



Comune di Trieste

*Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità
Direzione*

Presentazione istanza per accesso alle risorse destinate al TMR a Impianti
Fissi
Legge 30.12.2018, n. 145 "Legge di bilancio 2019", art.1 comma 95

CABINOVIA METROPOLITANA TRIESTE - PORTO VECCHIO - CARSO

DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO E RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ing. Giulio Bernetti

PROGETTISTA OPERE INFRASTRUTTURALI

ing. Andrea Gobber

**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO**
dott. ing. ANDREA GOBBER
Ing. civile e ambientale, industriale e dell'informazione
ISCR. ALBO N° 2101 - Sezione A degli Ingegneri

COLLABORATORI ED ESPERTI TECNICI E AMMINISTRATIVI

ing. Sara Borgogna

ing. Paola Capon

ing. Silvia Fonzari

ing. Fabio Lamanna

arch. Anna Monaco (per il progetto Civitas Portis)

dott. Stefano Mullner (per il progetto Civitas Portis)

dott. Roberto Prodan

Nota metodologica 2

ELABORATO

TS1_AII.9b_NM2_rev1

SCALA

DATA

Febbraio 2021

Trieste

CABINOVIA METROPOLITANA
TRIESTE – PORTO VECCHIO - CARSO

Nota Metodologica n. 2

Previsione della domanda

INDICE

1	Introduzione	2
2	Definizione degli Scenari di Analisi	2
2.1	<i>Scenario Base</i>	2
2.2	<i>Scenario di Riferimento (SR) - $Y_j = 2025$</i>	2
2.3	<i>Scenario di Progetto (SP) - $Y_j = 2025$</i>	3
3	Struttura del Modello di Previsione della Domanda	3
3.1	<i>Modello a Quattro Stadi</i>	4
3.1.1	Generazione e Distribuzione del Trasporto Privato	4
3.1.2	Generazione e Distribuzione del Trasporto Pubblico Locale	7
3.1.3	Scelta Modale	8
3.1.4	Scelta del Percorso	9
3.2	<i>Proiezione delle Matrici O/D</i>	9
3.3	<i>Modellizzazione della Rete nello Scenario di Riferimento</i>	10
3.3.1	Note Metodologiche per la Tabella 3.1 – coefficienti di passaggio ora di punta - giorno 11	
3.3.2	Implicazione metodologiche per l'ACB	12

1 Introduzione

La presente nota illustra gli scenari di riferimento e di progetto analizzati tramite il modello multimodale sviluppato; contiene la descrizione di quest'ultimo con le specifiche di costruzione delle matrici O/D e le analisi di calibrazione e validazione. Di seguito nella relazione si identifica l'intervento progettuale della cabinovia come Progetto.

2 Definizione degli Scenari di Analisi

In accordo con le scelte emerse nell'ambito della redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) di Trieste (adottato dalla Giunta, vedi allegato TS_All.2_Delibera), gli scenari di sviluppo considerati per la valutazione del presente progetto sono sviluppati come di seguito descritto.

2.1 Scenario Base

Lo scenario base rappresenta lo stato di fatto della domanda e dell'offerta sul territorio; considerando che l'analisi della domanda è stata effettuata nell'anno 2019, il parametro $Y_{O/D}$ è **stato posto coincidente con il 2019, e l'anno di riferimento (2018) è stato considerato analogo a quello dell'analisi O/D.**

2.2 Scenario di Riferimento (SR) - $Y_j = 2025$

Lo Scenario di Riferimento è stato costruito e modellizzato seguendo le indicazioni del PUMS e prevedendo gli investimenti già pianificati e finanziati, i progetti avviati e/o in sviluppo, gli interventi infrastrutturali programmati e gli interventi organizzativi e gestionali per l'ottimizzazione del sistema di trasporto, in coerenza con la strategia di mobilità che emerge dai documenti di pianificazione. In particolare, tale scenario si compone dei seguenti elementi di offerta:

- a) *Nuova viabilità nell'area del Porto Vecchio (Lotti 1 e 2);*
- b) *Strada di collegamento tra l'Ospedale di Cattinara, via Alpi Giulie e SS 202 (GVT);*
- c) *Interventi connessi al progetto "ex Maddalena";*
- d) *Interventi connessi al progetto "ex Fiera".*

La domanda fa riferimento agli incrementi generati dalle seguenti trasformazioni urbanistiche:

- a) *Trasformazioni urbanistiche da PRGC (vedasi NM1);*
- b) *Trasformazioni urbanistiche da Piano del Commercio (vedasi NM1);*
- c) *Carichi indotti dalla trasformazione dell'area del Porto Vecchio (vedasi Giustificazione Trasportistica).*

Per quanto riguarda il TPL non sono state considerate modifiche rispetto alla rete TPL dello scenario base.

2.3 Scenario di Progetto (SP) - $Y_j = 2025$

Lo Scenario di Progetto è stato costruito e modellizzato sovrapponendo l'intervento in Progetto allo Scenario di Riferimento; pertanto, come specificato nell'Appendice all'Addendum, lo SP si differenzia dallo SR soltanto in virtù degli impatti attesi dal Progetto stesso e dagli interventi accessori ad esso associate, quali la realizzazione di un nuovo nodo di interscambio presso il capolinea a monte della cabinovia (parcheggio presso Campo Romano - Opicina) e l'adeguamento dell'esistente Park Bovedo posto in corrispondenza della fermata a valle della cabinovia.

3 Struttura del Modello di Previsione della Domanda

Il modello sviluppato per la progettazione del PUMS di Trieste è stato implementato in ambiente PTV VISUM. La zonizzazione adottata fa riferimento a quella introdotta nella Nota NM1 e non si discosta dall'analisi O/D effettuata. Il modello è stato calibrato con dati aggiornati al 2019. Il periodo modellizzato fa riferimento all'ora di punta del mattino (7:30 – 8:30) per il trasporto privato, ed alle due ore di punta (7:00 – 9:00) per quanto riguarda la modellizzazione della rete del TPL.

Il grafo completo (Figura 1) è stato costruito a partire dal grafo in dotazione all'Amministrazione Comunale di Trieste, ed allargato e infittito per consentire l'analisi di tutta l'area di studio (in coerenza con le indagini O/D) e la modellizzazione dell'offerta e della domanda del TPL su gomma nell'area. Nel modello è stato caricato l'intero programma di esercizio del trasporto pubblico locale offerto su gomma dall'azienda Trieste Trasporti S.p.A.

Il modello di esercizio del TPL è stato dedotto dal file in formato *General Transit Feed Specification*, GTFS, reso disponibile da Trieste Trasporti. Il database dei servizi su gomma si compone complessivamente di 1.408 fermate e di 15.652 corse appartenenti a 59 linee che si distribuiscono sul territorio attraverso 655 distinti istradamenti. Il database fornito è relativo a circa 8 mesi di esercizio (periodo compreso tra 01/11/2019 ed 13/06/2020), pertanto sono anche state estratte e caratterizzate le corse relative al solo servizio di un giorno tipo (mercoledì 15 gennaio 2020) che ammontano ad un totale di 5.839 corse su gomma. Il database si completa anche con la linea Marittima 01M Trieste Muggia (10 coppie di corse nel giorno feriale tipo). La fase di caricamento sul modello VISUM dei percorsi da fonte GTFS è avvenuta sul grafo preesistente (grafo condiviso con il trasporto privato), avendo cura di verificare la correttezza degli istradamenti.

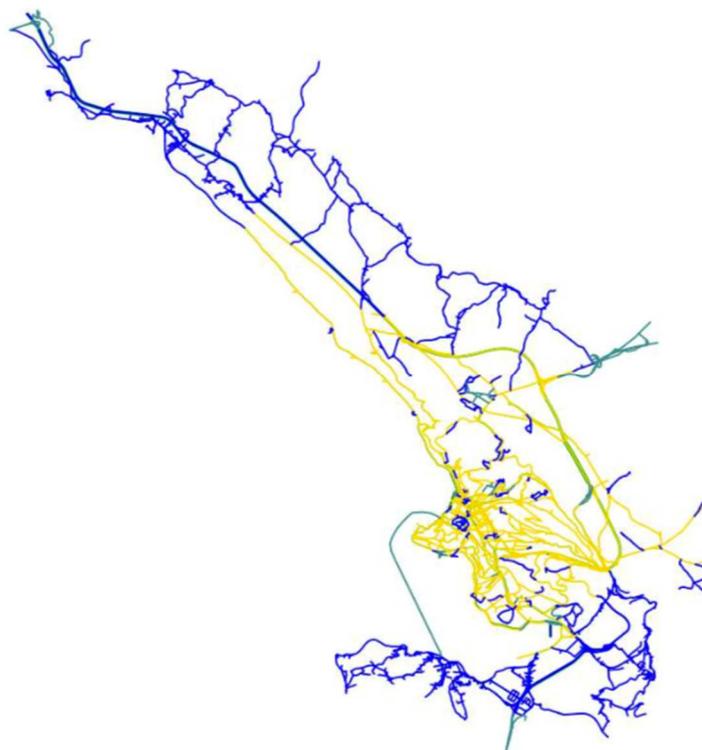


Figura 1 – Grafo della rete dell'area di studio – in giallo gli archi del modello originale in dotazione al Comune di Trieste, in azzurro e verde gli archi aggiunti per la modellizzazione della mobilità dell'area di studio

3.1 Modello a Quattro Stadi

Il modello multimodale è stato sviluppato secondo una struttura tipica a quattro stadi per la calibrazione e validazione di ciascun sotto-modello con i dati più recenti a disposizione. La generazione e la distribuzione della domanda sono state condotte con la costruzione delle matrici O/D per il trasporto privato e pubblico, sulla base dei dati ricavati dalle indagini O/D e di dati ISTAT di supporto. Il periodo modellizzato è quello dell'ora di punta della mattina (7:30 – 8:30) per il trasporto privato, la doppia ora di punta (7:00 – 9:00) per il Trasporto Pubblico con coefficiente di passaggio all'ora di punta pari a 0,56.

3.1.1 Generazione e Distribuzione del Trasporto Privato

La matrice O/D dei Mezzi Leggeri nell'ora di punta del mattino è stata ricostruita attraverso la procedura di seguito descritta. Sono state elaborate le interviste a domicilio somministrate a circa 800 famiglie, per circa 1.700 componenti e 5.500 spostamenti nella giornata per vario motivo e con vario mezzo. Tali interviste sono state tutte geo-referenziate, in origine e destinazione, rispetto alla zonizzazione adottata e rispetto al mezzo (privato, TPL gomma o ferro, a piedi e bici). Dalle interviste sono stati estratti i seguenti 935 spostamenti effettuati in ora di punta del mattino classificandoli in:

- 537 primi spostamenti del giorno effettuati in ora di punta del mattino per motivo di studio o lavoro (confrontabili con l'Istat);
- 202 primi spostamenti del giorno effettuati in ora di punta del mattino per altro motivo;
- 256 spostamenti successivi al primo, ma comunque effettuati in ora di punta del mattino.

I «primi spostamenti» registrati con le interviste a domicilio in ora di punta (somma di tutti motivi) sono dunque 739, che rispetto al numero di intervistati «validi» (pari a 1.683) rappresentano il 44%. Tale valore rappresenta il grado di emissività delle zone ed in particolare il rapporto tra numero di residenti e spostamenti emessi nell'ora di punta del mattino. Noto tale valore, per le zone nelle quali sono state effettuate interviste con primi spostamenti in ora di punta del mattino (59 zone di Trieste rispetto alle 85 zone di Trieste complessive) si è proceduti all'espansione di tali relazioni O/D in modo che essa computasse, in termini di spostamenti, un valore pari al 44% dei residenti delle zone interessate.

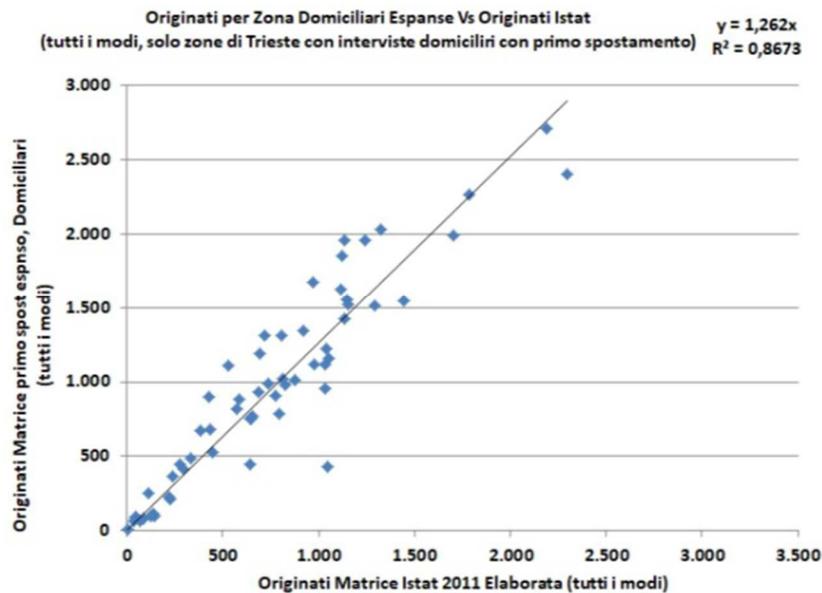


Figura 2 - Correlazione tra gli spostamenti da fonte domiciliari espansi ed i residenti

Gli spostamenti successivi al primo hanno subito la stessa espansione del proprio primo spostamento. Per validare la procedura sono stati confrontati, il totale degli spostamenti emessi in ora di punta secondo la matrice Istat con quelli computati con l'espansione delle interviste a domicilio (Figura 2). Entrambi i valori si riferiscono al totale in ora di punta (qualsiasi mezzo).

È stata così generata la matrice degli spostamenti in ora di punta, espansa rispetto ai residenti, ricavata dalle interviste a domicilio. Parallelamente è stata generata una matrice base Istat come aliquota della matrice Istat complessiva (tutti i modi). Tale coefficiente, pari a 0,54 rappresenta il rapporto tra gli spostamenti Istat di sola andata rilevati tra le 7:15-8:15 (fascia più «simile» a quella di punta 7:30 – 8:30) e gli spostamenti complessivi (la distinzione Istat per modo si evince dal dato

Istat Comune – Comune). La matrice Istat base dell'ora di punta è stata aggiunta alla matrice delle interviste a domicilio secondo le seguenti due «regole»:

- *per il solo modo privato è stata aggiunta la matrice Istat (mezzo privato) alla matrice delle interviste a domicilio per la componente riguardante tutte le zone in origine nelle quali il numero di intervistati che hanno effettuato il primo spostamento in ora di punta con mezzo privato è assente o poco significativo;*
- *per tutti gli altri modi (TPL, piedi e bici) è stata aggiunta la matrice Istat (del mezzo relativo) alla matrice delle interviste a domicilio per la componente riguardante tutte le zone in origine nelle quali il numero di intervistati in ora di punta è nullo.*

Dalla matrice così definita (mix tra interviste a domicilio espanse e pendolarismo Istat) è stata estratta la componente mezzo privato. Dalla matrice dei veicoli leggeri così assegnata sono state estratte le «sub matrici» intercettate in corrispondenza di 19 sezioni cordonali nelle quali sono state somministrate interviste ai conducenti dei veicoli leggeri. In particolare, presso queste sezioni sono state somministrate la mattina 1.628 interviste valide espanse su un flusso complessivamente intercettato in ora di punta del mattino pari a 7.350 veicoli (per un tasso di campionamento pari al 22% circa ed un coefficiente di espansione medio pari a 4,51 (7.350 veicoli /1.628 interviste). Le «sub matrici» estratte dal modello in quanto in transito presso le 19 sezioni cordonali sono state «sostituite» dalle omologhe «sub matrici» ricavate dalle interviste cordonali.

La matrice complessiva così ottenuta è stata sottoposta ad una procedura di correzione di tipo *TFlow Fuzzy* in ambiente PTV VISUM sulla base dei conteggi sulle sole sezioni non oggetto di interviste cordonali (130 sezioni rilevate rispetto alle 149 complessive). L'esito della procedura di calibrazione della matrice dei Mezzi Leggeri, pari 35.826 spostamenti in ora di punta del mattino, è riportato nella Figura 3.

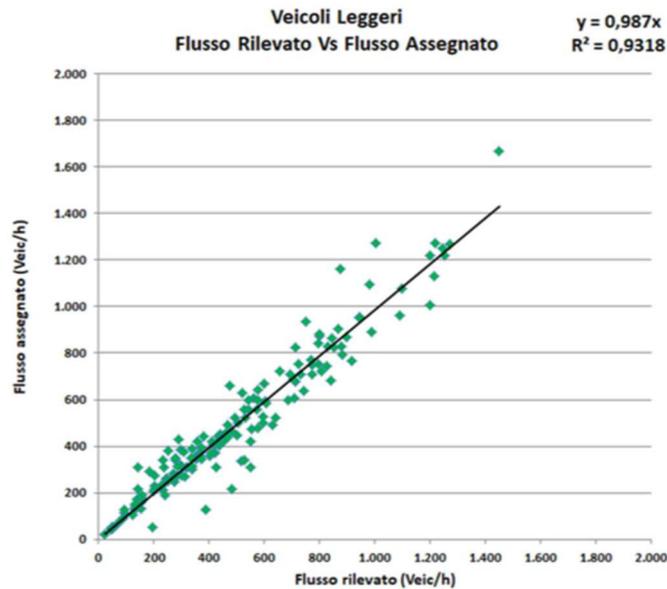


Figura 3 - Calibrazione della matrice dei veicoli leggeri ora di punta del mattino (7:30 – 8:30)

3.1.2 Generazione e Distribuzione del Trasporto Pubblico Locale

La matrice O/D del TPL nell'ora di punta del mattino è stata ricostruita attraverso la procedura di seguito descritta. Sono state geo-referenziate rispetto alla zonizzazione adottata le interviste a domicilio e quelle alle fermate. Alla matrice costruita da tali interviste, elaborate individuando quelle dell'ora di punta del mattino opportunamente espanse rispetto ai residenti della zona di origine ed al coefficiente di emissione in ora di punta, pari a 0,44, è stata aggiunta, per le zone non coperte da interviste in origine, la matrice Istat, sempre riferita alla zonizzazione adottata.

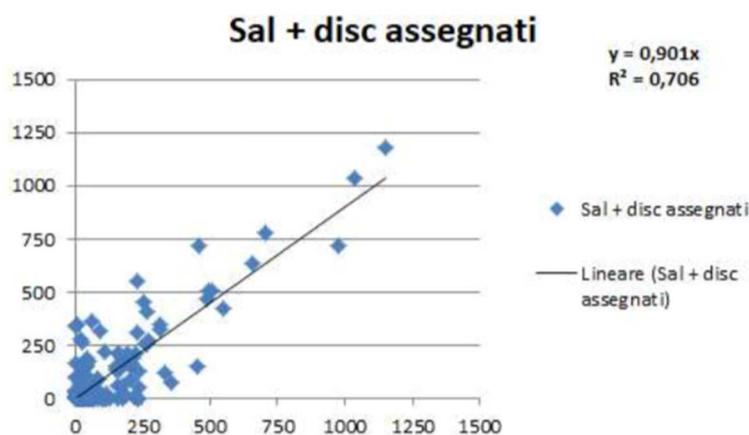


Figura 4 - Calibrazione della matrice del TPL nelle ore di punta del mattino (7:00 – 9:00)

La matrice determinata come sopra, mix tra le interviste a domicilio, quelle alle fermate e il pendolarismo di fonte Istat, è assegnata al modello e successivamente corretta con procedura *TFlow*

Fuzzy in ambiente PTV VISUM sulla base dei conteggi dei saliti e discesi in ora di punta (143 fermate che computano, complessivamente, 10.229 saliti e 8.853 discesi fascia di punta del mattino). L'esito della procedura di calibrazione della matrice dei TPL ha portato alla definizione di una matrice pari a 33.146 spostamenti nella fascia di punta del mattino compresa tra le 7:00 e le 9:00. Il grado di affidabilità delle stime è riportato nella Figura 4.

3.1.3 Scelta Modale

Il modello multimodale descritto consente di supportare il modello di ripartizione modale da adottare in fase di sviluppo degli scenari di progettazione. Per la fase della Scelta Modale stato sviluppato un modello di ripartizione modale di tipo Logit binomiale privato (con coefficiente di occupazione dedotto dalle interviste pari a 1,32) vs pubblico (coefficiente di passaggio da biorario a orario pari a 0,56) calibrato sia per forma aggregata (confronto tra il totale delle matrici di input e output) che per singola relazione. Tale modello è caratterizzato da funzioni di costo che tengono conto del costo generalizzato del viaggio dedotto in funzione delle seguenti variabili:

- *per l'auto: distanza di viaggio e tempo di viaggio;*
- *per il mezzo pubblico: tempo a piedi per giungere alla fermata di inizio viaggio, tempo di attesa, tempo di viaggio a bordo, eventuale tempo di attesa al trasbordo e tempo a piedi per giungere a destinazione dalla fermata di fine viaggio.*

Le variabili sopra elencate, tutte dedotte direttamente dagli indicatori di output del modello di assegnazione del modello, sono state trasformate in costo generalizzato attraverso opportuni coefficienti che tengono conto, ad esempio, del valore del tempo di viaggio (VOT), del costo chilometrico degli spostamenti in auto e del costo del titolo di viaggio per il TPL (fisso o chilometrico).

La procedura è stata implementata in ambiente PTV VISUM per la calibrazione rispetto allo scenario attuale, ed è automaticamente disponibile negli scenari di progetto al fine di stimare la diversione modale a seguito di qualsiasi intervento sull'offerta privata e/o pubblica. Nel processo di calibrazione del modello Logit, sono state per prima cosa definite le funzioni di costo del mezzo privato (in funzione della distanza e del costo della sosta a destinazione) e del mezzo pubblico (in funzione del costo del biglietto); successivamente sono state definite le utilità in funzione del costo monetario e del tempo di viaggio (dato fornito in output dal modello). Al trasporto pubblico è stata aggiunta una variabile ulteriore che tiene conto dell'effettivo uso del TPL (Beta TPL). Questa variabile «misura» per ogni relazione del modello nella quale i due modi sono in competizione, l'effettivo utilizzo del TPL rispetto alle funzioni di costo ed al tempo di viaggio. Essa rappresenta quindi la «resistenza» all'uso del TPL pur in presenza di una convenienza del costo generalizzato (tempo + costo economico). Nella prima parte del procedimento di calibrazione sono stati stimati i coefficienti Beta delle funzioni di utilità in forma aggregata (riportati nella descrizione della formulazione precedente).

In tale procedura il coefficiente Beta TPL, costante per tutte le relazioni del modello, è risultato pari a -1,137. La procedura di calibrazione ha portato ad un valore R^2 relativo alla quota privata risulta pari a 0,9407 (con coefficiente della x pari a 0,758), mentre il valore R^2 relativo alla quota del trasporto pubblico è risultato pari a 0,6363 (con coefficiente della x pari a 0,869). Il modello, come illustrato nella Figura 5, mostra un R^2 complessivo pari a 0,845 (con coefficiente della x pari a 0,777).

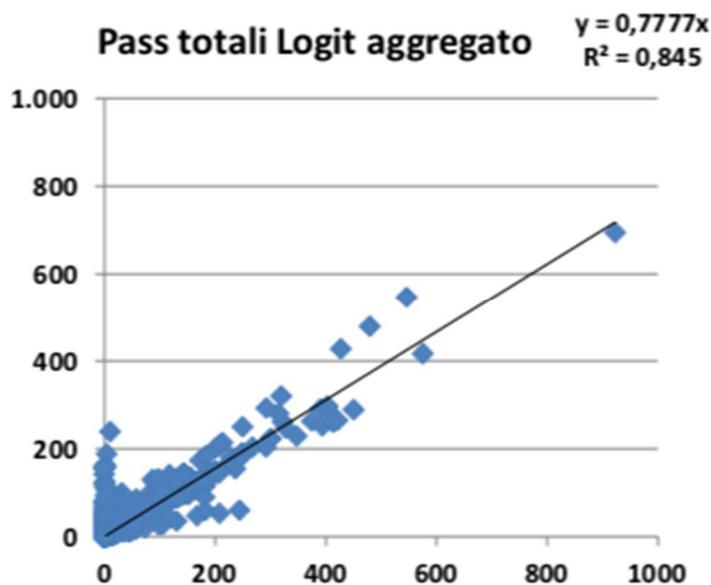


Figura 5 – Grado di correlazione complessiva del modello Logit.

3.1.4 Scelta del Percorso

Il modello multimodale è stato quindi utilizzato per assegnare le matrici dei mezzi privati e del TPL sulla rete. In particolare, la matrice del Trasporto Privato è stata assegnata al modello di simulazione sulla rete già «caricata» con i mezzi pesanti assegnati (coefficiente di equivalenza con i veicoli leggeri pari a 3). In tale modo i veicoli leggeri si «muovono sulla rete» trovando un «precarico» dovuto ai mezzi pesanti (che a loro volta, invece, sono stati assegnati a rete libera). La matrice del TPL è stata assegnata alla rete secondo una procedura di assegnazione ad orari, in coerenza alla disponibilità dei dati di offerta di input da *feed* GTFS.

3.2 Proiezione delle Matrici O/D

Si è ipotizzato che tutte le trasformazioni urbanistiche da Piano Regolatore, Piano del Commercio e Porto Vecchio siano tragguardate al 2025. Nello sviluppo degli scenari di simulazione la domanda di mobilità subisce un incremento, invariante per tutti gli scenari, a seguito della attuazione degli interventi urbanistici da PRGC, Piano del Commercio e Porto Vecchio. La quantificazione dell'incremento di domanda parte dalla stima del traffico indotto, associato a ciascuno di questi interventi. Per il Porto Vecchio tale stima è stata calcolata sulle previsioni di sviluppo dell'area

(Giustificazione Trasportistica, pagina 8), nel caso degli altri interventi è stata dedotta in relazione al carico urbanistico ed alla destinazione d'uso espressa in veic/h pesanti e leggeri (quest'ultimi convertiti in pax/h attraverso l'indice di occupazione pari a 1,32) generati ed attratti. Ad ogni intervento è stata associata, in relazione all'ubicazione sul territorio, la relativa zona di traffico. I passeggeri sono stati ripartiti in passeggeri su veicoli leggeri ed in passeggeri su TPL in relazione al rapporto tra queste due quantità già note sia in origine che in destinazione per le varie zone (per Porto Vecchio, che è una nuova zona di traffico alla quale è stato attribuito il numero 9000, si è ipotizzata una ripartizione pari a quella complessiva di tutte le zone del Comune di Trieste).

Ai carichi indotti si deve aggiungere la quantità di mezzi pesanti indotti, stimata complessivamente in 212 veic/h, ed attribuiti alle varie zone in relazione alle destinazioni d'uso. Questa procedura porta, dunque, ad ipotizzare che i nuovi interventi si comportino, in termini di ripartizione modale degli spostamenti indotti, esattamente come le zone nelle quali sono inseriti (nel caso di Porto Vecchio si è ipotizzata una ripartizione modale analoga a quella di tutto il territorio comunale di Trieste). In sostanza si ipotizza, in questa prima fase, che gli interventi si attuino a condizioni di offerta attuale invariata. Così facendo le matrici O/D risultanti dagli incrementi (espresse in veicoli leggeri, veicoli pesanti e passeggeri TPL) potranno essere sommate alle corrispondenti matrici attuali, determinando le nuove matrici "base" dello scenario di riferimento. Tali nuove matrici "subiranno" gli effetti della variazione di offerta in termini di diversione modale. E' necessario, infatti, dapprima "trasformare" gli spostamenti indotti in matrici O/D. Ancora una volta si ipotizza che i nuovi carichi urbanistici si comportino come le zone di traffico nelle quali sono ubicati, andando dunque ad incrementare, in maniera proporzionale all'attuale, le singole relazioni O/D (per la zona di Porto Vecchio si è ipotizzato che tutte le altre zone del modello producano relazioni verso questa zona in maniera proporzionale al grado di emissioni ed attrazione complessivo attuale). Il calcolo del traffico indotto dal Porto Vecchio è riportato nella Giustificazione Trasportistica, pagina 8.

3.3 Modellizzazione della Rete nello Scenario di Riferimento

Nello scenario di riferimento il modello assegna la domanda di mobilità attuale incrementata a seguito dell'attuazione degli interventi urbanistici descritti in precedenza. L'incremento della domanda, quantificabile tra l'8 ed il 10%; riguarda sia i veicoli privati (leggeri e pesanti), che il TPL. L'offerta, invece, si modifica nella sola componente infrastrutturale stradale, relativamente ad interventi di carattere locale (Porto Vecchio, Cattinara, la Maddalena e l'ex Fiera). Nel modello è stata inserita la nuova zona 9000 in corrispondenza del comparto di Porto Vecchio. L'assegnazione sul modello delle matrici incrementate determina un generale aumento dei flussi (sia privati che passeggeri) soprattutto nella zona di Porto Vecchio proprio a causa del carico indotto dalla nuova zona 9000, pari a circa un terzo della domanda aggiuntiva.

3.3.1 Note Metodologiche per la Tabella 3.1 – coefficienti di passaggio ora di punta - giorno

Il passaggio tra flussi/passeggeri nell'ora di punta a giorno si effettua tramite un fattore che deriva dalla letteratura scientifica, che prescrive, sia per il Traffico Giornaliero Medio¹ (TGM) che per studi relativi a trasporti pubblici di massa², un valore variabile da 9 a 12. Nel caso in esame, il valore scelto è stato 9; tale valore deriva da conteggi veicolari nell'area di studio che portano ad una stima del traffico giornaliero medio dalle ore 7 alle 21 (orario di esercizio della cabinovia) pari al 90% del traffico totale giornaliero sulle 24 ore. In questo caso, quindi, considerando il valore minimo fornito dal Manuale HCM (k-factor = 0,1) si ottiene un fattore di passaggio da ora di punta a giorno pari a 10 che, diminuito del 10% per tenere conto della sola componente diurna, si stabilizza a 9. Ulteriori ipotesi sul calcolo della domanda potenziali derivano dalle seguenti considerazioni:

1. *I passaggi nei giorni festivi sono stati ridotti del 40%; tale valore cautelativo, pur non essendo previsto dalla teoria, è stato inserito in quanto gli spostamenti nei giorni festivi possono essere influenzati dalle condizioni meteo rispetto ai giorni feriali;*
2. *I passaggi totali annui sono stati ulteriormente ridotti del 15% per fattori legati ad imprevisti, al tempo di adattamento alla nuova infrastruttura, ad anomalie non preventivabili; il tutto in un'ottica di sostenibilità e di un dimensionamento a favore di sicurezza;*
3. *La domanda indotta dai turisti, pari al 10% della domanda totale, è stata cautelativamente inserita tra gli spostamenti sistematici, anche se nella realtà sarà una percentuale aggiuntiva.*

Il calcolo dell'offerta da modello è stato effettuato dai tracciati GTFS di input. La capienza media del singolo veicolo è stata considerata pari a 75 posti, in accordo con il parco rotabile di Trieste Trasporti. Il calcolo dell'offerta annua (al netto delle percorrenze tecniche), sono stati considerati i km di percorrenza da *feed* GTFS costanti per tutti gli scenari.

Per le percorrenze annue relative al trasporto privato, è stato considerato un coefficiente di passaggio tra giorno ed anno pari a 300, in coerenza con le previsioni del TPL.

L'estensione della rete infrastrutturale allo stato attuale, di riferimento e di progetto varia soltanto in virtù dell'intervento di progetto (km). La rete dei servizi varia in funzione degli scenari di riferimento e di progetto, includendo l'intervento di Progetto e le variazioni/accorpamenti di rete in accordo con gli strumenti di pianificazione. I dati del parco veicolare sono stati ricavati dalla carta dei servizi di Trieste Trasporti³.

¹ *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2000

² Grimaldi, Raffaele & Laurino, Antonio & Beria, Paolo. (2010). *The choice between bus and light rail transit: a stylised cost-benefit analysis model*. University Library of Munich, Germany, MPRA Paper.

³ https://www.triestetrasporti.it/download/azienda/CartaServizi_TriesteTrasporti_2019_27MAG19.pdf.

3.3.2 Implicazione metodologiche per l'ACB

In questo paragrafo vengono riportate le assunzioni metodologiche di supporto all'ACB. Con riferimento alle specifiche del paragrafo 3.1.5 dell'Appendice all'Addendum, ed in base al cronoprogramma di progetto si fa riferimento a:

- Y_0 – 2018 anno di calcolo degli indicatori economici;
- Y_1 – 2019, primo anno di analisi;
- Y_{ESER} – 2025, primo anno di esercizio completo;
- Y_j – 2025, primo anno di modellizzazione della domanda, che deve essere maggiore od uguale al primo anno di esercizio completo;
- Y_N – 2045, ultimo anno di analisi (orizzonte temporale).

Gruppo Domanda – Tabella 3.8

In questo caso la domanda osservata nello scenario Y_1 risulta quella associata all'anno delle indagini, per poi passare all'anno Y_{ESER} con riferimento allo Scenario di Riferimento, e quindi al medesimo anno Y_{ESER} con lo Scenario di Progetto. Si ipotizza quindi un incremento di domanda pari a 0, quindi con coefficiente 1 fino all'anno Y_N . Inoltre, non si considerano periodi di Ramp-up tra l'anno di inizio esercizio e l'anno di modellizzazione della domanda in quanto quest'ultima è già stata ridotta del 15% proprio per tenere conto dei fenomeni aleatori di incremento di domanda nei primi anni di esercizio.

Trattandosi di una nuova infrastruttura, la “domanda tendenziale già assegnata alla rete TPL nello scenario di riferimento” fa riferimento alla componente di domanda proveniente dal TPL nello Scenario di Riferimento. Analogamente, la “domanda in diversione modale” da auto fa riferimento alla quota di passeggeri sottratta al mezzo privato. Infine, la “domanda indotta” dal progetto fa riferimento alla componente turistica interessata dall'utilizzo dell'infrastruttura.

Gruppo Tempo – Tabella 3.8

Si fa riferimento alle variazioni di tempo di percorrenza nei vari segmenti di domanda sulla rete. I dati sono stati estratti dal modello multimodale; in particolare si fa riferimento al tempo totale di corsa sui mezzi del TPL (comprensivo di tempi a piedi e trasbordi) per la variazione della domanda tendenziale che agisce sull'infrastruttura di progetto.

Il tempo risparmiato per la domanda tendenziale è stato calcolato estraendo dal modello i tempi di percorrenza medi di tutti gli utenti sull'infrastruttura in oggetto nell'ora di punta del mattino; tale valore è stato quindi confrontato con lo scenario di riferimento, filtrando le coppie O/D dei passeggeri che percorrono l'infrastruttura di progetto. Si ottiene un risparmio di circa 6 minuti/passeggero.

Dal modello è stato estratto il tempo totale di viaggio relativo al TPL nello scenario di riferimento (283.000 minuti circa) e dello stato di progetto (275.000 minuti circa); la differenza è relativa al calcolo dei 1409 passeggeri nell'ora di punta diminuita del valore di 6 minuti a passeggero (circa 8.500 minuti).

La variazione del tempo per la domanda in diversione modale è stata analoga a quella relativa al TPL, andando a filtrare le coppie O/D relative al Trasporto Privato dei passeggeri che nello scenario di progetto scelgono di percorrere l'infrastruttura di progetto. In questo caso, il tempo medio di percorrenza nello scenario di progetto è di circa 11 minuti, che è stato confrontato con il tempo medio di spostamento della mobilità privata nello scenario di riferimento che è pari a circa 16 minuti. Da qui è stato ottenuto la variazione temporale di circa 4 minuti/passeggero. Per la rete privata, il tempo di viaggio totale nella rete nello scenario di riferimento è di circa 161.000 minuti, contro i 150.000 nello scenario di progetto. Tale valore è associato alla domanda in diversione modale (circa 450 veicoli/ora attratti dall'infrastruttura di progetto) che, moltiplicata per il coefficiente di occupazione medio (1,32) e per il tempo di viaggio medio, ritorna il valore di circa 11.000 minuti.

Per ipotesi di lavoro, non è stata considerata la variazione della domanda indotta in quanto riferita alla componente turistica che nello scenario di riferimento non trova collocazione. Tale valore è stato quindi introdotto pari a 0.

Infine, la variazione media del tempo di percorrenza sulla linea di progetto è stata pesata sui contributi della domanda tendenziale e in diversione modale secondo le percentuali di scelta modale (46% tendenziale, 44% diversione modale).

Gruppo Offerta – Tabella 3.8

Il calcolo delle percorrenze è stato ricavato dalla modellizzazione dell'ora di punta, e quindi esteso al giorno (coefficiente 9) ed all'anno (coefficiente 320).

La variazione delle percorrenze "altro TPL su impianti fissi" si riferisce alle percorrenze annuali dell'infrastruttura di progetto. Le variazioni delle percorrenze della rete bus fanno riferimento alle linee impattate dal progetto che, per ipotesi, vengono sgravate in maniera proporzionale alla variazione di domanda nello stato di progetto.

Le variazioni delle percorrenze di auto e moto sono state calcolate analogamente ai tempi sulla base delle variazioni chilometriche dovute allo split modale dovuto al progetto, valutato in circa 450 veicoli in meno nell'ora di punta tolti dalla rete stradale, per una percorrenza media di circa 12 km che, rapportati al giorno (9) e all'anno (300) risulta in un risparmio chilometrico per il mezzo privato di circa 14.500.000 veicoli*km/anno. Le differenze tra auto e moto derivano dalla quota modale stimata nello scenario di progetto.