni Istat 2018 e, successivamente, nei codici identificativi delle zone del modello.

Al termine del suddetto processo è stato possibile determinare il numero degli spostamenti - riferiti ad un giorno feriale ed un festivo - per modo e motivo, classificati per andata o ritorno e stato di residenza, per O-D zona del modello-Aeroporto di Bergamo.

Si riporta di seguito una rappresentazione grafica degli spostamenti attratti dall'aeroporto di Bergamo Orio al Serio per tutti i modi e motivi investigati.

Nella tabella che segue, inoltre, si riporta il dettaglio dell'incidenza percentuale delle principali origini degli spostamenti diretti all'aeroporto di Orio al Serio.

Tabella 9-8 - Sintesi degli spostamenti attratti dall'Aeroporto di Orio al Serio, suddivisi per origine

Origine	Numero di spostamenti "Outgoing"	Numero di spostamenti "Incoming"	Numero di spostamenti	%
Comune di Milano	19.706	43.363	63.069	23,7%
Comune di Bergamo	18.434	37.946	56.380	21,2%
Provincia di Bergamo	24.244	19.362	43.607	16,4%
Provincia di Milano	11.261	5.863	17.123	6,4%
Comune di Brescia	6.180	6.664	12.844	4,8%
Provincia di Brescia	4.491	1.490	5.981	2,2%
Comune di Lecco	2.344	2.411	4.755	1,8%
Comune di Torino	3.328	1.017	4.345	1,6%
Provincia di Monza	3.632	662	4.295	1,6%
Provincia di Verona	2.609	1.430	4.039	1,5%
Comune di Verona	2.489	930	3.418	1,3%
Provincia di Lecco	1.715	1.078	2.793	1,0%
Comune di Genova	1.394	721	2.116	0,8%
Comune di Monza	1.108	365	1.473	0,6%
Provincia di Genova	1.129	229	1.358	0,5%
Provincia di Torino	704	0	704	0,3%
Residuo Area di Studio	30.942	7.050	37.992	14,3%
Totale	135.711	130.581	266.291	100%

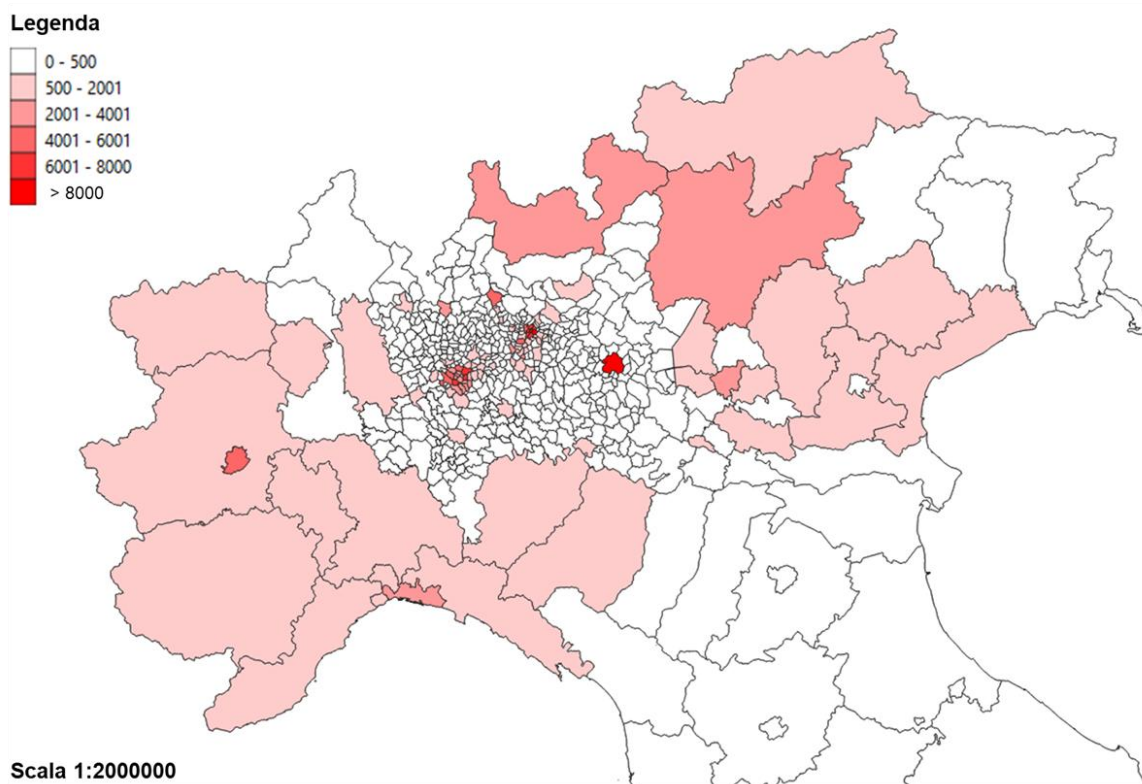


Figura 74 – Rappresentazione degli spostamenti attratti dall'Aeroporto di Orio al Serio

Ricostruzione della matrice di domanda dell'OrioCenter

I dati di input, alla base della stima della matrice di domanda attratta dal centro commerciale OrioCenter, sono rappresentati da:

- database con risposte degli intervistati al questionario predisposto in fase di progettazione della campagna d'indagini;
- numero di visitatori – durante le settimane in cui sono state effettuate le indagini (7-13 e 21-27 maggio 2019) - dettagliati per fascia oraria ed ingresso di entrata.

La metodologia che segue riporta gli step effettuati per la stima del numero di spostamenti, classificati per motivo e modo dello spostamento, attratti dall'OrioCenter:

1. le informazioni relative al numero di visitatori, classificate per fascia oraria, giorno della settimana (feriale o festivo) ed ingresso, sono state utilizzate per calcolare un *coefficiente di espansione* attraverso il quale amplificare le informazioni ricavate dai soli intervistati all'intero universo dei visitatori che associano le stesse caratteristiche.
2. Il database delle interviste è stato elaborato al fine di definire il numero di visitatori amplificato classificato per motivo dello spostamento. Attraverso l'informazione del motivo contenuta nel database, gli spostamenti sono stati classificati secondo le seguenti possibili motivazioni del viaggio:
 - acquisti;
 - acquisti e ristorazione;
 - cinema;
 - aeroporto;
 - altro.

Il grafico che segue riporta i risultati di tali elaborazioni.

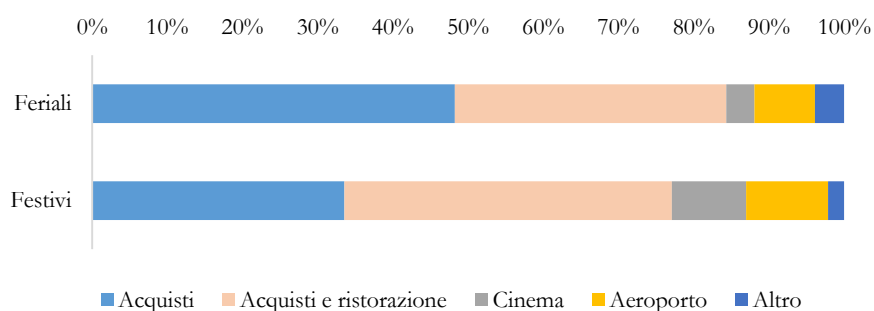


Figura 75 – % di spostamenti per motivo del viaggio e per giorno della settimana

Come si può notare, acquisti e ristorazione complessivamente rappresentano – rispettivamente nei giorni feriali e festivi - il motivo dello spostamento per l'84% e il 78% degli utenti.

3. Le informazioni relative agli spostamenti attratti dall'OrioCenter suddivise per motivo del viaggio, ottenute allo step 2, sono state classificate per giorni feriali e festivi.
4. Il database delle interviste è stato nuovamente elaborato al fine di classificare l'output ottenuto allo step 3 per modo del viaggio. Attraverso l'informazione del modo, sono stati ottenuti gli spostamenti feriali e festivi classificati per motivo del viaggio e per i seguenti modi:
 1. auto privata lasciata ai parcheggi;
 2. accompagnato da qualcuno con un'auto privata non parcheggiata;
 3. treno fino a Bergamo e autobus locale (ATB);
 4. autobus locale da Bergamo (ATB);
 5. shuttle (Orioshuttle, Autostradal, Terravision) da Milano;
 6. moto/ciclomotore;
 7. altro.

Nell'analisi le modalità dello spostamento caratterizzate da una bassa incidenza sul totale sono state aggregate nella categoria "Altro".

I grafici che seguono evidenziano i risultati di tale elaborazione.

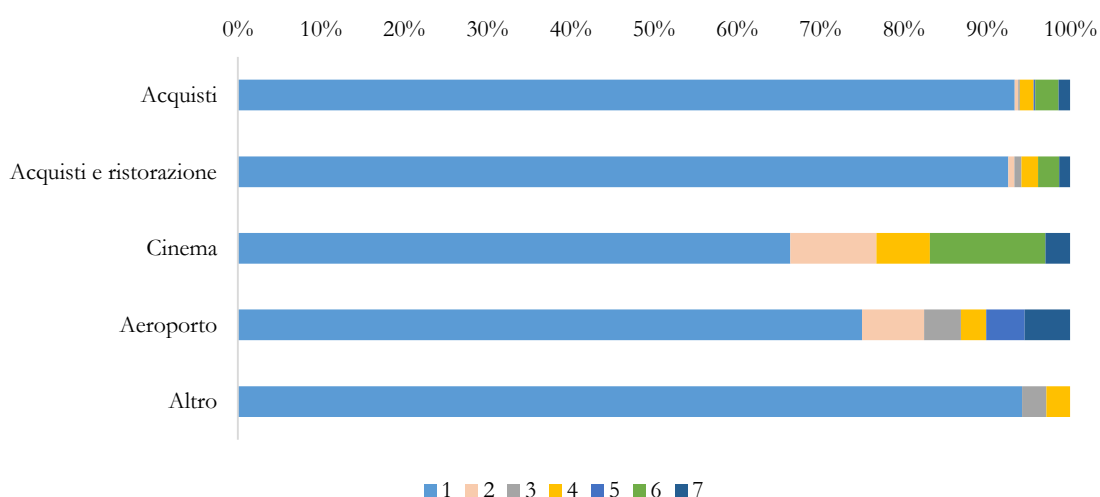


Figura 76 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – giorni feriali

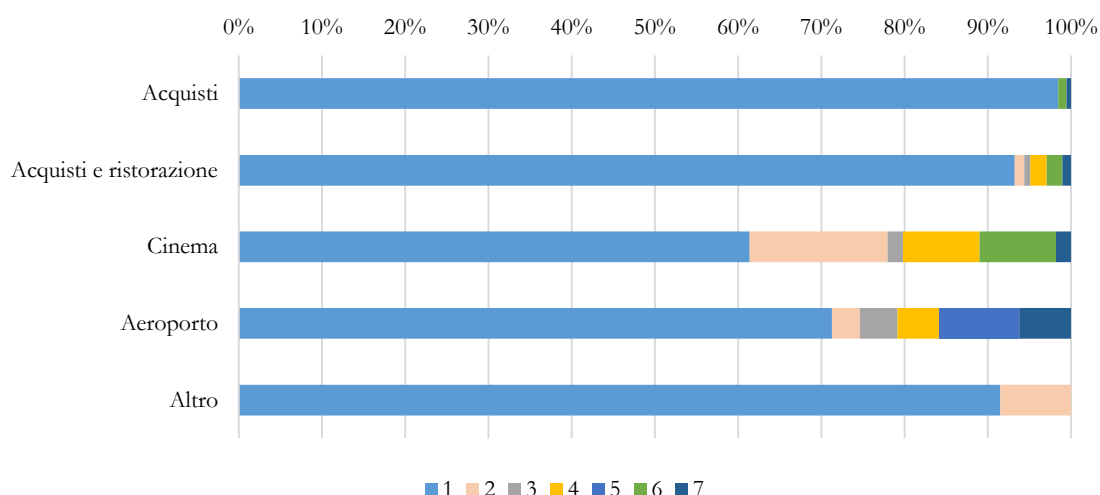


Figura 77 – % di spostamenti per modo e motivo del viaggio – giorni festivi

Dall'analisi si evince come, per i giorni feriali e festivi, per tutti i motivi dello spostamento, la modalità di viaggio predominante risulta essere l'auto privata.

5. A ciascuno degli spostamenti classificati per modo e mezzo - ottenuti allo step 4 – è stata associata la zona di partenza come definita nell'ambito della campagna di indagine.
6. Le zone di partenza degli spostamenti diretti all'OrioCenter, come definite nell'ambito della campagna di indagine – sono state convertite in comuni Istat 2018 e, successivamente, nei codici identificativi delle zone del modello.

Il risultato di tale metodologia sono gli spostamenti - riferiti ad un giorno feriale ed un festivo – classificati per modo e motivo, per O-D zona del modello OrioCenter.

Si riporta di seguito una rappresentazione grafica degli spostamenti attratti dall'OrioCenter per tutti i modi e motivi investigati.

Nella tabella che segue, inoltre, si riporta il dettaglio dell'incidenza percentuale delle principali origini degli spostamenti diretti a OrioCenter.

Tabella 9-9 - Sintesi degli spostamenti attratti da OrioCenter, suddivisi per origine

Origine	Numero di spostamenti	%
Residuo provincia di Bergamo	181.814	51%
Comune di Bergamo	91.892	26%
Residuo provincia di Brescia	32.423	9%
Comune di Brescia	7.534	2%
Comune di Milano	4.385	1%
Residuo provincia di Milano	3.600	1%
Residuo Area di Studio	37.290	10%
Totale	358.937	100%

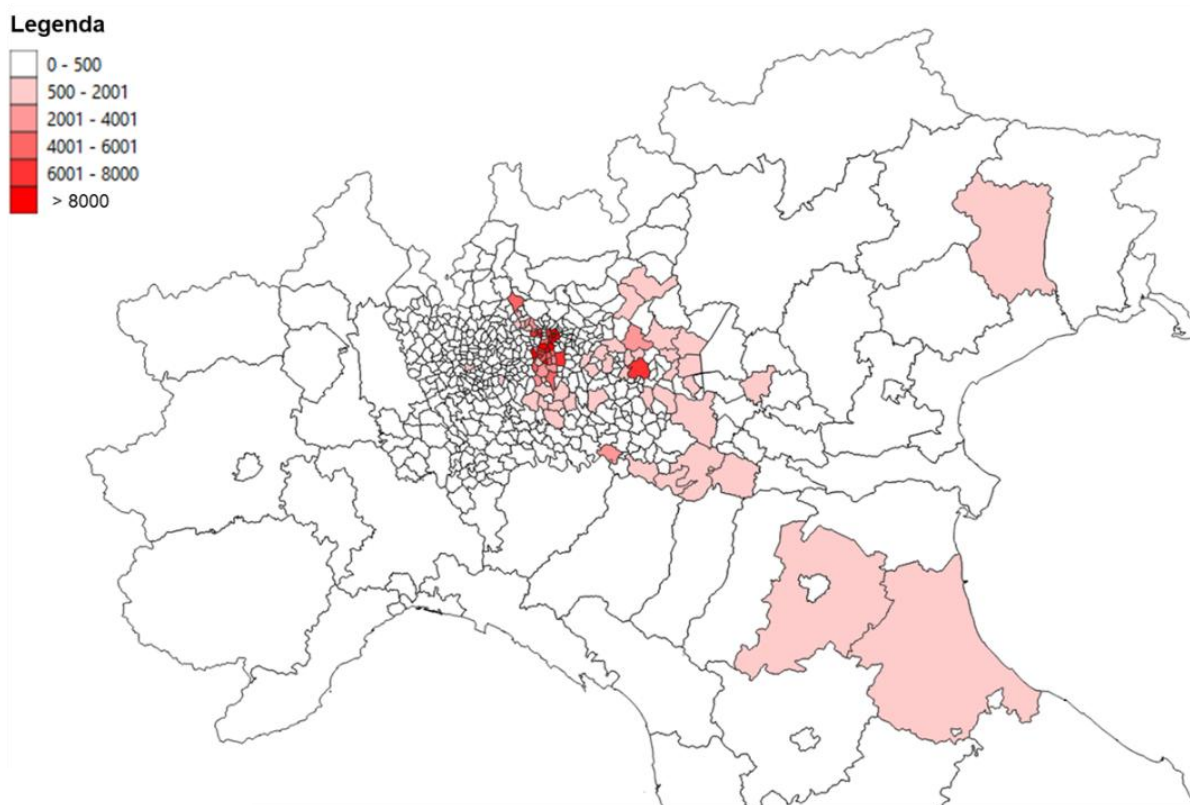


Figura 78 – Rappresentazione degli spostamenti attratti da OrigoCenter

Completata la fase di ricostruzione delle matrici O/D queste, nelle fasi successive dello studio, costituiscono la base per la calibrazione dei modelli di domanda. In particolare:

- la matrice Lombardia è stata utilizzata nella calibrazione del modello di domanda delle componenti sistematiche (lavoratori e studenti) e non sistematiche generali su tutta l'area regionale. Questa componente rappresenta la *domanda base* dell'assegnazione alla rete di offerta multimodale, vale a dire quella che carica la rete privata e pubblica ai livelli di utilizzo osservati;
- la matrice di Origo al Serio, ricostruita allo stato attuale, costituisce la domanda aeroportuale non sistematica da proiettare agli scenari futuri. Tale domanda si sostituisce a quella ottenuta dal modello per il punto a) per le componenti non sistematiche della zona relativa al Comune di Origo al Serio (n°79), modificando i destinati e gli originati;
- la matrice OrigoCenter ricostruita allo stato attuale costituisce analogamente la domanda occasionale del centro commerciale da proiettare agli scenari futuri. Tale domanda si somma a quella ottenuta dal modello al punto b), incrementando i destinati e gli originati non sistematici della zona 79 (Origo al Serio).

I modelli di ripartizione modale dei due poli sono calibrati sulla base dei risultati della campagna di indagine. Le matrici Istat e la matrice Piemonte sono state ricostruite per completezza.

9.2. COSTRUZIONE DEL MODELLO DI OFFERTA MULTIMODALE PASSEGGERI

Il Modello di offerta

Il grafo ferroviario si estende nell'area in cui si prevede si avranno modifiche nelle abitudini di mobilità dovute all'inserimento dell'infrastruttura oggetto di studio.

A livello geografico, la rete ferroviaria simulata è illustrata nella figura che segue.

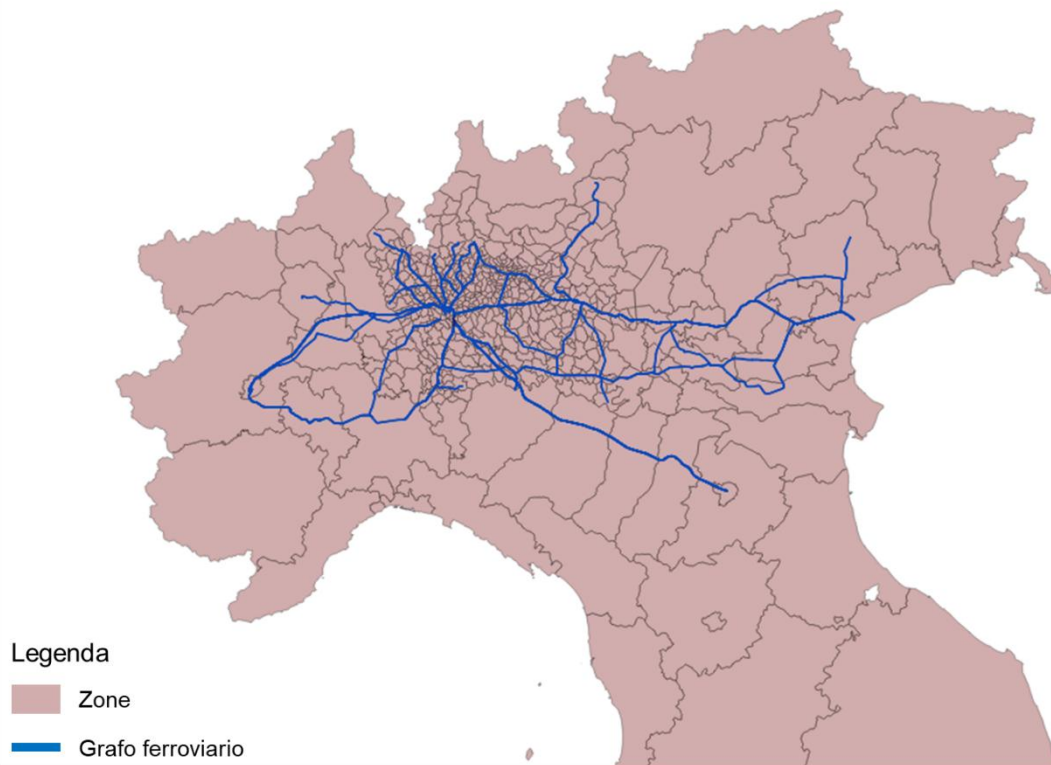


Figura 79 - Grafo ferroviario

Il grafo ferroviario si compone di:

- **archi:** elementi orientati che rappresentano il percorso del treno da nodo partenza a nodo destinazione, caratterizzati da un tempo di percorrenza espresso in minuti;
- **archi di presalita:** archi fittizi dal nodo stazione al nodo di presalita in cui l'utente effettua la scelta del servizio;
- **archi di salita:** dal nodo di presalita al nodo del servizio scelto, caratterizzati dalla frequenza del servizio a cui permettono l'accesso;
- **archi di discesa:** dal nodo del servizio al nodo stazione;
- **archi connettori:** uniscono la zona origine/destinazione con il nodo stazione.

Si riporta, nelle figure seguenti, il dettaglio della rete lunga percorrenza e regionale simulata, classificata per tipologia di servizio.

In generale, sono stati inclusi tutti i servizi LP e regionali che attraversano il territorio lombardo. La selezione territoriale delle tratte dei servizi da includere nel modello si basa sulla localizzazione della stazione di salita più prossima all'area di studio. Per quanto riguarda i servizi ferroviari regionali, sono state incluse le sole tratte interne, riproducendo tramite un connettore la parte del viaggio al di fuori della Lombardia. All'arco connettore, che collega ciascuna zona di traffico alla rete, è stato assegnato il tempo di percorrenza su ferro dal centroide della zona alla prima stazione interna all'area di studio. Per i servizi Lunga Percorrenza, in particolare per le Frecce, dal momento che nella maggior parte dei casi le stazioni di salita precedenti a quella interna alla regione sono molto lontane e la prima stazione interna è Milano, è stata riprodotta nel grafo tutta la tratta esterna precedente alla stazione di Milano (ad esempio Milano-Bologna).

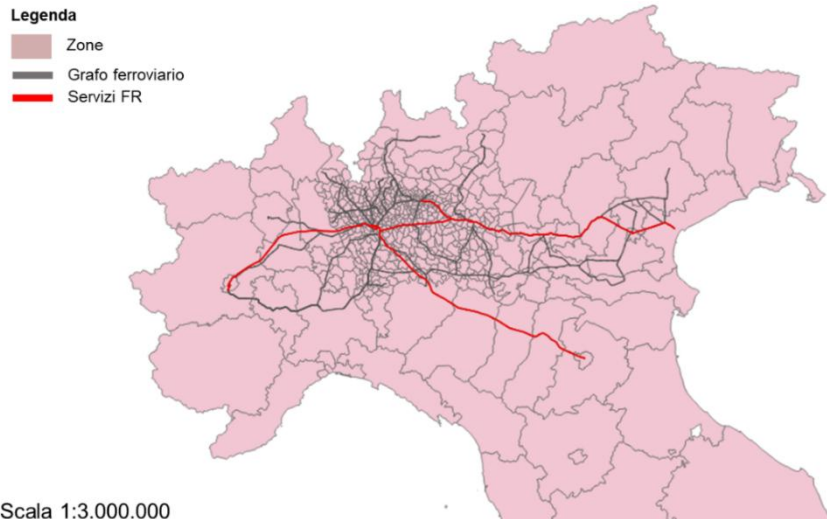


Figura 80 - Grafo ferroviario - Lunga Percorrenza – Frecciarossa

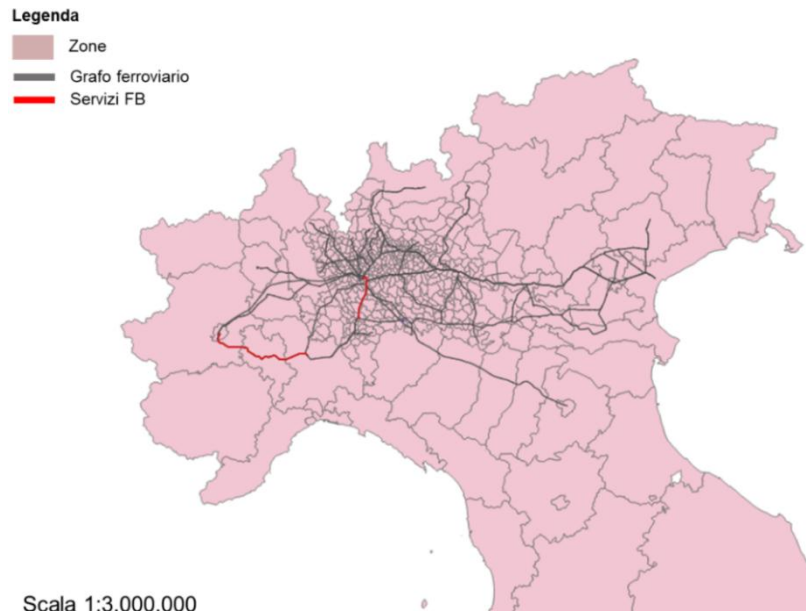



Figura 81 - Grafo ferroviario - Lunga Percorrenza – Freccia Bianca

Legenda

-  Zone
-  Grafo ferroviario
-  Servizi FA

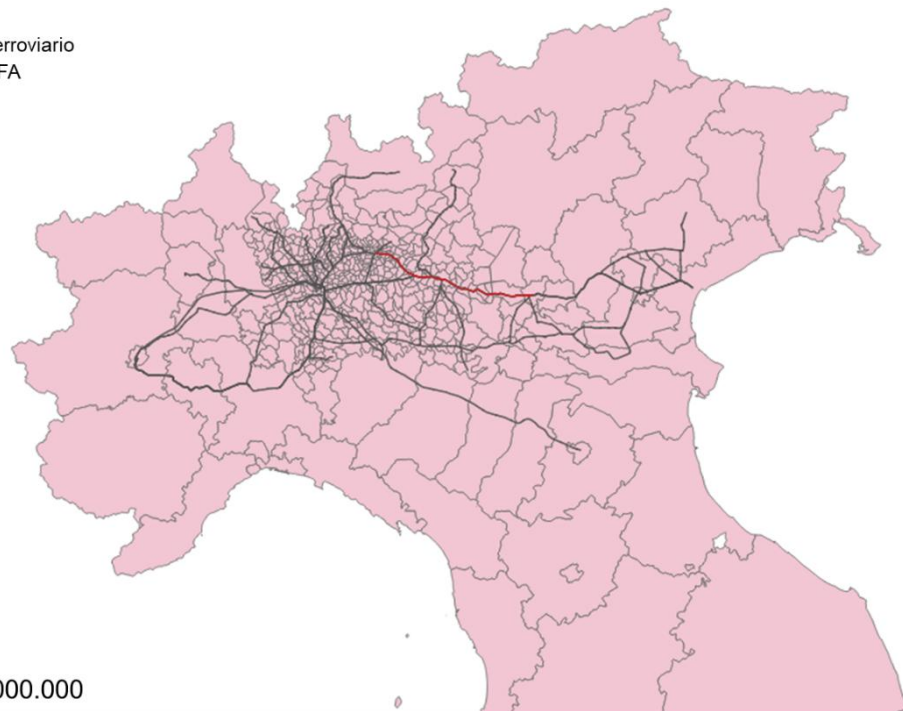





Figura 82 - Grafo ferroviario - Lunga Percorrenza – Frecciargento

Legenda

-  Zone
-  Grafo ferroviario
-  Servizi IC

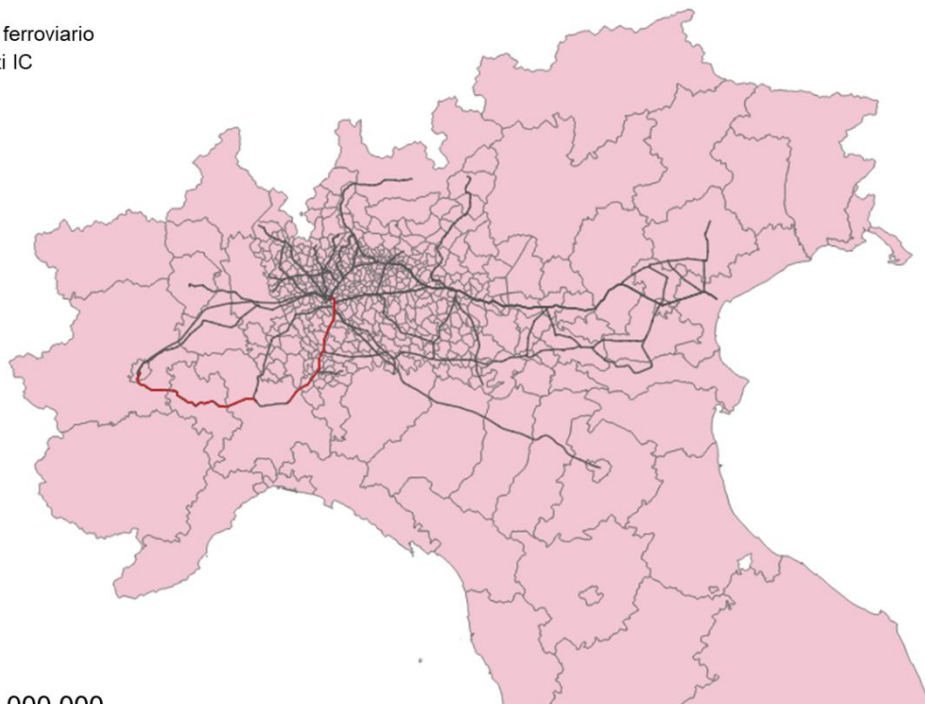


Figura 83 - Grafo ferroviario - Lunga Percorrenza – Intercity

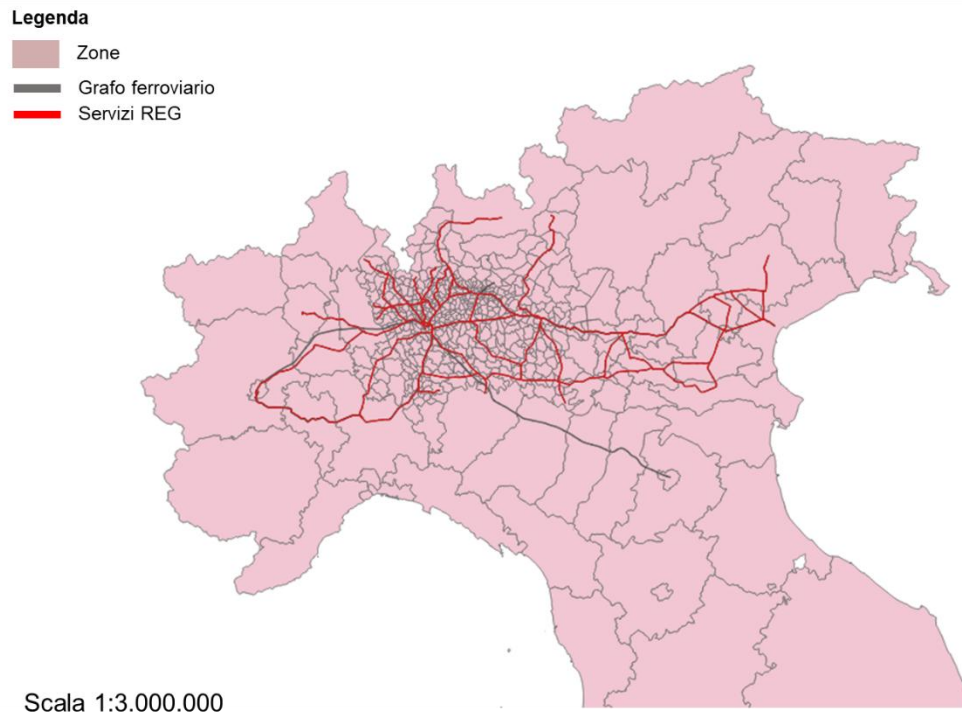


Figura 84 - Grafo ferroviario – Servizi Regionali

Gli attributi dei servizi presenti nel grafo sono i seguenti:

- Id - identificativo del servizio;
- Tipo - tipo di servizio:
 - SUB (Suburbano)
 - R (Regionale)
 - RV (Regionale Veloce)
 - IC (Intercity)
 - FB (Freccia Bianca)
 - FA (Freccia Argento)
 - FR (Freccia Rossa)
- Direzione: andata o ritorno;
- Tratta sul grafo;
- n - numero di servizi giornalieri che percorrono la tratta.

Si riporta, infine, di seguito la rappresentazione **del numero di servizi**, suddivisi tra:

- treni regionali e
- Lunga Percorrenza (Frecciarossa, Frecciabianca, Fracciargento e Intercity)

per ciascun arco della rete.



Figura 85 - Grafo ferroviario – Servizi LP

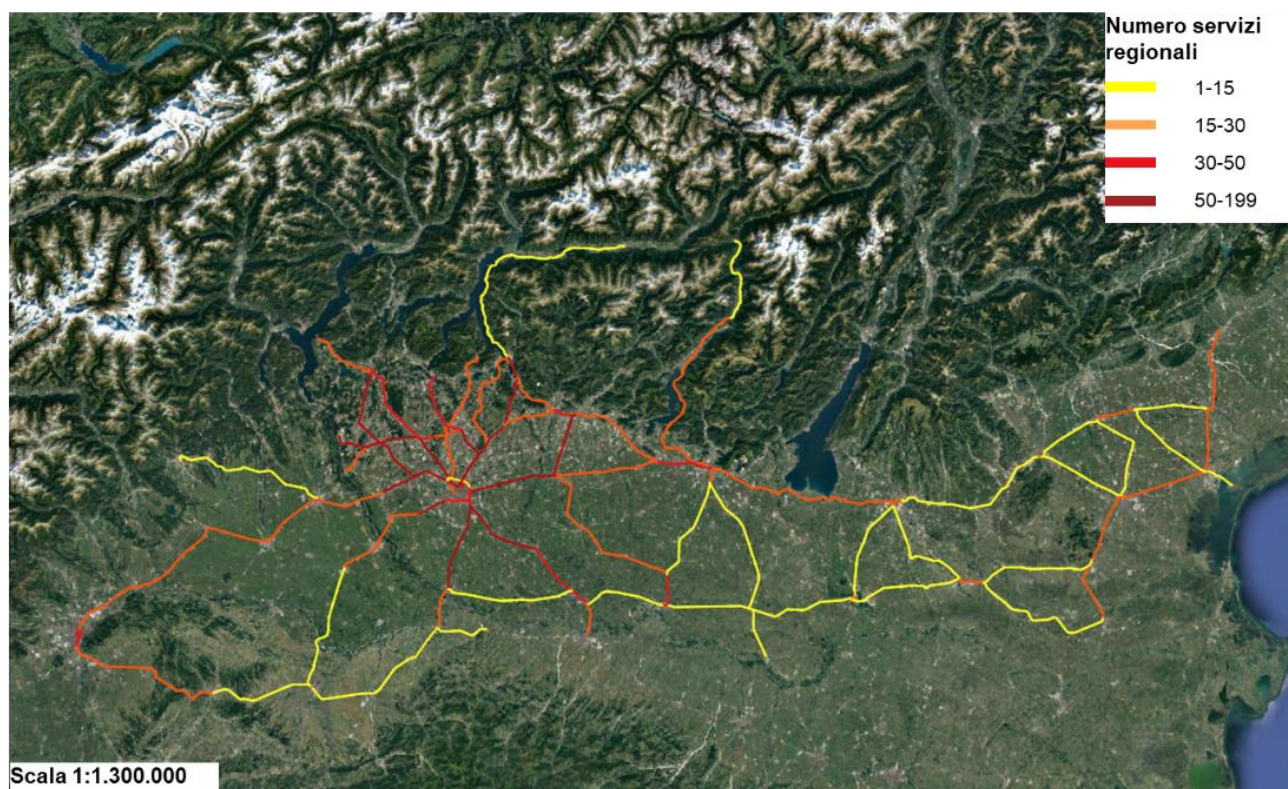


Figura 86 - Grafo ferroviario – Servizi Regionali

La rete stradale di base, utilizzata per la costruzione del modello di offerta, è stata definita a partire dalla banca dati di Openstreetmap e successivamente elaborata al fine di renderla compatibile con le specifiche del modello di simulazione.

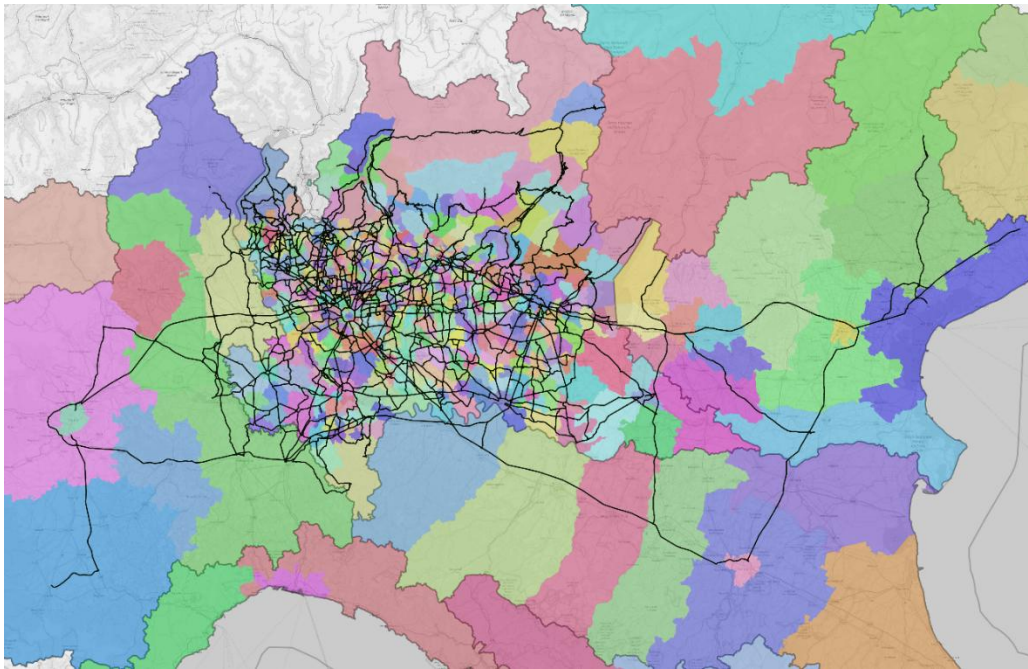


Figura 87 - Grafo stradale nell'area di studio

In Piemonte, Emilia-Romagna e Veneto il grafo privato riproduce la sola rete primaria, mentre in Lombardia, dove il livello di dettaglio dello *zoning* è maggiore, include fino a strade locali.

Nell'immagine seguente è riportato il grafo con la relativa classificazione funzionale.

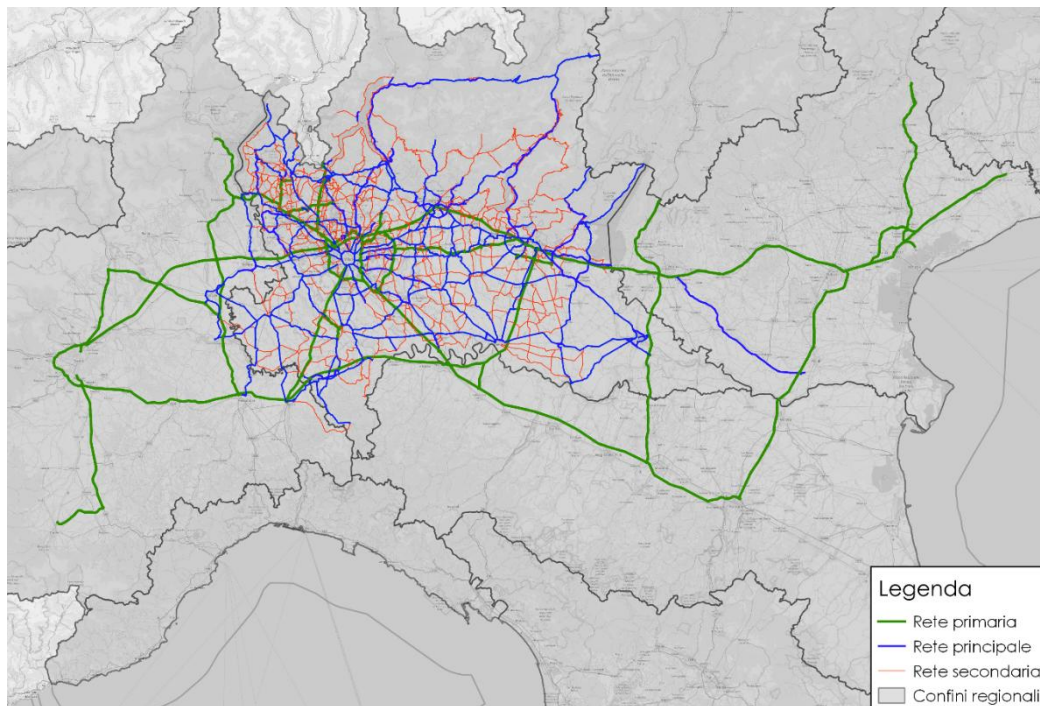


Figura 88 – Rappresentazione del grafo stradale rispetto alla classificazione funzionale della rete

Sulla base della gerarchizzazione funzionale della rete sono stati assegnati, a ciascun livello funzionale, precisi attributi trasportistici (in primo luogo velocità e tempo di percorrenza in condizioni di flusso libero, capacità per corsia) e specifiche funzioni di costo per il calcolo del costo generalizzato di trasporto.

La distinzione per classe funzionale è stata fatta mantenendo la coerenza con quanto previsto dal DM6792/2001, all'interno del quale la rete stradale viene suddivisa in rete primaria, principale, secondaria e locale, così come precisato nella tabella seguente.

Tabella 9-10 - Classifica funzionale della rete viaria – DM6792/2001

Rete	Strade corrispondenti secondo codice	
	in ambito extraurbano	in ambito urbano
a- Rete primaria (di transito, scorrimento)	Autostrade extraurbane Strade extraurbane principali	Autostrade urbane Strade urbane di scorrimento
b- Rete principale (di distribuzione)	Strade extraurbane principali	Strade urbane di scorrimento
c- Rete secondaria (di penetrazione)	Strade extraurbane secondarie	Strade urbane di quartiere
d- Rete locale (di accesso)	Strade locali extraurbane	Strade locali urbane

Le caratteristiche funzionali per ciascun livello sono di seguito esplicitate (Fonte DM6792/2001):

Rete primaria

- movimento servito: transito, scorrimento;
- entità dello spostamento: distanze lunghe;
- funzione nel territorio: nazionale ed interregionale in ambito extraurbano, di intera area urbana in ambito urbano;
- componenti di traffico: componenti limitate.

Rete principale

- movimento servito: distribuzione dalla rete primaria alla secondaria ed eventualmente alla locale;
- entità dello spostamento: media distanza;
- funzione nel territorio: interregionale e regionale in ambito extraurbano, inter-quartiere in ambito urbano;
- componenti di traffico: componenti limitate.

Rete secondaria

- movimento servito: penetrazione verso la rete locale;
- entità dello spostamento: distanza ridotta;
- funzione nel territorio: provinciale e interlocale in ambito extraurbano, di quartiere in ambito urbano;
- componenti di traffico: tutte le componenti.

Rete locale

- movimento servito: accesso;
- entità dello spostamento: breve distanza;
- funzione nel territorio: interlocale e comunale in ambito extraurbano, interna al quartiere in ambito urbano;
- componenti di traffico: tutte le componenti.

A partire dalla banca dati di OpenStreetMap, sono state estratte le caratteristiche per ciascun livello funzionale della rete (tabella seguente).

La colonna “Tipo” riporta la gerarchizzazione standard di partenza, suddivisa fra archi di scorrimento ed archi relativi agli svincoli, alle intersezioni o ai nodi di scambio (link).

Sono inclusi nel grafo stradale anche gli archi connettori che collegano i centroidi delle zone generalmente al nodo più vicino della rete, in entrata e in uscita dalla zona.

I tempi di percorrenza sui connettori sono tempi di percorrenza stradali.

Tabella 9-11 - Attributi caratteristici del grafo stradale

Livello funzionale	Tipo	Velocità (km/h)	Capacità (veh/h/corsia)
Primario	Motorway	130	2200
	Motorway link	60	700
	Primary	90	900
Principale	Primary link	50	600
	Trunk	90	900
	Trunk link	50	600
	Secondary	70	800
Secondario	Secondary link	40	500
	Tertiary	60	700
	Tertiary link	30	400

Ai fini modellistici, la banca dati dell'offerta privata è caratterizzata dagli attributi seguenti:

- id – identificativo univoco dell'arco;
- id_from – nodo di partenza;
- id_to – nodo di fine;
- t_0 – tempo di percorrenza in condizioni di flusso libero;
- a, b – parametri della funzione di costo BPR;
- c - capacità totale dell'arco;
- e - costo del pedaggio calcolato come lunghezza per il costo chilometrico del pedaggio se presente, valore assunto pari a 0,07231 €/km;
- f - lunghezza dell'arco;
- $tipo$ (*motorway, primary, trunk, secondary*);
- cap_corsia – capacità della sezione espressa in veicoli/ora;
- kph – velocità di base dell'arco;
- cap_corsia – capacità di deflusso per singola corsia di marcia;
- n_corsie – numero di corsie per senso di marcia.

Gli attributi che caratterizzano il grafo concorrono a determinare le cosiddette funzioni di costo, ovvero relazioni matematiche che esprimono il costo generalizzato dell'arco in funzione delle sue caratteristiche fisiche e funzionali e in funzione del flusso (numero di veicoli che attraversa la sezione, in tal caso l'arco, nell'unità di tempo scelta).

Le curve di deflusso utilizzate sono di tipo BPR ed hanno la seguente forma:

$$t = t_0[1 + a * (f/c)^b]$$

Dove :

- t - tempo di percorrenza dell'arco;
- t_0 - tempo di percorrenza dell'arco a flusso libero, calcolato come rapporto fra lunghezza dell'arco e velocità a flusso libero;

- f - flusso sull'arco (ottenuto dall'assegnazione);
- C - capacità dell'arco (massimo flusso orario atteso in una sezione uniforme in un dato periodo di tempo);
- a e b - parametri della funzione di costo.

L'attribuzione della funzione di costo è effettuata in ragione della classifica funzionale della maglia viaria e rispetto a questa classificazione vengono definiti i parametri “a” e “b”.

Tabella 9-12 – Parametri per tipologia di strada

Tipo	Num. corsie	kph (km/h)	Capacità / corsia	a	b
Motorway	3	130	2200	0,47791	4,16975
Motorway	2	130	2200	0,72961	3,58205
Motorway link		60	700	0,71759	3,10619
Trunk		90	900	0,64497	3,06443
Trunk link		50	600	0,71759	3,10619
Primary		90	900	1,08677	3,00514
Primary link		50	600	0,71759	3,10619
Secondary		70	800	0,71759	3,10619
Secondary link		40	500	0,71759	3,10619
Tertiary		60	700	0,71759	3,10619
Tertiary link		30	400	0,71759	3,10619

Integrazione del grafo ferroviario con quello stradale

Il meccanismo di integrazione del grafo ferroviario con quello stradale (attraverso degli archi fittizi) permette l'utilizzo del servizio ferroviario anche da parte di utenti che hanno come origine una zona al cui interno non è presente una stazione: in questo modo, essi possono raggiungere la stazione utilizzando il mezzo privato.

Inoltre, alcune zone sprovviste di stazione, sono collegate con una stazione ubicata in un'altra zona mediante un servizio di trasporto pubblico, schematizzato come un connettore.

Di conseguenza, l'accesso al grafo è il seguente:

- accesso diretto alla stazione mediante un connettore nelle zone con stazione all'interno;
- accesso diretto alla stazione mediante un connettore nelle zone con servizio pubblico per la stazione;
- accesso alla stazione attraverso la rete stradale per coloro che provengono da zone senza né stazione né servizio pubblico.

Sulla base di questo le zone del modello si distinguono sulla base della seguente classificazione:

1. Zone con stazione;
2. Zone con servizio pubblico;
3. Zone senza servizi (solo auto).

Le figure seguenti mostrano la classificazione delle zone sulla base delle suddette tipologie.

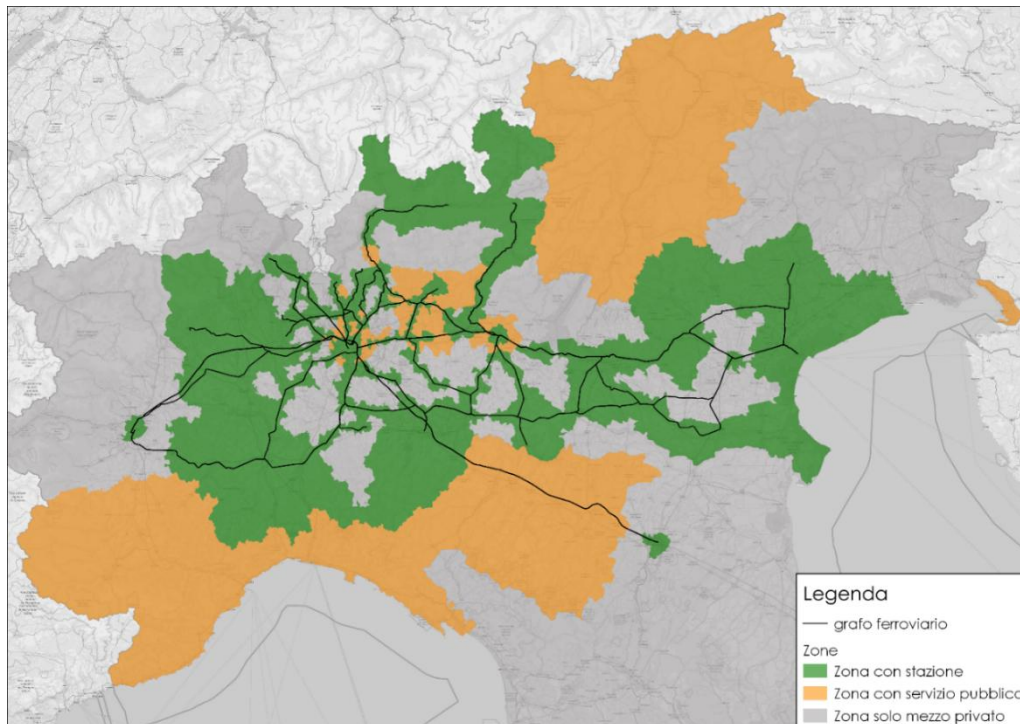


Figura 89 - Classificazione delle zone del modello

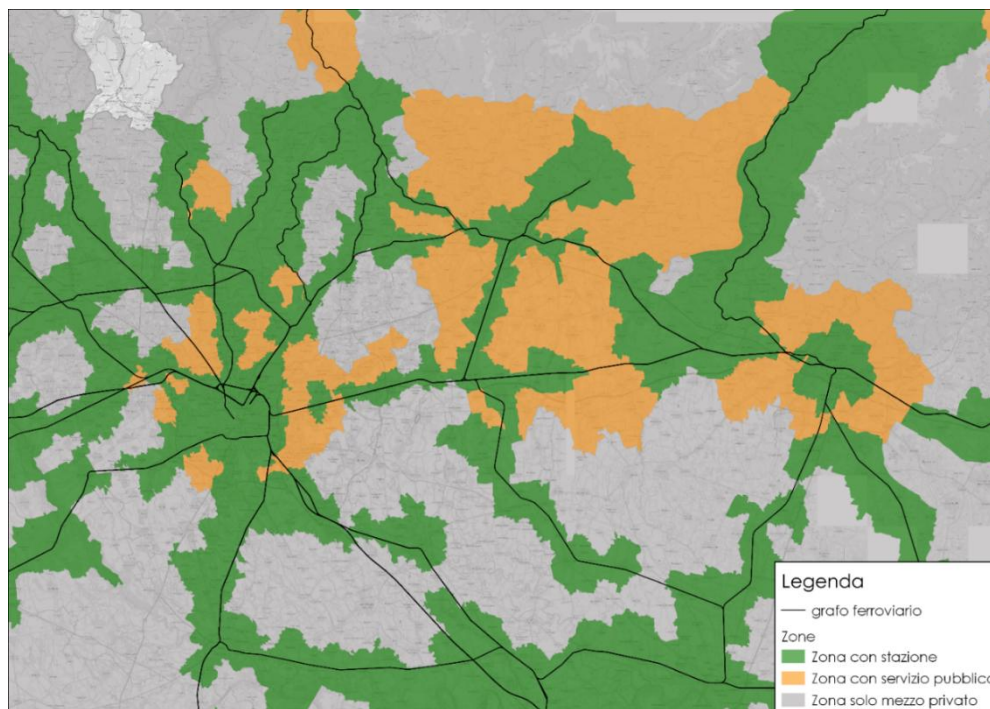


Figura 90 – Dettaglio della classificazione delle zone del modello, area di studio

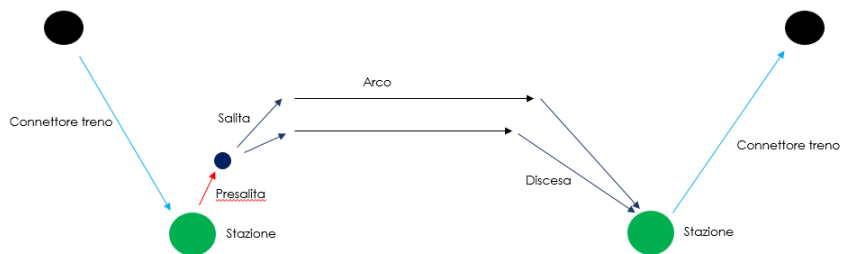
Il grafo risulta pertanto strutturato in modo tale che:

- le zone di destinazione siano quelle con stazione e quelle con servizio pubblico dalla stessa (zone evidenziate in verde e arancione nelle figure precedenti);
- dalle zone che hanno il solo mezzo privato disponibile sia possibile uscire dalla propria zona di origine in macchina, ma non si possa arrivare fino alla destinazione ultima con lo stesso mezzo: ovvero l'auto è utilizzata solo per raggiungere la stazione più vicina.

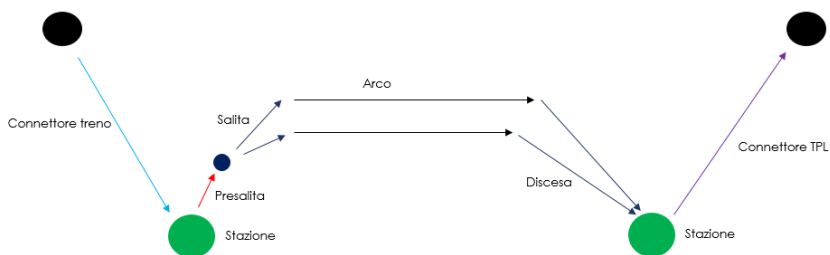
In questo modo, le zone di destinazione risultano raggiungibili da tutte le zone del modello.

Il funzionamento del grafo è riassunto nelle figure seguenti, in cui sono schematizzate tutte le possibili casistiche a seconda delle zone di origine e destinazione dello spostamento (in base alle tipologie 1, 2 e 3 precedentemente descritte).

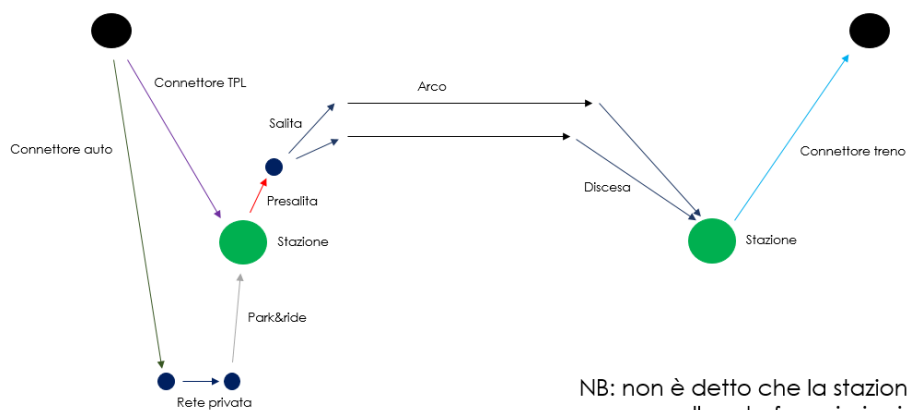
1->1



1->2

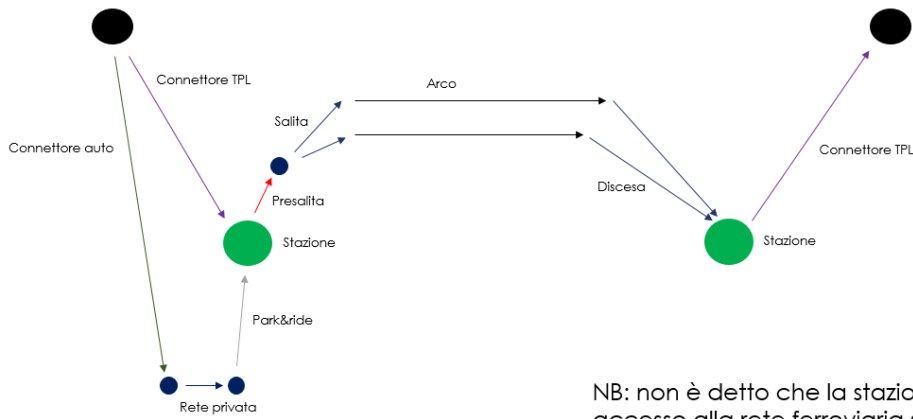


2->1



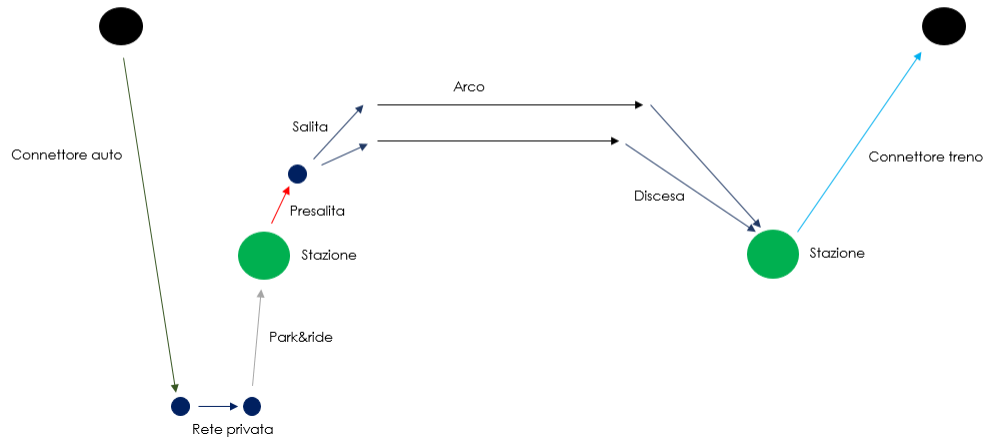
NB: non è detto che la stazione di accesso alla rete ferroviaria sia la stessa

2->2

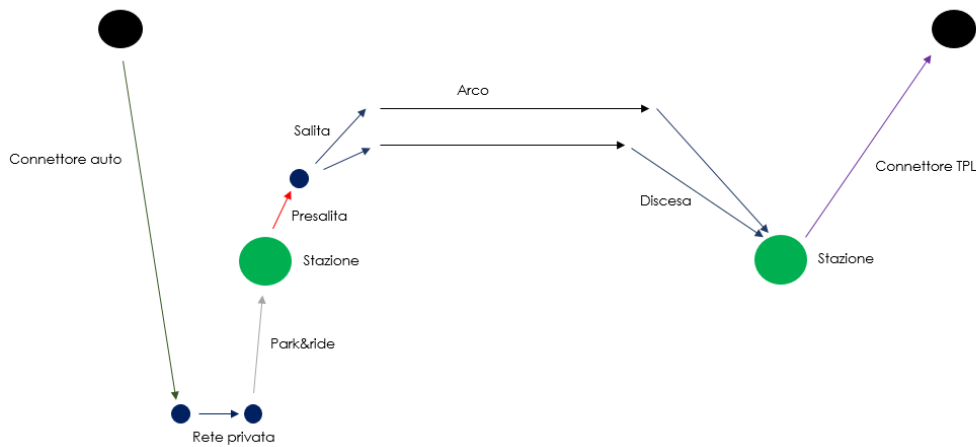


NB: non è detto che la stazione di accesso alla rete ferroviaria sia la stessa

3->1



3->2



Non sono, tuttavia, consentiti gli spostamenti con destinazione le zone di tipologia 3 (1->3, 2->3, 3->3).

Ciascun elemento del grafo è caratterizzato dai seguenti attributi:

- *id*, identificativo univoco dell'elemento;
- *nf*, nodo di partenza;
- *nt*, nodo di fine;
- *tn*, tempo di percorrenza dell'elemento in minuti;
- *n*, numero di servizi giornalieri.

Gli elementi presenti nelle figure precedenti sono caratterizzate dai seguenti tempi:

- *Arco*: tempo di percorrenza stazione-stazione;
- *Presalita*: 1 minuto;
- *Discesa*: 5 minuti;
- *Park_ride*: 10 minuti.

L'attributo relativo al numero di servizi giornalieri è associato all'arco di salita.

Nelle tabelle seguenti sono riportati, infine, i servizi pubblici inseriti nel grafo relativamente alla provincia di Bergamo.

La prima tabella elenca i servizi tra tutte le zone all'interno del comune di Bergamo.

La seconda, quelli con origine in tutte le zone della provincia di Bergamo e destinazioni Orio al Serio, il capoluogo oppure una stazione qualora l'itinerario per Bergamo sia mediante servizio ferroviario.

Tabella 9-13 – Servizi pubblici nel comune di Bergamo

Zona origine	Zona destinazione	Tempo [min]	Linea	Gestore
1	2	23	6/7/9	ATB
1	4	11	8	ATB
1	5	16	F/U	SAI Treviglio
1	6	22	5	ATB
1	7	17	8	ATB
1	8	29	8/10	ATB
1	39	42	8	ATB
1	40	33	9	ATB
1	43	30	8/9	ATB
2	3	27	9 e C	ATB
2	4	28	7	ATB
2	5	42	6	ATB
2	6	45	7 e 5	ATB
2	7	31	7 e C	ATB
2	8	39	9	ATB
2	39	60	9 e 8	ATB
2	40	40	9	ATB
2	43	38	9	ATB
3	5	34	5/C e 6	ATB
3	6	25	5	ATB
3	7	22	C	ATB

Zona origine	Zona destinazione	Tempo [min]	Linea	Gestore
3	8	42	5/C e 8/9	ATB
3	39	52	5/C e 8	ATB
3	40	47	5 e 9	ATB
3	43	45	5 e 9	ATB
4	5	36	8 e 6	ATB
4	6	35	7/C e 5	ATB
4	7	24	8	ATB
4	8	37	8	ATB
4	39	46	8	ATB
4	40	46	8 e 9	ATB
4	43	43	8 e 9	ATB
5	6	20	5	ATB
5	7	29	6 e Z	Linea Z gestita da Autoservizi Locatelli
5	8	51	6 e 8/9	ATB
5	39	70	6 e 8	ATB
5	40	50	6 e 9	ATB
5	43	48	6 e 9	ATB
6	7	27	5 e 8/9	ATB
6	8	45	5 e 8/9	ATB
6	39	58	5 e 8	ATB
6	40	52	5 e 9	ATB
6	43	46	5 e 9	ATB
7	8	20	8/9	ATB
7	39	18	A10/P	SAB autoservizi
7	40	20	A10	SAB autoservizi
7	43	33	A10	SAB autoservizi
8	39	31	8	ATB
8	40	21	9	ATB
8	43	18	8/9	ATB
39	40	26	8 e 9	ATB
39	43	19	8	ATB
40	43	13	9	ATB

Tabella 9-14 – Servizi pubblici nella provincia di Bergamo

Zona origine	Zona destinazione	Tempo [min]	Linea	Gestore
10	Bergamo	57	R	SAB Autoservizi
11	Bergamo	26	M/U	SAI Treviglio
12	Bergamo	28	Q	SAB Autoservizi
13	Bergamo	33	R	SAB Autoservizi
14	Bergamo	89	E20b e	SAB Autoservizi
15	Bergamo	36	R	SAB Autoservizi
16	Bergamo	54	C	SAB Autoservizi
17	Bergamo	47	C	SAB Autoservizi
18	Bergamo	41	D	SAB Autoservizi
19	Bergamo	39	1	ATB

Zona origine	Zona destinazione	Tempo [min]	Linea	Gestore
20	Bergamo	25	U	SAI Treviglio
21	Bergamo	12	M	SAB Autoservizi
22	Bergamo	30	B	SAB Autoservizi
23	Bergamo	39	B00a	SAB Autoservizi
24	Ambivere Mapello	13	A10	SAB Autoservizi
25	Bergamo	50	10	ATB
26	Bergamo	48	9	ATB
27	Bergamo	35	7	ATB
29	Bergamo	28	5	ATB
30	Bergamo	111	C40b e	SAB Autoservizi
31	Bergamo	103	E20b e	SAB Autoservizi
32	Bergamo	91	E20a e	SAB Autoservizi
33	Bergamo	21	D	SAB Autoservizi
34	Bergamo	42	1	ATB
35	Bergamo	34	U	SAI Treviglio
36	Bergamo	34	V	Trasporti Bergamo Sud Ovest
37	Bergamo	47	5	ATB
38	Bergamo	40	Z e A10	Autoservizi Locatelli e SAB Autoservizi
41	Bergamo	44	10	ATB
42	Ponte S. Pietro	9	P	SAB Autoservizi
44	Ambivere Mapello	23	A10	SAB Autoservizi
45	Cisano Caprino Bergamasco	16	E03	SAB Autoservizi
50	Ponte S. Pietro	24	A10	SAB Autoservizi
52	Bergamo	41	Z	Autoservizi Locatelli
53	Bergamo	36	Z	Autoservizi Locatelli
54	Bergamo	39	Z	Autoservizi Locatelli
55	Bergamo	35	A	Autoservizi Locatelli
56	Bergamo	40	Z	Autoservizi Locatelli
57	Treviglio	23	K505	Autoguidovie
58	Bergamo	41	9	ATB
59	Bergamo	213	S70a e S	SAB Autoservizi
60	Bergamo	37	S	SAB Autoservizi
62	Bergamo	69	E	SAB Autoservizi
63	Bergamo	59	B00a	SAB Autoservizi
64	Bergamo	113	B50d e B	SAB Autoservizi
65	Bergamo	36	V	Trasporti Bergamo Sud Ovest
66	Treviglio Ovest	84	T_T30	SAI Treviglio
67	Bergamo	21	Z301	NET
68	Bergamo	70	C	SAB Autoservizi
69	Bergamo	80	S	SAB Autoservizi
70	Bergamo	57	Q	SAB Autoservizi
71	Bergamo	40	C20a	SAB Autoservizi
73	Bergamo	40	A	Autoservizi Locatelli
75	Treviglio Ovest	16	F	SAI Treviglio
76	Bergamo	40	B	SAB Autoservizi
78	Bergamo	41	Q	SAB Autoservizi

Zona origine	Zona destinazione	Tempo [min]	Linea	Gestore
80	Bergamo	53	E	SAB Autoservizi
81	Bergamo	37	Q	SAB Autoservizi
82	Bergamo	28	D	SAB Autoservizi
83	Bergamo	34	5	ATB
84	Bergamo	51	U	SAI Treviglio
85	Bergamo	38	E	SAB Autoservizi
86	Bergamo	32	D	SAB Autoservizi
87	Bergamo	45	M	SAB-AutoGuidovie
88	Bergamo	36	U	SAI Treviglio
89	Bergamo	42	F	SAI Treviglio
90	Bergamo	32	Z	Autoservizi Locatelli
91	Bergamo	30	5	ATB
93	Bergamo	33	5	ATB
94	Bergamo	27	C	SAB Autoservizi
95	Grumello del Monte	6	D	SAB Autoservizi
96	Treviglio	22	K505	Autoguidovie
97	Bergamo	25	5	ATB
98	Bergamo	33	9	ATB
99	Bergamo	47	R	SAB Autoservizi
100	Bergamo	16	M	SAB-AutoGuidovie
101	Bergamo	43	U	SAI Treviglio
102	Bergamo	17	U	SAI Treviglio
103	Bergamo	21	5	ATB
104	Bergamo	29	5	ATB
106	Bergamo	35	M	SAB-AutoGuidovie
108	Bergamo	64	M	SAB-AutoGuidovie
110	Verdello Dalmine	21	F	SAI Treviglio
112	Bergamo	42	D	SAB Autoservizi
116	Bergamo	96	B	SAB Autoservizi
117	Bergamo	69	B40a e B	SAB Autoservizi
118	Bergamo	68	B	SAB Autoservizi
119	Bergamo	74	S40a e S	SAB Autoservizi
120	Bergamo	24	D	SAB Autoservizi
68	Orio al Serio	68	BS1	SAB Autoservizi
16	Orio al Serio	51	BS1	SAB Autoservizi
71	Orio al Serio	40	BS1	SAB Autoservizi
17	Orio al Serio	36	BS1	SAB Autoservizi
18	Orio al Serio	31	BS1	SAB Autoservizi
94	Orio al Serio	23	BS1	SAB Autoservizi

È stata, infine, condotta una specifica analisi finalizzata alla mappatura dei servizi autobus lunga percorrenza nell'area di studio.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dei servizi diretti all'Aeroporto di Orio al Serio.

Tabella 9-15 – Offerta servizi autobus lunga percorrenza per l'Aeroporto di Orio al Serio

Origine	Orario partenza	Orario arrivo	Costo	Giorno della settimana					Linea
				lun	mar	mer	gio	ven	
Cunco	8:30	13:25	8	1	0	0	1	1	L424
Cunco	15:35	19:50	10	1	0	0	1	1	L416
Torino	1:35	4:10	30	1	1	0	1	1	N405
Torino	4:30	7:20	30	1	1	0	1	1	N729
Torino	5:30	8:05	23	1	0	1	1	1	L403
Torino	6:30	9:20	16	1	1	1	1	1	L407
Torino	7:00	9:50	18	0	0	1	1	1	L480
Torino	7:30	10:20	23	1	1	1	1	1	L423
Torino	10:00	12:50	26	1	1	1	1	1	L406
Torino	12:35	15:20	18	1	0	0	1	1	L480
Torino	14:45	17:35	20	1	0	1	1	1	L423
Torino	15:30	18:20	20	1	1	1	1	1	L410
Torino	16:30	19:20	18	1	1	1	1	1	L407
Torino	17:00	19:50	20	1	0	0	1	1	L416
Torino	18:00	20:50	16	1	0	0	1	1	L407
Torino	22:15	0:55	26	1	1	1	1	1	N406
Novara	7:50	9:20	5	1	1	1	1	1	L407
Novara	17:50	19:20	5	1	1	1	1	1	L407
Novara	19:30	21:05	5	1	0	0	1	1	L472
Alessandria	11:00	13:25	5	1	0	0	1	1	L424
Asti	10:20	13:25	5	1	0	0	1	1	L424
Aosta	10:10	13:20	8	1	1	1	1	1	L405
Aosta	17:45	21:05	10	1	0	0	1	1	L472
Aosta	19:35	22:50	10	1	1	0	0	1	L475
Imperia	7:20	12:50	18	1	1	1	1	1	L406
Savona	6:30	10:30	14	1	0	0	1	1	L464
Savona	9:20	13:35	12	1	1	0	0	1	L464
Savona	16:30	20:30	8	1	0	0	0	0	L464
Genova	5:45	8:45	8	1	0	0	1	1	L408
Genova	7:25	10:30	10	1	0	0	1	1	L464
Genova	10:30	13:35	14	1	1	0	0	1	L464
Genova	13:00	16:00	8	1	1	1	1	1	L408
Genova	17:25	20:30	8	1	0	0	0	0	L464
Genova	20:40	23:50	7	1	0	0	1	1	N404
Peschiera	9:25	10:30	12	1	1	1	1	1	L407
Peschiera	10:05	11:10	8	0	1	1	1	1	
Peschiera	18:25	19:30	10	1	1	1	1	1	
Verona	3:10	4:35	16	1	1	1	1	1	N406
Verona	5:00	6:25	10	1	0	0	0	1	L472
Verona	6:45	8:05	16	1	1	0	0	1	N468
Verona	8:00	9:20	12	1	0	1	1	1	L423
Verona	8:05	9:30	14	1	1	1	0	0	N404
Verona	10:30	11:55	14	1	0	0	1	1	L411
Verona	12:30	13:55	12	1	1	1	1	1	L405
Verona	17:00	18:25	12	1	1	1	1	1	L423
Verona	18:55	20:15	8	1	1	0	1	1	L403
Verona	23:30	0:55	10	1	1	0	1	1	N405

Origine	Orario partenza	Orario arrivo	Costo	Giorno della settimana					Linea
				lun	mar	mer	gio	ven	
Vicenza	12:40	14:55	10	1	1	1	1	1	L406
Padova	1:50	4:35	14	1	1	1	1	1	N406
Padova	6:45	8:55	10	1	0	0	1	1	L416
Padova	8:45	11:10	10	1	1	1	1	1	L410
Padova	21:40	0:25	8	0	1	0	1	1	
Venezia	1:15	4:35	16	1	1	1	1	1	N406
Venezia	6:10	8:55	10	1	0	0	1	1	L416
Venezia	8:00	11:10	10	1	1	1	1	1	L410
Venezia	9:00	11:55	14	1	0	0	1	1	L411
Venezia	11:00	13:55	10	1	1	1	1	1	L405
Venezia	11:45	14:55	14	1	1	1	1	1	L406
Venezia	15:45	19:10	10	0	0	0	1	1	
Venezia	17:30	20:15	10	1	1	0	1	1	L403
Venezia	18:30	21:25	10	1	1	1	1	1	N729
Venezia	22:00	0:55	10	1	1	0	1	1	N405
Treviso	5:35	8:55	10	1	0	0	1	1	L416
Longarone (BL)	7:26	11:55	14	1	0	0	1	1	L411
Trento	4:40	6:50	10	1	1	1	1	1	N492
Trento	5:25	8:05	14	1	1	0	0	1	N468
Trento	6:50	9:00	18	1	1	1	1	1	L408
Trento	7:50	10:30	16	1	1	1	1	1	L407
Trento	9:20	11:50	14	1	0	0	1	1	L407
Trento	11:50	14:50	14	1	1	0	0	1	L424
Trento	14:05	16:10	18	1	0	0	1	1	L408
Trento	16:50	19:30	16	1	1	1	1	1	L407
Bolzano	3:45	6:50	5	1	1	1	1	1	N492
Bolzano	4:30	8:05	5	1	1	0	0	1	N468
Bolzano	6:00	9:00	8	1	1	1	1	1	L408
Bolzano	6:55	10:30	12	1	1	1	1	1	L407
Bolzano	8:25	11:50	8	1	0	0	1	1	L407
Bolzano	10:55	14:50	12	1	1	0	0	1	L424
Bolzano	13:15	16:10	8	1	0	0	1	1	L408
Bolzano	15:55	19:30	12	1	1	1	1	1	L407
Udine	5:00	9:30	14	1	1	1	1	1	N404
Udine	6:00	11:10	14	1	1	1	1	1	L410
Udine	15:50	20:15	14	1	1	0	0	0	L403
Trieste	9:15	14:55	18	1	1	1	1	1	L406
Trieste	20:00	0:55	23	1	0	0	0	0	N405
Trieste	22:55	4:35	23	1	1	1	1	1	N406
Gorizia	8:55	13:55	19	1	1	1	1	1	L405
Piacenza	6:30	9:05	16	1	1	1	1	1	N525
Parma	5:45	9:05	10	1	0	0	1	1	N525
Parma	17:40	20:05	5	0	0	1	1	1	L415
Modena	4:50	9:05	10	1	1	1	1	1	N525
Bologna	9:00	12:35	8	1	1	0	0	1	L528

Origine	Orario partenza	Orario arrivo	Costo	Giorno della settimana					Linea
				lun	mar	mer	gio	ven	
Bologna	15:50	20:05	8	0	0	1	1	1	L415
Ferrara	6:00	9:20	10	1	0	1	1	1	L423
Ferrara	14:55	18:25	10	1	1	1	1	1	L423
Firenze	7:40	12:35	14	1	1	0	0	1	L528
Firenze	14:30	20:05	14	0	0	1	1	1	L415
Siena	6:40	12:35	14	1	1	0	0	1	L528

* I risultati riportati in tabella sono stati ottenuti attraverso ricerche effettuate in data 17/10/2019, per spostamenti ipotetici nelle date 04/11/2019 - 08/11/2019. L'informazione del costo è generalmente riferita alla data 07/11/2019.

9.3. COSTRUZIONE DEL SISTEMA DI MODELLI DI DOMANDA PASSEGGERI

Come già menzionato, le previsioni di traffico passeggeri nello scenario attuale e in quelli futuri (2026 e 2032) sono state effettuate utilizzando modelli econometrici che legano la domanda di trasporto alle variabili demografiche e socio-economiche dell'area di studio.

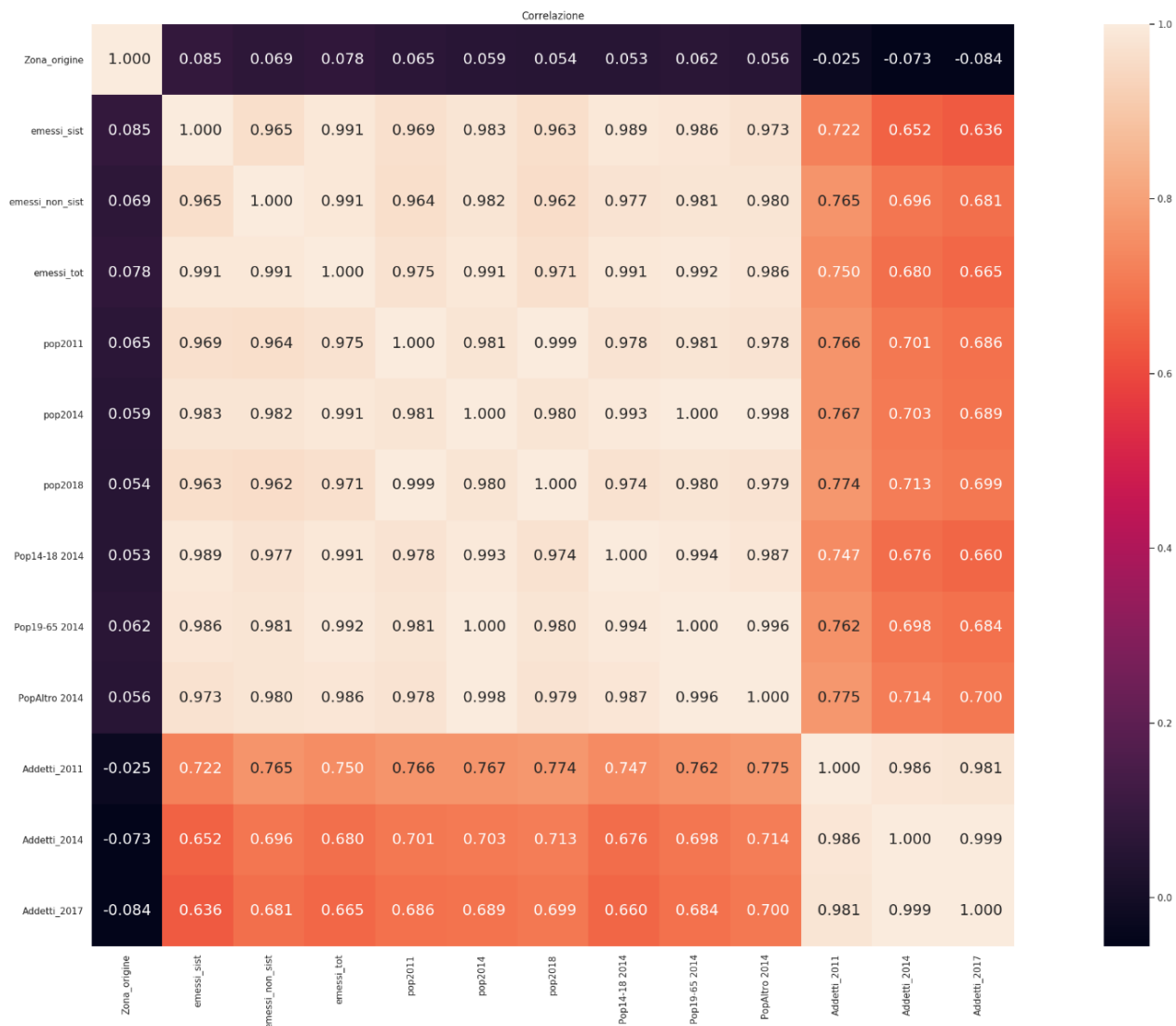
L'analisi della domanda di trasporto è stata condotta in maniera distinta per la domanda di tipo sistematico, che contiene al suo interno gli spostamenti per motivi di studio e lavoro, e domanda di tipo occasionale, legata a spostamenti per motivi turistici o di affari.

Calibrazione ed esplicitazione del modello di generazione

La calibrazione dei parametri del modello di generazione per la componente sistematica si basa sui dati di matrice Lombardia, stimata nell'ambito del modello regionale di trasporto e calibrata sulla base di indagini svolte nell'anno 2014.

In particolare, sono stati selezionati gli emessi dalle zone di Regione Lombardia per tutti i modi di trasporto - al netto degli spostamenti interni alla stessa zona - e distinti tra componente di spostamento sistematica e non, per un totale di 568 dati di calibrazione (sono escluse le macro zone esterne Sicilia e Sardegna). I dati di popolazione ed addetti utilizzati nella fase di calibrazione sono relativi all'anno 2014, in coerenza all'anno di riferimento per le indagini utilizzate nella ricostruzione di matrice Lombardia.

La forma funzionale del modello è stata individuata a partire dalle correlazioni tra attributi delle zone e valore di spostamenti generati nel dato fonte al 2014.



La popolazione rappresenta l'attributo più correlato con il valore degli emessi.

Nel grafico seguente si riporta la correlazione tra popolazione 2014 ed emessi, classificata per aree geografiche: si nota chiaramente come le zone di Milano costituiscano un modello ben definito, così come Bergamo, mentre le altre zone dell'area lombarda sono riconducibili ad un altro modello di generazione. Data la variabilità di attributi tra queste ultime, la calibrazione del modello ha portato a suddividerle in 3 classi a seconda della popolazione residente totale.

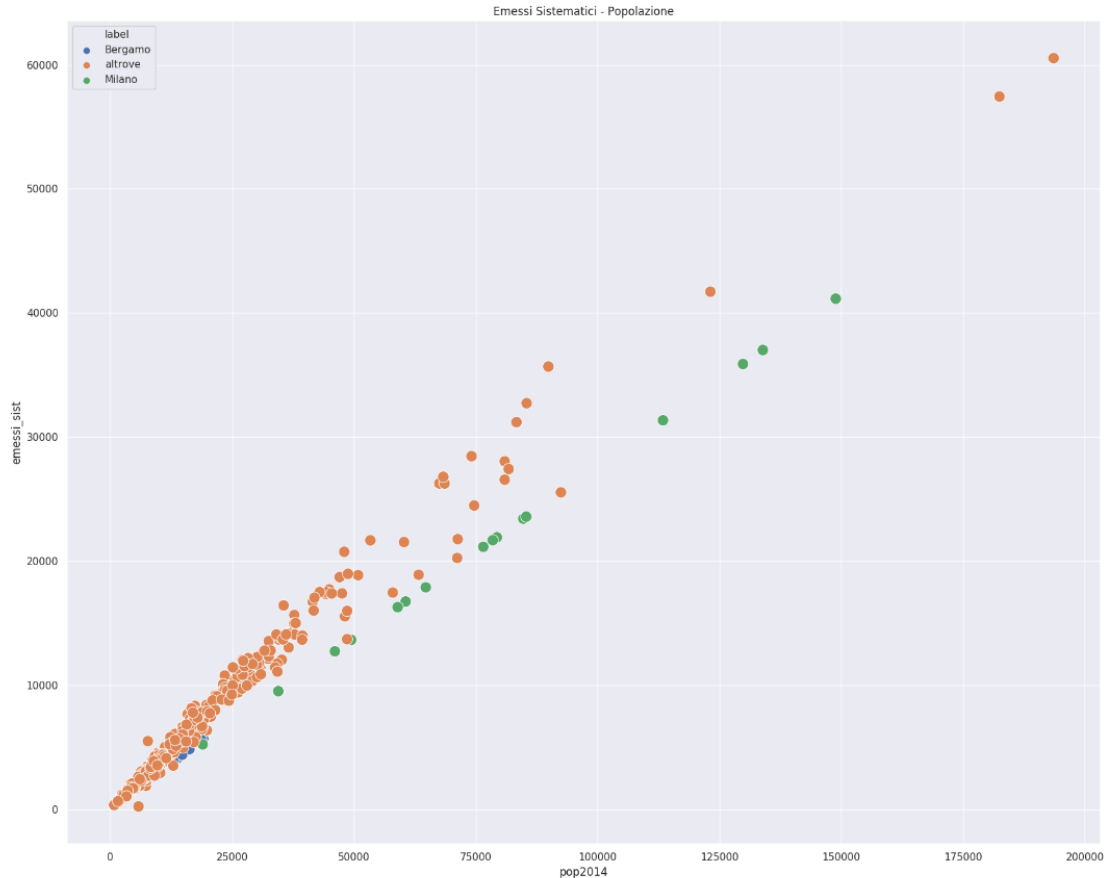


Figura 91 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e popolazione totale 2014, classificata per aree geografiche lombarde

Il funzionale si distingue quindi a seconda dell'area geografica e della popolazione residente nella zona. L'esplicitazione del modello per la Regione Lombardia in generale è la seguente:

- per emessi sistematici e non sistematici di zone con popolazione inferiore a 35.000 abitanti:

$$Emessi = \beta_{pop\ 14-18} \cdot pop_{14-18} + \beta_{pop\ 19-65} \cdot pop_{19-65} + \beta_{pop\ altro} \cdot pop_{altro} + \beta_{add} \cdot add + \beta_{com} \cdot com + \beta_{area} \cdot area$$
- per emessi sistematici e non sistematici di zone con popolazione tra 35.000 e 100.000 abitanti:

$$Emessi = \beta_{pop\ 14-18} \cdot pop_{14-18} + \beta_{pop\ 19-65} \cdot pop_{19-65} + \beta_{pop\ altro} \cdot pop_{altro} + \beta_{add} \cdot add + \beta_{com} \cdot com + \beta_{area} \cdot area + \beta_{capoluogo} \cdot capoluogo$$
- per emessi sistematici e non sistematici di zone con popolazione superiore a 100.000 abitanti:

$$Emessi = \beta_{pop\ 14-18} \cdot pop_{14-18} + \beta_{pop\ 19-65} \cdot pop_{19-65} + \beta_{add} \cdot add + \beta_{area} \cdot area$$

dove:

- pop_{14-18} popolazione della zona di età compresa fra 14 e 18 anni;
- pop_{19-65} popolazione della zona di età compresa fra 19 e 65 anni;
- pop_{altro} popolazione della zona di età superiore a 65 anni;
- add addetti della zona
- $area$ area della zona espressa in kmq;
- com numero di comuni all'interno della zona considerata;
- $capoluogo$ presenza o meno (1 o 0) all'interno della zona del capoluogo provinciale.

I valori dei coefficienti ottenuti tramite la calibrazione sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 9-16 – Principali evidenze ottenute in fase di calibrazione

Coeff.	Spostamenti sistematici			Spostamenti non sistematici		
	<35.000 ab.	35.000-100.0000 ab.	>100.000 ab.	<35.000 ab.	35.000-100.0000 ab.	>100.000 ab.
Popolazione						
$\beta_{pop\ 14-18}$	-2.1704	-0.2377	-2.3968	-0.2899	0.4548	-1.0562
$\beta_{pop\ 19-65}$	0.6543	2.0542	1.5963	0.5290	0.6157	0.6530
$\beta_{pop\ altro}$				-0.9072	-1.1700	
β_{add}	-0.0029	0.1072	-1.6052	0.4207	0.2712	-0.5933
β_{com}	101.8708	-10.3727		192.3659	11.2017	
$\beta_{capoluogo}$		-7,136.9172			-1,488.6575	
β_{area}	-12.1974	-18.7199	-22.5011	-5.2934	5.3654	-9.8843

Coeff.	Spostamenti sistematici			Spostamenti non sistematici		
	<35.000 ab.	35.000-100.0000 ab.	>100.000 ab.	<35.000 ab.	35.000-100.0000 ab.	>100.000 ab.
Popolazione						
R^2	0.89233	0.64517	1.00000	0.79421	0.66011	1.00000

Nei grafici seguenti è mostrata la relazione fra dati di calibrazione (asse delle ascisse) e dati stimati (asse delle ordinate); i grafici riportano, in corrispondenza di ciascun asse, la distribuzione dei due tipi di dato.

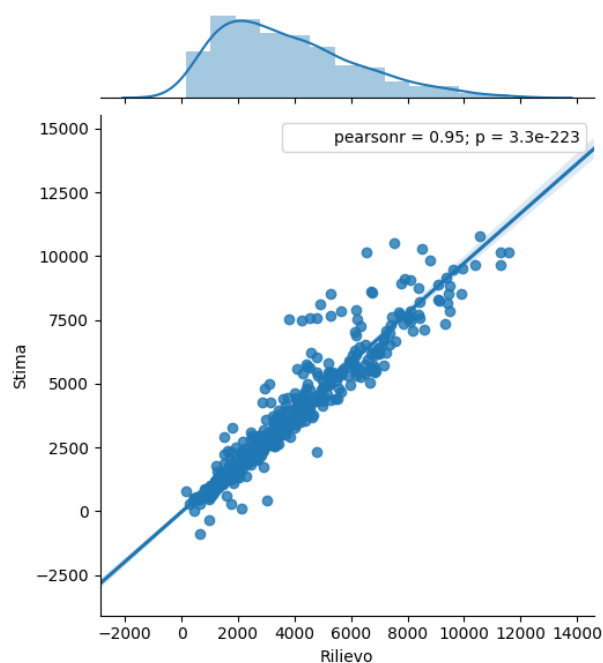


Figura 92 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per zona con popolazione minore di 35.000 abitanti

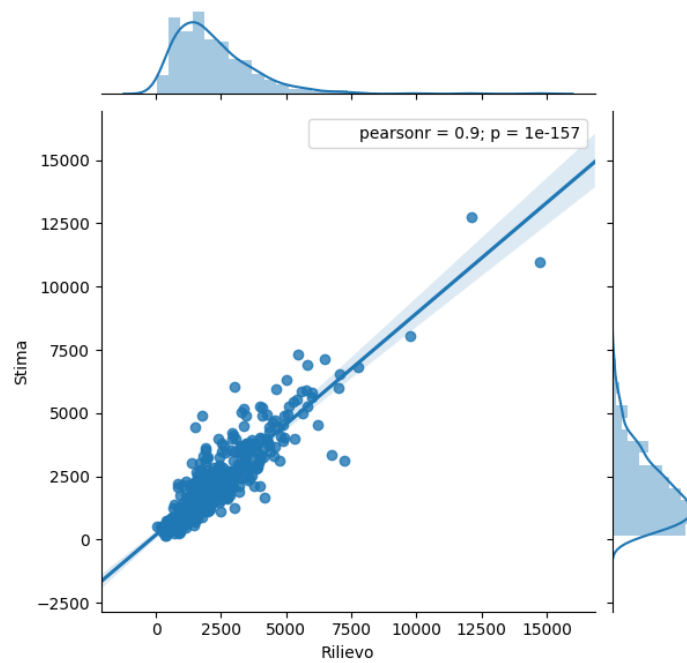


Figura 93 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per zone con popolazione minore di 35.000 abitanti

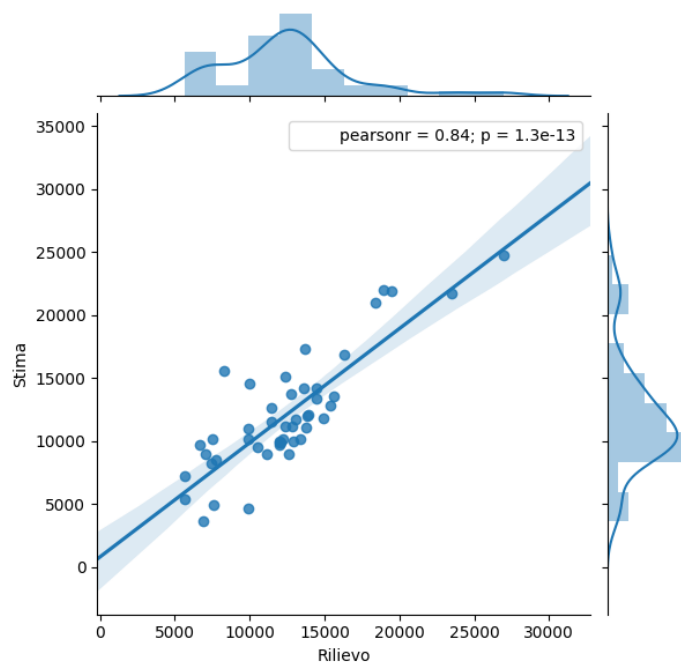


Figura 94 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per zone con popolazione compresa tra 35.000 e 100.000 abitanti

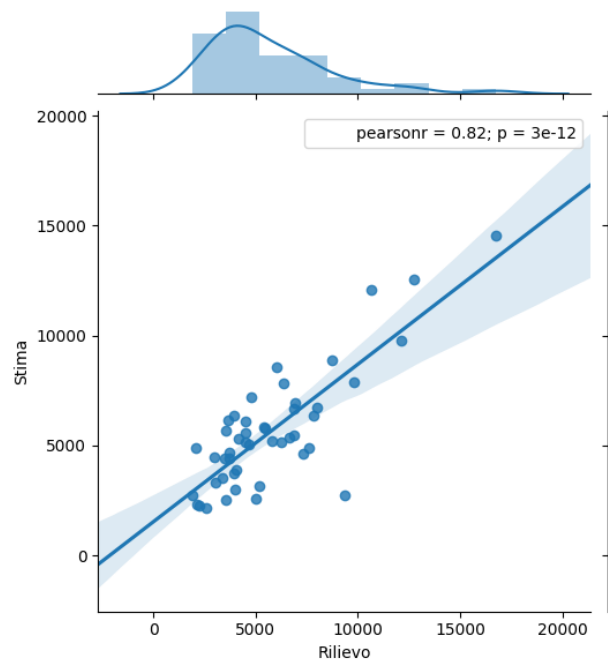


Figura 95 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per zone con popolazione compresa tra 35.000 e 100.000 abitanti

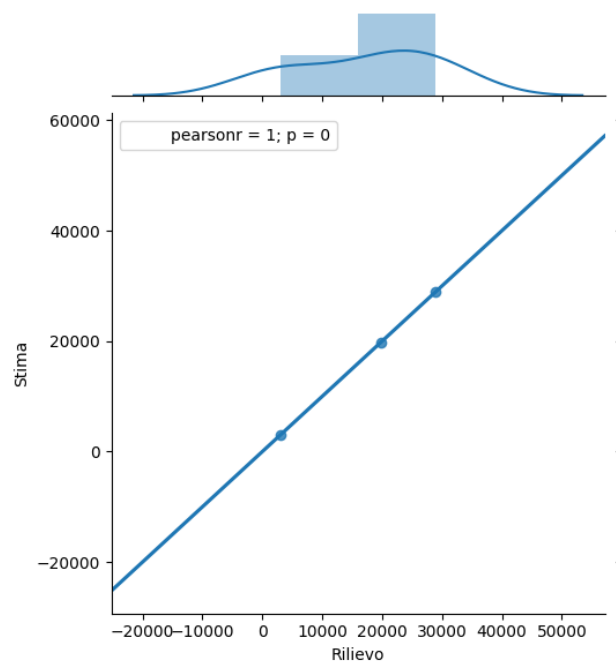


Figura 96 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per zone con popolazione superiore a 100.000 abitanti

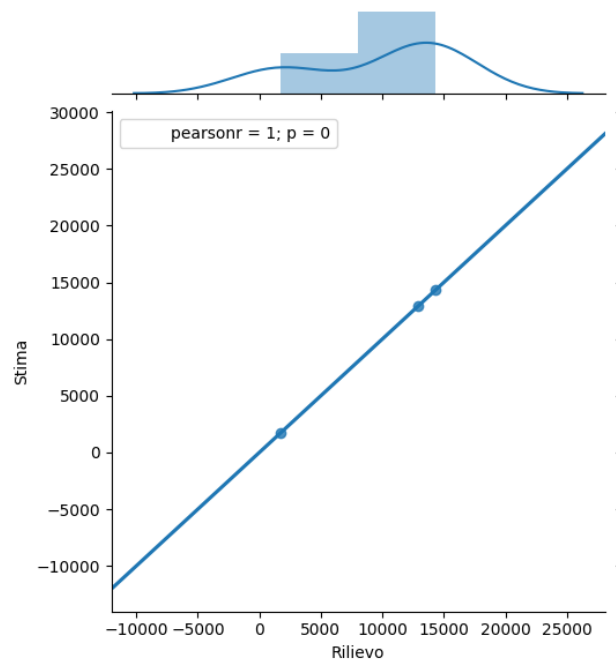


Figura 97 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per zone con popolazione superiore a 100.000 abitanti

Per quanto riguarda le due città suddivise nel modello in zone di dimensione sotto-comunali, Milano e Bergamo, il modello di generazione è stato calibrato separatamente. Infatti, da un lato non è appropriato utilizzare gli attributi “capoluogo” e “comuni”, dall’altro la scelta di una diversa zonizzazione fa sì che gli emessi comprendano coloro che rimangono all’interno della stessa città, cambiando però zona.

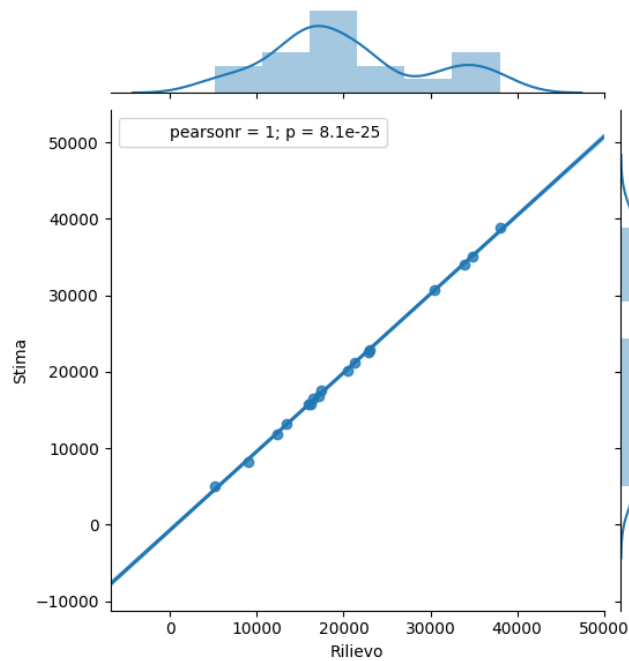


Figura 98 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per le zone di Milano

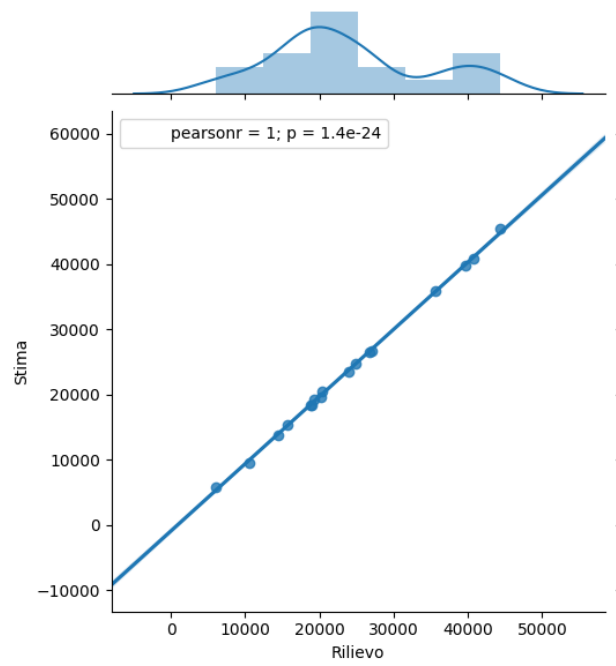


Figura 99 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per le zone di Milano

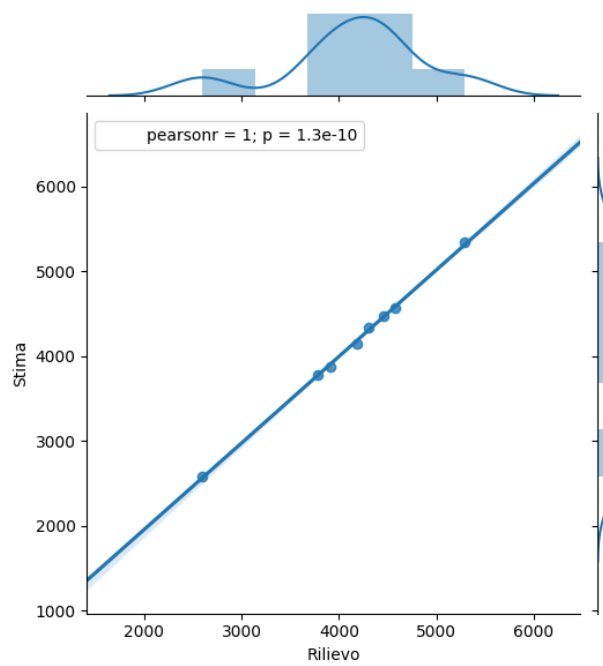


Figura 100 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti sistematici per le zone di Bergamo

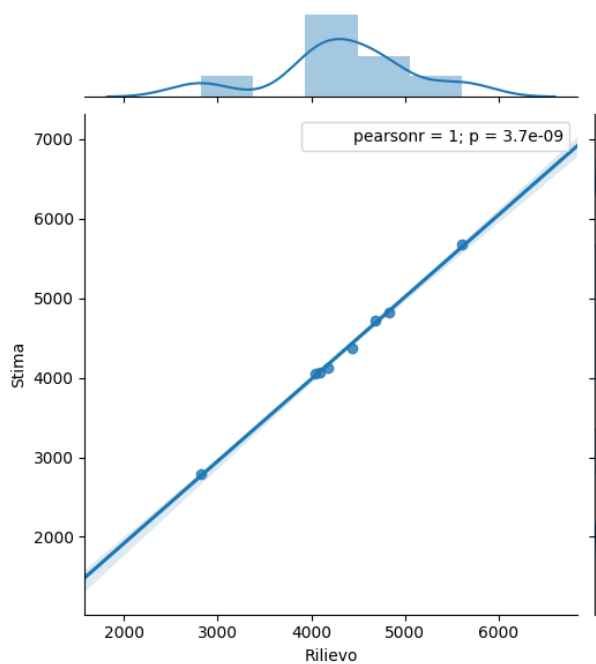


Figura 101 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati del modello, spostamenti non sistematici per le zone di Bergamo

Coeff.	Spostamenti sistematici		Spostamenti non sistematici	
	Milano	Bergamo	Milano	Bergamo
Popolazione				
$\beta_{pop\ 14-18}$	0.0289	0.0387	0.0338	0.0427
$\beta_{pop\ 19-65}$	0.4444	0.4986	0.5205	0.5502
β_{add}	-0.0140	-0.0444	-0.0170	-0.0797
β_{area}	27.9151	3.4318	33.8734	5.8992

Si riportano di seguito i valori del coefficiente di determinazione di ciascun modello di emissione:

Coeff.	Spostamenti sistematici		Spostamenti non sistematici	
	Milano	Bergamo	Milano	Bergamo
Popolazione				
R^2	0.99814	0.99881	0.99799	0.99641

La validazione generale del modello è riportata nel grafico seguente.

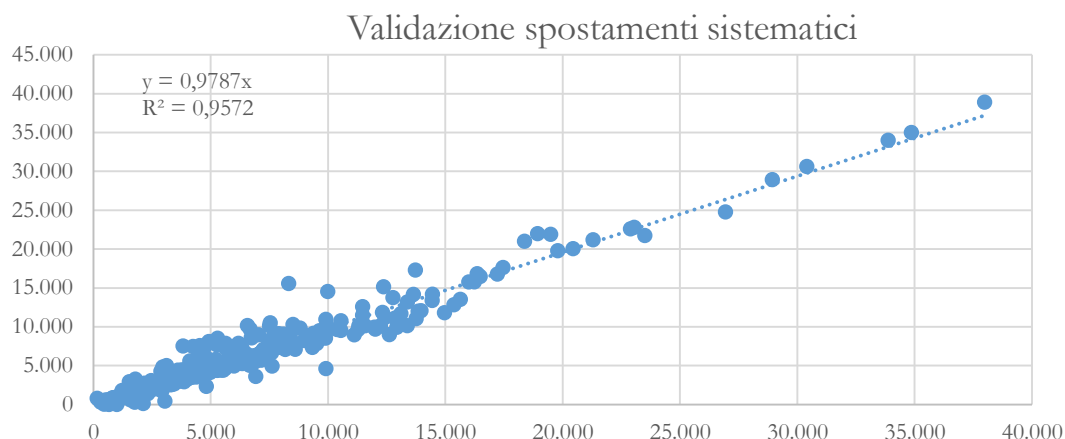


Figura 102 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati generali ottenuti dal modello di generazione

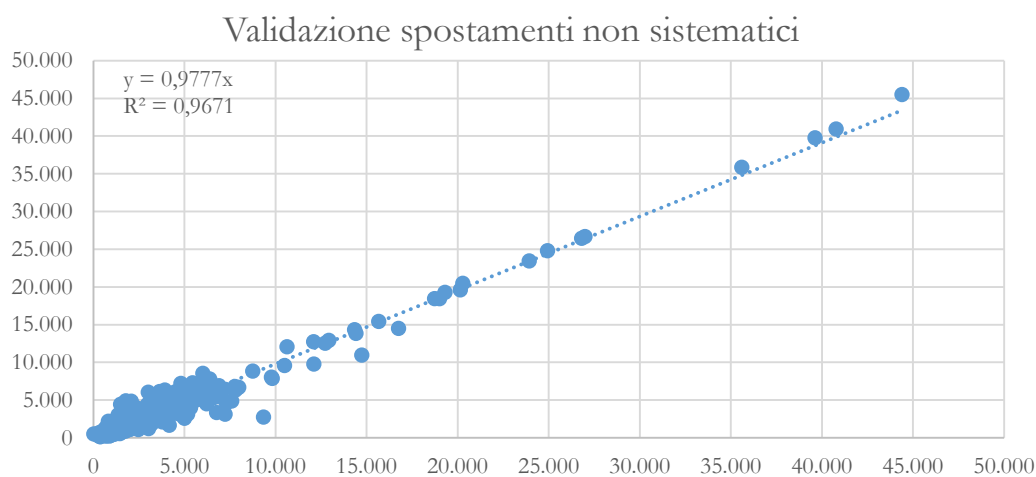


Figura 103 – Correlazione tra emessi di Matrice Lombardia e risultati generali del modello di Generazione

Applicazione del modello di generazione

L'applicazione dei coefficienti ottenuti dalla calibrazione ai valori delle variabili aggiornate al 2018 (ad eccezione del dato di addetti, disponibile solo al 2017) e a quelle in previsione per gli orizzonti temporali futuri, consente di valutare gli spostamenti generati allo stato attuale e agli orizzonti temporali futuri.

Il risultato di tale applicazione è riportato nella tabella seguente dove, a titolo informativo, si riporta anche l'estrazione dei totali per alcune sotto-matrici di maggiore interesse.

Tabella 9-17 – Risultati dall'applicazione del modello

	Matrice Totale			Area Regione Lombardia		
	Sistematico	Non sistematico	Totale	Sistematico	Non sistematico	Totale
Dato	2.750.289	1.800.291	4.550.580	2.690.346	1.737.040	4.427.385
2014	2.680.191	1.753.443	4.433.634	2.620.247	1.690.192	4.310.439
<i>Delta</i>	-2,55%	-2,60%	-2,57%	-2,61%	-2,70%	-2,64%
2018	2.620.409	1.712.293	4.332.701	2.560.465	1.649.041	4.209.507
2026	2.598.824	1.744.599	4.343.423	2.538.881	1.681.348	4.220.229
2032	2.621.357	1.470.283	4.091.639	2.561.413	1.407.032	3.968.445

	Milano			Bergamo			
	Sistematico	Non sistematico	Totale	Sistematico	Non sistematico	Totale	
Tutta la Provincia	Dato	952.011	738.721	1.690.733	326.521	244.842	571.363
	2014	893.390	740.385	1.633.775	326.405	224.332	550.737
	diff	-6.16%	0.23%	-3.37%	-0.04%	-8.38%	-3.61%
	2018	884.348	747.535	1.631.973	318.702	225.517	544.219
	2026	892.234	800.086	1.692.320	314.606	241.334	555.940
Solo comune capoluogo	2032	892.467	733.935	1.626.402	321.676	213.203	534.878
	Dato	347.938	407.248	755.186	33.104	34.680	67.783
	2014	345.850	404.712	750.562	33.082	34.642	67.724
	diff	-0.60%	-0.62%	-0.61%	-0.06%	-0.11%	-0.09%
	2018	342.448	400,661	743,109	743,109	32,636	33,969
2026	342,670	400,759	743,429	743,429	32,502	33,441	
2032	336,404	393,400	729,804	729,804	31,858	32,695	

Si nota come l'inversione dell'andamento della popolazione tra il 2026 ed il 2032 abbia un'influenza sull'andamento della mobilità regionale dovuto soprattutto ad una flessione degli spostamenti non sistematici, anche in relazione all'aumento dell'età media della popolazione ed all'aumento generalizzato degli addetti.

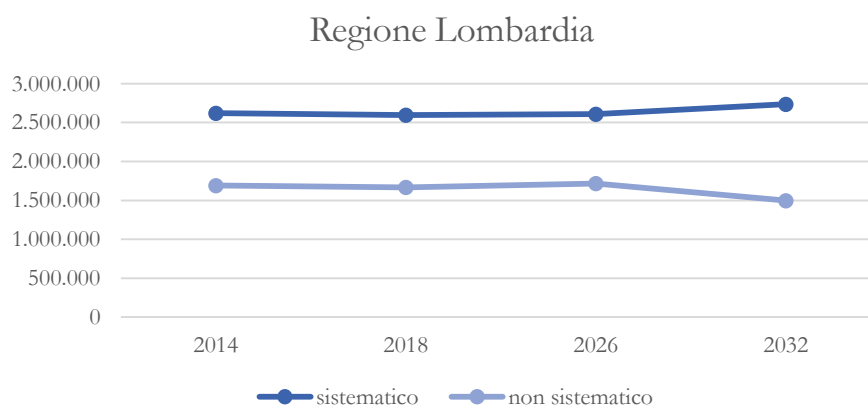


Figura 104 – Andamento degli emessi per l'area regionale lombarda negli orizzonti temporali di analisi

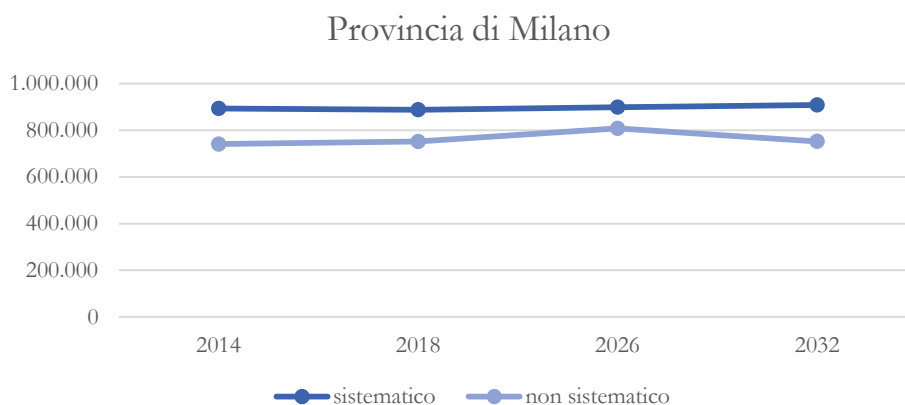


Figura 105 – Andamento degli emessi per l'area della provincia di Milano negli orizzonti temporali di analisi

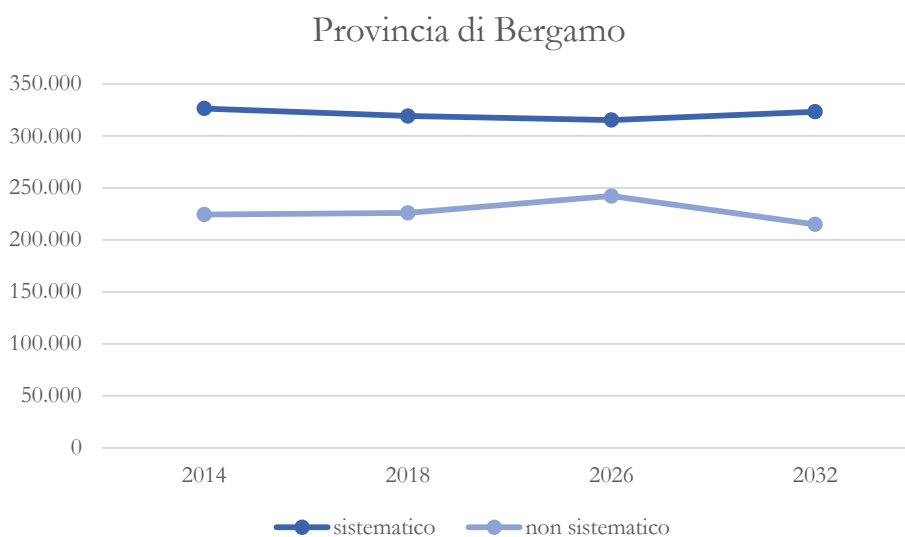


Figura 106 – Andamento degli emessi per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi

Per quanto riguarda la provincia di Bergamo, risulta di particolare interesse capire quanto l'area urbana del comune capoluogo influisca su questo risultato: dai grafici seguenti si evince chiaramente che le dinamiche di generazione della mobilità del capoluogo si manterranno sostanzialmente stabili a fronte di oscillazioni delle zone del resto della provincia.

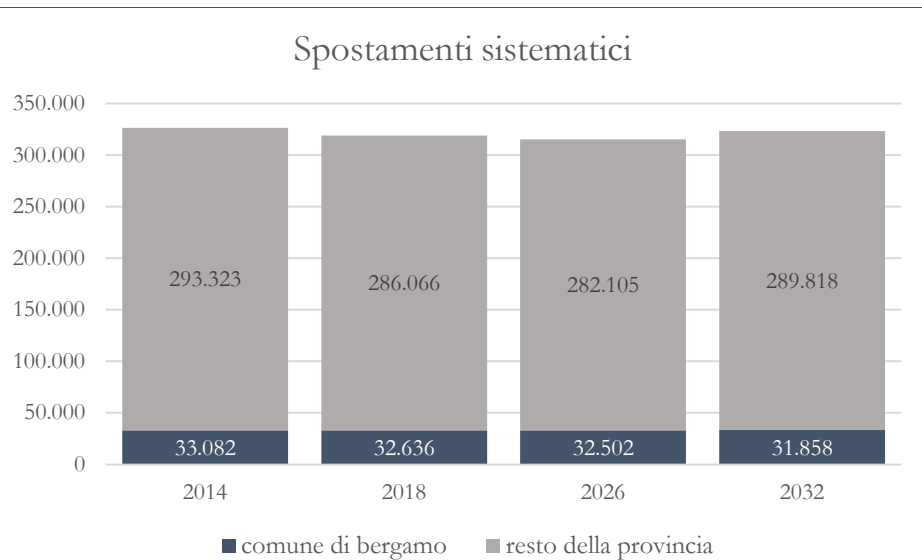


Figura 107 – Andamento degli emessi sistematici per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi: distinzione tra comune e resto della provincia

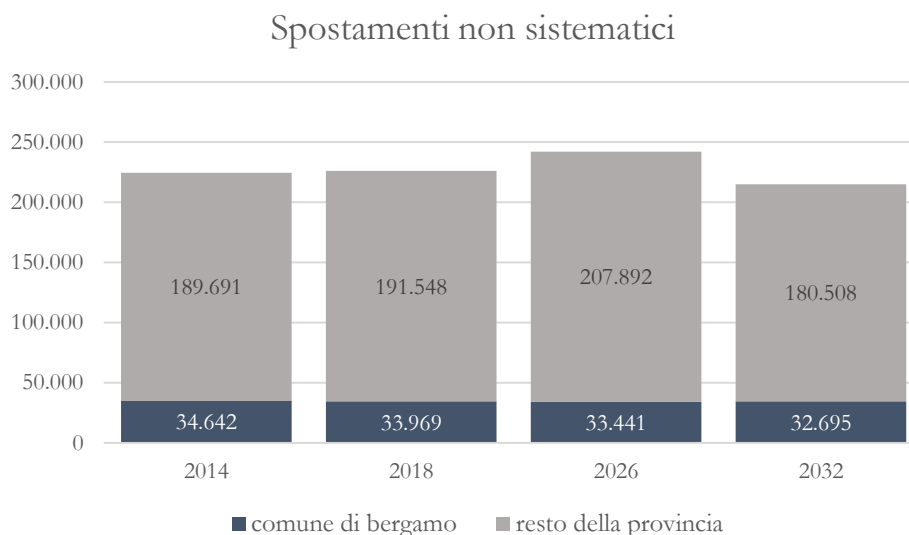


Figura 108 – Andamento degli emessi non sistematici per l'area della provincia di Bergamo negli orizzonti temporali di analisi: distinzione tra comune e resto della provincia

Modello di Distribuzione

Il modello di distribuzione viene impiegato per ripartire la domanda di trasporto generata da ogni zona tra le diverse destinazioni del modello. Dal momento che gli interventi infrastrutturali oggetto di analisi specifica non porteranno dei risparmi di tempo tali da produrre nel breve periodo effetti significativi sulla distribuzione²², si è mantenuta invariata la struttura della distribuzione degli spostamenti, così come risulta dall'applicazione del modello di regione Lombardia (cioè si utilizza una distribuzione della matrice da fonte).

Quanto detto si traduce nella definizione di una matrice di distribuzione dove per ogni riga (che rappresenta zona origine del modello) si ha in termini percentuali la distribuzione degli spostamenti -sistematici e non sistematici-

²² Come noto la distribuzione degli spostamenti risulta fortemente condizionata dagli attributi di "separazione" tra le diverse coppie di zone, che sono normalmente declinate attraverso la distanza o il tempo.

fra tutte le destinazioni. La distribuzione applicata è il risultato dell'originale modello di tipo gravitazionale sviluppato da Regione Lombardia²³, che ripartisce gli spostamenti tra le zone di destinazione in funzione di due fattori: l'attrattività delle zone di destinazione e l'impedenza temporale tra la zona di origine e quella di destinazione, calcolata sul grafo stradale sul percorso di costo minimo.

Nei grafici seguenti si riporta la suddivisione statistica degli spostamenti tra le destinazioni con riferimento all'area di Bergamo (area urbana del comune) e al resto della provincia.

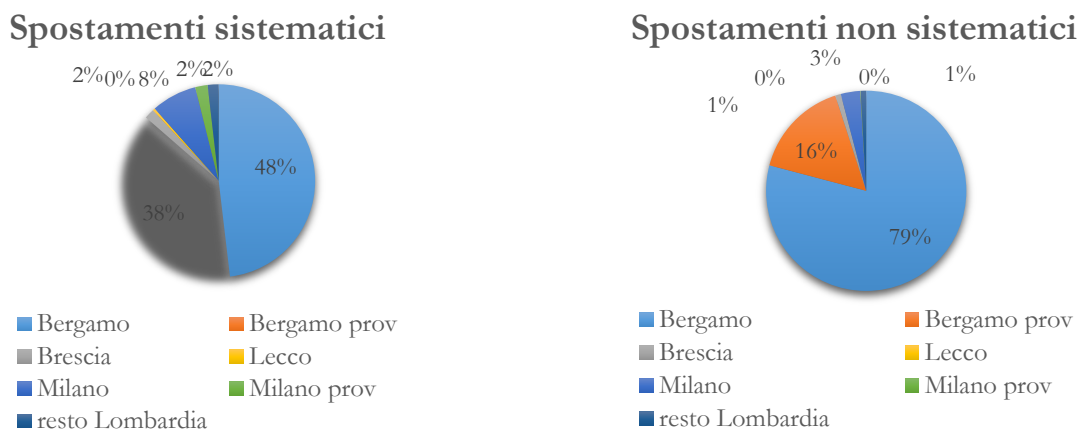


Figura 109 – Distribuzione dei viaggi originati dal comune di Bergamo

Si nota come la maggior parte degli spostamenti generati dal comune di Bergamo rimangono all'interno del territorio provinciale. Tra le altre destinazioni, solo Milano riveste un ruolo rilevante per gli spostamenti sistematici (8%).

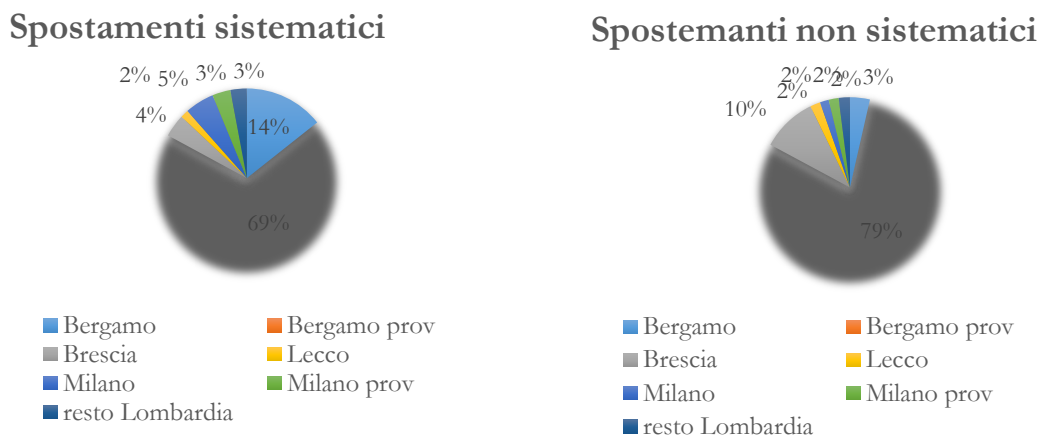


Figura 110 – Distribuzione dei viaggi originati dal resto della provincia di Bergamo

Anche per il resto della provincia vale la stessa conclusione: oltre Bergamo, tra le altre destinazioni solo Milano riveste un ruolo rilevante per gli spostamenti sistematici (5%).

Modello di scelta Modale

Come più volte rappresentato, lo Studio ha dovuto analizzare la mobilità riferita a segmenti di domanda diversi che possono presentare un meccanismo comportamentale nell'ambito delle diverse dimensioni del viaggio e, in particolare in quella legata alla scelta del modo di trasporto. Sono stati quindi calibrati e implementati, a seconda

²³ Regione Lombardia "Matrice Regionale O-D 2014 Quanto, Quando, Come, Dove e Perché ci si muove in Lombardia".

dell'ambito territoriale di applicazione e della componente di domanda di riferimento, più modelli di scelta modale.

La metodologia di calibrazione di ciascun modello è risultata condizionata dai dati disponibili.

In seguito si mostra la specificazione di ciascun modello di scelta modale calibrato; per la loro validazione sono riportati sia i valori del t-test caratteristico di ciascuno coefficiente beta, sia il ρ^2 , caratteristico di quanto il modello si adatti alla realtà rispetto all'ipotesi nulla.

Componente di domanda regionale generale

La componente di domanda generale, vale a dire quella che alimenta la rete di offerta su tutto il territorio dell'area di studio, è stata calibrata con l'ausilio dei dati di regione Lombardia (anno di riferimento 2014) in modo aggregato.

Il modello si compone a sua volta di due parti:

- il modello (definito in seguito “modello generale”) degli spostamenti originati o destinati dalla regione Lombardia ma non interni alla provincia di Bergamo, esclusi i movimenti interni al comune di Milano;
- il modello degli spostamenti con origine e destinazione la provincia di Bergamo (“modello di Bergamo”);

La distinzione si è resa necessaria dal momento che per la provincia di Bergamo la rete di offerta è descritta con maggior livello di dettaglio ed il livello di analisi territoriale è in generale superiore, in particolare per quanto riguarda l'offerta su gomma.

I modi considerati sono stati scelti sulla base dei modi disponibili nel dato fonte (Matrice Origine-Destinazione Regione Lombardia 2014):

1. auto come conducente (1);
2. auto come passeggero (2);
3. treno (3);
4. TPL su gomma (4).

Per quanto riguarda il modello generale, il campione di calibrazione del modello, che esclude gli spostamenti interni ad una stessa zona, è riportato sinteticamente nella seguente tabella.

Tabella 9-18 - Campione di calibrazione del modello generale per spostamenti sistematici e non sistematici

	Sistematico		Non sistematico	
Conducente	833,064	63.88%	465,187	65.57%
Passeggero	159,517	12.23%	85,787	12.09%
Treno	189,989	14.57%	78,746	11.10%
Gomma	121,457	9.31%	79,686	11.23%
	1,304,027		709,406	

Si nota come il mezzo “auto come conducente” sia la scelta preferenziale sia per i movimenti per motivo sistematico (scuola e lavoro) sia per quelli non sistematici (occasionale e affari), seguito dagli altri in percentuali quasi equivalenti: questo dato è ben spiegabile dall'analisi della rete di offerta privata, su gomma e ferroviaria della regione Lombardia, che riesce a coprire tutto il territorio in modo capillare.

Il modello di scelta modale è stato esplicitato attraverso un modello di tipo *logit* multinomiale, calibrato in modo aggregato a partire dalla matrice ricostruita. Si riportano di seguito le forme funzionali di utilità associate a ciascuna modo di trasporto:

$$V_{auto} = \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{costo} \cdot c_{tot_auto}$$

$$V_{pass} = ASC_{pass} + \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{dist} \cdot dist_{auto_km}$$

$$V_{treno} = ASC_{treno} + \beta_{time} \cdot t_{tot_treno} + \beta_{costo} \cdot c_{tot_treno} + \beta_{trasbordi} \cdot \frac{dist_{treno}}{n_{trasbordi} + 1} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

$$V_{gomma} = ASC_{gomma} + \beta_{time} \cdot t_{gomma} + \beta_{costo} \cdot c_{gomma} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

in cui, oltre alle variabili specifiche dei mezzi (ASC), vale la seguente definizione con riferimento ai vari attributi:

t_{auto} = tempo di percorrenza in auto fra origine e destinazione (minuti).

c_{tot_auto} = costo totale dello spostamento in auto, dato dalla somma dell'eventuale pedaggio autostradale fra origine destinazione, espresso in euro, considerando un costo medio del pedaggio di 0.07231 euro/km, e dal costo operativo medio di utilizzo del mezzo. Ne consegue che il costo totale in auto è dato dalla somma dei costi operativi e del pedaggio laddove il percorso include archi autostradali, dei soli costi operativi altrimenti.

$dist_{auto_km}$ = distanza fra origine e destinazione da grafo stradale (km).

t_{tot_treno} = tempo totale del viaggio che include anche lo spostamento in treno (minuti): questo valore include anche i tempi di accesso, egresso, attesa medio e gli eventuali tratti in macchina o TPL su gomma necessari a raggiungere la stazione.

c_{tot_treno} = costo totale del viaggio che include il modo treno (euro), inteso come somma del titolo di viaggio e degli eventuali costi di accesso/egresso in macchina o TPL su gomma.

$dist_{treno}$ = distanza fra origine e destinazione da grafo ferroviario (km).

$n_{trasbordi}$ = numero di trasbordi.

$capoluogo$ = attributo che assume valore 1 se la destinazione è un capoluogo di provincia o 0 altrimenti.

t_{gomma} = tempo di percorrenza su gomma calcolato a partire dalla percorrenza stradale della relazione Origine-Destinazione per una velocità commerciale media di 20 km/h.

c_{gomma} = costo del viaggio su TPL su gomma, calcolato a partire dalla percorrenza chilometrica su rete stradale.

I valori assunti per ogni coppia Origine-Destinazione per le variabili di tempo e costo sono state calcolate a partire dall'assegnazione di una matrice di pre-calibrazione sul grafo di offerta di ciascun modo come media pesata dei costi e tempi dei vari *paths* attivati per quella relazione. I costi base per la componente sistematica sono stati valutati a partire dal costo medio dell'abbonamento su 20 giorni lavorativi, mentre per il non sistematico derivano da quello del titolo di viaggio semplice (in seconda classe). In particolare, la stima dell'attributo di costo si basa su una funzione, distinta per tipologia di servizio e motivo dello spostamento, che dipende dalla distanza ed è stata ottenuta interpolando i costi con le fasce chilometriche. Di conseguenza si hanno 8 funzioni di seguito elencate:

- Regionale/Regionale Veloce, spostamento sistematico;
- Regionale/Regionale Veloce, spostamento non sistematico;
- Intercity, spostamento sistematico;
- Intercity, spostamento non sistematico;
- FrecciaBianca, spostamento sistematico;
- FrecciaBianca, spostamento non sistematico;
- FrecciaRossa, spostamento sistematico;
- FrecciaRossa, spostamento non sistematico.

I costi sistematici sono stati valutati dividendo il costo dell'abbonamento per 40, considerando andata e ritorno di 20 giorni lavorativi; per quelli non sistematici è stato considerato il costo del singolo biglietto (per i lunga percorrenza la tariffa base).

Il modello generale sistematico è stato calibrato su circa 52.700 spostamenti, mentre quello non sistematico su 32.400. La calibrazione dei coefficienti beta e delle variabili specifiche è stata differenziata per componenti di domanda.

Tabella 9-19 - Calibrazione dei coefficienti beta e delle variabili specifiche in base al tipo di spostamento per il modello generale

	Sistematico		Non sistematico	
	valore	T-test	valore	T-test
ASC_BUS	-2.61	-586	-1.97	-458
ASC_PASS	-1.39	-258	-1.67	-279
ASC_TRENO	-1.58	-217	-1.12	-127
B_CAPO	1.33	285	1.01	160
B_COST	-0.0293	-28.5	-0.0355	-38.8
B_DIST_AUTO	-0.0219	-65	-0.00801	-24.7
B_TIME	-0.0123	-83.8	-0.0133	-69.6
B_TRASB	0.00837	31.5		
R2	0.279		0.262	

Si può notare come tutti i coefficienti abbiano segno coerente e siano significativi, dati i risultati del t-test. Il valore del rho², per quanto basso, è accettabile data la consistenza della scelta del modo più utilizzato nel campione di calibrazione.

L'applicazione del modello di scelta alla matrice distribuita 2014 ottenuta dall'applicazione dei primi due stadi del modello è riportata in tabella, in confronto con l'analogo dato del campione di calibrazione, già visualizzato in Tabella 9-18.

	Sistematico				Non sistematico			
	campione		modello		campione		modello	
Conducente	833,064	63.88%	742,083	64.32%	465,187	65.57%	442,154	65.80%
Passeggero	159,517	12.23%	140,866	12.21%	85,787	12.09%	81,350	12.11%
Treno	189,989	14.57%	164,089	14.22%	78,746	11.10%	68,161	10.14%
Gomma	121,457	9.31%	106,749	9.25%	79,686	11.23%	80,337	11.95%
	1,304,027		1,153,787		709,406		672,002	

Modello di Bergamo

In analogia a quanto già spiegato per il modello generale, si riporta di seguito l'esplicitazione del modello di scelta per i movimenti originati e destinati nella provincia di Bergamo. Il campione di calibrazione, che esclude gli spostamenti interni ad una stessa zona del modello, è rappresentato sinteticamente nella seguente tabella.

Tabella 9-20 - Campione di calibrazione del modello Bergamo per spostamenti sistematici e non sistematici

	Sistematico		Non sistematico	
Conducente	200,644	69.02%	141,829	66.69%
Passeggero	36,874	12.69%	17,754	8.35%
Treno	10,903	3.75%	13,976	6.57%

Gomma	42,264	14.54%	39,121	18.39%
	290,685		212,681	

Si nota come il mezzo “auto come conducente” sia la scelta preferenziale sia per i movimenti per motivo sistematico (scuola e lavoro) sia per quelli non sistematici (occasionale e affari), seguito dal modo passeggero e da quello del TPL su gomma. La componente treno è, invece, residuale. Tale risultato è coerente con il fatto che per la provincia di Bergamo la zonizzazione è di tipo comunale o sotto-comunale, per cui il TPL su gomma riesce a rispondere meglio alle esigenze di distribuzione capillare dei movimenti tipiche di questo livello di analisi territoriale.

Il modello di scelta modale è stato esplicitato attraverso un modello di tipo logit multinomiale, calibrato in modo aggregato a partire dalla matrice ricostruita dalle preferenze dichiarate. Si riportano di seguito le forme funzionali di utilità associate a ciascuna modo di trasporto:

$$V_{auto} = \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{costo} \cdot c_{tot_auto}$$

$$V_{pass} = ASC_{pass} + \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{dist} \cdot dist_{auto_km}$$

$$V_{treno} = ASC_{treno} + \beta_{time} \cdot t_{tot_treno} + \beta_{costo} \cdot c_{tot_treno} + \beta_{trasbordi} \cdot \frac{dist_{treno}}{n_{trasbordi} + 1} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

$$V_{gomma} = ASC_{gomma} + \beta_{time} \cdot t_{gomma} + \beta_{costo} \cdot c_{gomma} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

Dove valgono le descrizioni degli attributi già riportate in precedenza. Anche in questo caso è opportuno suddividere il modello tra componente di domanda sistematica e non sistematica, per le quali valgono costi diversi. Il modello generale sistematico è stato calibrato su circa 4500 spostamenti mentre quello non sistematico su 3800.

Tabella 9-21 - Calibrazione dei coefficienti beta e delle variabili specifiche in base al tipo di spostamento per il modello Bergamo

	Sistematico		Non sistematico	
	valore	T-test	valore	T-test
ASC_BUS	-1.78	-41.1	-0.678	-25.4
ASC_PASS	-1.17	-64.4	-1.52	-61.9
ASC_TRENO	-2.38	-37.7	-0.869	-13.8
B_CAPO	1.19	31.8	1.13	12.3
B_COST	-0.0197	-1.84		
B_DIST_AUTO	-0.00237	-1.15	0.0617	25.2
B_TIME	-0.0172	-25.9	-0.0179	-3.23
B_TRASB	0.0742	15.9		
R2	0.144		0.129	

Si può notare come tutti i coefficienti abbiano segno coerente e siano significativi, dati i risultati del t-test. Il valore del rho², per quanto basso, è accettabile data la consistenza della scelta del modo più utilizzato nel campione di calibrazione.

Per il modello di scelta di Bergamo relativo alla componente non sistematica, non assume alcun valore la variabile costo: tale risultato è giustificato dalla natura dei movimenti riprodotti. Si pensi ad un movimento occasionale originato da una zona della provincia e destinato nella stessa, quindi un viaggio di breve percorrenza: infatti, in questi casi gli utenti appaiono scegliere solo in base ai modi disponibili ed al tempo di percorrenza, poiché il costo assume comunque un valore modesto e non ripetuto nel resto del mese.

Nella tabella, si riporta il risultato dell'applicazione del modello.

	Sistematico				Non sistematico			
	campione		modello		campione		modello	
Conducente	200,644	69.02%	167,204	66.66%	141,829	66.69%	122,430	72.28%
Passeggero	36,874	12.69%	52,591	20.97%	17,754	8.35%	14,288	8.44%
Treno	10,903	3.75%	7,889	3.15%	13,976	6.57%	8,985	5.30%
Gomma	42,264	14.54%	23,140	9.23%	39,121	18.39%	23,671	13.98%

Si nota come il modello replichi correttamente le scelte modali degli utenti, soprattutto della componente ferroviaria, ma sottostimi leggermente la componente gomma a favore del modo *passeggero* nel caso di utenti sistematici e del modo *auto come conducente* nel caso di utenti non sistematici. Questo risultato è riconducibile molto probabilmente alla schematizzazione della rete gomma, adattata alla base comunale della zonizzazione, ma non ha un'influenza rilevante sui risultati finali dello studio, che riguarda il modo *treno*.

Componente di domanda aeroportuale

Il modello di scelta modale relativo alla componente di domanda dei passeggeri dell'aeroporto di Orio al Serio è stato calibrato in modo disaggregato sulla base delle interviste appositamente condotte sulle preferenze modali dell'utenza stessa.

In base alle analisi dei risultati della campagna di indagine, il modello è stato suddiviso in 6 sotto-modelli a seconda della residenza, del tipo di viaggio e del motivo:

1. Passeggeri Italia Andata Affari;
2. Passeggeri Italia Andata Turismo;
3. Passeggeri Italia Ritorno Affari;
4. Passeggeri Italia Ritorno Turismo;
5. Passeggeri Esteri Ritorno Affari;
6. Passeggeri Esteri Ritorno Turismo.

Tra i diversi gruppi di utenti, il *market share* delle scelte modali varia, non solo poiché variano le disponibilità di mezzi (ad esempio, l'auto non è disponibile per i passeggeri che sono stati intervistati al momento del viaggio di ritorno), ma anche perché alcuni attributi fondamentali per la categoria affari diventano insignificanti per quella turismo e viceversa (ad esempio, la fruizione di un rimborso per la spesa del viaggio).

Delle 6.245 interviste iniziali ne sono state utilizzate per la calibrazione 4.620. Sono state, infatti, escluse:

- le interviste in cui è stato dichiarato di utilizzare modi disponibili ma residuali nel campione generale (Moto/ciclomotore, Uber/BlaBlaCar, Altro, Treno fino a Brescia+Taxi/NCC), pari a circa il 5% del campione;
- le interviste incoerenti tra modo dichiarato ed effettiva disponibilità Origine/Destinazione;
- le interviste che utilizzano l'auto privata parcheggiata presso l'aeroporto come adduzione ad un viaggio di ritorno, dal momento che tale dichiarazione è stata considerata erronea (<1% del campione);
- le interviste in cui il mezzo dichiarato è risultato una scelta residuale per quella specifica componente di domanda (ad esempio il taxi per la componente andata-Italia-turismo).

Nella tabella seguente sono riportati le distribuzioni campionarie sulle scelte modali per le differenti componenti di domanda considerate.

Modo	Andata		Ritorno		Estero	
	Affari	Turismo	Affari	Turismo	Affari	Turismo

Auto privata parcheggiata	238	38%	730	38%		0%		0%		0%		0%
Auto accompagnato	229	37%	834	43%	135	38%	130	39%	157	35%	173	19%
Auto a noleggio	21	3%		0%	50	14%	26	8%	61	13%	68	7%
Taxi	13	2%		0%	36	10%		0%	61	13%	45	5%
Servizio pubblico	37	6%	143	7%	61	17%	89	27%	78	17%	271	30%
Shuttle	86	14%	232	12%	77	21%	90	27%	96	21%	353	39%
	624		1,939		359		335		453		910	

Per la calibrazione del modello di scelta modale sono state inizialmente considerate tutte le risposte alle domande del questionario di tipo RP, in un processo di tipo *trial & error* che ha portato infine a selezionare solo quelle significative per ciascun sotto-modello e per i vari modi disponibili.

I modi considerati sono stati scelti sulla base dei questionari ed aggregati a seconda della rete di offerta nel grafo multi-modale di assegnazione del modello.

Tali modi si riportano di seguito con l'indicazione dei codici di riferimento nel modello di split e nelle risposte del questionario (tra parentesi):

- auto parcheggiata presso uno dei parcheggi dell'aeroporto (1);
- auto accompagnato da un non passeggero (2);
- auto a noleggio (3);
- taxi (4);
- TPL pubblico - gomma e/o ferro (5-7-10)
- Shuttle /servizi commerciali (8-12-13-14).

Nei paragrafi seguenti vengono riportate le forme funzionali di utilità associate a ciascun modo di trasporto per ciascuna componente di domanda. In generale, oltre alle variabili specifiche dei mezzi (ASC), vale quanto segue, con riferimento agli attributi:

t_{auto} = tempo di percorrenza in auto fra origine e destinazione (minuti).

c_{tot_auto} = costo totale dello spostamento in auto, dato dalla somma dell'eventuale pedaggio autostradale fra origine destinazione, espresso in euro, considerando un costo medio del pedaggio di 0.07231 euro/km, e dal costo operativo medio di utilizzo del mezzo. Ne consegue che il costo totale in auto è dato dalla somma dei costi operativi e del pedaggio laddove il percorso includa archi autostradali, dei soli costi operativi altrimenti.

c_{park_auto} = costo del parcheggio in aeroporto per persona.

$dist_{auto_km}$ = distanza fra origine e destinazione da grafo stradale (km).

c_{taxi} = costo taxi calcolato per le principali relazioni aeroportuali in base alla tariffa vigente o agli accordi forfettari (se presenti) ripartito tra il numero di persone a bordo;

$rimborso$ = attributo dummy che assume valore 1 se l'intervistato ha dichiarato di usufruire di un rimborso o di un'agevolazione fiscale per la spesa relativa al viaggio, 0 altrimenti;

$disp_{auto}$ = disponibilità del mezzo auto in alternativa al mezzo realmente utilizzato;

num_{bordo} = numero di persone presenti a bordo del veicolo;

t_{pubb} = tempo totale del viaggio su mezzi pubblici TPL su gomma e/o ferro: questo valore include anche i tempi di accesso, egresso, attesa medio e gli eventuali tratti in macchina necessari a raggiungere le fermate principali o le stazioni.

c_{pubb} = costo totale del viaggio su mezzo pubblico (euro), inteso come somma dei titoli di viaggio e degli eventuali costi di accesso/egresso in macchina. Si fa riferimento ai costi dei titoli di viaggio semplici, data la natura non sistematica del viaggio per le componenti considerate;

$dist_{pubb}$ = distanza fra origine e destinazione da grafo multimodale pubblico (km);

$n_{trasbordi}$ = numero di trasbordi nella catena multimodale pubblica;

$capoluogo$ = attributo che assume valore 1 se la destinazione/origine è la città di Bergamo o quella di Milano, 0 altrimenti.

t_{shu} = tempo di percorrenza con shuttle su gomma a mercato, da orario;

c_{shu} = costo medio del viaggio con shuttle su gomma a mercato come riportati sui siti internet dei vari operatori;

$c_{noleggio}$ = costo medio del noleggio dell'auto per persona, assumendo 50 €/giorno di noleggio, ottenuto come $c_{nol} = (c_{tot_auto} + (50 * notti)) / (1 + num_{bordo})$

Anche in questo caso, i valori assunti per ogni coppia Origine-Destinazione per le variabili di tempo e costo nei vari modi di percorrenza sono state calcolate come media pesata dei costi e tempi dei vari paths (percorsi) attivati per quella relazione a partire dall'assegnazione di una matrice di pre-calibrazione sul grafo di offerta di ciascun modo.

Il costo del parcheggio $c_{park_{auto}}$ non è direttamente calcolabile sul modello perché dipende da molti fattori. In caso di soste brevi, infatti, il costo giornaliero dei parcheggi di struttura varia tra 11 e 22 euro, mentre per le soste lunghe il costo diminuisce in modo inversamente proporzionale al numero dei giorni, ma risulta comunque una spesa non trascurabile nel totale. Dal momento che l'offerta di parcheggi è varia e la tariffa può cambiare non solo tra le varie strutture, ma anche a seconda del momento di prenotazione, il prezzo medio del parcheggio è stato ricavato a partire dalle risposte dei questionari di preferenza modale somministrati tra l'utenza aeroportuale. In particolare, sono state considerate le domande relative alla tipologia di parcheggio utilizzato (interno all'aeroporto o esterno con navetta) e al numero di notti di permanenza.

La regressione dei dati notti di permanenza e costo dichiarato di parcheggio suddivisa tra parcheggi dell'aeroporto e quelli esterni a pagamento non ha mostrato evidenti differenze. Si è quindi scelto di semplificare il modello con un'unica regressione, i cui risultati sono mostrati nella tabella seguente e nel grafico sottostante. Si può quindi affermare che in media il costo del parcheggio percepito dall'utente è pari a 17 euro per il primo giorno ed aumenta di circa 3 euro per ogni giorno successivo.

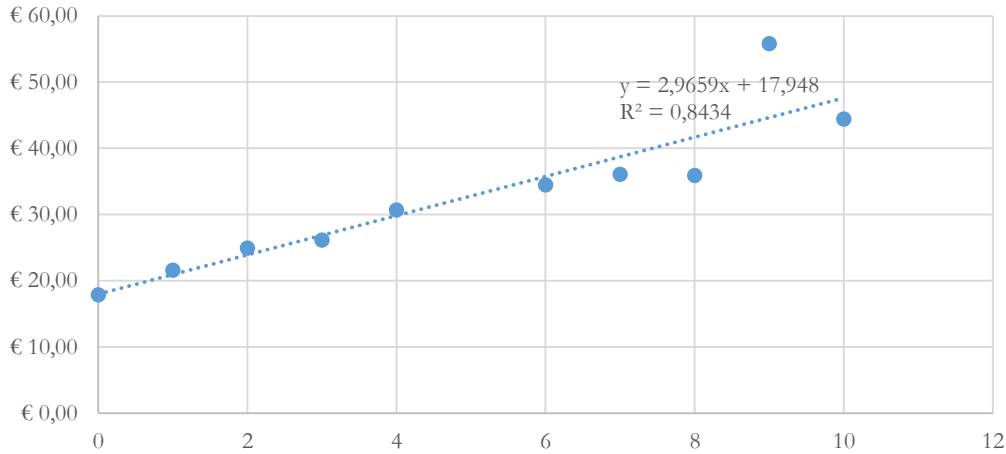


Figura 111 – Regressione tra costo del parcheggio dichiarato e numero di notti di permanenza in viaggio

Quindi, il costo c_{park_auto} inserito nel modello di scelta modale è stato calcolato a partire dalla spesa media dichiarata nelle interviste in relazione al numero di notti di permanenza e del numero di persone che si ipotizza dividano la spesa. Tale numero è scelto tra il minimo tra i due valori dei presenti a bordo e dei viaggiatori.

$$c_{park_auto} = 2.97 * notti + 16.95 / \max(1, \min(num_{bordo}, gruppo))$$

Modello Italia Andata Affari

$$V_{auto} = ASC_{auto} + \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{costo} \cdot (c_{tot_auto} + c_{park})$$

$$V_{pass} = ASC_{pass} + \beta_{dist_auto} \cdot dist_{auto_km}$$

$$V_{nol} = ASC_{nol} + \beta_{costo} \cdot c_{tot_auto} + \beta_{rimb} \cdot rimborso + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{gruppo} \cdot num_{gruppo}$$

$$V_{taxi} = ASC_{taxi} + \beta_{costo} \cdot c_{taxi} / (1 + num_{bordo}) + \beta_{rimb} \cdot rimborso + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{gruppo} \cdot num_{gruppo} + \beta_{capoluogo} \cdot capoluogo$$

$$V_{pubb} = ASC_{pubb} + \beta_{costo} \cdot c_{pubb} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capoluogo} \cdot capoluogo$$

$$V_{shuttle} = \beta_{time} \cdot c_{shu} + \beta_{capoluogo} \cdot capoluogo + \beta_{disp} \cdot disp_{auto}$$

Modello Italia Andata Turismo

$$V_{auto} = ASC_{auto} + \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{costo} \cdot (c_{tot_auto} + c_{park})$$

$$V_{pass} = ASC_{pass} + \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{dist_auto} \cdot dist_{auto_km}$$

$$V_{pubb} = ASC_{pubb} + \beta_{time} \cdot t_{pubb} + \beta_{costo} \cdot c_{pubb} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

$$V_{shuttle} = \beta_{time} \cdot t_{shu} + \beta_{costo} \cdot c_{shu} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

Modello Italia Ritorno Affari

$$V_{pass} = ASC_{pass} + \beta_{time} \cdot t_{auto}$$

$$V_{nol} = ASC_{nol} + \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{costo} \cdot c_{nol} + \beta_{rimb} \cdot rimborso + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{gruppo} \cdot num_{gruppo}$$

$$V_{taxi} = ASC_{taxi} + \beta_{time} \cdot t_{taxi} + \beta_{costo} \cdot c_{taxi} / (1 + num_{bordo}) + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{gruppo} \cdot num_{gruppo} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

$$V_{pubb} = ASC_{pubb} + \beta_{time} \cdot t_{pubb} + \beta_{costo} \cdot c_{pubb} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

$$V_{shuttle} = \beta_{time} \cdot t_{shu} + \beta_{costo} \cdot c_{shu} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

Modello Italia Ritorno Turismo

$$V_{pass} = ASC_{pass} + \beta_{time} \cdot t_{auto}$$

$$V_{nol} = ASC_{nol} + \beta_{costo} \cdot c_{nol} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto}$$

$$V_{pubb} = ASC_{pubb} + \beta_{time} \cdot t_{pubb} + \beta_{costo} \cdot c_{pubb} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

$$V_{shuttle} = \beta_{time} \cdot t_{shu} + \beta_{costo} \cdot c_{shu} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

Modello Estero Ritorno Affari

$$V_{pass} = ASC_{pass} + \beta_{time} \cdot t_{auto}$$

$$V_{nol} = ASC_{nol} + \beta_{costo} \cdot c_{nol} + \beta_{rimb} \cdot rimborso + \beta_{disp} \cdot disp_{auto}$$

$$V_{taxi} = ASC_{taxi} + \beta_{time} \cdot t_{taxi} + \beta_{costo} \cdot c_{taxi} / (1 + num_{bordo}) + \beta_{rimb} \cdot rimborso + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

$$V_{pubb} = ASC_{pubb} + \beta_{time} \cdot t_{pubb} + \beta_{costo} \cdot c_{pubb} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

$$V_{shuttle} = \beta_{time} \cdot t_{shu} + \beta_{costo} \cdot c_{shu} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

Modello Estero Ritorno Turismo

$$V_{pass} = ASC_{pass} + \beta_{time} \cdot t_{auto}$$

$$V_{nol} = ASC_{nol} + \beta_{costo} \cdot c_{nol} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto}$$

$$V_{taxi} = ASC_{taxi} + \beta_{time} \cdot t_{taxi} + \beta_{costo} \cdot c_{taxi} / (1 + num_{bordo}) + \beta_{disp} \cdot disp_{auto}$$

$$V_{pubb} = ASC_{pubb} + \beta_{time} \cdot t_{pubb} + \beta_{costo} \cdot c_{pubb} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

$$V_{shuttle} = \beta_{time} \cdot t_{shu} + \beta_{costo} \cdot c_{shu} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto} + \beta_{capo} \cdot capoluogo$$

I valori dei coefficienti beta calibrati sono riportati nella tabella seguente.

	Andata		Ritorno				Estero					
	Affari		Turismo		Affari		Turismo		Affari		Turismo	
	value	T-test	value	T-test	value	T-test	value	T-test	value	T-test	value	T-test
ASC_AUTO	-29	-151	-30	-269								
ASC_PASS	-29.6	-216	-29.4	-321	-25.6	-71.7	-30.2	-86.6	-29.1	-133	-26.2	-0.00216
ASC_NOL	-3	-6.39			-1.86	-2.58	1.45	1.53	-0.819	-1.52	0.371	0.696
ASC_TAXI	-2.89	-6.07			-3.68	-6.03			-2.38	-6.99	-1.35	-2.78
ASC_PUBB	-1.79	-6.6	-1.87	-10.8	-1.72	-6.41	-1.3	-5.78	-1.29	-6.29	-1.36	-10.3
B_TIME			-0.00238	-0.848	-0.00919	-0.989	-0.00717	-1.27	-0.0154	-3.67	-0.0147	-4.24
B_COST	-0.0297	-4.23	-0.0122	-3.37	-0.00315	-1.17	-0.0312	-5.23	-0.0102	-4.42	-0.0238	-8.02
B_BERG	0.709	1.63	1.42	5.04	2.15	5.03	1.47	2.47	1.72	4.9	2	5.14
B_GRUPPO	0.912	6.24			0.913	5.71						

B_DIST_AUTO	-0.00886	-4.32	-0.0135	-11.1						-0.00236	-0.783	
B_RIMB	1.23	2.77			21.2	0.00306			28.1	1.19E+13		
B_DISP	-32.4	-122	-32.6	-189	-27.9	-78.3	-33.1	-94.9	-30.8	-140	-27.4	-0.00226
R2	0.468		0.446		0.53		0.676		0.515		0.603	

Si nota come i segni siano tutti coerenti. In alcuni casi è stato ritenuto opportuno accettare alcune variabili, anche se poco significative, o perché fondamentali (il tempo di percorrenza) o perché utili comunque a elevare il valore dell'R² del modello.

Per l'applicazione del modello di scelta modale degli scenari futuri, gli attributi della domanda verranno ricostruiti a partire dalla distribuzione campionaria di numero di notti, numero di persone a bordo, numero di persone del gruppo di viaggio e possibilità di rimborso della spesa, rilevati nelle interviste, per ogni coppia origine/destinazione, per ogni modo di trasporto e per ogni componente di domanda, secondo il metodo del *sample enumeration*.

Modello di calibrazione di tipo misto (RP+SP)

Dal momento che le interviste contengono una sezione dedicata alle preferenze dichiarate, è stato calibrato anche un secondo modello di scelta modale di tipo misto (RP+SP) per la componente aeroportuale: tale modello vuole riprodurre il meccanismo di scelta degli utenti mettendo insieme sia la scelta effettiva (RP), che quella che l'utente ha dichiarato che compierebbe nell'ipotetico scenario futuro visto che quello attuale non comprende la modalità oggetto di analisi. Gli attributi dell'offerta associati alle interviste RP sono quelli dello scenario attuale, mentre alle interviste SP sono associati gli attributi degli scenari con servizio ferroviario per l'aeroporto, ed in particolare costo del treno no-stop pari a 14€/viaggio.

La calibrazione è limitata alle relazioni con Bergamo, Milano e Brescia, data la consistenza del campione, ed ha come scopo non solo l'individuazione dei valori assunti dai coefficienti beta, ma anche la calibrazione di un peso da attribuire alle interviste di tipo SP, che ne riproduca l'affidabilità, stante il peso 1 associato alle interviste di tipo RP: infatti si assume che la scelta reale nella situazione futura si discosti da quella dichiarata.

Sono state considerate come riferimento le interviste Andata Italia Turismo, vista la maggiore numerosità del campione.

Al fine di valutare il peso da assegnare alle interviste di tipo SP, sono state condotte delle analisi di consistenza al variare del peso. I risultati ottenuti sono riportati nel seguito.

Peso SP	0 (solo RP)		0.1		0.2	
	value	t-test	value	t-test	value	t-test
ASC_AUTO	-36.4	-109	-36.7	-136	-36.9	-148
ASC_PASS	-35.1	-112	-35.2	-153	-35.1	-177
ASC_PUBB	-2.71	-8.67	-2.15	-8.94	-1.86	-8.84
B_COST	-0.0213	-2.5	-0.0193	-2.33	-0.0187	-2.3
B_DISP	-34.2	-57	-32.5	-74.5	-32	-85.2
B_DIST_AUTO	-0.0341	-6.7	-0.0401	-7.91	-0.0453	-8.97
B_TIME	-0.058	-4.13	-0.0877	-7.94	-0.0957	-9.81
R2	0.501		0.435		0.401	

Peso SP	0.3		0.4		0.5	
	value	t-test	value	t-test	value	t-test
ASC_AUTO	-37.6	-159	-29.5	-0.00584	-187	-848
ASC_PASS	-35.6	-199	-27.3	-0.00541	-185	-1190
ASC_PUBB	-1.66	-8.64	-1.5	-8.39	-1.38	-8.13
B_COST	-0.0183	-2.29	-0.0181	-2.31	-0.018	-2.34
B_DISP	-32.5	-95.4	-24.2	-0.00479	-182	-608
B_DIST_AUTO	-0.0493	-9.87	-0.0525	-10.7	-0.055	-11.4
B_TIME	-0.0988	-11	-0.1	-11.9	-0.101	-12.6
R2	0.379		0.365		0.355	

Peso SP	0.6		0.7		0.8	
	value	t-test	value	t-test	value	t-test
ASC_AUTO	-65	-303	-161	-767	-64.1	-314
ASC_PASS	-62.6	-422	-158	-1110	-61.6	-452
ASC_PUBB	-1.27	-7.86	-1.19	-7.59	-1.11	-7.33
B_COST	-0.0179	-2.38	-0.0179	-2.42	-0.0179	-2.46
B_DISP	-59.6	-208	-155	-565	-58.6	-221
B_DIST_AUTO	-0.0569	-12	-0.0585	-12.6	-0.0598	-13.1
B_TIME	-0.101	-13.2	-0.1	-13.6	-0.0999	-14
R2	0.348		0.343		0.339	

Peso SP	0.9		1 (solo SP)	
	value	t-test	value	t-test
ASC_AUTO	-57.9	-290	-36.1	-185
ASC_PASS	-55.3	-420	-33.5	-263
ASC_PUBB	-1.04	-7.07	-0.976	-6.82
B_COST	-0.018	-2.5	-0.018	-2.55
B_DISP	-52.4	-204	-30.7	-123
B_DIST_AUTO	-0.0608	-13.5	-0.0616	-14
B_TIME	-0.0993	-14.4	-0.0986	-14.7
R2	0.334		0.334	

Si riporta nel seguito come varia il *market share* per ciascun peso attribuito alle interviste SP (il modello è instabile per i valori di peso SP = 0.8÷1, per questo i risultati in tali condizione non mantengono un andamento lineare e coerente (si veda andamento R² e market share).

Peso SP	0 (solo RP)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
---------	-------------	-----	-----	-----	-----	-----

1 Auto conducente	137	22%	140.8	20%	144.6	19%	148.4	18%	152.2	17%	156	16%
2 Auto Passeggero	297	47%	314.8	45%	332.6	44%	350.4	43%	368.2	42%	386	41%
5 Pubblico	47	7%	85.5	12%	124	16%	162.5	20%	201	23%	239.5	25%
6 Shuttle	150	24%	153.8	22%	157.6	21%	161.4	20%	165.2	19%	169	18%

Peso SP	0.6		0.7		0.8		0.9		1 (solo SP)	
1 Auto conducente	159.8	16%	163.6	15%	175	14%	171.2	14%	175	14%
2 Auto Passeggero	403.8	40%	421.6	39%	475	37%	457.2	38%	475	37%
5 Pubblico	278	27%	316.5	29%	432	34%	393.5	33%	432	34%
6 Shuttle	172.8	17%	176.6	16%	188	15%	184.2	15%	188	15%

La scelta del peso da attribuire alle interviste di tipo SP rispetto a quello da associare alle interviste RP è frutto dell'osservazione del comportamento della calibrazione al variare del peso stesso. Prima di tutto sono stati scartati tutti i modelli la cui calibrazione non terminava a convergenza (Peso SP=0.1 e Peso SP=0.9). Tra i rimanenti si è scelto di non considerare anche quelli convergenti, ma più instabili (Peso SP>0.5), vale a dire quelli che restituivano valori dei coefficienti beta con ordini di grandezza molto diversi rispetto alla pura calibrazione RP. Peso SP=0.4 è stato scartato per il t-test, che indica una significatività quasi nulla per tutti i coefficienti beta. Per queste ragioni, si è quindi deciso di attribuire un peso di 0.3 alle interviste di tipo SP e di assumere quindi il relativo modello di scelta modale. Tale valore restituisce un market share modificato rispetto a quello del modello calibrato con le sole interviste RP in cui il pubblico passa da una quota modale del 7% ad una del 20%.

Per verifica si è proceduto alla calibrazione di tutti gli altri 5 modelli facendo variare il peso tra 0, 0.3 e 1. Si riportano in seguito i risultati ottenuti ed i valori dei coefficienti beta calibrati.

Modello Italia Andata Affari

Peso SP	0 (solo RP)		0.3		1 (solo SP)	
	value	t-test	value	t-test	value	t-test
ASC_AUTO	-24.8	-0.00147	-24.9	-0.00114	-29.9	-213
ASC_NOL	-3.7	-7.51	-3.13	-7.25	-2.95	-7.38
ASC_PASS	-24.9	-0.00148	-24.8	-0.00113	-29.6	-227
ASC_PUBB	-1.99	-6.05	-0.49	-2.59	0.392	2.72
ASC_TAXI	-3.37	-6.1	-2.82	-5.66	-2.62	-5.71
B_COST	-0.022	-1.84	-0.0136	-1.61	-0.0101	-1.55
B_DISP	-27.2	-0.00161	-26.3	-0.0012	-30.9	-225
B_DIST_AUTO	-0.0139	-1.88	-0.0123	-1.93	-0.0154	-2.89
B_GRUPPO	1.05	5.37	0.629	3.69	0.444	2.83
B_RIMB	1.75	3.3	1.3	3.04	1.23	3.3
R2	0.484		0.353		0.324	

Peso SP	0 (solo RP)		0.3		1 (solo SP)	
1 Auto conducente	66	26%	75.9	23%	99	19%
2 Auto passeggero	80	31%	91.4	27%	118	23%
3 Noleggio	14	5%	14.9	4%	17	3%
4 Taxi	13	5%	14.2	4%	17	3%
5 Pubblico	22	9%	71.8	21%	188	36%
6 Shuttle	63	24%	67.8	20%	79	15%

Modello Estero Ritorno Turismo

Peso SP	0 (solo RP)		0.3		1 (solo SP)	
	value	t-test	value	t-test	value	t-test
ASC_AUTO	-2.82	-6.34	-3.96	-9.09	-4.55	-11.8
ASC_NOL	-31.2	-160	-33.1	-206	-34.3	-264
ASC_PASS	-1.03	-6.32	-0.12	-0.994	0.353	4.13
ASC_PUBB	-4.09	-14.7	-4.43	-17	-4.65	-19.6
ASC_TAXI	-0.0247	-7.21	-0.0285	-9.15	-0.0286	-10.9
B_COST	-29.8	-153	-31.3	-195	-32.3	-248
B_DISP	-0.0293	-2.9	-0.0573	-6.55	-0.0677	-9.65
B_DIST_AUTO	-0.0379	-6.89	-0.0589	-11.6	-0.0669	-15.6
B_GRUPPO	-2.82	-6.34	-3.96	-9.09	-4.55	-11.8
B_RIMB	-31.2	-160	-33.1	-206	-34.3	-264
R2	0.592		0.568		0.569	

Peso SP	0 (solo RP)		0.3		1 (solo SP)	
2 Auto passeggero	94	13%	107.8	11%	140	9%
3 Noleggio	35	5%	41.3	4%	56	4%
4 Taxi	45	6%	48.3	5%	56	4%
5 Pubblico	243	33%	415.5	43%	818	55%
6 Shuttle	321	43%	347.1	36%	408	28%

Modello Estero Ritorno Affari

Peso SP	0 (solo RP)		0.3		1 (solo SP)	
	value	t-test	value	t-test	value	t-test
ASC_AUTO	-2.67	-4.52	-3.86	-7.5	-4.51	-10.5
ASC_NOL	-50	-199	-32.6	-175	-26.5	-0.00209
ASC_PASS	1.24	5.05	0.305	1.7	-0.36	-2.68
ASC_PUBB	-2.05	-4.64	-2.99	-8.02	-3.46	-11.3
ASC_TAXI	-0.00918	-2.94	-0.0095	-3.35	-0.00688	-3.03
B_COST	-50.6	-201	-31.9	-171	-25.2	-0.00199
B_DISP	55.5	2.31E+17	3.4	7.81	2.87	9.72
B_DIST_AUTO	-0.0316	-4.4	-0.0379	-6.46	-0.0359	-7.73
B_GRUPPO	-2.67	-4.52	-3.86	-7.5	-4.51	-10.5
B_RIMB	-50	-199	-32.6	-175	-26.5	-0.00209
R2	0.507		0.419		0.394	

2 Auto passeggero	67	22%	76.3	19%	98	16%
3 Noleggio	29	10%	32.6	8%	41	7%
4 Taxi	61	20%	69.1	17%	88	14%
5 Pubblico	58	19%	125.5	31%	283	46%
6 Shuttle	90	30%	95.1	24%	107	17%

Modello Italia Ritorno Turismo

Peso SP	0 (solo RP)		0.3		1 (solo SP)	
	value	t-test	value	t-test	value	t-test
ASC_NOL	1.47	1.66	0.0427	0.0659	-0.535	-1.02
ASC_PASS	-26.9	-0.000732	-28.4	-185	-31	-293
ASC_PUBB	-1.43	-5.83	-0.543	-3.13	0.176	1.32
B_COST	-0.05	-3.74	-0.0284	-3.5	-0.0196	-3.45
B_DISP	-29.5	-0.000801	-30.3	-197	-32.7	-309

R2		0.718		0.59		0.528	
2	Auto passeggero	84	35%	100.8	32%	140	29%
3	Noleggio	9	4%	10.2	3%	13	3%
5	Pubblico	68	28%	118.1	37%	235	48%
6	Shuttle	82	34%	88.3	28%	103	21%

Modello Italia Ritorno Affari

Peso SP	0 (solo RP)		0.3		1 (solo SP)	
	value	t-test	value	t-test	value	t-test
ASC_AUTO	-5.97	-6.13	-7.79	-8.93	-8.07	-11.2
ASC_NOL	-29	-59.8	-32.5	-99	-31.2	-122
ASC_PASS	-1.84	-5.9	-1.36	-5.29	-0.877	-4.17
ASC_PUBB	-5.33	-5.66	-7.16	-8.66	-7.4	-10.9
ASC_TAXI	-0.00041	-0.181	-0.00141	-0.477	-0.000935	-0.424
B_COST	-29	-59.8	-30	-91.5	-28.3	-111
B_DISP	1.49	6.56	1.32	6.45	1.27	7.59
B_DIST_AUTO	18.7	0.00866	2.24	4	1.76	4.67
B_GRUPPO	-0.0286	-1.79	-0.068	-5.87	-0.0739	-8.2
B_RIMB	-5.97	-6.13	-7.79	-8.93	-8.07	-11.2
R2	0.575		0.493		0.473	

2	Auto passeggero	64	26%	73.6	23%	96	19%
3	Noleggio	20	8%	22.7	7%	29	6%
4	Taxi	36	15%	40.5	13%	51	10%
5	Pubblico	52	21%	106	33%	232	47%
6	Shuttle	72	30%	76.5	24%	87	18%

Dal confronto dei market share, si nota un guadagno medio per il modo pubblico intorno al 10% rispetto all'applicazione del modello puro RP.

Sono stati applicati entrambi i modelli di scelta modale. Per un dettaglio sui risultati ottenuti si rimanda ai capitoli 5, 6 del presente documento.

Modello di domanda OrioCenter

I dati di preferenza modale e le interviste di preferenza dichiarata raccolti tra l'utenza dell'OrioCenter mostrano una propensione marcata per la scelta modale "auto con parcheggio in struttura" per tutti i motivi (acquisti, ristorazione, cinema) e le categorie di utenti, a prescindere dal sesso o lo stato di occupazione. L'unica discriminante sembra essere la disponibilità di un'auto, che preclude in modo sostanziale la guida di un'autovettura propria. Tra gli attributi specifici fondamentali dei vari modi il costo del viaggio non risulta significativo: in buona sostanza, l'utente sceglie l'auto per comodità, senza considerare costi del viaggio in confronto alle alternative disponibili. Il tempo del viaggio invece influisce sulla scelta del mezzo.

Nella calibrazione di un modello di scelta modale di tipo logistico misto RP+SP si sono considerati i 4 modi seguenti:

1. auto parcheggiata nella struttura;
2. auto come passeggero (tipo *kiss&ride*);
3. pubblico;
4. motorino.

L'ultimo modo, non considerato nei modelli di scelta *generale Lombardia e Aeroporto*, non è in questo caso trascurabile, soprattutto in relazione all'età dell'utenza.

Per la calibrazione disaggregata di tipo misto RP+SP il processo è analogo a quello già applicato per i modelli di scelta modale dell'utenza aeroportuale: sono stati calibrati non solo i coefficienti beta associati ai vari attributi, ma anche un peso (peso_SP) da associare alle scelte modali dichiarate, a fronte del peso_SP=1 per quelle reali nella condizione attuale. L'esplicitazione base del modello è la seguente:

$$V_{auto} = \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{cine} \cdot cinema$$

$$V_{pass} = \beta_{time} \cdot t_{auto} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto}$$

$$V_{pubb} = ASC_{pubb} + \beta_{time} \cdot t_{pubb} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto}$$

$$V_{moto} = \beta_{time} \cdot t_{moto} + \beta_{disp} \cdot disp_{auto}$$

Dove:

cinema, variabile che assume valore 1 se lo spostamento viene compiuto per motivo cinema;

disp_{auto}, variabile che assume valore 0 se l'utente non ha un'auto a diposizione come alternativa;

t_{auto}, tempo di percorrenza modo auto;

t_{pubb}, tempo di percorrenza modo pubblico;

t_{moto}, tempo di percorrenza modo motorino.

Il risultato di tale processo con peso_SP variabile tra 0 (modello calibrato di tipo RP puro) e 1 è riportato nella tabella seguente.

Peso_SP	0		0.1		0.2		0.3		0.4	
	value	T-test	value	T-test	value	T-test	value	T-test	value	T-test
ASC_PUBB	-0.655	-0.77	1.82	4.15	2.34	6.77	2.56	8.59	2.69	9.99
B_CINE	-3.05	-7.95	-2.15	-7.26	-1.84	-6.92	-1.67	-6.77	-1.57	-6.73
B_DISP	-5.3	-19.4	-4.62	-25.1	-4.42	-27.2	-4.32	-28.6	-4.26	-29.6
B_TIME	0.0225	0.995	-0.0256	-2.02	-0.0296	-2.97	-0.0287	-3.36	-0.0266	-3.49
R2	0.857		0.775		0.724		0.688		0.66	

0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1	
value	T-test	value	T-test	value	T-test	value	T-test	value	T-test	value	T-test
2.76	11.1	2.81	12.1	2.85	12.9	2.87	13.6	2.88	14.3	2.89	14.8
-1.49	-6.74	-1.44	-6.78	-1.39	-6.85	-1.36	-6.94	-1.34	-7.03	-1.32	-7.14
-4.23	-30.4	-4.21	-31.2	-4.19	-31.9	-4.18	-32.6	-4.18	-33.2	-4.18	-33.9
-0.0243	-3.49	-0.022	-3.4	-0.0198	-3.24	-0.0176	-3.05	-0.0156	-2.83	-0.0137	-2.59
0.639		0.621		0.607		0.595		0.585		0.577	

I market share per ciascun peso sono i seguenti:

Peso_SP	0	0.1	0.2	0.3	0.4
---------	---	-----	-----	-----	-----

	num	%	num	%	num	%	num	%	num	%
1 auto parcheggiata	987	93%	1052	90%	1118	87%	1183	85%	1248	83%
2 auto accompagnato	20	2%	20	2%	20	2%	20	1%	20	1%
5 pubblico	26	2%	66	6%	106	8%	146	11%	186	12%
15 motorino	34	3%	36	3%	38	3%	40	3%	42	3%

0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1	
num	%	num	%	num	%	num	%	num	%	num	%
1314	82%	1379	81%	1444	79%	1509	78%	1575	77%	1640	77%
20	1%	20	1%	20	1%	20	1%	20	1%	20	1%
226	14%	266	16%	306	17%	346	18%	386	19%	426	20%
45	3%	47	3%	49	3%	51	3%	53	3%	55	3%

Come si può notare, il modello risulta piuttosto stabile al variare di tutti i pesi associati alle interviste di tipo SP.

In analogia a quanto fatto con il modello dell'Aeroporto, è stato assegnato un peso pari a 0.3 alle interviste SP.

9.4. COSTRUZIONE DEL MODELLO DI INTERAZIONE DOMANDA-OFFERTA PASSEGGERI E DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Ai fini della costruzione del modello di simulazione, è stato implementato il modello di interazione domanda-offerta, ovvero un modello in grado di assegnare al sistema di offerta la domanda di mobilità nelle diverse componenti modali riferite ad un fissato intervallo di tempo.

In particolare, l'interazione tra domanda e offerta è rappresentata dall'assegnazione rispettivamente della matrice privata sulla rete stradale e della matrice ferroviaria sulla rete ferroviaria.

È prevista un'assegnazione aggregata della domanda sistematica e non sistematica, come risultante dall'applicazione della catena modellistica in modo aggregato, così da considerare correttamente gli effetti della domanda complessiva sulla congestione.

Al modello di assegnazione della componente ferroviaria è, invece, affidato il compito di distribuire la domanda ferroviaria risultante dall'applicazione del modello di scelta modale tra le varie tipologie di servizi ferroviari in base alle loro caratteristiche in termini di costo, velocità di percorrenza, comfort e stazioni servite. Come risultato, è possibile ottenere il carico giornaliero sulle tratte ferroviarie ed il valore dei passeggeri saliti-discesi alle varie stazioni, distinti per tipologia di servizio e relazione.

Modello di scelta del percorso ferroviario ed assegnazione della domanda

Date tali premesse e la necessità di enucleare le frequentazioni su treno dal sistema di offerta generale, è stato implementato un modello di assegnazione specifico, a partire da un modello di assegnazione agli ipercammini, basato sul costo generalizzato, con riferimento ad un giorno feriale medio. Nel modello proposto, quindi, ad ogni componente della catena di spostamento (di corsa treno, di adduzione gomma, di salita, accesso e egresso) è stato attribuito un costo generalizzato di viaggio: tale costo dipende dal tempo reale di impiego dell'arco, dal costo di utilizzo e dal Valore Economico del Tempo associato alla specifica componente di domanda (sistematica e non sistematica).

È importante innanzitutto descrivere la sequenza degli archi (componenti) che compongono un percorso nel grafo di rete: ricordando che ciascun arco descrive un'aliquota di tempo che costituirà il tempo totale. In particolare:

- agli archi di presalita/postdiscesa è destinata la componente di viaggio relativa al tempo di accesso/egresso alla stazione;
- agli archi di salita è imputato il tempo di attesa del servizio, quest'ultimo funzione della frequenza del servizio (F);
- agli archi di discesa è attribuito il tempo di discesa dal servizio;
- agli archi di servizio è associato il tempo di viaggio a bordo.

In aggiunta al costo generalizzato, agli archi di servizio è associato anche il costo del titolo di viaggio, calcolato in funzione della lunghezza, diversificato a seconda che sia rivolto alla componente sistematica o non sistematica, mentre all'arco di salita è applicato un fattore di correzione che tiene conto anche del comfort percepito per ogni tipo di servizio. Quest'ultimo parametro è stato selezionato per replicare il meccanismo di scelta del tipo di servizio per ragioni che vanno oltre il tempo di viaggio ed il costo, che non dipendono quindi dalla lunghezza del viaggio ma dall'utenza. Nella pratica, il fattore corregge la frequenza del servizio, modificando quindi l'utilità percepita dai passeggeri in relazione ai diversi tipi di servizi. La tabella seguente riporta i fattori correttivi considerati.

In definitiva, la frequenza del servizio associata all'arco di salita è modificata come segue:

$$n' = \frac{n}{VOT(1 + k n)}$$

Tabella 9-22 - Fattori correttivi per tipologia di servizio

Tipologia di servizio	Fattore comfort
Regionale, Regionale Veloce, Suburbano	0
Intercity	-0.01
Freccia Bianca	-0.012
Freccia Argento, Freccia Rossa	-0.015

Il processo di calibrazione dei parametri di comfort è di tipo *brute-force*: i coefficienti sono stati fatti variare in cicli iterativi annidati e per ogni combinazione degli stessi è stato calcolato il coefficiente di correlazione con i dati disponibili relativi ai passeggeri del trasporto ferroviario.

Il valore economico del tempo utilizzato – basato su "Linee guida per la misura dei Costi Esterni nell'ambito del PON Trasporti 2000 - 2006" - è riportato nella tabella seguente per le diverse componenti di domanda.

Tabella 9-23 - Valore economico del tempo per le diverse componenti di domanda

Componente	VOT [€/h persona]
Sistematica	8.74
Non sistematica Affari	23.45
Non sistematica Occasionale	4.91

**Si sottolinea che, poiché il modello tiene in considerazione le sole componenti di domanda sistematica e non sistematica, il VOT per la componente non sistematica è stato calcolato come media pesata dei due valori della tabella precedente, per un valore finale di 10,47 €/h persona.*

L'assegnazione della domanda all'offerta viene applicata separatamente per le diverse componenti di domanda: tale processo è possibile dal momento che la capacità non influisce sul meccanismo di scelta.

Per quanto riguarda il grafo ferroviario, è necessario specificare che ad ogni linea ferroviaria corrispondono più archi del grafo; infatti sono stati distinti i diversi tipi di servizi, in termini di tempi di percorrenza e fermate effettuate, che a livello modellistico rappresentano scelte alternative.

A seconda della zona di origine dello spostamento, l'accesso alla stazione può essere:

- diretto, mediante un connettore pedonale, nel caso in cui la stazione sia presente nella zona di origine dello spostamento;
- attraverso un servizio pubblico, riprodotto da un connettore pubblico, caratterizzato da un tempo corrispondente alla durata di tale servizio;
- in auto, mediante l'arco fittizio (*park_ride*) che simula il meccanismo del parcheggio (in tal caso si accede alla rete stradale mediante un connettore auto e si raggiunge la stazione percorrendo la rete privata).

Dalle zone di origine senza stazione ma dotate di connettore pubblico, è possibile raggiungere la stazione sia in auto che mediante un servizio pubblico: in questo caso sono presenti degli archi di salita fittizi con tempi di attesa diversificati, che permettono di simulare la scelta del modo attraverso cui raggiungere la stazione da parte dell'utente.

Validazione del modello

Ai fini della validazione, sono stati analizzati i dati di frequentazione dei servizi regionali lungo le direttrici Bergamo-Lecco, Bergamo-Milano e Bergamo-Brescia.

Tali dati sono stati confrontati con i risultati ottenuti mediante l'assegnazione della matrice ferroviaria di Regione Lombardia.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti in termini di saliti, differenziati per servizio.

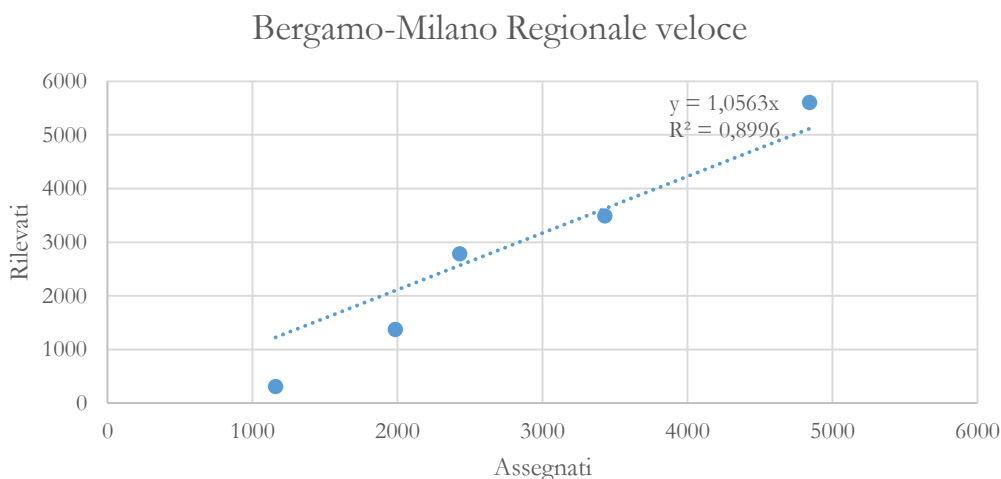


Figura 112 – Confronto saliti lungo la linea Bergamo-Milano Regionale Veloce

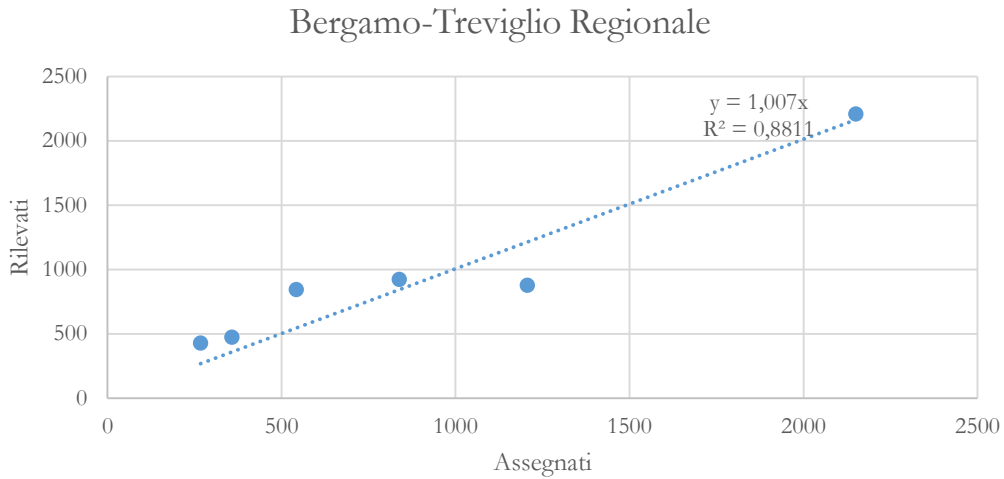


Figura 113 – Confronto saliti lungo la linea Bergamo-Treviglio Regionale

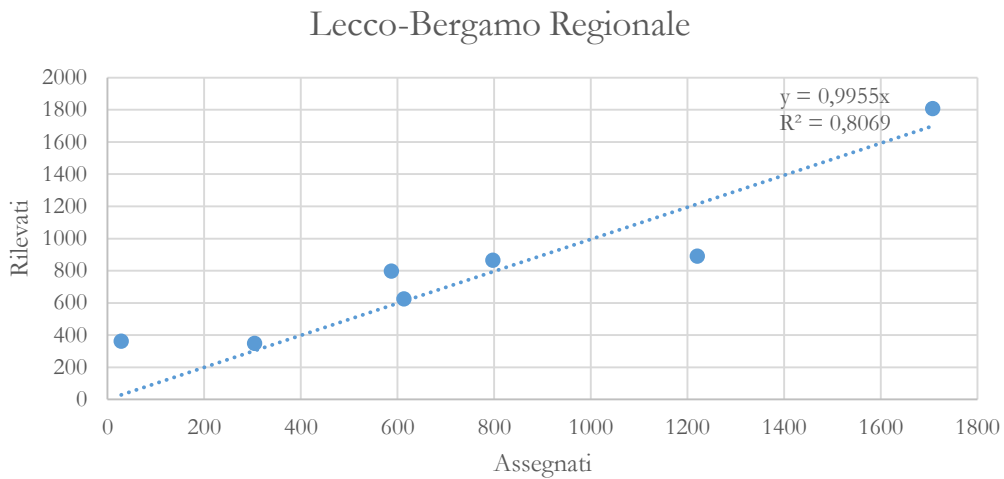


Figura 114 – Confronto saliti lungo la linea Lecco-Bergamo Regionale

In termini di passeggeri presenti per tratta si riporta nel seguito il confronto, suddiviso per ciascuna linea, tra assegnati da modello, assegnati da matrice Lombardia e rilevati.

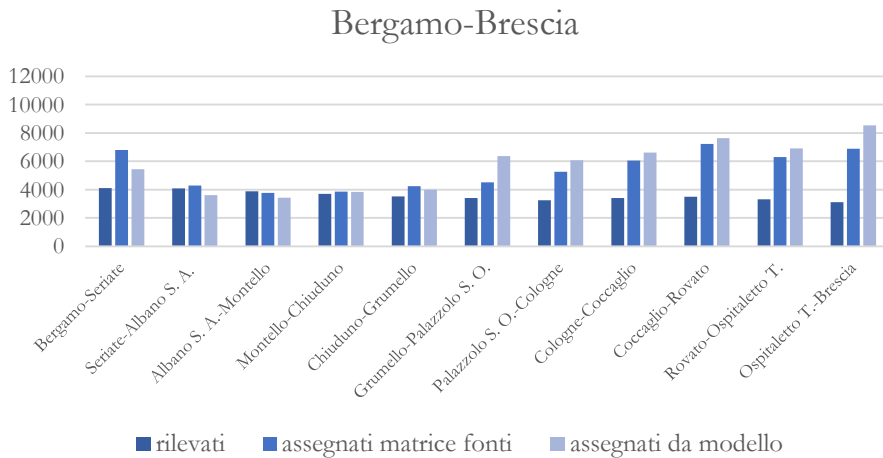


Figura 115 - Confronto presenti tratta linea Bergamo-Brescia

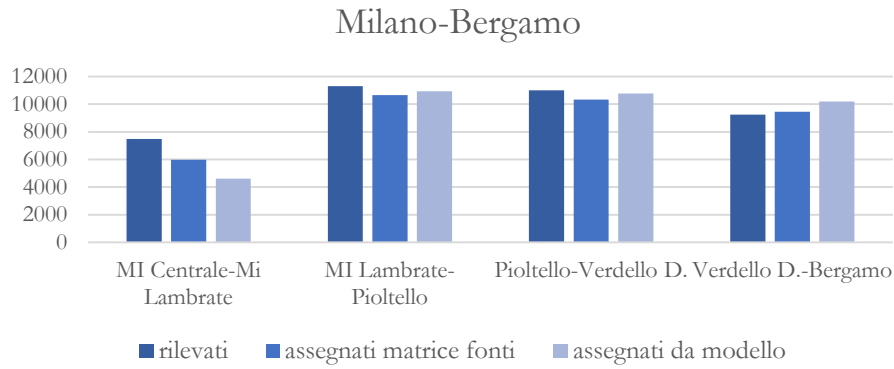


Figura 116- Confronto presenti tratta linea Milano-Bergamo

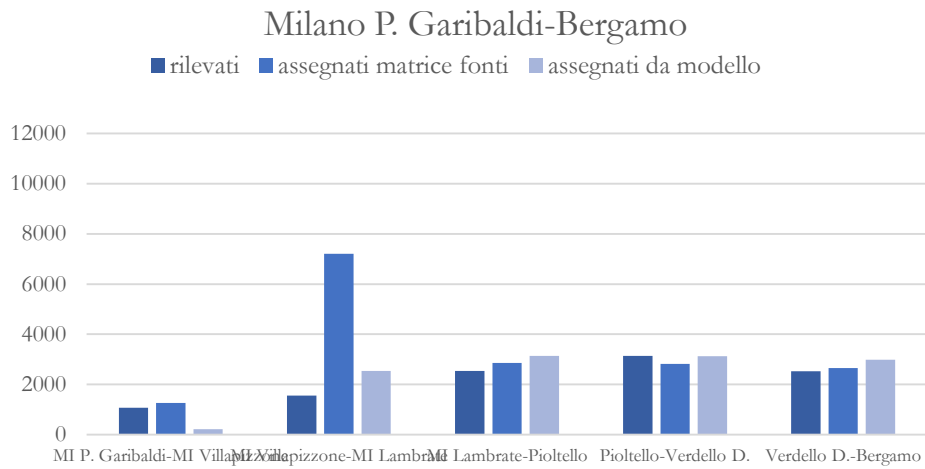


Figura 117 - Confronto presenti tratta linea Milano P. Garibaldi-Bergamo

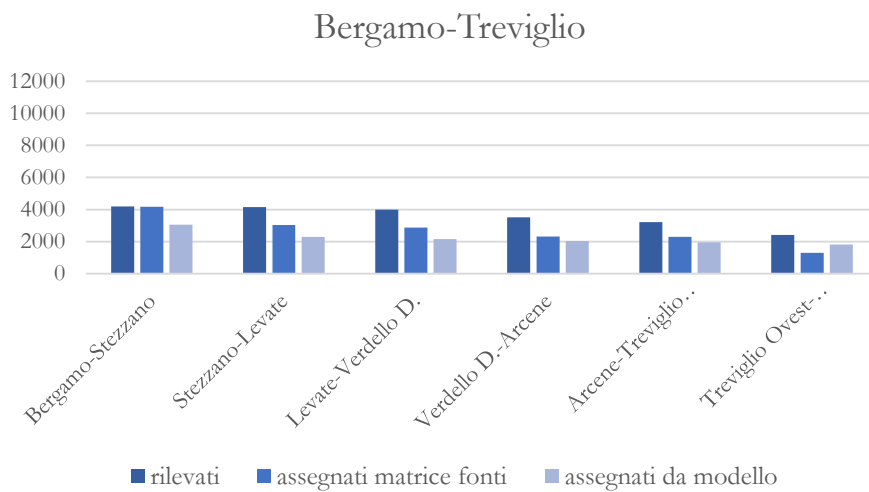


Figura 118- Confronto presenti tratta linea Bergamo-Treviglio

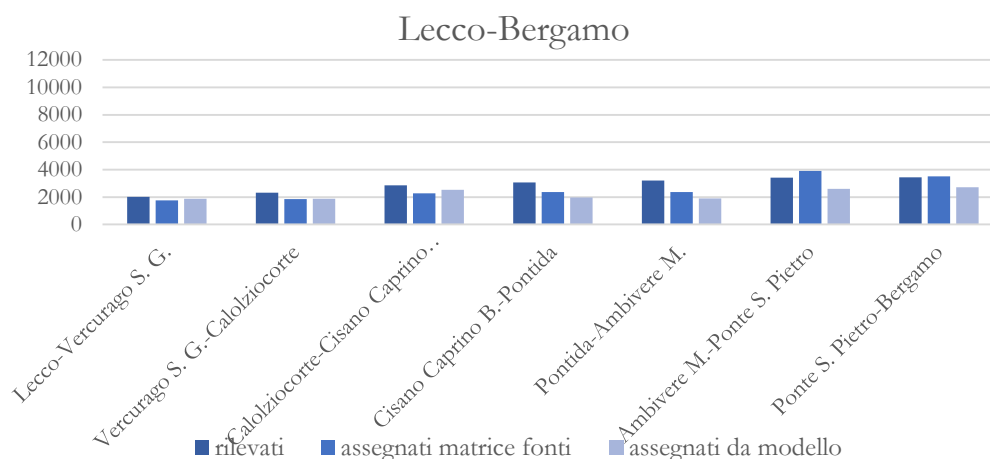


Figura 119 - Confronto presenti tratta linea Lecco-Bergamo

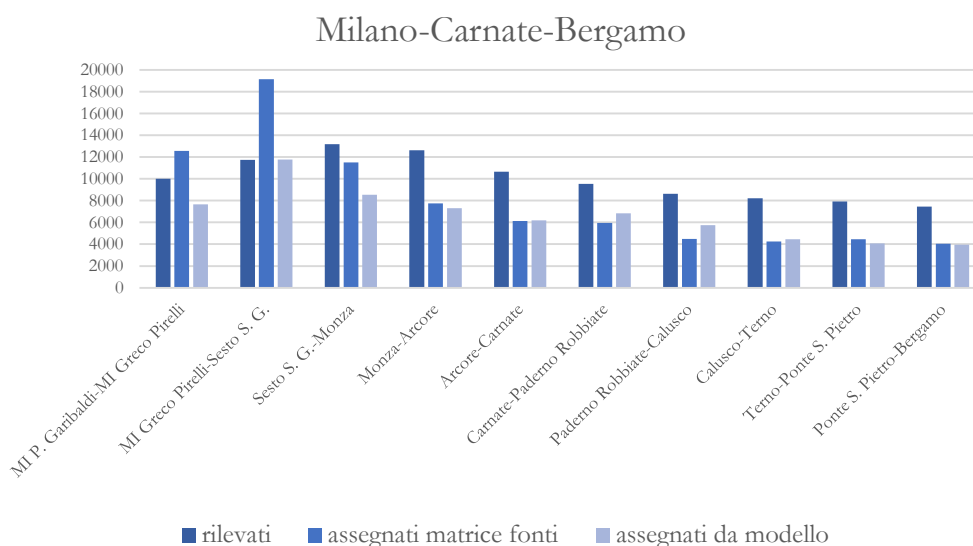


Figura 120 - Confronto presenti tratta linea Milano-Carnate-Bergamo

In conclusione, dal confronto tra i volumi rilevati e gli assegnati da modello si nota come la catena modellistica replichi l'attuale livello di utilizzo delle linee ferroviarie in maniera soddisfacente; le principali differenze, osservabili sulla Milano-Carnate-Bergamo e sulla Bergamo-Brescia, sono imputabili principalmente ad una diversa distribuzione della domanda sulle linee ferroviarie già osservabile dall'assegnazione della matrice fonte, su cui sono stati calibrati i modelli di domanda.

9.5. ESPLICITAZIONE DEL MODELLO DI ESERCIZIO AI FINI DELLE SIMULAZIONI

Il numero di servizi totali giornalieri è stato ottenuto espandendo il numero dei treni orari nei vari scenari, sommariamente illustrato al §5.2, nell'ipotesi che si mantengano inalterate le ore di attività della linea in analogia con lo stato attuale. Per la linea no-stop da Milano all'aeroporto di Orio al Serio, non attiva attualmente, si è ipotizzata una fascia oraria di attività dalle 5 alle 23, in conformità con la linea Milano-Bergamo (via Verdello).

ATTUALE																							
Codice	linea	n_giorno	direzione	fascia oraria																			
				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
R1	Bergamo-Brescia	18	a	0	0	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	0	0	
		18	r	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0
R2	Bergamo-Treviglio	26	a	0	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	0	0
		26	r	0	0	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	0
R7	Bergamo-Lecco	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
RE2	Bergamo-Mi. CE. (via Verdello)	20	a	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Bergamo-Mi. P.G. (Via Verdello)	6	a	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
		7	r	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
R14	Bergamo-Carnate-Mi. P.G.	24	a	1	1	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
		24	r	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
RE6	Milano-Verona	16	a	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		16	r	0	1	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

TENDENZIALE SENZA INTERVENTI																							
Codice	linea	n_giorno	direzione	fascia oraria																			
				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
R1	Bergamo-Brescia	18	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	0	0
		18	r	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0
R2	Bergamo-Treviglio	34	a	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
		34	r	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R7	Bergamo-Lecco	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
RE2	Bergamo-Mi. CE. (via Verdello)	20	a	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Bergamo-Mi. P.G. (Via Verdello)	19	a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R14	Bergamo-Carnate-Mi. P.G.	24	a	1	1	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
		24	r	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1
RE6	Milano-Verona	32	a	0	0	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		30	r	0	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
RE9	Bergamo-Brescia	14	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
		14	r	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

COLLEGAMENTO BG-ORIO																							
Codice	linea	n_giorno	direzione	fascia oraria																			

				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
R1	Bergamo-Brescia	18	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	0	0	
		18	r	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0
R2	Bergamo-Treviglio	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Orio-Treviglio	18	a	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		18	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0
R7	Bergamo-Lecco	0	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Orio-Lecco	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
RE2	Orio-Mi. CE. (via Verdello)	20	a	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Orio-Mi. P.G. (Via Verdello)	19	a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R14	Bergamo-Carnate-Mi. P.G.	24	a	1	1	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
		24	r	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1
RE6	Milano-Verona	32	a	0	0	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		30	r	0	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
RE9	Bergamo-Brescia	14	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
		14	r	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	Orio-Mi. CE. no stop	19	a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO-BG																								
Codice	linea	n_giorno	direzione	fascia oraria																				
				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
R1	Bergamo-Brescia	18	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	0	0	
		18	r	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0
R2	Bergamo-Treviglio	34	a	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	
		34	r	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
R7	Bergamo-Lecco	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Bergamo-Ponte S. Pietro	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
RE2	Bergamo-Mi. CE. (via Verdello)	20	a	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Bergamo-Mi. P.G. (Via Verdello)	19	a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R14	Bergamo-Carnate-Mi. P.G.	39	a	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
		36	r	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
RE6	Milano-Verona	32	a	0	0	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

RE9	Bergamo-Brescia	30	r	0	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	
		14	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
		14	r	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO-BG+COLLEGAMENTO BG-ORIO

Codice	linea	n_giorno	direzione	fascia oraria																			
				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
R1	Bergamo-Brescia	18	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	0	0
		18	r	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0
R2	Bergamo-Treviglio	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	Orio-Treviglio	18	a	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		18	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	
	Bergamo-Lecco	0	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R7	Bergamo-Ponte S. Pietro	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	Orio-Lecco	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
RE2	Orio-Mi. CE. (via Verdello)	20	a	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Orio-Mi. P.G. (Via Verdello)	19	a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R14	Bergamo-Carnate-Mi. P.G.	39	a	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
		36	r	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
RE6	Milano-Verona	32	a	0	0	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		30	r	0	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
RE9	Bergamo-Brescia	14	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		14	r	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	Orio-Mi. CE. no stop	19	a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO-MONTELLA+COLLEGAMENTO BG-ORIO

Codice	linea	n_giorno	direzione	fascia oraria																			
				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
R1	Bergamo-Brescia	18	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	0	0
		18	r	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0
	Bergamo-Montello	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		17	r	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
R2	Bergamo-Treviglio	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	Orio-Treviglio	18	a	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	

		18	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0		
	Bergamo-Lecco	0	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		0	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
R7	Bergamo-Ponte S. Pietro	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	Orio-Lecco	16	a	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		16	r	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	Orio-Mi. CE. (via Verdello)	20	a	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
RE2		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Orio-Mi. P.G. (Via Verdello)	19	a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
R14	Montello-Carnate-Mi. P.G.	39	a	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
		36	r	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
RE6	Milano-Verona	32	a	0	0	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		30	r	0	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
RE9	Bergamo-Brescia	14	a	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
		14	r	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	Orio-Mi. CE. no stop	19	a	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		19	r	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Nella tabella precedente sono riportati il numero di servizi giornalieri nei diversi scenari: le righe evidenziate indicano le linee soggette a variazione rispetto allo stato attuale.

La linea Milano-Verona è caratterizzata in realtà dal numero di servizi indicati in tabella solamente nel tratto Milano-Brescia per poi dimezzarsi nella prosecuzione della linea fino a Verona.

9.6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI: RIEMPIMENTI MEDI NELLE FASCE ORARIE 13:00÷14:00 E 18:00÷19:00

Tabella 9-24 – riempimenti medi (passengeri/h/ direzione) sui diversi servizi nella fascia oraria 13:00 ÷ 14:00

tratta	linea	Stato attuale (2019)	SP1 (inerziale 2026)		SP2 raddoppio BG Ponte SP 2026		SP3plus (progetto + raddoppio BG Ponte SP 2026)		SP4plus (progetto + raddoppio BG Ponte SP 2032)			
BERGAMO-BERGAMO OSPEDALE	Lecco-Bergamo(-Orio)	161	190	17%	153	-19%	197	29%	198	1%	197	0%
	Milano-Carnate-Bergamo	224	248	10%	183	-26%	180	-2%	175	-2%	196	12%
	Ponte S. Pietro-Bergamo				50		49		47	-4%	47	-1%
BERGAMO OSPEDALE-PONTE S. PIETRO	Lecco-Bergamo(-Orio)	161	164	2%	141	-14%	170	20%	170	0%	170	0%
	Milano-Carnate-Bergamo	224	240	7%	180	-25%	177	-1%	174	-2%	184	6%
	Ponte S. Pietro-Bergamo				31		30	-1%	29	-4%	29	0%
BERGAMO-SERiate	Bergamo-Brescia	179	305	70%	305	0%	314	3%	301	-4%	229	-24%
	Bergamo-Montello										49	
	Milano-Carnate-Montello										22	
SERiate-ALBANO S. ALESSANDRO	Bergamo-Brescia	119	244	105%	244	0%	253	4%	242	-4%	224	-8%
	Bergamo-Montello										14	
	Milano-Carnate-Montello										6	
ALBANO S. ALESSANDRO-MONTELLO	Bergamo-Brescia	113	238	110%	238	0%	247	4%	235	-5%	231	-2%
	Bergamo-Montello										5	
	Milano-Carnate-Montello										1	
BERGAMO-ORIO	Lecco-Orio						122	0%	141	15%	141	0%
	Milano-Orio						95	0%	110	16%	219	100%
	Treviglio-Orio						108	0%	126	17%	126	0%
	Milano-Orio No Stop						80	0%	92	15%	92	0%
BERGAMO-STEZZANO	Treviglio-Bergamo	74	73	-2%	73	0%	67	-8%	66	-2%	66	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	489	310	-37%	353	14%	296	-16%	295	0%	287	-3%
	Treviglio-Orio						105		109	4%	109	0%
	Milano-Orio No Stop						80		92	15%	92	0%
STEZZANO-LEVATE	Treviglio-Bergamo	56	53	-4%	53	0%	49	-8%	49	-1%	48	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	489	310	-37%	353	14%	296	-16%	295	0%	287	-3%
	Treviglio-Orio						78		82	5%	82	0%
	Milano-Orio No Stop						80		92	15%	92	0%
LEVATE-VERDELLO DALMINE	Treviglio-Bergamo	53	50	-4%	50	0%	46	-9%	46	-1%	46	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	489	310	-37%	353	14%	296	-16%	295	0%	287	-3%
	Treviglio-Orio						70		74	4%	74	0%
	Milano-Orio No Stop						80		92	15%	92	0%
VERDELLO DALMINE- ARCENE	Treviglio-Bergamo	49	46	-6%	46	0%	42	-9%	42	-1%	42	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	518	328	-37%	374	14%	309	-17%	307	-1%	299	-3%
	Treviglio-Orio						66		69	4%	69	0%
	Milano-Orio No Stop						80		92	15%	92	0%
ARCENE-TREVIGLIO OVEST	Treviglio-Bergamo	48	48	0%	48	0%	44	-8%	43	-1%	43	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	518	328	-37%	374	14%	328	-12%	307	-6%	299	-3%
	Treviglio-Orio						62		63	3%	63	0%
	Milano-Orio No Stop						80		92	15%	92	0%
TREVIGLIO OVEST-TREVIGLIO	Treviglio-Bergamo	45	46	2%	45	0%	42	-7%	41	-3%	41	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	518	328	-37%	374	14%	309	-17%	307	-1%	299	-3%
	Treviglio-Orio						53		53	-1%	53	0%
	Milano-Orio No Stop						80		92	15%	92	0%

Tabella 9-25 – riempimenti medi (passengeri/h/ direzione) sui diversi servizi nella fascia oraria 18:00 ÷ 19:00

tratta	linea	Stato attuale (2019)	SP1 (inerziale 2026)		SP2 raddoppio BG Ponte SP 2026		SP3plus (progetto + raddoppio BG Ponte SP 2026)		SP4plus (progetto + raddoppio BG Ponte SP 2032)			
BERGAMO-BERGAMO OSPEDALE	Lecco-Bergamo(-Orio)	135	159	18%	129	-19%	225	-12%	238	6%	238	0%
	Milano-Carnate-Bergamo	185	205	10%	151	-26%	147	-26%	144	-2%	160	12%
	Ponte S. Pietro-Bergamo				41		40		39	-4%	38	-1%
BERGAMO OSPEDALE-PONTE S. PIETRO	Lecco-Bergamo(-Orio)	135	138	2%	119	-14%	190	-9%	200	5%	200	0%
	Milano-Carnate-Bergamo	185	199	7%	149	-25%	145	-25%	143	-2%	151	6%
	Ponte S. Pietro-Bergamo				25		25		24	-4%	24	0%
BERGAMO-SERiate	Bergamo-Brescia	111	189	70%	189	0%	198	0%	192	-3%	147	-23%
	Bergamo-Montello										40	
	Milano-Carnate-Montello										18	
SERiate-ALBANO S. ALESSANDRO	Bergamo-Brescia	74	151	104%	151	0%	160	0%	155	-3%	144	-7%
	Bergamo-Montello										11	
	Milano-Carnate-Montello										5	
ALBANO S. ALESSANDRO-MONTElLO	Bergamo-Brescia	70	147	110%	147	0%	157	0%	151	-4%	148	-2%
	Bergamo-Montello										4	
	Milano-Carnate-Montello										1	
BERGAMO-ORIO	Lecco-Orio						235	0%	276	17%	276	0%
	Milano-Orio						172	0%	202	17%	403	100%
	Treviglio-Orio						215	0%	253	18%	253	0%
	Milano-Orio No Stop						104	0%	121	16%	121	0%
BERGAMO-STEZZANO	Treviglio-Bergamo	62	60	-2%	61	0%	55	0%	54	-2%	54	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	264	260	-2%	258	-1%	250	-2%	251	0%	245	-2%
	Treviglio-Orio						132	0%	144	9%	144	0%
	Milano-Orio No Stop						104	0%	121	16%	121	0%
STEZZANO-LEVATE	Treviglio-Bergamo	46	45	-4%	45	0%	40	0%	40	-1%	40	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	264	260	-2%	258	-1%	250	-1%	251	0%	245	-2%
	Treviglio-Orio						100	0%	110	10%	110	0%
	Milano-Orio No Stop						104	0%	121	16%	121	0%
LEVATE-VERDELLO DALMINE	Treviglio-Bergamo	44	42	-4%	42	0%	38	0%	37	-1%	37	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	264	260	-2%	258	-1%	250	-1%	251	0%	245	-2%
	Treviglio-Orio						86	0%	94	9%	94	0%
	Milano-Orio No Stop						104	0%	121	16%	121	0%
VERDELLO DALMINE- ARcENE	Treviglio-Bergamo	41	39	-6%	39	0%	35	0%	34	-1%	34	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	279	274	-2%	271	-1%	256	-1%	255	0%	248	-3%
	Treviglio-Orio						83	0%	91	9%	91	0%
	Milano-Orio No Stop						104	0%	121	16%	121	0%
ARcENE-TREVIGLIO OVEST	Treviglio-Bergamo	39	40	0%	40	0%	36	0%	35	-1%	35	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	279	274	-2%	271	-1%	279	8%	255	-9%	248	-3%
	Treviglio-Orio						68	0%	73	7%	73	0%
	Milano-Orio No Stop						104	0%	121	16%	121	0%
TREVIGLIO OVEST-TREVIGLIO	Treviglio-Bergamo	37	38	2%	38	0%	35	0%	34	-3%	34	0%
	Milano (Milano PG)-Bergamo (Orio)	279	274	-2%	271	-1%	256	-1%	255	0%	248	-3%
	Treviglio-Orio						51	0%	52	2%	52	0%
	Milano-Orio No Stop						104	0%	121	16%	121	0%