



PIANO **U**RBANO DELLA **M**OBILITÀ **S**OSTENIBILE
della Città Metropolitana di Genova

Allegato 3
**IL MODELLO DI TRAFFICO PER LA
SIMULAZIONE DEGLI SCENARI**



Gennaio 2019

ALLEGATO 3:

IL MODELLO DI TRAFFICO PER LA SIMULAZIONE DEGLI SCENARI

Indice

1. Costruzione del modello di traffico	4
1.1 Calibrazione delle matrici origine/destinazione.....	4
1.2 Spostamenti generati e spostamenti attratti.....	5
Attualizzazione della domanda di spostamento	6
1.3 Funzioni di utilità per la ripartizione modale	12
1.4 Il modello di offerta – La rete VISUM.....	16
2. Simulazione dello scenario di riferimento	25
2.1 Risultati della simulazione.....	26
3. Simulazione degli scenari alternativi.....	27
3.1 Scenario alternativo n. 1 – Risultati della simulazione.....	27
3.2 Scenario alternativo n. 2 – Risultati della simulazione.....	28
3.3 Scenario alternativo n. 3 – Risultati della simulazione.....	28
3.4 Comparazione dei risultati	29

ALLEGATO 3:

IL MODELLO DI TRAFFICO PER LA SIMULAZIONE DEGLI SCENARI

Lo scenario di riferimento e gli scenari alternativi che portano alla definizione dello scenario di piano sono simulati tramite un modello di traffico della Città Metropolitana di Genova implementato sul software PTV Visum versione 17.

1. Costruzione del modello di traffico

Il modello di traffico è basato su una procedura a 4-fasi standard all'interno della quale viene effettuata la ripartizione modale dei modi di trasporto auto, moto, trasporto pubblico locale (TPL), principalmente su gomma, e ferrovia; nello stesso modello viene inoltre considerata la domanda merci, suddivisa tra veicoli medi e veicoli pesanti. Le fasi implementate sono la distribuzione, la scelta modale e le varie assegnazioni della domanda. Il modello prende in considerazione il territorio della Città Metropolitana di Genova, suddiviso in 339 zone di cui 71 all'interno del territorio del Comune di Genova. Oltre alla rete stradale, il modello di offerta è costituito dalla rete TPL gestita dalle aziende di trasporto AMT e ATP e dalla rete ferroviaria gestita da Trenitalia. Il periodo modellizzato è il periodo di punta mattutino, dalle ore 6:30 alle ore 9:00.

Il classico modello a 4 stadi è stato modificato per tenere conto dei dati già a disposizione, che sono di tipo eterogeneo e fanno riferimento a periodi temporali differenti; per questi motivi al primo stadio di generazione della domanda sono stati assegnati direttamente i dati relativi agli spostamenti generati e agli spostamenti attratti da ogni zona del modello di traffico (facendo distinzione tra spostamenti sistematici e spostamenti occasionali). Tali dati sono stati calcolati sulla base di matrici origine-destinazione derivanti dalla calibrazione delle matrici origine/destinazione del Comune di Genova (prodotte nel 2016) e della Città Metropolitana (prodotte nel 2006). La suddivisione tra spostamenti sistematici e spostamenti occasionali ha tenuto conto delle diverse percentuali esistenti tra spostamenti intra-comunali e altri spostamenti (tra provincia e comune, intra-provinciali e tra provincia/comune e aree esterne).

Oltre ai 4 modi di trasporto elencati precedentemente (auto, moto, TPL gomma e ferrovia), nella ripartizione modale vengono presi in considerazione anche 5 modi multimodali: auto + ferrovia, moto + ferrovia, TPL gomma + ferrovia, auto + TPL gomma e auto + ferrovia. La ripartizione modale viene effettuata sulla base di funzioni di utilità che tengono conto dei seguenti fattori: tempo di viaggio, distanza di viaggio, pedaggio (per i modi, e i segmenti di modi multimodali, auto e moto); tempo di corsa, distanza di corsa, tempo a bordo, tempo a piedi, tempo di attesa per trasbordo (per i modi, e i segmenti di modi multimodali, TPL gomma e ferrovia). I parametri della funzione di utilità sono stati opportunamente calibrati in modo che allo stato attuale la ripartizione modale fornisca matrici di domanda elastica (per i 4 modi auto, moto, TPL gomma e ferrovia) che corrispondono alle matrici di domanda rigida a disposizione di Comune e Città Metropolitana.

1.1 Calibrazione delle matrici origine/destinazione

La calibrazione delle matrici origine/destinazione del Comune di Genova (prodotte nel 2016) e della Città Metropolitana (prodotte nel 2006) è stata effettuata sulla base di misure di traffico che sono state rilevate sia sul territorio comunale che sul territorio provinciale.

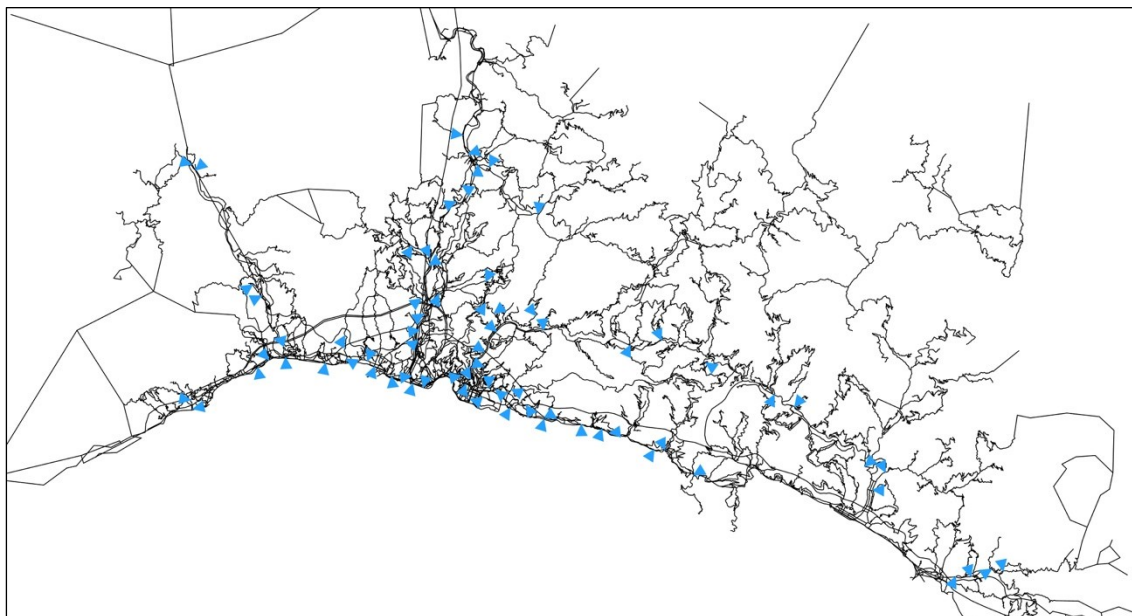
A tal fine sono state utilizzate:

- 67 postazioni in ambito Comune di Genova

- 24 postazioni in ambito Città Metropolitana

Per ciascuna postazione e per ogni direzione consentita è stato calcolato il valor medio e l'intervallo di confidenza al 95%, che sono stati poi utilizzati nella procedura di calibrazione del software Visum che ha portato all'ottenimento delle matrici origine/destinazione per i modi di trasporto auto, moto, veicoli commerciali medi e veicoli commerciali pesanti.

La figura seguente mostra la localizzazione delle postazioni di misura.



La calibrazione delle matrici origine/destinazione per i modi di trasporto TPL gomma e ferrovia è stata effettuata sulla base di informazioni su passeggeri saliti e discesi in alcuni punti di fermata della rete di trasporto pubblico locale.

1.2 Spostamenti generati e spostamenti attratti

Le liste degli spostamenti generati e degli spostamenti attratti da ogni zona del modello di traffico sono state ottenute a partire dalle matrici origine/destinazione calibrate per i modi di trasporto auto, moto, TPL gomma, e ferrovia (la domanda merci, che riguarda veicoli commerciali di media dimensione e veicoli commerciali pesanti, non è coinvolta in questa fase in quanto tali modi non sono considerati nella ripartizione modale; la domanda merci è infatti assunta rigida).

Per ciascun modo di trasporto, gli spostamenti generati e gli spostamenti attratti sono stati suddivisi in spostamenti sistematici e spostamenti occasionali sulla base di due coppie di valori “percentuale spostamenti sistematici” e “percentuale spostamenti occasionali”:

- la prima coppia è per gli spostamenti intra-comunali ed è stata ottenuta utilizzando i valori della sottomatrice 71x71 corrispondente a origini e destinazioni all'interno del Comune di Genova; tale parte è stata denominata “area A”;
- la seconda coppia è per tutti gli altri spostamenti (tra provincia e comune, intra-provinciali e tra provincia/comune e aree esterne) utilizzando i valori dell'intera matrice tolti quelli della sottomatrice 71x71 di cui sopra; tale parte è stata denominata “area B”.

I motivi di spostamento riconducibili agli spostamenti sistematici sono: affari, lavoro e studio. I motivi di spostamento riconducibili agli spostamenti occasionali sono invece: acquisti, altro motivo occasionale, cure e servizi. Il ritorno a casa viene considerato distribuito su spostamenti sistematici e spostamenti occasionali in maniera proporzionale e quindi non altera le percentuali derivanti dai motivi

sopra riportati (e comunque, essendo l'intervallo di tempo modellato il periodo di punta 6:30 – 9:00 del mattino, si può assumere che tale motivo di spostamento non abbia rilevanza).

Le coppie di percentuali ottenuti per ciascun modo di trasporto sono le seguenti.

AUTO	Area A	Area B
Percentuale spostamenti sistematici	85.26 %	65.27 %
Percentuale spostamenti occasionali	14.74 %	34.73 %

MOTO	Area A	Area B
Percentuale spostamenti sistematici	92.60 %	65.37 %
Percentuale spostamenti occasionali	7.40 %	34.63 %

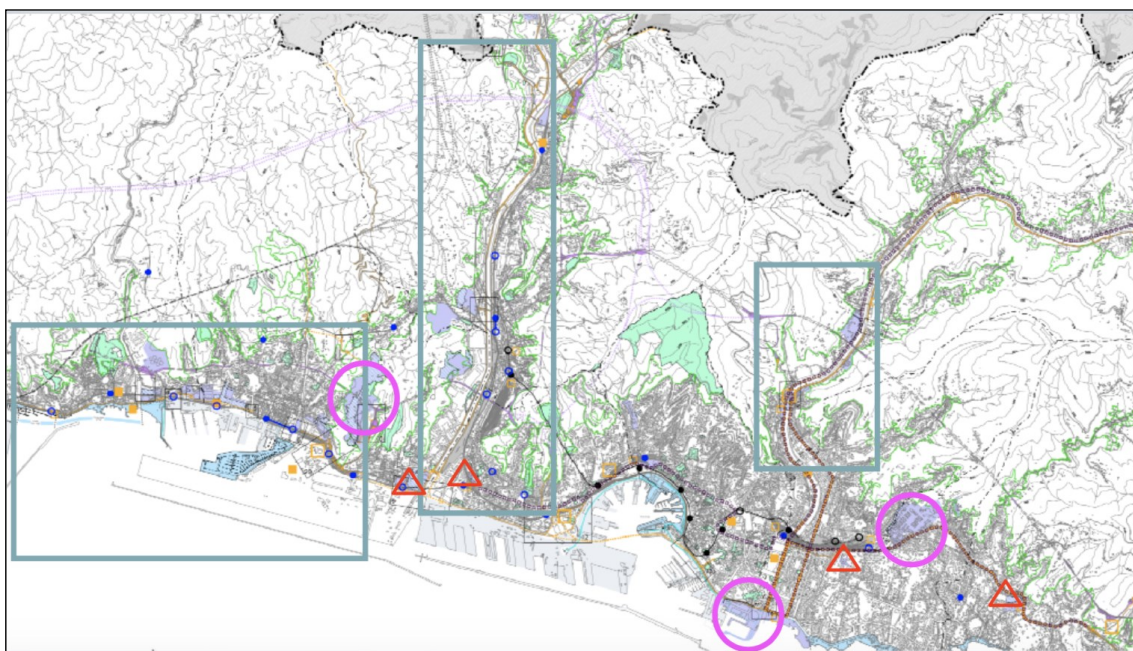
TPL GOMMA	Area A	Area B
Percentuale spostamenti sistematici	85.06 %	77.47 %
Percentuale spostamenti occasionali	14.94 %	22.53 %

FERROVIA	Area A	Area B
Percentuale spostamenti sistematici	91.73 %	91.39 %
Percentuale spostamenti occasionali	8.27 %	8.61 %

Attualizzazione della domanda di spostamento

La domanda di spostamento attualizzata agli scenari futuri (scenario di riferimento, scenari alternativi, scenario di piano) è stata costruita a partire dalla domanda di spostamento attuale (opportunamente calibrata) e tenendo conto dei principali interventi urbanistici previsti nell'area della Città Metropolitana di Genova.

Per quanto riguarda il territorio del Comune di Genova, le informazioni relative ai principali interventi urbanistici sono state ricavate del Piano Urbanistico Comunale (PUC), nella sua versione aggiornata a settembre 2018. Il PUC individua le tre più consistenti aree di trasformazione della città (Ponente, Val Polcevera e Val Bisagno) più alcuni picchi residenziali di nuova destinazione (Bombrini, Sampierdarena, Causa, Quarto) e tre poli di grande carico antropico di previsione (Erzelli, Fiera, San Martino), seppure di entità diversa. Tali aree sono evidenziate nella seguente figura.



Il PUC raggruppa gli interventi in due categorie: *distretti di trasformazione* e *grandi trasformazioni in atto* (che comprende interventi che, in alcuni casi, non sono ancora stati attuati); per ciascuna categoria vengono forniti dati relativi a nuovi insediamenti residenziali, industriali, commerciali e di servizio, alberghieri. Più specificatamente, i dati presenti nelle tabelle riguardano:

- RES: residenza, numero di nuovi abitanti
- IND: industria, numero di nuovi addetti
- COM: commercio / uffici / servizi privati / alberghi, numero di nuovi addetti
- ALB: strutture ricettive alberghiere, numero di nuovi posti letto
- OSP: ospedali, numero di nuovi addetti e utenti medi

Distretti di trasformazione (dati di base)

Distretto	Zona VISUM	RES	IND	COM	ALB	OSP
Voltri	2	0	0	61	0	0
Carmagnani – Fondega Sud	8	150	738	674	0	0
Superba	8	233	25	63	100	0
Multedo	8	0	386	747	210	0
Sestri P. – Fincantieri	9	1890	48	889	0	0
Nuova Sestri	11	1068	259	1239	0	0
Polo Tecnologico Erzelli	11	2812	28	4343	128	2346
S.G. D’Acri – Bombrini	22	458	0	147	0	0
Ex Colisa	23	110	770	734	0	0
Depositi Fegino	13	0	503	431	0	0
Ex depositi Fegino – Via	13, 16	170	96	319	0	0
Area Ex Bruzzo	18	0	294	252	0	0
Depositi San Quirico	20	0	215	184	0	0
Autorimessa	25	253	0	81	0	0
Lagaccio Gavoglio	31	324	0	193	0	0
Stazione Principe	33	0	0	224	142	0
Fiera – Kennedy	41, 42, 63	420	0	1532	1176	0
Steglieno – Bobbio	49	265	75	342	228	0
Volpara	49	0	145	1157	0	0
Gavette	50	0	45	2358	0	0
Viale Causa	62	350	0	263	0	0
Ospedale S. Martino	61	1292	0	821	569	0
Viale Chiappeto	60	70	0	23	0	0
Ex Ospedale di Quarto	67	117	0	282	141	0
Ex Aura di Nervi	71	151	0	76	0	0
Monte Gazzo	10	0	1379	0	0	0

Note:

- Il dato relativo al nuovo ospedale del Ponente (2346 persone tra nuovi addetti e utenti medi), che sarà localizzato presso il Polo Tecnologico Erzelli, non è presente nel PUC; il dato riportato proviene dall’analisi di fattibilità dell’ospedale che stima un numero di addetti pari a 1200, un numero di posti letto pari a 382 e un numero di visitatori giornaliero pari al doppio del numero di posti letto, ossia 764;
- i dati relativi al numero di nuovi abitanti (170) e di nuovi addetti in ambito industria (96) e commercio / uffici / servizi privati / alberghi (319) per il distretto Ex depositi Fegino – Via Ferri si ipotizza distribuito sulle due zone coinvolte nel seguente modo: 20% in zona 13 e 80% in zona 16;
- il dato relativo al numero di nuovi addetti in ambito commercio / uffici / servizi privati / alberghi (1532) per il distretto Fiera – Kennedy si ipotizza distribuito sulle tre zone coinvolte nel seguente modo: 30% in zona 41, 65% in zona 42 e 5% in zona 63;
- il dato relativo al numero di nuovi abitanti (420) e di nuovi posti letto per le strutture ricettive

alberghiere (1176) previsti per il distretto Fiera – Kennedy si ipotizza che essi siano tutti in zona 42.

Grandi trasformazioni in atto (dati di base)

Distretto	Zona VISUM	RES	IND	COM	ALB	OSP
Ex Verrina	4	271	0	203	0	0
Ex Mercato C.so Sardegna	43	332	0	189	0	0
Ex Guglielmetti	51	0	0	263	298	0
Piombifera	51	164	0	33	0	0
Pacinotti	26	227	0	240	0	0
Teglia - Miralanza	16	576	0	877	0	0
Ponte Parodi	30	0	0	809	0	0
Hennebique	30	0	0	473	630	0
Ex Italcementi	51	0	435	372	0	0
Trasta	18	0	447	458	0	0
Stazione Pontedecimo	21	0	0	60	0	0
Area ex Boero	53	495	0	112	0	0

Per determinare il numero di spostamenti nella fascia 6:30-9:00 sono state fatte le seguenti ipotesi.

- RES: 50% di spostamenti generati (di cui 85% sistematici e 15% occasionali) tranne Polo Tecnologico Erzelli per il quale si ipotizza una percentuale pari al 80% (di cui 90% sistematici e 10% occasionali) in quanto si assume che la futura popolazione di Erzelli sia perlopiù una popolazione di lavoratori in zona.
- IND: 90% di spostamenti attratti (di cui 90% sistematici e 10% occasionali).
- COM: 80% di spostamenti attratti (di cui 85% sistematici e 15% occasionali).
- ALB: 40% di spostamenti generati (di cui 100% occasionali).
- OSP: 50% di spostamenti attratti (di cui 80% sistematici e 20% occasionali).

La stima sugli spostamenti generati dai residenti, pari al 50% del numero di abitanti, si basa sull'osservazione dei dati della matrice degli spostamenti del 2016 del Comune di Genova. Da tale matrice risulta infatti che gli spostamenti all'interno del territorio comunale (dove sono localizzati gli interventi discussi) nella fascia 6:30-9:00 è pari al 51.7% rispetto al numero di abitanti (300.000 spostamenti per 580.548 abitanti). La stima sugli spostamenti generati dai non residenti alloggiati in strutture ricettive alberghiere è stata abbassata al 40% per tenere conto di un peso leggermente inferiore della fascia 6:30-9:00 negli spostamenti di tale categoria di utenti. Le stime sugli spostamenti attratti da poli industriali, commerciali, di servizio, ecc. sono attestare tra l'80% e il 90% per tenere conto della forte attrattività di lavoratori e di cittadini che usufruiscono di servizi in tali poli nella fascia 6:30-9:00. La stima degli spostamenti attratti dall'ospedale del Ponente è basata sui dati riportati nell'analisi di fattibilità di tale polo sanitario. Infine, i rapporti tra spostamenti sistematici e spostamenti occasionali sono stati ottenuti sempre analizzando i dati della matrice degli spostamenti del 2016 del Comune di Genova, tranne per il caso dell'ospedale in cui è stata elevata al 40% la quota di spostamenti occasionali per tenere conto della tipologia di utenza di tale struttura attrattiva.

Il risultato dell'applicazione di tali valori è riassunto nella seguente tabella.

ZONA VISUM	NUOVI SPOSTAMENTI GENERATI		NUOVI SPOSTAMENTI ATTRATTI	
	SISTEMATICI	OCCASIONALI	SISTEMATICI	OCCASIONALI
2 Voltri	0.000	0.000	41.480	7.320
4 Palmaro	115.175	20.325	138.040	24.360
8 Multedo	162.775	152.725	1939.810	281.490
9 Sestri	803.250	141.750	643.400	111.000
10 S. Giovanni Battista	0.000	0.000	1116.990	124.110
11 Calcinara	453.900	80.100	1052.310	171.990
13 Borzoli Est	14.450	2.550	759.446	106.374

ZONA VISUM	NUOVI SPOSTAMENTI GENERATI		NUOVI SPOSTAMENTI ATTRATTI	
	SISTEMATICI	OCCASIONALI	SISTEMATICI	OCCASIONALI
16 Teglia	302.600	53.400	832.104	142.776
18 Bolzaneto	0.000	0.000	1083.010	151.890
20 S. Quirico	0.000	0.000	299.270	41.430
21 Pontedecmo	0.000	0.000	40.800	7.200
22 Cornigliano	2219.290	310.510	4035.880	1181.320
23 Campi	46.750	8.250	1122.820	157.380
25 S. Gaetano	107.525	18.975	55.080	9.720
26 Sampierdarena	96.475	17.025	163.200	28.800
30 S. Teodoro	0.000	252.000	871.760	153.840
31 Lagaccio	137.700	24.300	131.240	23.160
33 Pré	0.000	56.800	152.320	26.880
41 Foce	0.000	0.000	312.528	55.152
42 Brignole	178.500	501.900	677.144	119.496
43 S. Agata	141.100	24.900	128.520	22.680
49 Parenzo	112.625	111.075	1197.520	199.680
50 S. Pantaleo	0.000	0.000	1639.890	287.010
51 Montesignano	69.700	131.500	806.590	119.310
53 Molassana	210.375	37.125	76.160	13.440
60 Chiappeto	29.750	5.250	15.640	2.760
61 San Martino	549.100	324.500	558.280	98.520
62 Albaro	148.750	26.250	178.840	31.560
63 S. Giuliano	0.000	0.000	52.088	9.192
67 Quarto	49.725	65.175	191.760	33.840
71 Nervi	64.175	11.325	51.680	9.120

Alcuni degli interventi urbanistici considerati hanno un certo impatto sugli spostamenti generati e attratti da altre zone (rispetto a quella in cui si ha l'intervento). In particolare:

- l'insediamento della Scuola Politecnica – Ingegneria dell'Università degli Studi di Genova presso il Polo Scientifico e Tecnologico agli Erzelli (che si trova all'interno della zona 22 Cornigliano) causerà una diminuzione della domanda attratta nella zona Albaro (zona 62), dove si trova attualmente la Scuola Politecnica – Ingegneria;
- l'insediamento del nuovo ospedale agli Erzelli (zona 22) causerà una diminuzione della domanda attratta nelle zone Belvedere (zona 27) e San Giovanni Battista (zona 10), dove si trovano attualmente l'ospedale Villa Scassi di Sampierdarena e l'ospedale Antero Micone di Sestri Ponente.

Non esistono stime disponibili su tale ipotizzata diminuzione. Considerando il numero di nuovi spostamenti attratti dal polo Erzelli (3914.32 spostamenti sistematici e 758.28 spostamenti occasionali) e considerando gli attuali spostamenti attratti dalle zone 10 (San Giovanni Battista), 27 (Belvedere) e 62 (Albaro) di seguito riportati

ZONA VISUM	SPOSTAMENTI ATTRATTI	
	SISTEMATICI	OCCASIONALI
10 S. Giovanni Battista	1315.906	202.375
27 Belvedere	1030.752	179.726
62 Albaro	4411.676	673.751

è ragionevole ipotizzare una diminuzione del 50% della domanda attratta da tali zone che corrisponde ad un numero complessivo di 3907.093 spostamenti attratti persi (di cui 3379.167 sistematici e 527.926 occasionali), valore che è effettivamente compatibile con il numero di nuovi spostamenti attratti dal polo Erzelli.

Quelli analizzati sono i due principali impatti. Per quanto riguarda gli altri interventi, si ritiene che essi non causino sostanziali modifiche alla domanda generata o attratta di altre zone. Tuttavia, si ritiene che l'incremento di spostamenti dovuto agli interventi urbanistici di cui sopra (tranne quello già analizzato

del Parco Tecnologico e Scientifico agli Erzelli) venga parzialmente assorbito dal fatto che parte dei nuovi abitanti e parte dei nuovi addetti saranno rappresentati da abitanti e addetti provenienti dalla stessa zona. Si ipotizza che tale assorbimento sia circa un terzo del numero di spostamenti precedentemente calcolato e pertanto il numero di spostamenti effettivo da considerare è pari a 2/3 di tale numero. Tale numero di spostamenti effettivo è riportato nella seguente tabella.

ZONA VISUM	NUOVI SPOSTAMENTI GENERATI		NUOVI SPOSTAMENTI ATTRATTI	
	SISTEMATICI	OCCASIONALI	SISTEMATICI	OCCASIONALI
2 Voltri	0.000	0.000	27.653	4.880
4 Palmaro	76.783	13.550	92.027	16.240
8 Moltedo	108.517	101.817	1293.207	187.660
9 Sestri	535.500	94.500	428.933	74.000
10 S. Giovanni Battista	0.000	0.000	744.660	82.740
11 Calcinara	302.600	53.400	701.540	114.660
13 Borzoli Est	9.633	1.700	506.297	70.916
16 Teglia	201.733	35.600	554.736	95.184
18 Bolzaneto	0.000	0.000	722.007	101.260
20 S. Quirico	0.000	0.000	199.513	27.620
21 Pontedecmo	0.000	0.000	27.200	4.800
22 Cornigliano	2154.407	299.060	3980.960	1473.840
23 Campi	31.167	5.500	748.547	104.920
25 S. Gaetano	71.683	12.650	36.720	6.480
26 Sampierdarena	64.317	11.350	108.800	19.200
30 S. Teodoro	0.000	168.000	581.173	102.560
31 Lagaccio	91.800	16.200	87.493	15.440
33 Pré	0.000	37.867	101.547	17.920
41 Foce	0.000	0.000	208.352	36.768
42 Brignole	119.000	334.600	451.429	79.664
43 S. Agata	94.067	16.600	85.680	15.120
49 Parenzo	75.083	74.050	798.347	133.120
50 S. Pantaleo	0.000	0.000	1093.260	191.340
51 Montesignano	46.467	87.667	537.727	79.540
53 Molassana	140.250	24.750	50.773	8.960
60 Chiappeto	19.833	3.500	10.427	1.840
61 San Martino	366.067	216.333	372.187	65.680
62 Albaro	99.167	17.500	119.227	21.040
63 S. Giuliano	0.000	0.000	34.725	6.128
67 Quarto	33.150	43.450	127.840	22.560
71 Nervi	42.783	7.550	34.453	6.080

Vengono quindi considerati per il territorio del Comune di Genova:

- 6361.2 nuovi spostamenti generati di cui 4684.007 sistematici e 1677.193 occasionali;
- 18055.6 nuovi spostamenti attratti di cui 14867.44 sistematici e 3188.16 occasionali.

Sommando il numero effettivo di nuovi spostamenti al numero di spostamenti attuale e togliendo la stima di spostamenti persi si ottiene il numero di spostamenti futuro da utilizzare nello scenario di riferimento, negli scenari alternativi e nello scenario di piano che verrà selezionato.

Per quanto riguarda il territorio della Città Metropolitana esterno al capoluogo, le informazioni relative ai principali interventi urbanistici programmati sono state ricavate dagli strumenti urbanistici comunali vigenti, tenendo conto del fatto che lo stato di aggiornamento dei piani è piuttosto eterogeneo: alcuni piani sono molto datati (PRG, Programmi di fabbricazione, PUC ultradecennali) e le relative previsioni, spesso non attuate, non sono utilizzabili come riferimento per la valutazione della domanda potenziale. Si è fatto quindi riferimento alle previsioni di trasformazione maggiormente rilevante contenute nei piani urbanistici recenti che, in linea generale, non contemplano previsioni di rilevante incremento insediativo, fatta eccezione per alcuni contesti territoriali localizzati, spesso coincidenti con vuoti urbani o aree dismesse/sottoutilizzate, quasi sempre interessati dalla previsione di distretti di trasformazione

con potenziali incrementi del carico insediativo, per nuovi residenti, addetti alle attività produttive, posti letto in strutture ricettive o utenti di servizi di rango territoriale (es. area della Colmata a mare a Chiavari, area ex IML a Recco).

Sono stati pertanto considerati i seguenti interventi (che sono relativi a trasformazioni già completate, in corso di realizzazione, o previste dai piani), le cui informazioni associate sono analoghe a quanto riportato in precedenza per il Comune di Genova.

Distretto	Zona VISUM	RES	COM	ALB
Chiavari – Ex Colonia Fara	145	140	0	0
Chiavari – Preli	145	0	25	166
Chiavari – Ex cantiere navale di Preli	145	300	0	0
Chiavari – Colmata e Lido	156	0	50	0
Cogoleto – TRZ 1 Pratozanino	167	897	549	616
Cogoleto – TRZ 2 Ex Tubi Ghisa	165	0	21	146
Cogoleto – TRZ 4 Poggio Sant’Anna	167	0	0	182
Arenzano – La Piana	77	302	0	0
Recco – Via Giustiniani (ex IML)	252	388	56	75
Sestri Levante – TRZ2 via Romana / via Emilia	303	842	0	0
Sestri Levante – TRZ3 Pila / via per S. Vittoria	307	426	0	0
Sestri Levante – TRZ5 via Vattuone	308	289	0	0
Sestri Levante – TRZ6 via Vattuone	308	57	0	0
Sestri Levante – TRZ7 viale Mazzini	306	91	0	0
Sestri Levante – TRZ8 via Fascie / via della Pace nel Mondo	308	69	0	240
Sestri Levante – TRZ TA1 via Romana / Sant’Anna	303	0	0	540
Sestri Levante – PP11 PRU ex FIT / via Baden Powell	304	0	0	0
Sestri Levante – AR DNI Valle Ragone	302	0	210	0

Nota:

- Il dato relativo al distretto “Colmata e Lido” di Chiavari è relativo ad un insediamento di un nuovo istituto scolastico che attrarrà circa 1000 alunni; a supporto di tale insediamento vi sarà anche un parcheggio pubblico con circa 650 posti; sulla base di queste informazioni, oltre ai nuovi spostamenti attratti per la presenza dei 50 addetti della scuola, si ipotizzano ulteriori 500 nuovi spostamenti sistematici attratti e altri 500 nuovi spostamenti sistematici generati (in quanto nel periodo di analisi, 6:30-9:00, la scuola rappresenta sia un centro di attrazione domanda che un centro di generazione domanda, entrambe sistematiche).

Per determinare il numero di spostamenti nella fascia 6:30-9:00 sono state fatte le seguenti ipotesi.

- RES: 50% di spostamenti generati (di cui 65% sistematici e 35% occasionali).
- COM: 80% di spostamenti attratti (di cui 85% sistematici e 15% occasionali).
- ALB: 40% di spostamenti generati (di cui 100% occasionali).

In questo caso, per quanto riguarda la suddivisione spostamenti sistematici / spostamenti occasionali della voce RES, è stata utilizzata la percentuale derivante dall’analisi della matrice degli spostamenti del 2016 relativamente alle zone della Città Metropolitana esterne al capoluogo.

Il risultato dell’applicazione di tali valori è riassunto nella seguente tabella.

ZONA VISUM	NUOVI SPOSTAMENTI GENERATI		NUOVI SPOSTAMENTI ATTRATTI	
	SISTEMATICI	OCCASIONALI	SISTEMATICI	OCCASIONALI
77 Arenzano 6/12	0.000	0.000	1904.000	336.000
145 Chiavari 5/16	143.000	143.400	17.000	3.000
156 Chiavari 16/16	500.000	0.000	534.000	6.000
165 Cogoleto 7/9	0.000	58.400	14.280	2.520
167 Cogoleto 9/9	291.525	476.175	373.320	65.880
252 Recco 5/11	126.100	97.900	38.080	6.720

ZONA VISUM	NUOVI SPOSTAMENTI GENERATI		NUOVI SPOSTAMENTI ATTRATTI	
	SISTEMATICI	OCCASIONALI	SISTEMATICI	OCCASIONALI
302 Sestri Levante 4/13	0.000	0.000	142.800	25.200
303 Sestri Levante 5/13	273.650	243.350	0.000	0.000
304 Sestri Levante 6/13	0.000	216.000	0.000	0.000
306 Sestri Levante 8/13	29.575	15.925	0.000	0.000
307 Sestri Levante 9/13	138.450	74.550	0.000	0.000
308 Sestri Levante 10/13	134.875	72.625	0.000	0.000

Come precedentemente, si ipotizza che l'incremento di spostamenti venga parzialmente assorbito a causa degli spostamenti interni e che tale assorbimento sia circa un terzo del numero di spostamenti precedentemente calcolato. Il conseguente numero di spostamenti effettivo è riportato nella seguente tabella.

ZONA VISUM	NUOVI SPOSTAMENTI GENERATI		NUOVI SPOSTAMENTI ATTRATTI	
	SISTEMATICI	OCCASIONALI	SISTEMATICI	OCCASIONALI
77 Arenzano 6/12	0.000	0.000	1269.333	224.000
145 Chiavari 5/16	95.333	95.600	11.333	2.000
156 Chiavari 16/16	500.000	0.000	522.667	4.000
165 Cogoleto 7/9	0.000	38.933	9.520	1.680
167 Cogoleto 9/9	194.350	317.450	248.880	43.920
252 Recco 5/11	84.067	65.267	25.387	4.480
302 Sestri Levante 4/13	0.000	0.000	95.200	16.800
303 Sestri Levante 5/13	182.433	162.233	0.000	0.000
304 Sestri Levante 6/13	0.000	144.000	0.000	0.000
306 Sestri Levante 8/13	19.717	10.617	0.000	0.000
307 Sestri Levante 9/13	92.300	49.700	0.000	0.000
308 Sestri Levante 10/13	89.917	48.417	0.000	0.000

Vengono quindi considerati per il territorio del Città Metropolitana esterno al capoluogo:

- 1646.067 nuovi spostamenti generati di cui 758.117 sistematici e 887.95 occasionali;
- 1965.867 nuovi spostamenti attratti di cui 1670,987 sistematici e 294.88 occasionali.

Infine, per tutto il territorio della Città Metropolitana si ipotizza una decrescita della popolazione così come è avvenuto negli ultimi decenni. Tale decrescita causa una diminuzione della domanda di spostamento e pertanto, ai fini del presente studio, si considera una diminuzione della domanda di spostamento generata e una domanda di spostamento attratta pari al 3% per il Comune di Genova e al 5% per le aree della Città Metropolitana esterne al capoluogo (sia per il caso di spostamenti sistematici che per il caso di spostamenti occasionali).

Dato tutto ciò, si ottiene un aumento di domanda di spostamenti pari allo 0.86%.

1.3 Funzioni di utilità per la ripartizione modale

Le funzioni di utilità utilizzate nella procedura di ripartizione modale sono le seguenti.

Auto

$$\alpha_a^{TTC} \cdot TTC_a + \alpha_a^{TOL} \cdot TOL_a + \beta_a$$

funzione degli indicatori e dei parametri riportati nelle seguenti tabelle:

INDICATORE	Significato
TTC_a	Tempo di viaggio in auto
TOL_a	Pedaggio

PARAMETRO	Significato
α_a^{TTC}	Peso del tempo di viaggio in auto
α_a^{TOL}	Peso del pedaggio
β_a	Attrattività del modo auto

I valori associati ai parametri, ottenuti tramite opportuna calibrazione, sono i seguenti:

PARAMETRO	Spostamenti	
	Sistematici	Occasionali
α_a^{TTC}	-0.27	-0.30
α_a^{TOL}	-0.60	-0.80
β_a	4.20	3.90

Moto

$$\alpha_m^{TTC} \cdot TTC_m + \alpha_m^{TOL} \cdot TOL_m + \beta_m$$

funzione degli indicatori e dei parametri riportati nelle seguenti tabelle:

INDICATORE	Significato
TTC_m	Tempo di viaggio in moto
TOL_m	Pedaggio

PARAMETRO	Significato
α_m^{TTC}	Peso del tempo di viaggio in moto
α_m^{TOL}	Peso del pedaggio
β_m	Attrattività del modo moto

I valori associati ai parametri, ottenuti tramite opportuna calibrazione, sono i seguenti:

PARAMETRO	Spostamenti	
	Sistematici	Occasionali
α_m^{TTC}	-0.28	-0.31
α_m^{TOL}	-0.60	-0.80
β_m	3.10	2.80

TPL gomma

$$\gamma_g^{WKT} \cdot WKT_g + \gamma_g^{IVT} \cdot IVT_g + \gamma_g^{TWT} \cdot TWT_g + \delta_g$$

funzione degli indicatori e dei parametri riportati nelle seguenti tabelle:

INDICATORE	Significato
WKT_g	Tempo a piedi
IVT_g	Tempo a bordo degli autobus
TWT_g	Tempo di attesa per i trasbordi

PARAMETRO	Significato
γ_g^{WKT}	Peso del tempo a piedi
γ_g^{IVT}	Peso del tempo a bordo degli autobus
γ_g^{TWT}	Peso del tempo di attesa per i trasbordi
δ_g	Attrattività del modo TPL gomma

I valori associati ai parametri, ottenuti tramite opportuna calibrazione, sono i seguenti:

PARAMETRO	Spostamenti	
	Sistematici	Occasionali
γ_g^{WKT}	-0.10	-0.12
γ_g^{IVT}	-0.06	-0.08
γ_g^{TWT}	-0.10	-0.12

PARAMETRO	SCENARIO	Spostamenti	
		Sistematici	Occasionali
δ_g	RIFERIMENTO	3.800	3.500
	ALTERNATIVO 1	4.256	3.920
	ALTERNATIVO 2	4.104	3.780
	ALTERNATIVO 3	4.180	3.850

I valori attribuiti al parametro δ_g sono funzione dello scenario modellato: si è infatti ipotizzato che l'ammodernamento del sistema di trasporto pubblico locale su gomma, sia dal punto di vista fisico (infrastrutture, veicoli, materiale rotabile, ecc.) che organizzativo (nuove linee, maggiori frequenze, tariffazione smart, ecc.), abbia un effetto positivo in termini di attrattività.

Ferrovia

$$\gamma_f^{WKT} \cdot WKT_f + \gamma_f^{IVT} \cdot IVT_f + \gamma_f^{TWT} \cdot TWT_f + \delta_f$$

funzione degli indicatori e dei parametri riportati nelle seguenti tabelle:

INDICATORE	Significato
WKT_f	Tempo a piedi
IVT_f	Tempo a bordo dei treni
TWT_f	Tempo di attesa per i trasbordi

PARAMETRO	Significato
γ_f^{WKT}	Peso del tempo a piedi
γ_f^{IVT}	Peso del tempo a bordo dei treni
γ_f^{TWT}	Peso del tempo di attesa per i trasbordi
δ_f	Attrattività del modo ferrovia

I valori associati ai parametri, ottenuti tramite opportuna calibrazione, sono i seguenti:

PARAMETRO	Spostamenti	
	Sistematici	Occasionali
γ_f^{WKT}	-0.08	-0.10
γ_f^{IVT}	-0.04	-0.06
γ_f^{TWT}	-0.08	-0.10

PARAMETRO	SCENARIO	Spostamenti	
		Sistematici	Occasionali
δ_f	RIFERIMENTO	1.166	0.848
	ALTERNATIVO 1	1.166	0.848
	ALTERNATIVO 2	1.166	0.848
	ALTERNATIVO 3	1.144	0.832

I valori attribuiti al parametro δ_f sono funzione dello scenario modellato: si è infatti ipotizzato che l'ammodernamento del sistema ferroviario, sia dal punto di vista fisico (infrastrutture, materiale rotabile, ecc.) che organizzativo (nuove linee, maggiori frequenze, tariffazione smart, ecc.), abbia un effetto positivo in termini di attrattività.

Le modalità di trasporto multimodali e quelle di tipo park&ride (che sono a tutti gli effetti modalità multimodali) fanno uso di funzioni di utilità che sono combinazioni delle funzioni che sono state definite per i singoli segmenti di domanda. Anche i valori dei pesi degli indicatori sono gli stessi. L'unico termine che riguarda specificatamente una modalità multimodale, e che quindi la caratterizza, è il parametro che rappresenta l'attrattività.

Multimodale auto + ferrovia

$$\alpha_a^{TTC} \cdot TTC_a + \alpha_a^{TOL} \cdot TOL_a + \gamma_f^{WKT} \cdot WKT_f + \gamma_f^{IVT} \cdot IVT_f + \gamma_f^{TWT} \cdot TWT_f + \varepsilon_{MMaf}$$

funzione degli indicatori e dei parametri precedentemente definiti e del parametro:

PARAMETRO	Significato
ε_{MMaf}	Attrattività del modo multimodale auto + ferrovia

I valori che sono stati attribuiti a tale parametro sono:

PARAMETRO	Spostamenti	
	Sistematici	Occasionali
ε_{MMaf}	1.70	1.40

Multimodale moto + ferrovia

$$\alpha_m^{TTC} \cdot TTC_m + \alpha_m^{TOL} \cdot TOL_m + \gamma_f^{WKT} \cdot WKT_f + \gamma_f^{IVT} \cdot IVT_f + \gamma_f^{TWT} \cdot TWT_f + \varepsilon_{MMmf}$$

funzione degli indicatori e dei parametri precedentemente definiti e del parametro:

PARAMETRO	Significato
ε_{MMmf}	Attrattività del modo multimodale moto + ferrovia

I valori che sono stati attribuiti a tale parametro sono:

PARAMETRO	Spostamenti	
	Sistematici	Occasionali
ε_{MMmf}	1.50	1.20

Multimodale TPL gomma + ferrovia

$$\gamma_g^{WKT} \cdot WKT_g + \gamma_g^{IVT} \cdot IVT_g + \gamma_g^{TWT} \cdot TWT_g + \gamma_f^{WKT} \cdot WKT_f + \gamma_f^{IVT} \cdot IVT_f + \gamma_f^{TWT} \cdot TWT_f + \varepsilon_{MMgf}$$

funzione degli indicatori e dei parametri precedentemente definiti e del parametro:

PARAMETRO	Significato
ε_{MMgf}	Attrattività del modo multimodale TPL gomma + ferrovia

I valori che sono stati attribuiti a tale parametro sono:

PARAMETRO	Spostamenti	
	Sistematici	Occasionali
ε_{MMgf}	2.00	1.50

Park&Ride auto + ferrovia

$$\alpha_a^{TTC} \cdot TTC_a + \alpha_a^{TOL} \cdot TOL_a + \gamma_f^{WKT} \cdot WKT_f + \gamma_f^{IVT} \cdot IVT_f + \gamma_f^{TWT} \cdot TWT_f + \varepsilon_{PRaf}$$

funzione degli indicatori e dei parametri precedentemente definiti e del parametro:

PARAMETRO	Significato
ε_{PRaf}	Attrattività del modo “park&ride” auto + ferrovia

I valori che sono stati attribuiti a tale parametro sono:

PARAMETRO	SCENARIO	Spostamenti	
		Sistematici	Occasionali
ε_{PRaf}	RIFERIMENTO	0.85	0.60
	ALTERNATIVO 1	1.95	1.45
	ALTERNATIVO 2	1.95	1.45
	ALTERNATIVO 3	0.85	0.60

I valori attribuiti al parametro ε_{PRaf} sono funzione dello scenario modellato: questa modalità di trasporto multimodale è stata introdotta per modellare gli effetti dell'introduzione di parcheggi di interscambio in prossimità di stazioni ferroviarie e il numero di parcheggi di questo tipo varia al variare dello scenario, come illustrato nella successiva sezione A.1.4.

Park&Ride auto + TPL gomma

$$\alpha_a^{TTC} \cdot TTC_a + \alpha_a^{TOL} \cdot TOL_a + \gamma_g^{WKT} \cdot WKT_g + \gamma_g^{IVT} \cdot IVT_g + \gamma_g^{TWT} \cdot TWT_g + \varepsilon_{PRag}$$

funzione degli indicatori e dei parametri precedentemente definiti e del parametro:

PARAMETRO	Significato
ε_{PRag}	Attrattività del modo “park&ride” auto + TPL gomma

I valori che sono stati attribuiti a tale parametro sono:

PARAMETRO	SCENARIO	Spostamenti	
		Sistematici	Occasionali
ε_{PRag}	RIFERIMENTO	-999999	-999999
	ALTERNATIVO 1	2.15	1.65
	ALTERNATIVO 2	2.15	1.65
	ALTERNATIVO 3	-999999	-999999

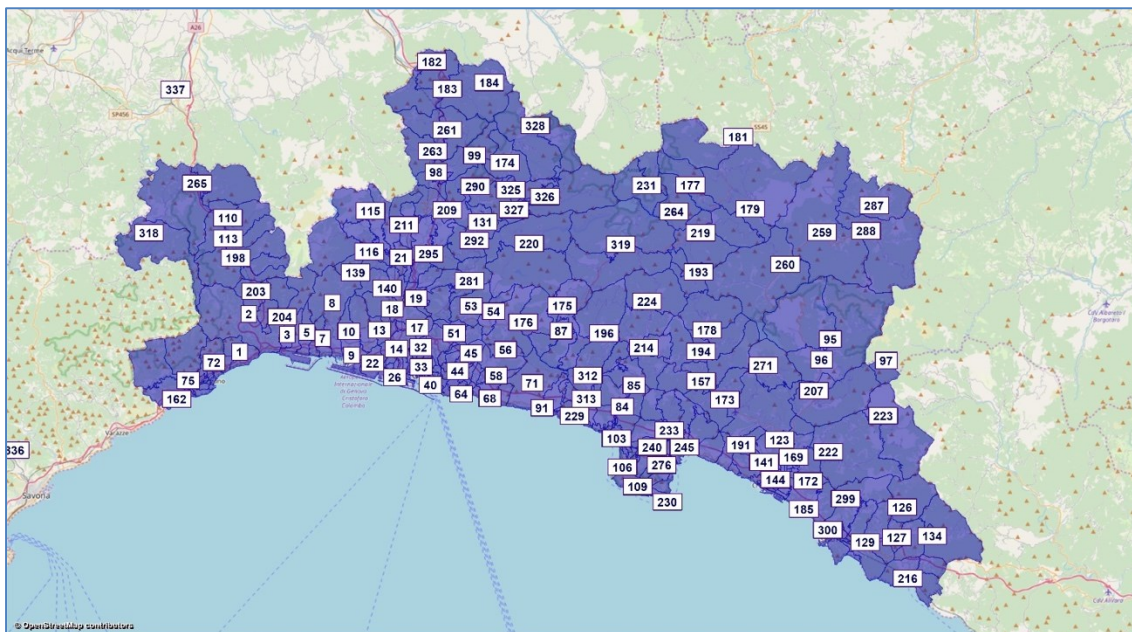
I valori attribuiti al parametro ε_{PRag} sono funzione dello scenario modellato: questa modalità di trasporto multimodale è stata introdotta per modellare gli effetti dell'introduzione di parcheggi di interscambio in prossimità di nodi della rete di trasporto pubblico locale su gomma e il numero di parcheggi di questo tipo varia al variare dello scenario, come illustrato nella successiva sezione 1.4.

1.4 Il modello di offerta – La rete VISUM

La costruzione dello scenario di riferimento nasce dalla precedente definizione, costruzione e calibrazione del modello rappresentante lo scenario attuale. Non essendo disponibile un modello di offerta del traffico sull'area considerata con le caratteristiche desiderate, per la costruzione dello stato attuale si è partiti da due modelli di rete distinti e diversamente caratterizzati, uno con dettaglio comunale ed un altro con dettaglio provinciale. Il modello definitivo dello stato attuale è il risultato puntuale dell'unione dei due modelli esistenti con una nuova necessaria caratterizzazione e calibrazione. Il modello è stato implementato di tutte le parti necessarie allo studio in oggetto sia per la parte legata al trasporto privato sia per quella riguardante il trasporto pubblico. Il modello è stato modificato e codificato in base alla necessità di implementazione e opportunamente calibrato. Una volta terminato lo stato attuale e validato lo stesso, si è potuto costruire lo scenario di riferimento ed i

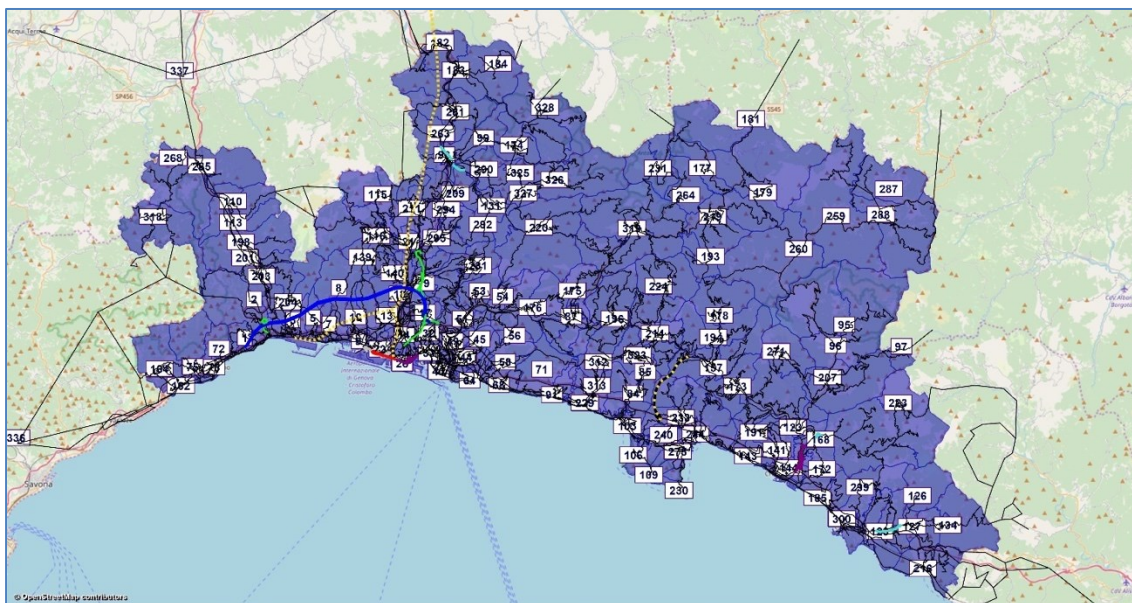
successivi scenari alternativi di progetto.

Viene riportata di seguito una immagine che presenta il modello dello stato attuale con la nuova zonizzazione.



Scenario di riferimento – Modifiche al modello di offerta

A partire dallo stato attuale è stato creato lo scenario di riferimento con le modifiche di rete di seguito descritte. Nella figura sottostante è riportata una immagine con tutti gli interventi implementati.

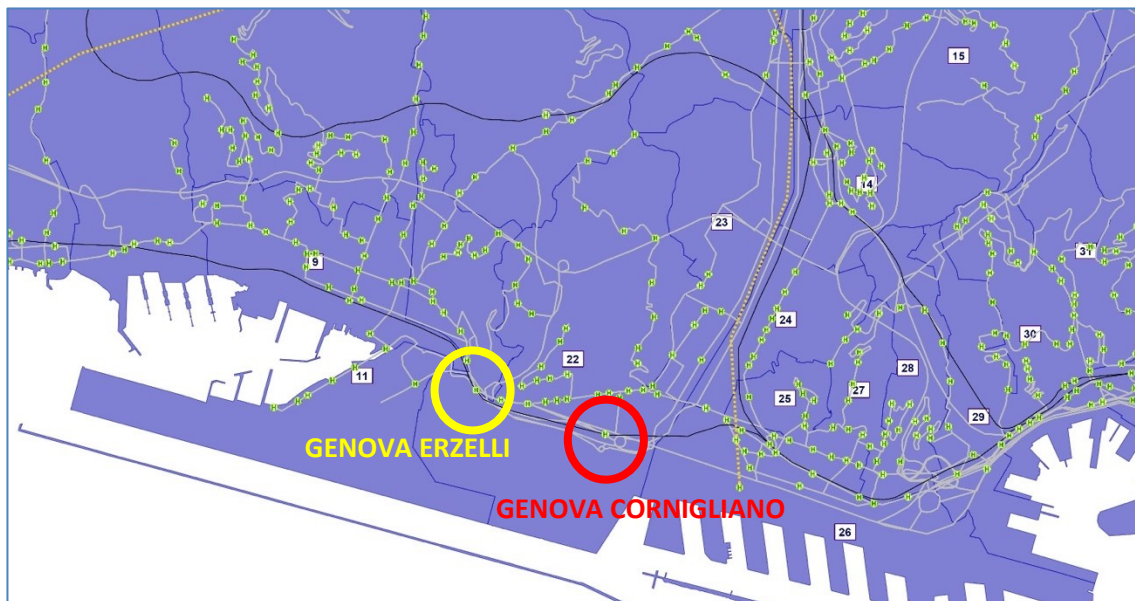


Nodo Ferroviario

In questa fase è stata modificata la rete ferroviaria di Ponente:

- la stazione di Genova Cornigliano è stata spostata in direzione Centro città;
- è stata inserita la nuova stazione di Genova Erzelli.

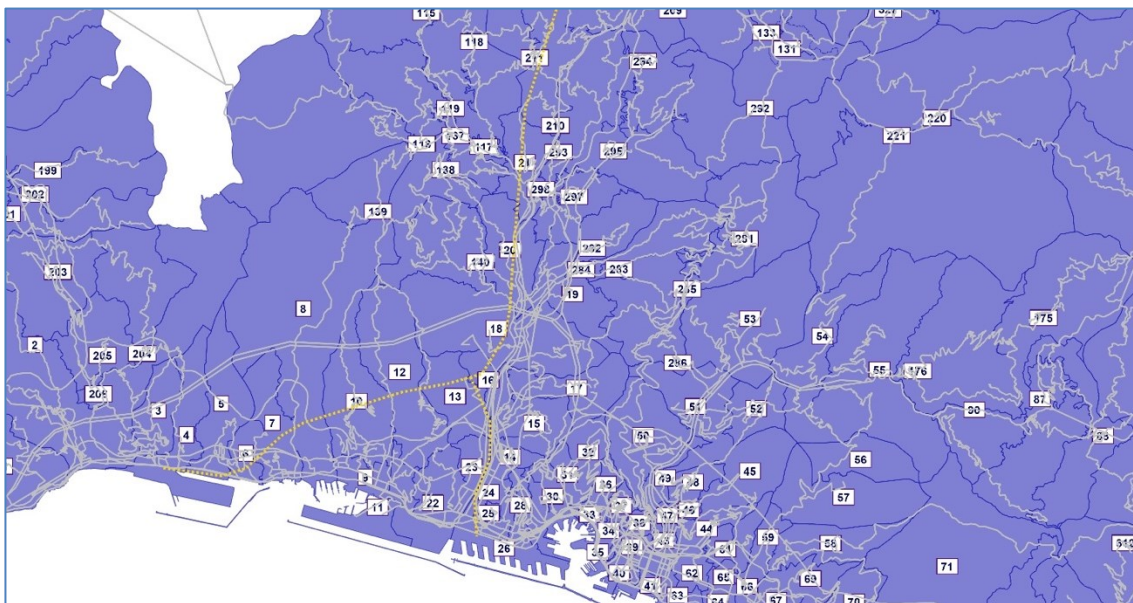
In seguito all’inserimento della nuova stazione ferroviaria sono stati modificati i tracciati dei percorsi e aumentate le frequenze sull’asse del ponente. Di seguito è riportata un’immagine con le modifiche.



Terzo valico AC/AV dei Giovi

Questa parte vede la modellazione della linea ferroviaria dedicata al trasporto merci in uscita dai punti terminalisti portuali principali della città situati a ponente e nella zona centrale.

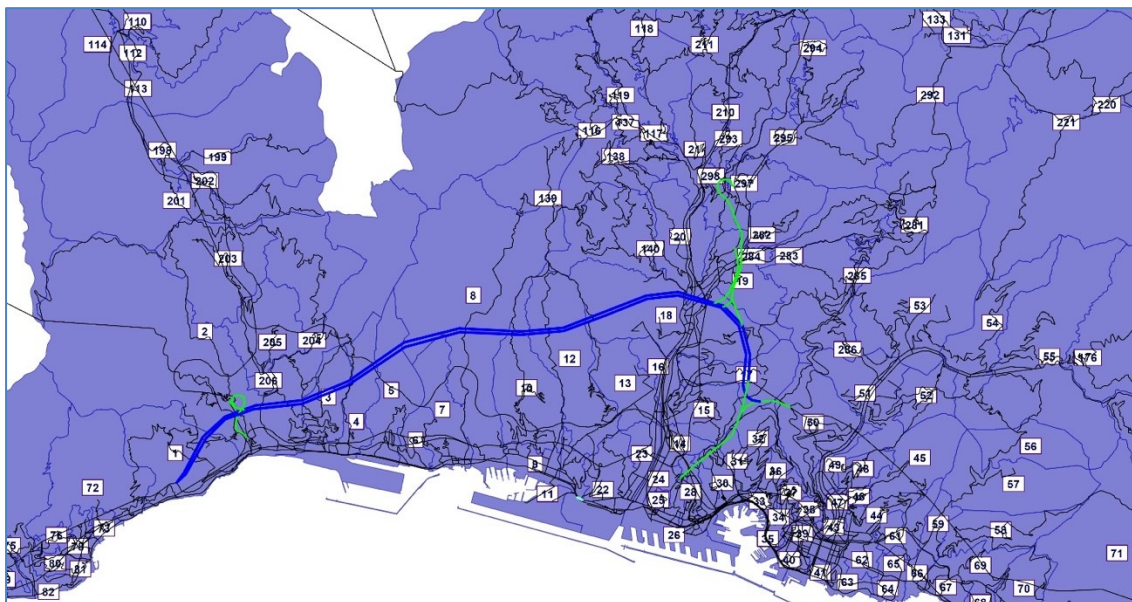
Nella figura sottostante è riportato, in giallo, il tracciato.



A10/A7 gronda autostradale di Ponente

La gronda autostradale rappresenta un’alternativa per l’utente non interessato ad attraversare la città. La gronda riguarda i nodi di Vesima, Bolzaneto, senza a valle del casello autostradale attuale, Genova Ovest e Genova Est. Nell’immagine seguente viene riportato il tracciato principale (in Blu) collegato alle autostrade A26, A7, A12 tramite i raccordi (in verde). Più specificatamente:

- da Vesima è possibile collegarsi all'autostrada A7 e A12;
- scendendo dalla A7 (a monte del casello) è possibile collegarsi alla A10 o alla A26;
- partendo da Genova Ovest è possibile immettersi nella A12, nella A7, nella A10 e A26;
- provenendo dalla A12 è possibile collegarsi con la A7 (salendo a valle del casello di Bolzaneto), con la A10 e la A26;



Nodo di San Benigno

Modifica del nodo di san Benigno rispetto allo scenario attuale.



Lungomare Canepa

Modifiche della capacità di Lungomare Canepa (in viola) e modifiche alla rete con completamento della guida Rossa. Nella figura seguente è riportata l'immagine con evidenziata in rosso la strada Guido Rossa con gli opportuni collegamenti di rete.



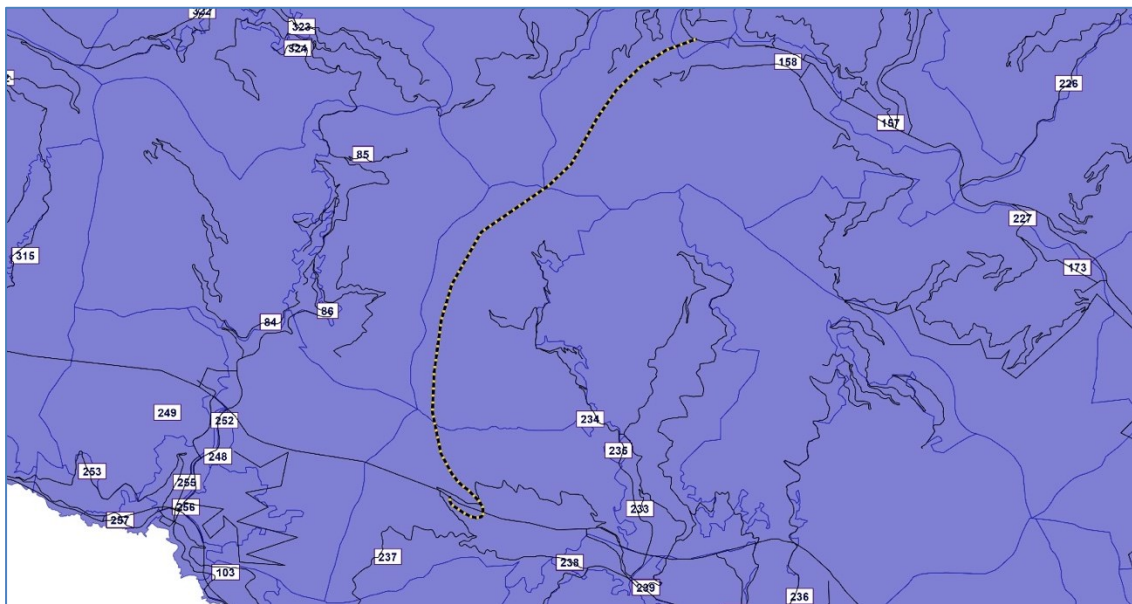
Strada di scorrimento per la logistica portuale

In bianco nell'immagine sottostante è riportata la strada di scorrimento per la logistica portuale detta anche via della Superba. Sono stati inseriti gli archi e i collegamenti stradali con le opportune connessioni con la viabilità esistente e la Guido Rossa.



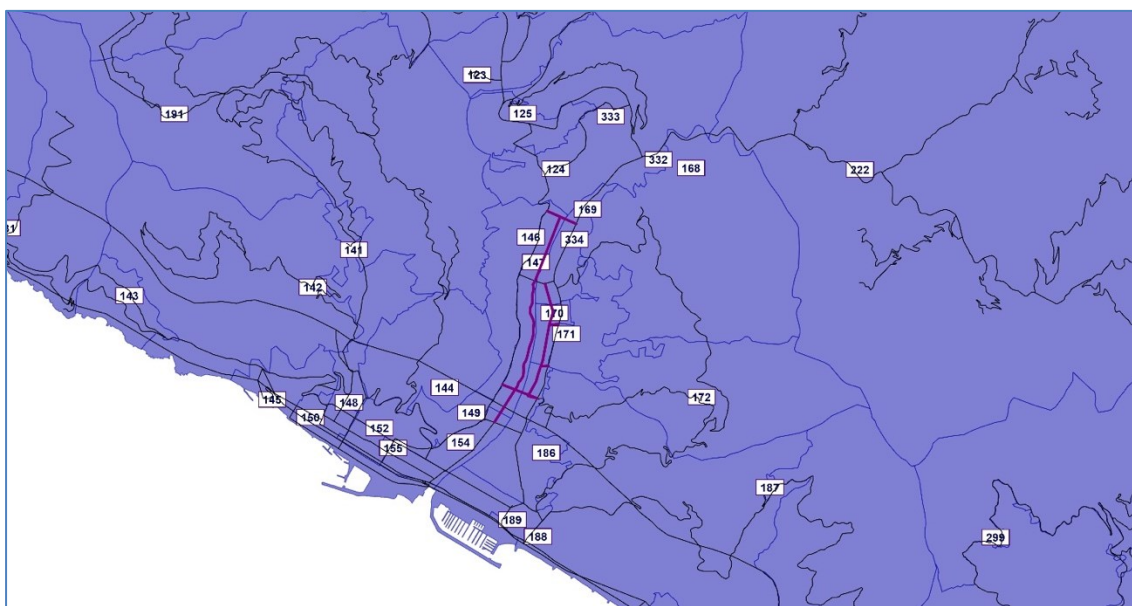
Nuovo collegamento autostradale A12 – Rapallo – Val Fontanabuona

Inserimento del tunnel, in prossimità dell'area di sosta dell'autostrada A12 all'imbocco est della galleria Maggio, di collegamento tra l'autostrada A12 e la SP 225 della Val Fontanabuona. Il tracciato è riportato nella immagine sottostante.



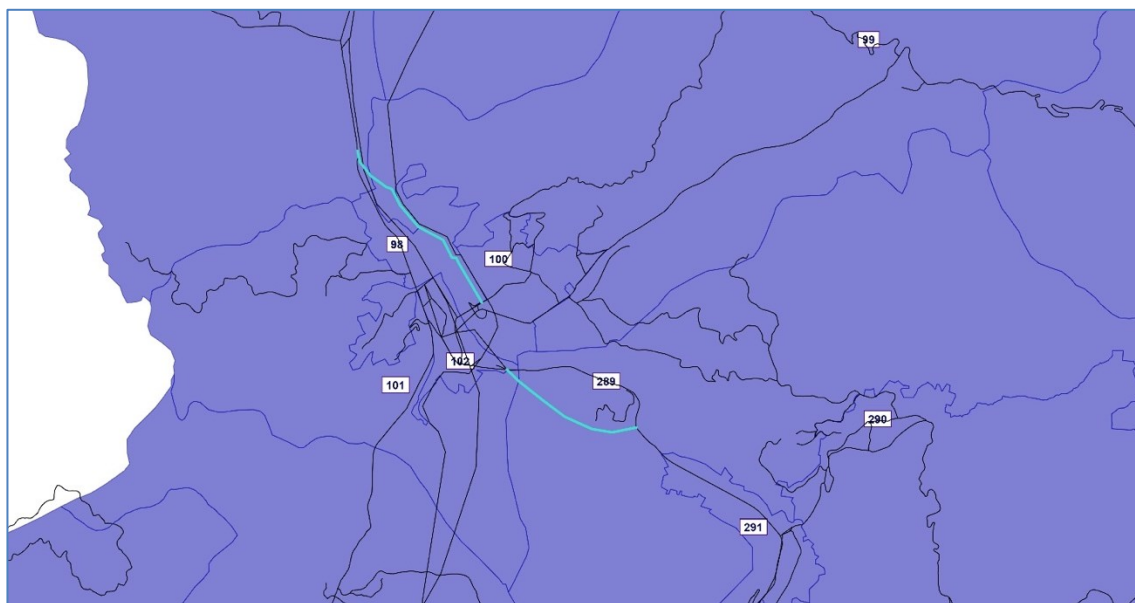
Nuova viabilità di adduzione di Lavagna e riorganizzazione viabilità Entella

Nuova viabilità di adduzione al casello autostradale A12 di Lavagna e riorganizzazione della viabilità come riportato in viola nell'immagine che segue (inserimento e collegamento di parte di rete tramite archi stradali).



Viabilità di fondo valle nella Valle Scrivia (Isorelle-Borgo Fornari)

Inserimento di due nuovi archi stradali (riportati in azzurro) per la riorganizzazione della viabilità di fondo valle tra Isorelle e Borgo Fornari attraverso il comune di Busalla (inserimento e collegamento di parte di rete tramite archi stradali).



Scenario di riferimento – Introduzione di parcheggi di interscambio

I parcheggi di interscambio non sono stati rappresentati con specifiche modifiche al modello di offerta ma sono stati modellati attraverso l'introduzione di due specifiche modalità di trasporto multimodale (una per i parcheggi di interscambio in prossimità di nodi della rete di trasporto pubblico locale su gomma e una per i parcheggi di interscambio in prossimità di stazioni ferroviarie). Tali modalità, denominate “park&ride”, rappresentano gli utenti che utilizzano i mezzi di trasporto pubblico dopo aver effettuato eventualmente un tratto di spostamento in auto. I parametri che caratterizzano tali modalità di trasporto, i cui valori numerici sono stati presentati nella precedente sezione A.1.3, sono stati definiti in modo che la domanda attribuita ad esse (in particolare al segmento di domanda che corrisponde al tragitto effettuato con il trasporto pubblico) corrisponda alla capacità dei parcheggi di interscambio.

Nello scenario di riferimento è presente il seguente parcheggio di interscambio:

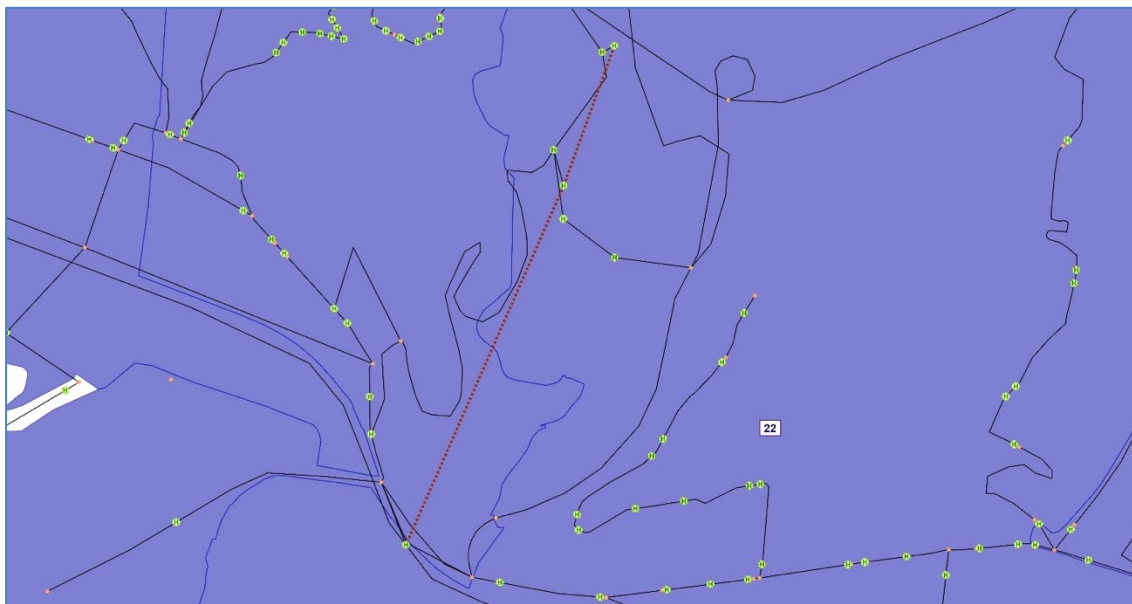
PARCHEGGIO DI INTERSCAMBIO	Capacità	Tipologia Park&Ride
Prà Stazione	600	Ferrovia

Scenario alternativo 1 – Modifiche al modello di offerta

A partire dallo scenario di riferimento è stato creato lo scenario alternativo 1 attraverso le modifiche di rete di seguito descritte.

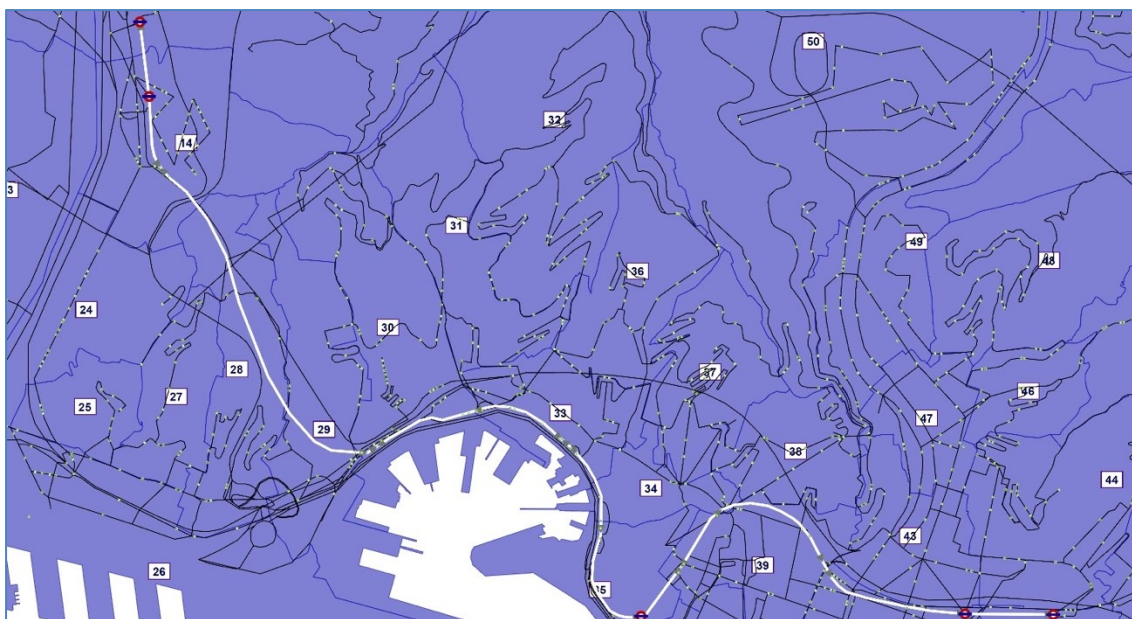
Monorotaia di Erzelli

Inserimento della monorotaia di Erzelli di collegamento tra la nuova stazione ferroviaria di Erzelli ed il quartiere stesso tramite due fermate, una all'altezza del parco ed un'altra all'altezza dell'ospedale (inserimento della linea e dei tracciati di percorso e del servizio a frequenza).



Estensione metropolitana tra Pallavicini e Terralba

Estensione della linea delle fermate e dei tracciati del servizio metropolitana tra Pallavicini e Terralba come riportato in bianco nell'immagine sottostante.



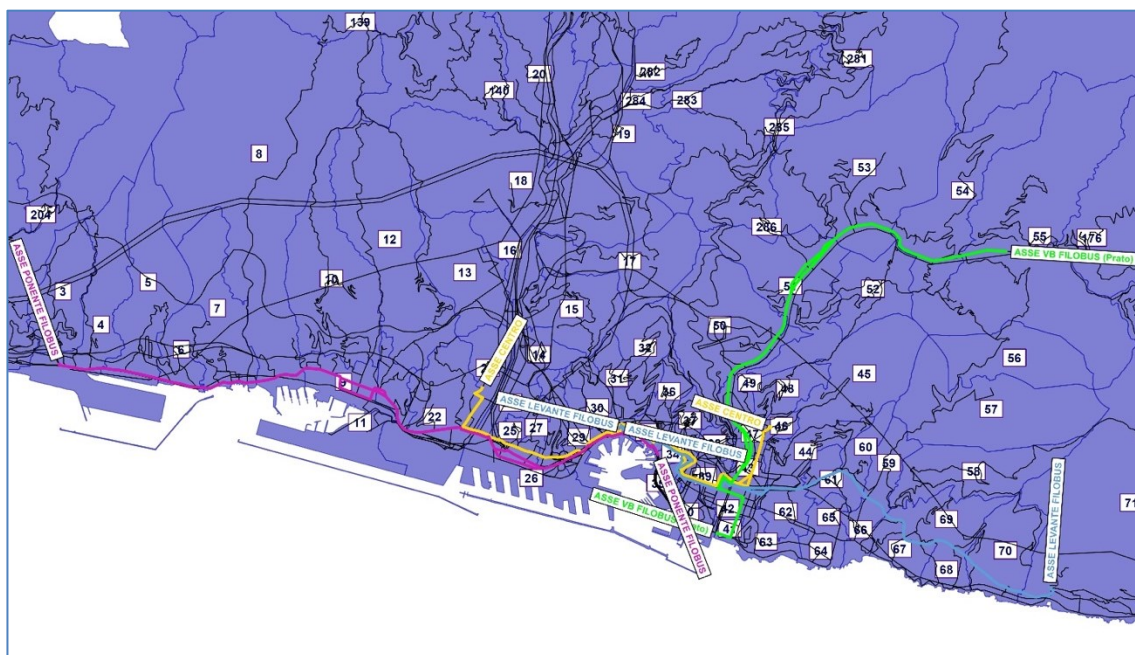
Assi di forza (filobus) e relative modifiche rete e servizio AMT

Inserimento dei nuovi assi di forza e dei relativi percorsi sulla rete di trasporto pubblico su gomma. I nuovi assi di forza sono:

- asse Val Bisagno (linee AVB e AVB/)
- asse Ponente (linea AP)
- asse Centro (linee AC e AC/)
- asse Levante (linee AL e AL/)

In seguito all'inserimento dei nuovi assi filobus sono state modificate le linee AMT preesistenti in funzione del nuovo servizio di offerta pubblica.

Nell'immagine seguente sono riportati i tracciati delle linee dei 4 assi.



Scenario alternativo 1 – Introduzione di parcheggi di interscambio

Nello scenario alternativo 1 sono presenti i seguenti parcheggi di interscambio:

PARCHEGGIO DI INTERSCAMBIO	Capacità	Tipologia Park&Ride
Prà Stazione	600	Ferrovia
Val Polcevera (piazza Pallavicini)	200	TPL gomma e Ferrovia
Ponente, zona aeroporto / nuova stazione Aeroporto-Erzelli	900	TPL gomma e Ferrovia
Sampierdarena, via Dino Col (uscita casello Ge Ovest)	200	TPL gomma
Val Bisagno, via Bobbio (uscita casello Ge Est)	900	TPL gomma
Levante, in prossimità casello Ge Nervi	200	TPL gomma
Bogliasco (stazione ferroviaria)	100	Ferrovia
Busalla (stazione ferroviaria)	200	Ferrovia
Chiavari/Carasco (località San Lazzaro)	300	TPL gomma
Cogoleto (stazione ferroviaria)	200	Ferrovia
Pieve Ligure (stazione ferroviaria)	100	Ferrovia
Rapallo (casello autostrada, zona Poggiolino)	300	TPL gomma
Recco (casello autostrada)	300	TPL gomma
Ronco Scrivia (stazione ferroviaria)	200	Ferrovia

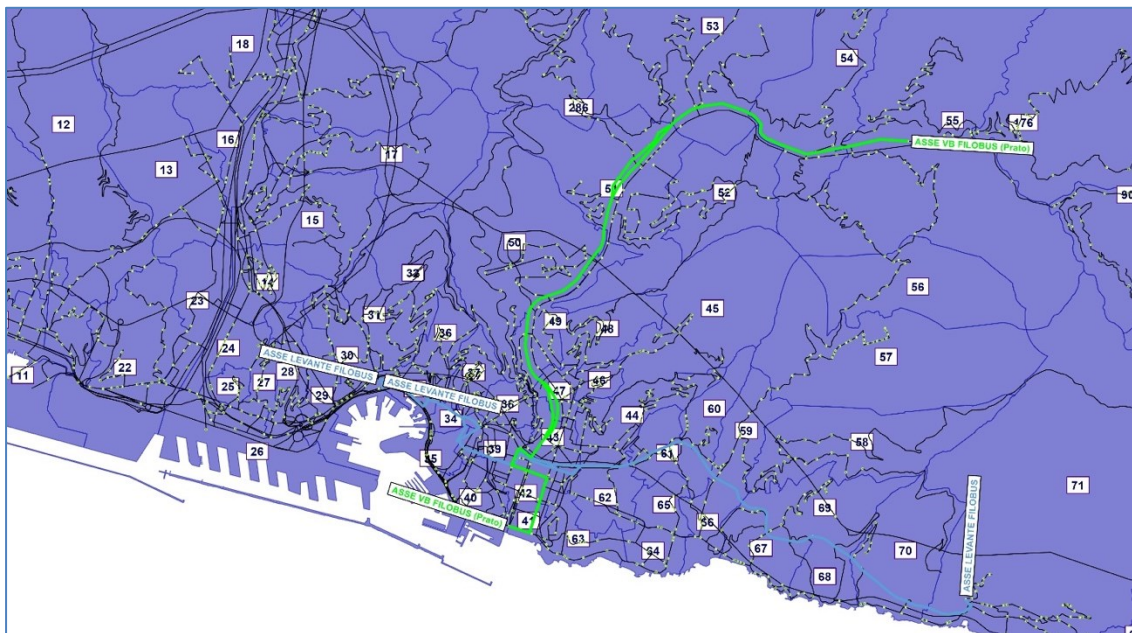
Scenario alternativo 2 – Modifiche al modello di offerta

A partire dallo scenario alternativo 1 è stato creato lo scenario alternativo 2 attraverso le modifiche di rete di seguito descritte.

Assi di forza (filobus) e relative modifiche rete e servizio AMT

In questo scenario sono stati eliminati 2 dei 4 assi esistenti nello scenario alternativo 1: l'asse Centro e l'asse Ponente, come riportato nella successiva figura.

Conseguentemente sono state ripristinate le opportune linee AMT necessarie a mantenere il livello di servizio nominale sulle aree interessate dall'eliminazione dei 2 assi.



Scenario alternativo 2 – Introduzione di parcheggi di interscambio

Nello scenario alternativo 2 sono presenti gli stessi parcheggi di interscambio previsti nello scenario alternativo 1.

Scenario alternativo 3 – Modifiche al modello di offerta

Non ci sono modifiche a livello di rete.

Scenario alternativo 3 – Introduzione di parcheggi di interscambio

Nello scenario alternativo 3 sono presenti gli stessi parcheggi di interscambio previsti nello scenario di riferimento.

2. Simulazione dello scenario di riferimento

Lo scenario di riferimento è stato simulato attraverso una procedura che esegue i seguenti passi.

1. Inizializzazione assegnazioni
2. Calcolo iniziale delle matrici degli indicatori
3. Inizializzazione loop di ripartizione modale
4. Loop di ripartizione modale
 - a. Distribuzione
 - b. Scelta modale
 - c. Creazione matrici di domanda (matrici O/D)
 - d. Assegnazioni multimodali (auto + ferrovia e moto + ferrovia)
 - e. Assegnazioni "Park&Ride" (auto + TPL gomma e auto + ferrovia)

- f. Assegnazioni trasporto privato (auto, moto, veicoli commerciali medi e pesanti)
- g. Aggiornamento matrici degli indicatori
- 5. Assegnazione multimodale (TPL gomma + Ferrovia)
- 6. Assegnazioni trasporto pubblico (TPL gomma e Ferrovia)

2.1 Risultati della simulazione

L'esecuzione della procedura di cui sopra, applicata al modello di traffico rappresentante lo scenario di riferimento, ha generato una ripartizione modale i cui valori sono riportati nella seguente tabella.

RIPARTIZIONE MODALE (spostamenti nell'intervallo 6:30 – 9:00)	
Auto	103637.623
Moto	39325.013
TPL gomma	84489.643
Ferrovia	22381.545
Multimodale auto + ferrovia (parte auto)	1518.406
Multimodale auto + ferrovia (parte ferrovia)	510.539
Multimodale moto + ferrovia (parte moto)	1031.267
Multimodale moto + ferrovia (parte ferrovia)	494.304
Multimodale TPL gomma + ferrovia (parte TPL gomma)	5198.905
Multimodale TPL gomma + ferrovia (parte ferrovia)	1141.418
Park&Ride auto + ferrovia (parte auto)	319.597
Park&Ride auto + ferrovia (parte ferrovia)	656.009
Park&Ride auto + TPL gomma (parte auto)	0.000
Park&Ride auto + TPL gomma (parte TPL gomma)	0.000

L'assegnazione delle varie matrici di domanda sulla rete di trasporto ha consentito di calcolare parte degli indicatori di tipo trasportistico e parte degli indicatori di tipo ambientale previsti dalla normativa. I risultati ottenuti sono riportati nelle due seguenti tabelle.

MACROBIETTIVI a.1 – a.3		
a.1 Miglioramento del TPL	Aumento dei passeggeri trasportati (passeggeri/anno/1000 abitanti)	247460
a.2 Riequilibrio modale della mobilità	% spostamenti in autovettura	48.22 %
	% spostamenti sulla rete integrata del TPL	37.88 %
	% spostamenti in ciclomotore/motoveicolo	13.90 %
	% spostamenti in bicicletta	n.d.
	% spostamenti a piedi	n.d.
a.3 Riduzione della congestione	% spostamenti in modalità sharing	n.d.
	Rapporto tra il tempo complessivo impiegato su rete congestionata ed il tempo complessivo "virtuale" impiegato in assenza di congestione	1.2836

MACROBIETTIVI b.2		
b.2 Miglioramento della qualità dell'aria	Emissioni di NOx da traffico veicolare pro capite	3.780 kg/abitante/anno
	Emissioni di PM10 da traffico veicolare pro capite	0.165 kg/abitante/anno
	Emissioni di PM2.5 da traffico veicolare pro capite	0.272 kg/abitante/anno
	Numero giorni di sfioramento limiti europei	n.d.
	Emissioni annue di CO2 da traffico veicolare pro capite	1.647 t/abitante/anno

Gli indicatori di tipo ambientale (emissioni) sono stati ottenuti considerando un parco veicolare attualizzato allo scenario di piano. L'attualizzazione è stata effettuata prendendo in considerazione l'attuale parco veicolare (fonte: dati ACI 2017) e facendo alcune ipotesi sulla ripartizione futura dei veicoli tra normativa Euro 4, Euro 5 e Euro 6 (Euro 2, Euro 3 e Euro 4 per i motoveicoli). Tale ripartizione tiene in considerazione quanto riportato nel documento "Misure urgenti per la riduzione della

concentrazione degli inquinanti nell'aria ambiente in Regione Liguria" (di cui al DGR 941 del 16/11/2018). Tali misure porteranno infatti ad una sostanziale scomparsa dei veicoli Euro 0-3 e ad una forte limitazione dei veicoli Euro 4-5 e pertanto il parco veicolare attualizzato allo scenario di piano è stato considerato così ripartito:

- *autoveicoli:*
0% Euro 0-3, 2% Euro 4; 15% Euro 5; 68% Euro 6; 15% Elettrici o altri emissioni zero;
- *motoveicoli:*
0% Euro 0-1, 2% Euro 2; 25% Euro 3; 53% Euro 4; 20% Elettrici o altri emissioni zero;
- *veicoli commerciali leggeri:*
0% Euro 0-3, 10% Euro 4; 35% Euro 5; 50% Euro 6; 5% Elettrici o altri emissioni zero;
- *veicoli commerciali pesanti:*
0% Euro 0-3, 10% Euro 4; 35% Euro 5; 50% Euro 6; 5% Elettrici o altri emissioni zero;
- *autobus:*
0% Euro 0-3, 5% Euro 4; 30% Euro 5; 55% Euro 6; 10% Elettrici o altri emissioni zero..

I parametri utilizzati per il calcolo delle emissioni sono quelli della banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia accessibile attraverso il sito web della *Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale* (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>).

3. Simulazione degli scenari alternativi

Vengono di seguito riportati i risultati ottenuti dall'esecuzione della procedura presentata all'inizio della sezione 2 sui modelli di traffico rappresentanti gli scenari alternativi.

3.1 Scenario alternativo n. 1 – Risultati della simulazione

RIPARTIZIONE MODALE (spostamenti nell'intervallo 6:30 – 9:00)	
Auto	89365.947
Moto	33971.224
TPL gomma	107968.683
Ferrovia	20687.259
Multimodale auto + ferrovia (parte auto)	1245.427
Multimodale auto + ferrovia (parte ferrovia)	408.224
Multimodale moto + ferrovia (parte moto)	841.867
Multimodale moto + ferrovia (parte ferrovia)	395.908
Multimodale TPL gomma + ferrovia (parte TPL gomma)	4262.650
Multimodale TPL gomma + ferrovia (parte ferrovia)	960.361
Park&Ride auto + ferrovia (parte auto)	749.650
Park&Ride auto + ferrovia (parte ferrovia)	1545.711
Park&Ride auto + TPL gomma (parte auto)	1635.786
Park&Ride auto + TPL gomma (parte TPL gomma)	2856.304

MACROBIETTIVI a.1 – a.3		
a.1 Miglioramento del TPL	Aumento dei passeggeri trasportati (passeggeri/anno/1000 abitanti)	302206
a.2 Riequilibrio modale della mobilità	% spostamenti in autovettura	42.06%
	% spostamenti sulla rete integrata del TPL	45.90%
	% spostamenti in ciclomotore/motoveicolo	12.04%
	% spostamenti in bicicletta	n.d.
	% spostamenti a piedi	n.d.
	% spostamenti in modalità sharing	n.d.

MACROBIETTIVI a.1 – a.3		
a.3 Riduzione della congestione	Rapporto tra il tempo complessivo impiegato su rete congestionata ed il tempo complessivo "virtuale" impiegato in assenza di congestione	1.2951

MACROBIETTIVI b.2		
b.2 Miglioramento della qualità dell'aria	Emissioni di NOx da traffico veicolare pro capite	3.701 kg/abitante/anno
	Emissioni di PM10 da traffico veicolare pro capite	0.160 kg/abitante/anno
	Emissioni di PM2.5 da traffico veicolare pro capite	0.265 kg/abitante/anno
	Numero giorni di sfioramento limiti europei	n.d.
	Emissioni annue di CO2 da traffico veicolare pro capite	1.596 t/abitante/anno

3.2 Scenario alternativo n. 2 – Risultati della simulazione

RIPARTIZIONE MODALE (spostamenti nell'intervallo 6:30 – 9:00)	
Auto	92307.316
Moto	35224.680
TPL gomma	102049.080
Ferrovia	20580.169
Multimodale auto + ferrovia (parte auto)	1300.792
Multimodale auto + ferrovia (parte ferrovia)	431.038
Multimodale moto + ferrovia (parte moto)	887.675
Multimodale moto + ferrovia (parte ferrovia)	426.759
Multimodale TPL gomma + ferrovia (parte TPL gomma)	4655.944
Multimodale TPL gomma + ferrovia (parte ferrovia)	1054.142
Park&Ride auto + ferrovia (parte auto)	798.629
Park&Ride auto + ferrovia (parte ferrovia)	1621.022
Park&Ride auto + TPL gomma (parte auto)	1773.057
Park&Ride auto + TPL gomma (parte TPL gomma)	3047.281

MACROBIETTIVI a.1 – a.3		
a.1 Miglioramento del TPL	Aumento dei passeggeri trasportati (passeggeri/anno/1000 abitanti)	295158
a.2 Riequilibrio modale della mobilità	% spostamenti in autovettura	43.46%
	% spostamenti sulla rete integrata del TPL	44.06%
	% spostamenti in ciclomotore/motoveicolo	12.48%
	% spostamenti in bicicletta	n.d.
	% spostamenti a piedi	n.d.
	% spostamenti in modalità sharing	n.d.
a.3 Riduzione della congestione	Rapporto tra il tempo complessivo impiegato su rete congestionata ed il tempo complessivo "virtuale" impiegato in assenza di congestione	1.2625

MACROBIETTIVI b.2		
b.2 Miglioramento della qualità dell'aria	Emissioni di NOx da traffico veicolare pro capite	3.713 kg/abitante/anno
	Emissioni di PM10 da traffico veicolare pro capite	0.161 kg/abitante/anno
	Emissioni di PM2.5 da traffico veicolare pro capite	0.266 kg/abitante/anno
	Numero giorni di sfioramento limiti europei	n.d.
	Emissioni annue di CO2 da traffico veicolare pro capite	1.608 t/abitante/anno

3.3 Scenario alternativo n. 3 – Risultati della simulazione

RIPARTIZIONE MODALE (spostamenti nell'intervallo 6:30 – 9:00)	
Auto	92926.135
Moto	35361.662
TPL gomma	105890.901
Ferrovia	20914.685

RIPARTIZIONE MODALE (spostamenti nell'intervallo 6:30 – 9:00)	
Multimodale auto + ferrovia (parte auto)	1325.806
Multimodale auto + ferrovia (parte ferrovia)	430.285
Multimodale moto + ferrovia (parte moto)	895.463
Multimodale moto + ferrovia (parte ferrovia)	418.955
Multimodale TPL gomma + ferrovia (parte TPL gomma)	4517.379
Multimodale TPL gomma + ferrovia (parte ferrovia)	1010.582
Park&Ride auto + ferrovia (parte auto)	272.217
Park&Ride auto + ferrovia (parte ferrovia)	570.702
Park&Ride auto + TPL gomma (parte auto)	0.000
Park&Ride auto + TPL gomma (parte TPL gomma)	0.000

MACROBIETTIVI a.1 – a.3		
a.1 Miglioramento del TPL	Aumento dei passeggeri trasportati (passeggeri/anno/1000 abitanti)	290301
a.2 Riequilibrio modale della mobilità	% spostamenti in autovettura	43.22%
	% spostamenti sulla rete integrata del TPL	44.28%
	% spostamenti in ciclomotore/motoveicolo	12.49%
	% spostamenti in bicicletta	n.d.
	% spostamenti a piedi	n.d.
a.3 Riduzione della congestione	% spostamenti in modalità sharing	n.d.
	Rapporto tra il tempo complessivo impiegato su rete congestionata ed il tempo complessivo "virtuale" impiegato in assenza di congestione	1.3090

MACROBIETTIVI b.2		
b.2 Miglioramento della qualità dell'aria	Emissioni di NOx da traffico veicolare pro capite	3.714 kg/abitante/anno
	Emissioni di PM10 da traffico veicolare pro capite	0.161 kg/abitante/anno
	Emissioni di PM2.5 da traffico veicolare pro capite	0.266 kg/abitante/anno
	Numero giorni di sfioramento limiti europei	n.d.
	Emissioni annue di CO2 da traffico veicolare pro capite	1.602 t/abitante/anno

3.4 Comparazione dei risultati

Gli indicatori di tipo trasportistico e gli indicatori di tipo ambientale considerati sono riportati nelle seguenti tabelle di comparazione che includono i risultati ottenuti per lo scenario di riferimento e per i tre scenari alternativi.

MACROBIETTIVI a.1 – a.3	RIF	ALT 1	ALT 2	ALT 3
Aumento dei passeggeri trasportati (passeggeri/anno/1000)	247460	302206	295158	290301
% spostamenti in autovettura	48.22 %	42.06%	43.46%	43.22%
% spostamenti sulla rete integrata del TPL	37.88 %	45.90%	44.06%	44.28%
% spostamenti in ciclomotore/motoveicolo	13.90 %	12.04%	12.48%	12.49%
% spostamenti in bicicletta	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
% spostamenti a piedi	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
% spostamenti in modalità sharing	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Rapporto tra il tempo complessivo impiegato su rete congestionata ed il tempo complessivo "virtuale" impiegato in assenza di congestione	1.2836	1.2951	1.2625	1.3090

MACROBIETTIVI b.2	RIF	ALT 1	ALT 2	ALT 3
Emissioni di NOx da traffico veicolare pro capite	3.780	3.701	3.713	3.714
Emissioni di PM10 da traffico veicolare pro capite	0.165	0.160	0.161	0.161
Emissioni di PM2.5 da traffico veicolare pro capite	0.272	0.265	0.266	0.266
Numero giorni di sfioramento limiti europei	n.d.			
Emissioni annue di CO2 da traffico veicolare pro capite	1.647	1.596	1.608	1.602

La discussione di tali risultati è nel capitolo 5 dove essi vengono presi in considerazione insieme ad altri indicatori di vario tipo al fine di determinare lo scenario di piano.