REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	CONTROLLATO	APPROVATO
02				
01				
00	feb 2020	PRIMA EMISSIONE	L. BELLINATO	P. P. FOGLINO

COMUNE DI GENOVA

Direzione Mobilità
U.O. Gestione dei contratti di servizio e delle infrastrutture di trasporto

COMUNE DI GENOVA

AZIENDA MOBILITA' E TRASPORTI DI GENOVA S.p.a.

TITOLO PROGETTO:

ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

LIVELLO DI PROGETTAZIONE:

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

OGGETTO DELLA TAVOLA:

STUDIO TRASPORTISTICO:

- **Relazione**
- **Analisi trasportistica**

TAVOLA N: **SS14** **SS15**

SCALA:

DIRETTORE:

Dott. FRANCESCO PELLEGRINO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. PIER PAOLO FOGLINO

GRUPPO DI LAVORO:

Progettista
ing. Marco Beltrami
isc. Ordine Ing. Prov. di Genova
al num. 10302 A

CAPO PROGETTO:

Dott. ing. LUCA BELLINATO
iscr. Ordine Ing. Prov. di Bologna al num. 5851

TIMBRO E FIRMA:

SOMMARIO

PREMESSA 2

SOFTWARE UTILIZZATO PER L'ANALISI TRASPORTISTICA 3

COSTRUZIONE DEL GRAFO DI RETE 3

COSTRUZIONE DELLA ZONIZZAZIONE 5

LA DOMANDA 6

IL MODELLO DI RIPARTIZIONE MODALE 8

SCENARI DI RIFERIMENTO E PROGETTO 8

STIMA DELLA DOMANDA PER GLI SCENARI DI RIFERIMENTO E DI PROGETTO 8

RISULTATI DELLE SIMULAZIONI 10

APPENDICE 1. NOTA METODOLOGICA ALLE TABELLE 3.1, 3.2, 3.7 31

PREMESSA

Il modello utilizzato ai fini della valutazione del progetto “Assi di forza il Trasporto Pubblico Locale” è un modello multimodale in grado di stimare gli impatti sulla mobilità derivanti sia da modifiche all'offerta del trasporto pubblico sia da interventi di regolazione del il trasporto privato per l'area metropolitana. Il modello descrive la rete del territorio della città metropolitana con una zonizzazione più dettagliata internamente all’area urbana di Genova e a maglia più larga all’esterno. È un modello multimodale, in grado di gestire la ripartizione modale a seguito di interventi significativi sia dal punto di vista infrastrutturale che relativi al servizio di trasporto pubblico locale, in cui è descritto il trasporto su gomma, ferro (linea ferroviaria e metropolitana), impianti speciali (ascensori, funicolari..).

Il modello così costruito è quindi in grado di descrivere gli spostamenti interni al Comune di Genova e il relativo pendolarismo con il territorio esterno.

Le fonti dati utilizzate per la costruzione del modello sono:

- modello PUMS riferito all’ambito territoriale della città metropolitana impostato come modello multimodale;
- modello AMT relativo al solo trasporto pubblico e limitato al comune di Genova,
- Matrici Origine-Destinazione per singola modalità di trasporto relative alla fascia oraria 6.30-9.00, riferite al territorio metropolitano con la seguente zonizzazione:
  - 72 unità urbanistiche nel territorio del comune di Genova;
  - una zona per ogni Comune nel territorio della città metropolitana di Genova;
  - 4 zone esterne.

Lo stato “attuale” descrive la rete di offerta con riferimento all’anno 2017, scenario antecedente al crollo del Ponte Morandi.

SOFTWARE UTILIZZATO PER L'ANALISI TRASPORTISTICA

L'analisi trasportistica prevede il confronto tra stato di fatto, quadro di riferimento e progetto, con differenti scenari per quanto riguarda l'offerta e la domanda.

Tali scenari sono stati ricostruiti e simulati tramite un modello di traffico implementato in ambiente Visum.

COSTRUZIONE DEL GRAFO DI RETE

Il grafo di rete è stato costruito partendo dal grafo presente nel modello utilizzato da AMT, integrato, per la restante area metropolitana di Genova, con il grafo di OpenstreetMap.

Successivamente sono state effettuate le attività di seguito descritte:

1. Semplificazione del grafo stradale, pur mantenendo le strade della viabilità principale e quelle della viabilità secondaria ove necessario (soprattutto in ambito urbano);
2. Applicazione di una nuova classificazione funzionale, a partire da quella prevista nel modello PUMS.

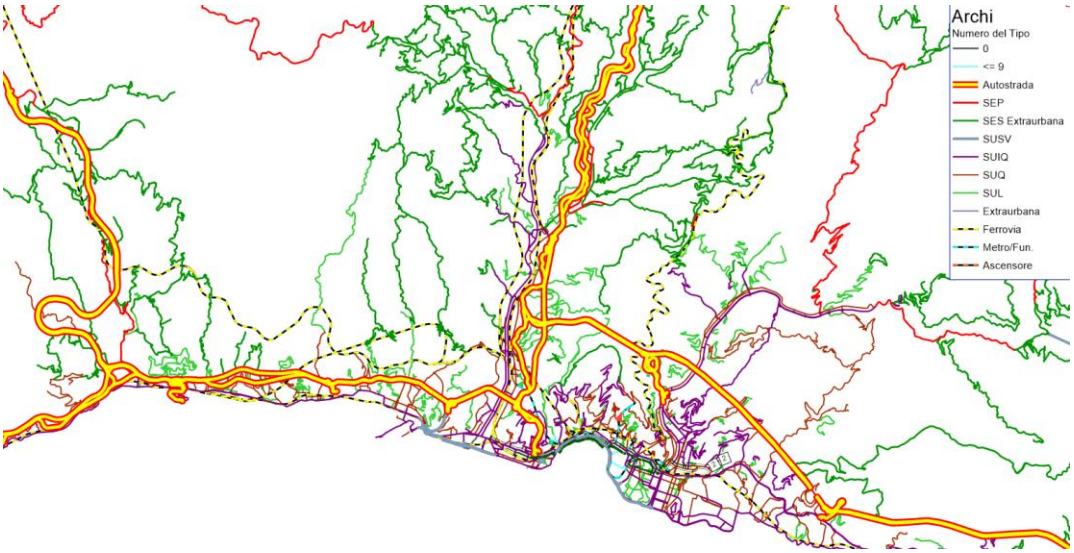


Figura 1: modello di rete

Le caratteristiche complessive della rete sono riportate in Tabella 1, dove, per tipologia, sono riportati il numero di archi ed i km complessivi presenti nel modello.

Tipologia	Numero di archi presenti nella rete	Km complessivi per tipologia di arco
Autostrada	894	827,534 km
Strada extraurbana principale	620	362,652 km
Strada extraurbana secondarie	8.421	4.358,685 km
Strada urbana di scorrimento veloce	271	76,829 km
Strada urbana interquartiere	4.451	665,660 km
Strada urbana di quartiere	3.402	396,073 km
Strada urbana locale	2.371	349,101 km
Extraurbana non classificata	1.500	1.656,889 km
Ferrovia	402	544,338 km
Altro (Metro, funic., asc.)	58	19,299 km

Tabella 1: Numero di archi e lunghezza monodirezionale per tipologia di strade

L'implementazione dei servizi dei servizi di Trasporto Pubblico è stata effettuata partendo da diverse fonti:

- Servizi già caricati nel Modello Visum AMT relativi al servizio urbano di un giorno tipo "feriale invernale scolastico" del 2017;
- Servizi automobilistici extraurbani "APT Esercizio" relativi al servizio di un giorno tipo "feriale invernale scolastico" del 2018, disponibili in formato GTFS (General Transit Feed Specification). L'importazione dei file GTFS che contengono tutte le informazioni sui servizi TPL (linee, percorsi, orari, validità etc.), è stata effettuata direttamente in VISUM.
- Servizi ferroviari come da orario invernale 2017-2018 effettuati in un giorno tipo "feriale invernale".

Nella figura 2 sono descritti graficamente i servizi che costituiscono il modello di offerta di Visum.

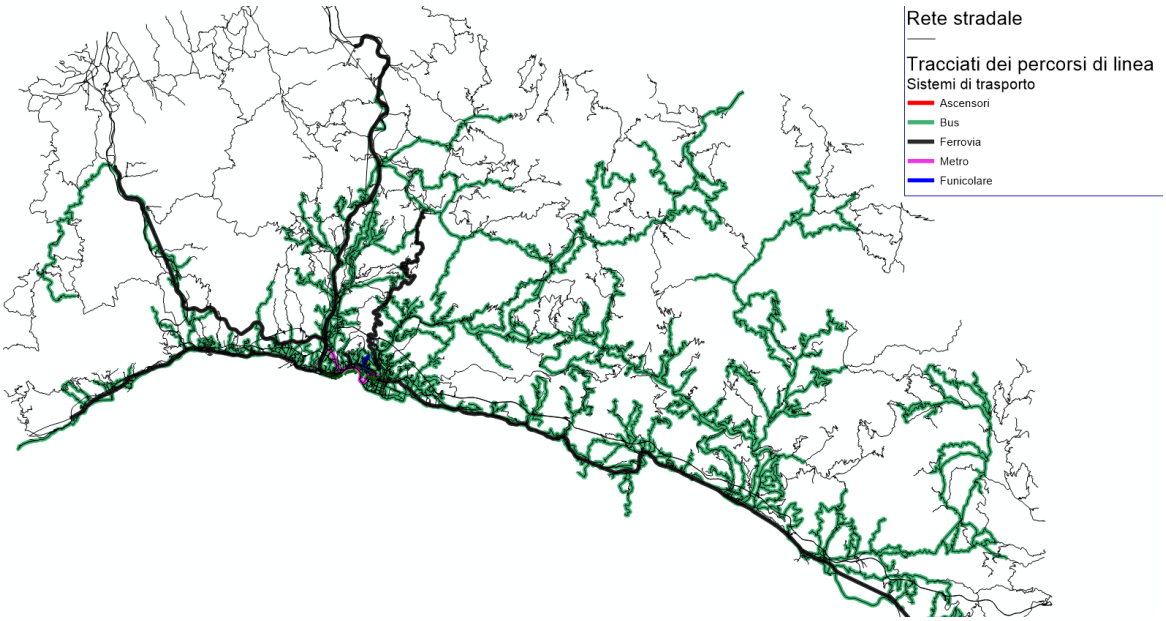


Figura 2: Servizi TPL e ferroviari

Il trasporto pubblico comprende complessivamente le informazioni relative a 319 linee, 1447 percorsi e 15028 corse.

COSTRUZIONE DELLA ZONIZZAZIONE

La zonizzazione del modello multimodale è composta da 335 zone così ripartite:

- 265 zone costituenti sotto-aree delle originali 72 unità urbanistiche nel territorio del Comune di Genova;
- 66 zone relative ai Comuni nel territorio della Città Metropolitana di Genova, congruenti con la matrice origine-destinazione del 2016 e rispondenti ad aggregazioni di zone extra-comune del modello PUMS;
- 4 zone cordonali per rappresentare il traffico di ingresso, uscita e di attraversamento dell'area metropolitana di Genova.

In figura 3 sono rappresentate in blu le zone all'interno del territorio comunale e in nero quelle dell'area metropolitana.

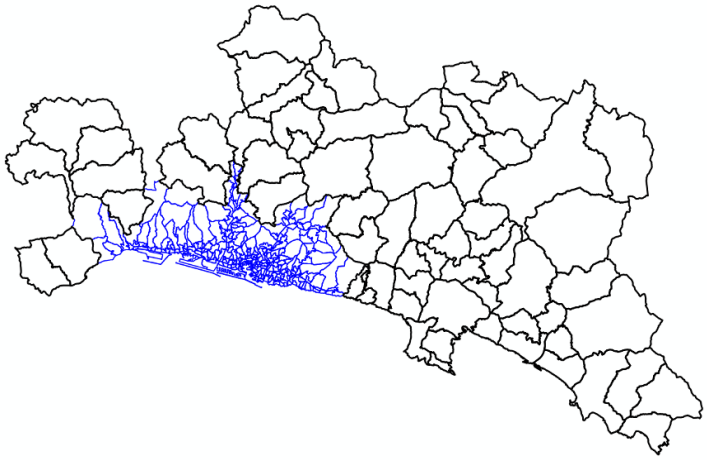


Figura 3: Nuova zonizzazione

Il sistema delle connessioni, che collegano i centroidi delle zone - generatori e attrattori di traffico - con l'infrastruttura stradale, vede generalmente, per le zone interne, una singola connessione per zona. Per quanto riguarda le zone periferiche e le direttrici sono state invece predisposte delle multi-connessioni per considerare i differenti punti di accesso ed egresso del territorio regionale, costituiti per lo più dalla viabilità di primaria importanza.
Per il sistema delle connessioni del trasporto pubblico è stata riservata particolare attenzione per garantire, per ciascuna zona, l'accessibilità a tutti i sistemi di trasporto collettivo presenti nella zona stessa o nelle sue vicinanze.

LA DOMANDA

L'ora di punta analizzata è la fascia oraria 7:00-8:00 all'interno del periodo di analisi 6:30-9:00 oggetto della simulazione in Visum.

La domanda relativa al trasporto privato è stata assegnata al modello tramite tre matrici:

- Veicoli leggeri (VL)
- 2 ruote (2R)
- Mezzi pesanti (MP).

Tali matrici sono state generate con le seguenti modalità:

- Le modalità "auto" e "furgone" sono state omogenizzate considerando per le auto un coefficiente di riempimento pari a 1,42 e 1,0 per la modalità furgone. La matrice complessiva ottenuta sommando le due componenti è stata attribuita alla modalità dei Veicoli Leggeri (VL). Per la modalità "moto (2Ruote)" è stato applicato un coefficiente di riempimento pari 1,03. I coefficienti di riempimento utilizzati derivato dalla media ponderata dei coefficienti rilevati dal Comune di Genova sul totale della mobilità dei residenti e dei non residenti.
  Le due matrici suddette sono state poi ridotte all'ora di punta, 7:00-8:00, mediante coefficienti pari a 0,3787 e 0,3880 rispettivamente per i VL e le 2Ruote, risultanti dall'elaborazione dei conteggi dei rilievi di traffico.
- Per la matrice dei Mezzi Pesanti (MP) il fattore di riduzione all'ora di punta, sulla base dei rilievi, è stato pari a 0,3966.

La matrice del trasporto pubblico unisce le matrici del trasporto su gomma (inclusi gli spostamenti su impianti speciali, metro etc.) e del trasporto su ferro.
A tale matrice non sono stati applicati i coefficienti di riduzione all'ora di punta in quanto il modello Visum è in grado di assegnare la domanda di trasporto pubblico su un arco temporale più esteso e di estrarre gli indicatori di interesse per l'ora di punta desiderata. Tale scelta consente di modellizzare correttamente gli spostamenti di media e lunga percorrenza mediante trasporto collettivo.

A ciascuna matrice è stata applicata una procedura di calibrazione basata sul metodo dei minimi quadrati (OLS) che minimizza lo scostamento complessivo tra valori rilevati e valori stimati dal modello di simulazione. L'analisi di correlazione delle matrici calibrate dimostra una buona capacità del modello di riprodurre, alla scala territoriale metropolitana, l'attuale funzionamento della rete per quanto riguarda la domanda di trasporto relativa al settore del trasporto privato.

Nella figura 4, a scopo esemplificativo, è riportato lo scattergram di correlazione per i veicoli leggeri.

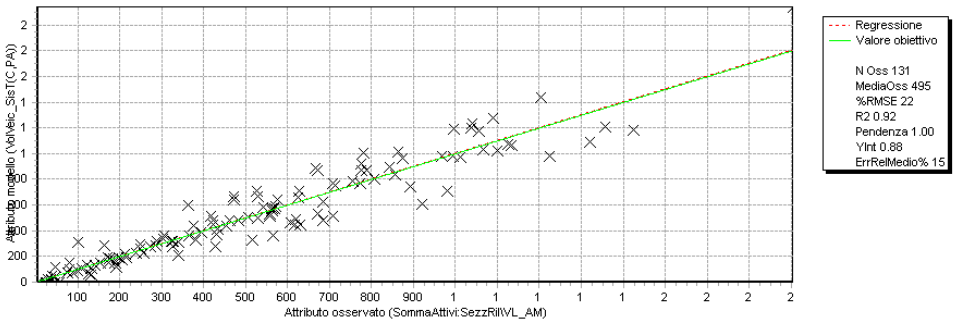


Figura 4: Scattergram Matrice VL

Nel modello di simulazione tutte le matrici sono assegnate all'interno del periodo di analisi 6:30-9:00, in modo da arrivare ad una determinazione più corretta dei carichi sulla rete per l'ora di punta del mattino 7:00-8:00.

Le figure 5 e 6 descrivono graficamente i risultati dell'assegnazione nello stato di fatto, rispettivamente, per il trasporto privato e per quello pubblico.
Il primo flussogramma è espresso in termini di veicoli (distinti in due ruote, auto e mezzi pesanti), il secondo in termini di passeggeri.

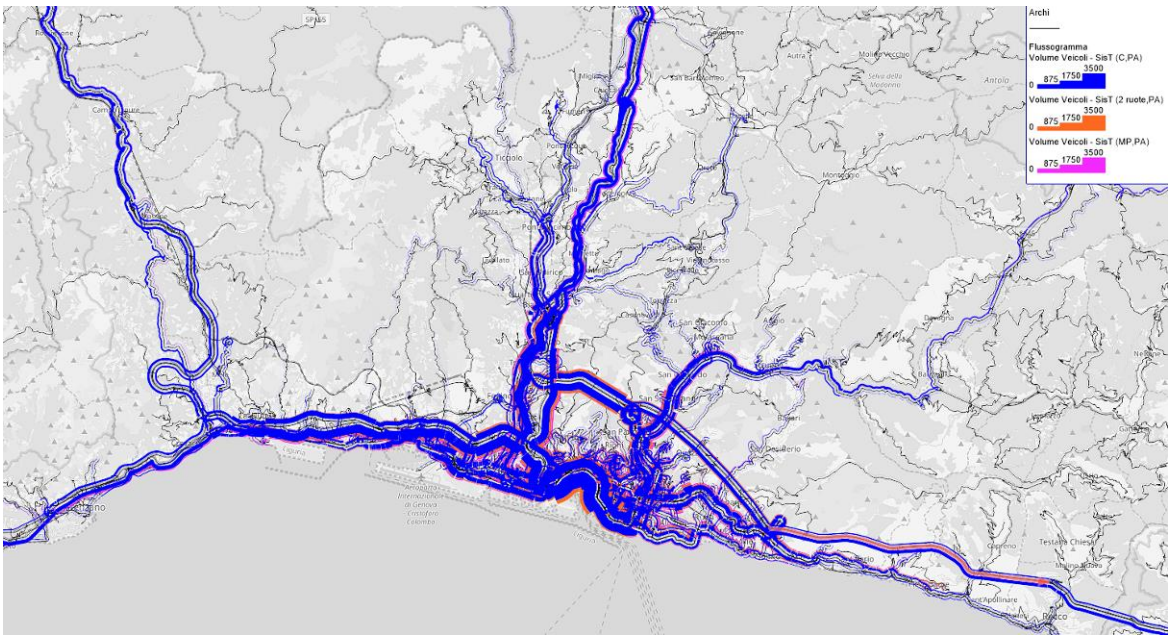


Figura 5: flussogramma trasporto privato – stato di fatto

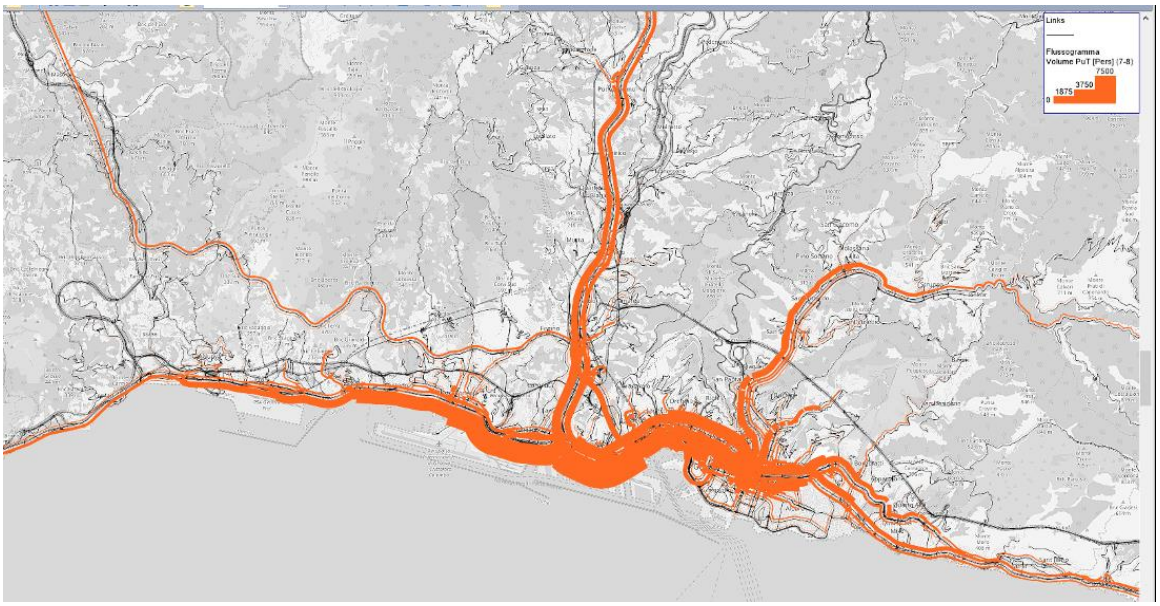


Figura 6: flussogramma trasporto pubblico – stato di fatto

IL MODELLO DI RIPARTIZIONE MODALE

Il modello di ripartizione modale utilizzato è un modello incrementale di domanda di tipo "Pivot-Point", che prevede come base di partenza le attuali “quote di mercato” di ogni modalità di trasporto e le modifiche proposte nelle variabili del livello di servizio (LOS). Si utilizza quindi una forma incrementale del modello di domanda "imperniata" (pivot-point) sull'attuale situazione.

SCENARI DI RIFERIMENTO E PROGETTO

Lo scenario di riferimento rappresenta l’aggiornamento all’anno 2026 in termini di offerta e domanda dello stato di fatto (al netto dell’intervento a progetto).

Rispetto allo stato di fatto il grafo dell’offerta del Tpl prevede:

- l’allungamento della rete metropolitana (sia a ponente che a levante), in corso di progettazione e già finanziati, con termine lavori prevista ante 2026. Tale intervento, unitamente all’acquisto già finanziato di 14 nuovi treni di ultima generazione, consentirà di raddoppiare i posti offerti per singolo convoglio.
- l’istituzione di due nuove fermate ferroviarie e la soppressione di una intermedia tra le due previste.

La matrice OD (come descritto nel successivo paragrafo) viene aggiornata nei termini descritti dal PUMS.

Lo scenario di progetto, successivo a quello di riferimento, recepisce gli interventi a progetto, che sono descritti nella relazione “R4: Relazione su progetto di esercizio”, unitamente ad un confronto con lo stato di fatto dell’attuale rete TPL.

STIMA DELLA DOMANDA PER GLI SCENARI DI RIFERIMENTO E DI PROGETTO

La stima della domanda per gli scenari futuri fa riferimento alle ipotesi definite nello sviluppo del modello utilizzato per il PUMS, anch’esso relativo al territorio della città metropolitana, ma con una zonizzazione differente, meno dettagliata nell’ambito del Comune di Genova. Infatti in tale modello erano presenti 72 zone comunali, coincidenti con le unità urbanistiche e numerose zone extra-comunali come sottoinsieme delle 66 zone esterne della matrice 2016 oltre a 4 portali esterni.

Sono quindi stati considerati i nuovi spostamenti che verrebbero generati dalle principali trasformazioni urbanistiche, così come stimati e descritti nel documento di PUMS “Il modello di traffico per la simulazione degli scenari”. In questo documento, rifacendosi alla zonizzazione del modello PUMS vengono ipotizzate due tipologie di variazioni:

tipo A) Nuovi spostamenti generati e nuovi spostamenti attratti da alcune zone;

tipo B) Un decremento della domanda originata e della domanda attratta rispettivamente del 3% per le zone comunali e del 5% per le zone metropolitane.

Al fine di riportare le variazioni di spostamenti dalla zonizzazione PUMS alla zonizzazione del nuovo modello multimodale è stato necessario, in prima battuta, riportare gli spostamenti riferiti alla matrice PUMS (maggiormente dettagliata in ambito metropolitano) alle 141 zone della matrice del 2016 e, successivamente, da quest'ultima effettuare il passaggio alla matrice a 335 zone del modello multimodale, maggiormente dettagliata in ambito urbano, con una procedura qui di seguito sintetizzata.
Poiché le zone esterne del modello PUMS che subiscono modifiche del precedente tipo A sono solamente 5 (Arenzano, Cogoleto, Recco, Chiavari, Sestri Levante), in via preliminare, si è effettuato un banale riporto di tali variazioni all'interno delle 66 zone del 2016 (per semplice rinumerazione della zona in cui esse accadono).

Il lavoro è stato poi svolto in tre fasi:

1. Calcolo di una matrice delle variazioni iniziale, "traducendo" i nuovi spostamenti attratti e generati in righe di una matrice DA-A-VALORE corrispondente alla matrice del 2016 a 141 zone (Matrice_141);
   Poiché si ipotizza che i nuovi spostamenti generati ed attratti siano destinati e provenienti da tutte le zone della Matrice_141 si è deciso di suddividere i maggiori spostamenti generati da ciascuna zona secondo le stesse percentuali di destinazione verso le altre zone che aveva nella matrice_141 di partenza ed analogamente di suddividere i maggiori spostamenti destinati in ciascuna zona secondo le stesse percentuali di origine dalle altre zone della matrice_141.

2. Split della matrice delle variazioni di cui al punto 1, attraverso il software VISUM, per ottenere una matrice delle variazioni per il nuovo modello a 335 zone. Il passaggio da 141 a 335 zone è stato effettuato calcolando dei pesi in funzione della popolazione per gli spostamenti in origine ed in funzione degli addetti per gli spostamenti in destinazione;

3. Calcolo della matrice proiettata al 2026 a partire dalla matrice calibrata del nuovo modello (Matrice_335) diminuita delle percentuali di spostamento di cui al precedente punto B solo per le zone non interessate dalle modifiche di tipo A, con successiva somma delle variazioni di cui al punto 2 (variazioni del tipo A calcolate per la matrice_335).
   Per computare la diminuzione della domanda generata ed attratta del 3% per le zone comunale e del 5% per quelle esterne, escludendo tutte le zone interessate dalle modifiche di tipo A, si è deciso di attribuire un coefficiente a ciascuna riga DA-A-VALORE della Matrice_335 secondo lo schema seguente.
   - Sposamenti interni (Zona comune – Zona comune): 5% (coefficiente = 0,95)
   - Spostamenti esterni (Zona esterna- Zona esterna): 3% (coefficiente = 0,97)
   - Spostamenti ibridi (Zona comune – Zona esterna o viceversa): 4% (coefficiente = 0,96)
   - Spostamenti che hanno origine o destinazione una zona oggetto dei nuovi spostamenti generati ed attratti (precedentemente calcolati): nessuna diminuzione (coefficiente = 1)

La tabella 2 riporta il totale degli spostamenti delle matrici OD con riferimento allo stato di fatto, allo scenario di riferimento e allo scenario di progetto, nel periodo di analisi 6.30-9-00.

		Stato di fatto (2017)	Scenario di riferimento (2026)	Scenario di progetto (2026)	Differenza Scenario di Progetto vs Scenario di Riferimento
N°spostamenti	VL	138 776	146 158	122 893	**-15.9%**
	Moto	30 792	34 937	32 951	**-5.7%**
	TPL	135 767	143 558	168 809	**17.6%**
	Totale	305 335	324 653	324 653	**0.0%**
Ripartizione modale	VL	45.5%	45.0%	37.9%	**-7.2%**
	Moto	10.1%	10.8%	10.1%	**-0.6%**
	TPL	44.5%	44.2%	52.0%	**7.8%**
	Totale	100.0%	100.0%	100.0%	**0.0%**

Tabella 2: confronto spostamenti matrici OD e ripartizione modale

Nello scenario di riferimento si osserva un incremento degli spostamenti complessivi rispetto allo stato attuale a fronte di una ripartizione modale sostanzialmente inalterata.

Lo scenario di progetto è caratterizzato da un aumento della ripartizione modale a favore del trasporto pubblico pari al 7,8% rispetto allo scenario di riferimento per la maggiore attrattività del sistema legata alla presenza degli assi, con un incremento complessivo di spostamenti TPL superiore al 17% (oltre 25.000 spostamenti nella fascia 6.30-9-00).

RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

L'assegnazione delle matrici alla "rete di riferimento" e a quella di "progetto" (per il dettaglio della descrizione delle reti di trasporto pubblico attuale, di riferimento e di scenario si rimanda alla "Relazione su progetto di esercizio R4") ha condotto ai risultati descritti nei paragrafi seguenti.

Nella tabella 3, è stato riportato un confronto tra i passeggeri/anno nei vari scenari facendo riferimento al solo trasporto pubblico e privato su rete stradale.
Si evidenzia nello scenario di progetto rispetto a quello di rifermento una diminuzione piuttosto consistente dei passeggeri del trasporto privato (-14%) a fronte di un incremento del 23% dei passeggeri di trasporto pubblico, dovuto alla maggiore attrattività di quest'ultimo a seguito dello sviluppo del nuovo sistema filoviario.

Modalità di trasporto su sede stradale	Unità di misura	Stato di fatto (2017)	Scenario di riferimento (2026)	Scenario di progetto (2026)	Differenza Scenario di Progetto vs Scenario di Riferimento
Moto	pass/anno	33 998 119	38 574 827	36 381 941	-6%
Veicoli leggeri	pass/anno	149 045 172	156 972 930	131 986 355	-16%
Bus	pass/anno	183 021 000	190 716 000	141 423 000	-26%
Filobus	pass/anno	11 088 687	11 760 000	106 771 524	808%
Totale Tpr su strada	pass/anno	183 043 291	195 547 757	168 368 296	**-14%**
Totale Tpl su strada	pass/anno	194 109 687	202 476 000	248 194 524	**23%**

Tabella 3: confronto spostamenti tpr e tpl su sede stradale

Di seguito i risultati di dettaglio relativi al trasporto privato e al trasporto pubblico.

Risultati relativi al trasporto privato

I flussi di traffico sul territorio genovese si sviluppano sulle direttrici principali che si snodano da est ad ovest, lungo circa 30 km di costa e nella Valpolcevera e Valbisagno. In questo territorio insistono 7 caselli autostradali dai quali entrano ed escono mediamente circa 96.000 veicoli al giorno.

L'analisi dei risultati parte dal confronto con lo stato di fatto.
Nello stato attuale, come evidenziato in Figura 7, gli archi stradali con un flusso veicolare orario maggiore di 1.800 veicoli/h sono principalmente quelli autostradali, con particolare riferimento agli assi che entrano in città da ponente e da nord, oltre che la cosiddetta strada "sopraelevata", che rappresenta l'asse di scorrimento a mare dal quale si può accedere agevolmente anche al centro cittadino.

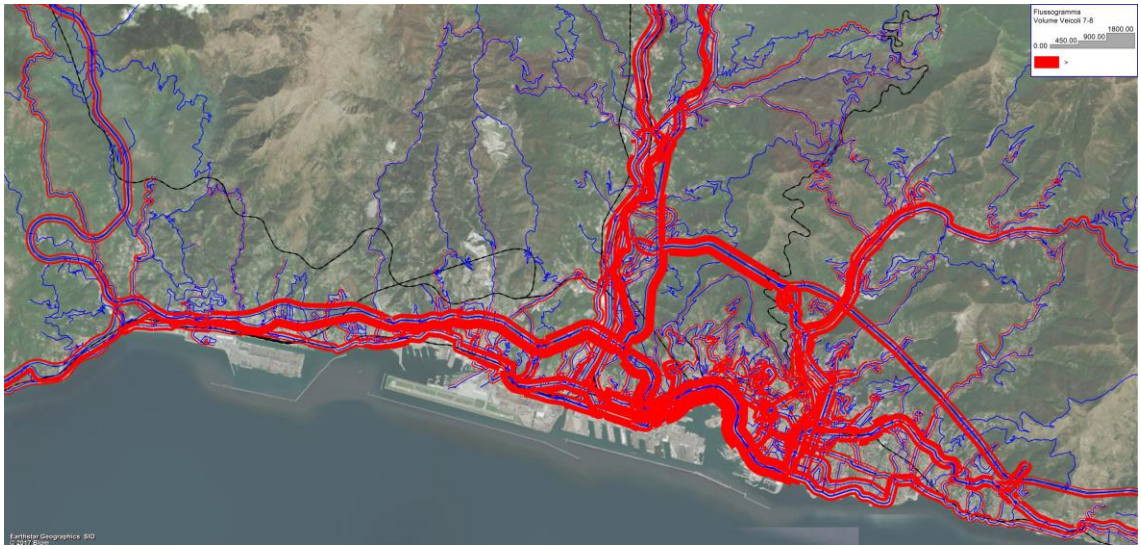


Figura 7: Flussogramma Tpr nello stato di fatto (ora di punta mattinale)

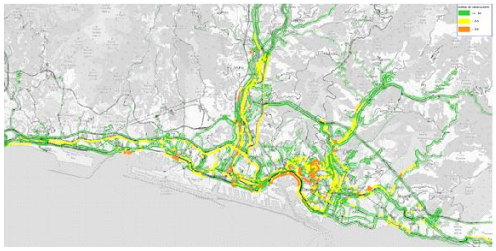


Figura 8: Indice di saturazione nello stato di fatto

Questo andamento dei flussi si ripercuote naturalmente anche sugli indici di saturazione della rete, rappresentati in Figura 8, dai quali si evince come:

- non siano molti i punti di massima criticità (con indice di saturazione maggiore di 90),
- esista una generale situazione di traffico medio-alto (con indice di saturazione tra il 60% e il 90 %) su gran parte della rete principale.

Come mostrano i seguenti i flussogrammi relativi all'ora di punta mattinale, lo scenario di riferimento (Figura 9) è caratterizzato da un ulteriore incremento dei flussi di traffico privato per l'aumento della domanda complessiva, mentre nello scenario di progetto (Figura 10) si evidenzia

una riduzione dei flussi di trasporto privato legata alla diversione modale indotta dalla maggiore attrattività del sistema TPL.

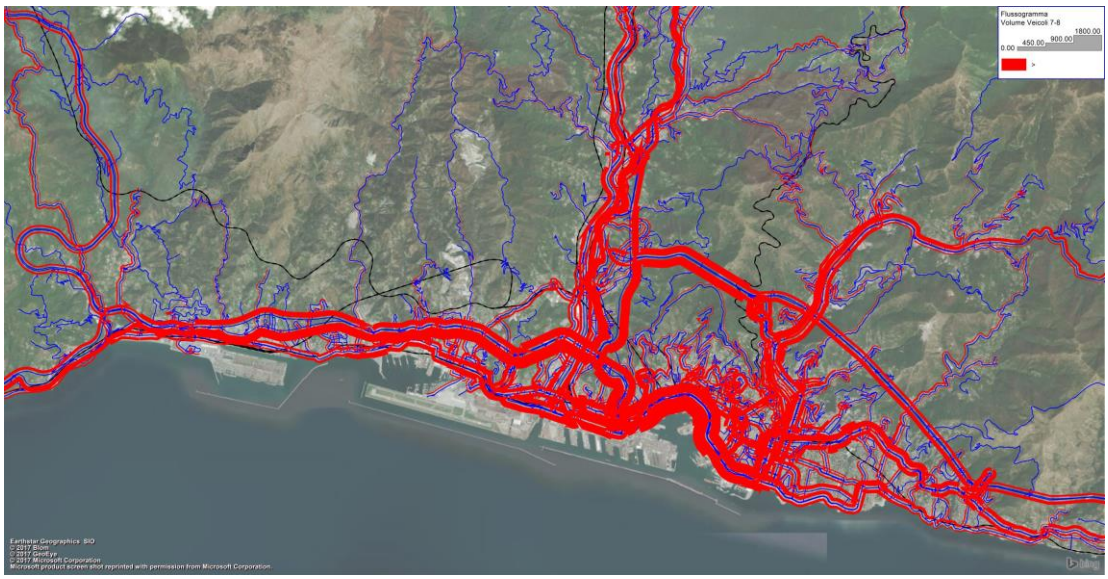


Figura 9: Flussogramma Tpr nello scenario di riferimento (ora di punta mattinale)



Figura 10: Flussogramma Tpr nello scenario di progetto (ora di punta mattinale)

Si osserva tuttavia che anche nello scenario di progetto a fronte di una riduzione complessiva dei flussi Tpr si registra un incremento dell'indicatore "Lunghezza rete in congestione nell'ora di punta - f/c > 0.9 – (km)", come evidenziato nella tabella sottostante.

	Stato di fatto (2017)	Scenario di riferimento (2026)	Scenario di progetto (2026)
Lunghezza [%] rete in congestione nell'ora di punta - f/c > 0.9 – (km)	1.32%	1.85%	2.09%

Tabella 4: Confronto "Lunghezza rete in congestione"

Si osserva che:
- l'aumento della percentuale dallo stato di fatto allo scenario di riferimento è imputabile ad un aumento della domanda;
- l'aumento della percentuale dallo scenario di riferimento allo scenario di progetto è imputabile all'aumento, previsto dal progetto, delle corsie riservate al Tpl, con conseguente diminuzione della capacità degli archi stradali e relativo aumento della congestione anche a fronte di una diminuzione della domanda su Tpr.

Risultati relativi al trasporto pubblico

Complessivamente il comparto TPL presenta un incremento di circa 41 milioni di viaggi l'anno rispetto allo stato attuale (+24,3%). Tale incremento è dovuto in parte all'aumento della domanda complessiva e in parte allo shift modale dal privato al pubblico per la maggiore attrattività del sistema Tpl.
I passeggeri trasportati dalle 4 linee filoviarie risultano complessivamente pari a oltre 106 milioni l'anno, dei quali circa il 25% è rappresentato da passeggeri che prima utilizzavano il trasporto privato e che, a seguito della maggiore attrattività del Tpl ha modificato la modalità di trasporto (diversione modale).
A seguito della sua estensione il sistema filoviario presenta, rispetto allo stato attuale e a quello di riferimento, un incremento di 94 milioni di passeggeri/anno (gli attuali passeggeri filoviari sono circa 12 milioni).

Assi filoviari	Passeggeri saliti /anno [mln]
AVB Valbisagno	16,9
AC Centro	34,9
AL Levante	28,3
AP Ponente	26,7
Totale	106,8

Tabella 5: Passeggeri sugli assi filoviari

L'indice di interscambio dell'intera rete Tpl (numero medio di linee utilizzate dall'utente nel viaggio origine/destinazione) è passato da un valore pari a 1,68 (rete attuale) a 1,72 (rete di scenario).
Tale incremento è il risultato della riorganizzazione della rete di Tpl urbana, che prevede di attestare le linee collinari / di adduzione in predefiniti punti di interscambio da dove partono / transitano i nuovi assi di forza filoviari.
Da porre in evidenzia un miglioramento di efficacia ed efficienza della rete, in quanto a fronte di un incremento del coefficiente di interscambio si registra un miglioramento dei tempi di spostamento degli utenti TPL.
Il percorso delle linee filoviarie si sviluppa infatti per oltre il 70% su corsia protetta conducendo ad un incremento della velocità di esercizio (e commerciale), come dettagliato nella tabella seguente.

Assi filoviari	Velocità di esercizio nello stato di fatto*	Velocità di esercizio nello scenario progetto
AVB Valbisagno	15,2 km/h	17 km/h
AC Centro	10,8 km/h	14 km/h
AL Levante	14,9 km/h	17 km/h
AP Ponente	12,3 km/h	15 km/h

*Velocità calcolata sulle linee che si sviluppano lungo il percorso dei futuri assi

Tabella 6: Confronto velocità di esercizio sugli assi stradali interessati dagli assi filoviari

I flussogrammi di trasporto pubblico (n°passeggeri/ora sugli archi), figure 11-12-13, prodotti dalle simulazioni relativi all'ora di punta mattinale, evidenziano l'incremento dei flussi di trasporto pubblico nello scenario di progetto rispetto allo stato di fatto e allo scenario di riferimento, in particolare lungo le direttrici dove é prevista l'estensione del sistema filoviario.

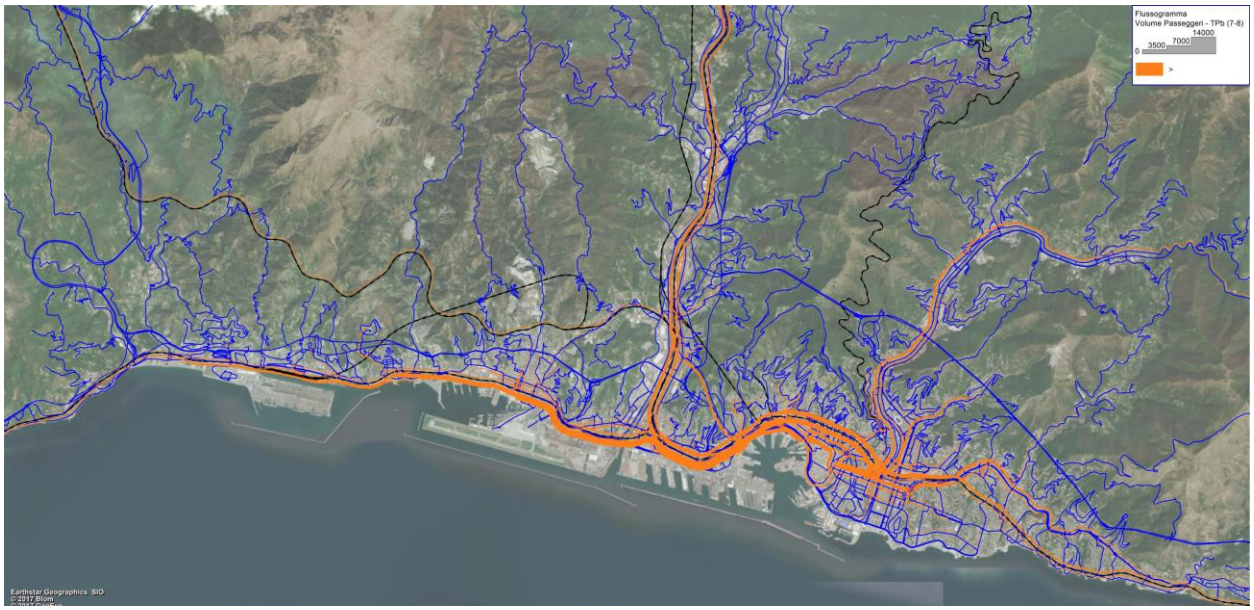


Figura 11: Flussogramma passeggeri Tpl nello stato di fatto (ora di punta mattinale)

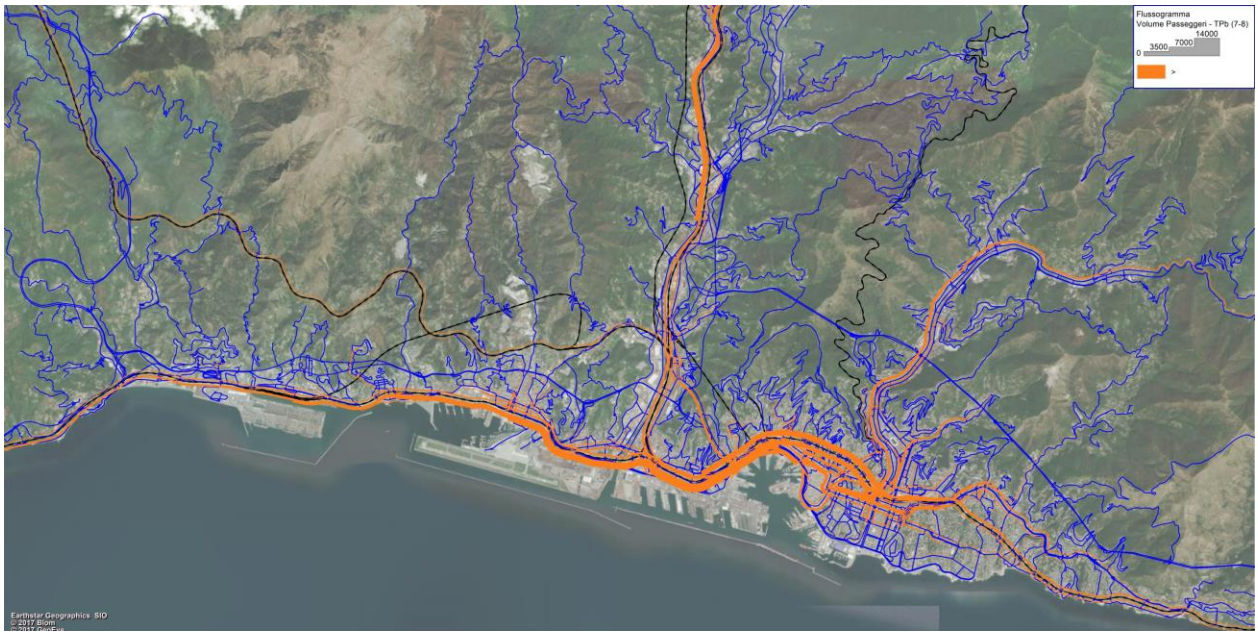


Figura 12: Flussogramma passeggeri Tpl nello scenario di riferimento (ora di punta mattinale)

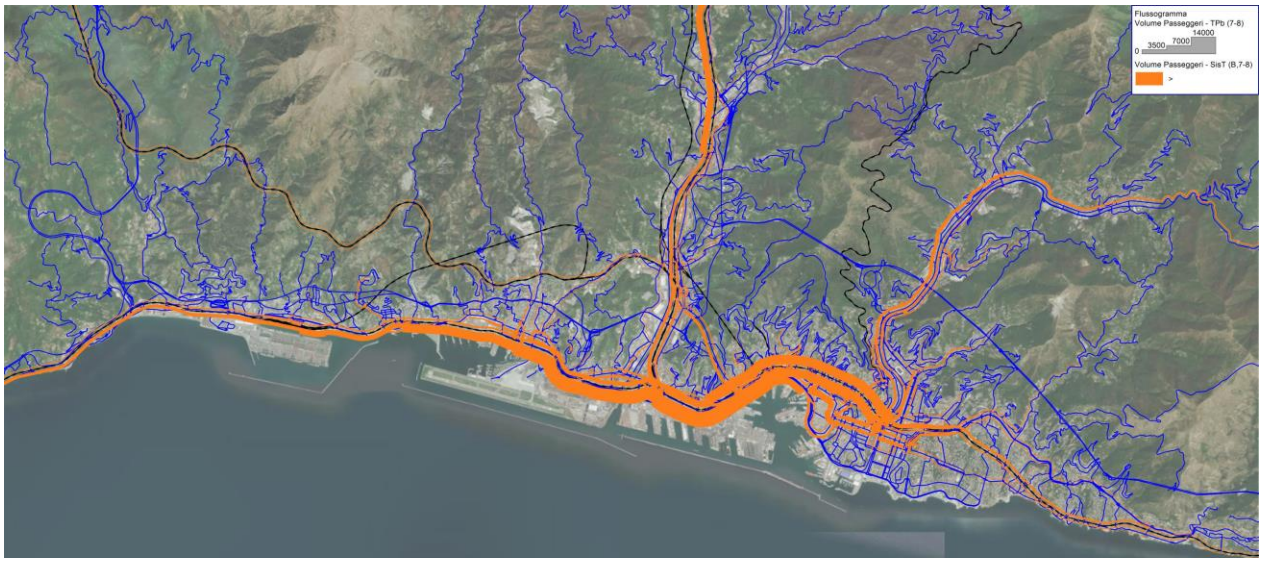


Figura 13: Flussogramma passeggeri Tpl nello scenario di progetto (ora di punta mattinale)

I flussogrammi in termini di n° di corse Tpl sugli archi (valore orario in punta mattinale), figure 14 e 15, mostrano come l'offerta di trasporto pubblico:

- segua la distribuzione della domanda, garantendo un servizio adeguato anche laddove i carichi risultano di lieve entità;
- mantenga la capillarità di servizio al territorio pur a seguito della revisione della rete prevista nello scenario di progetto.

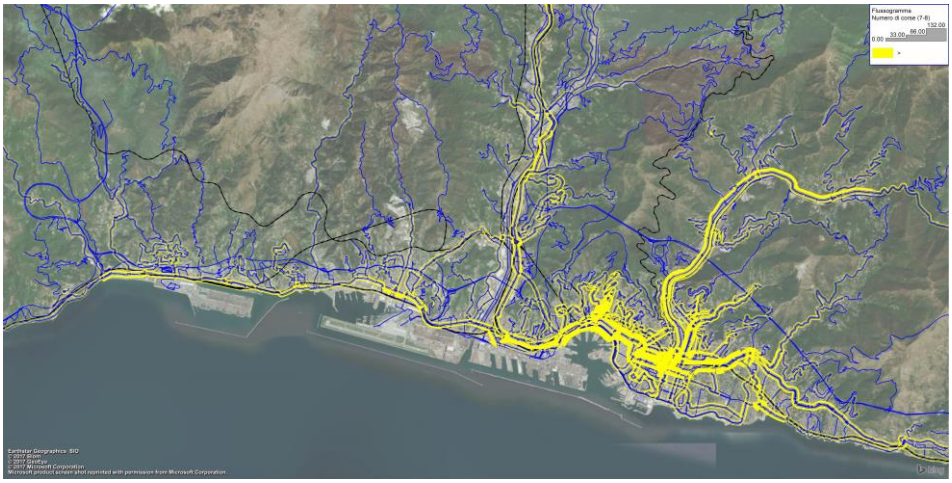


Figura 14: Flussogramma n°corse Tpl nello stato di fatto

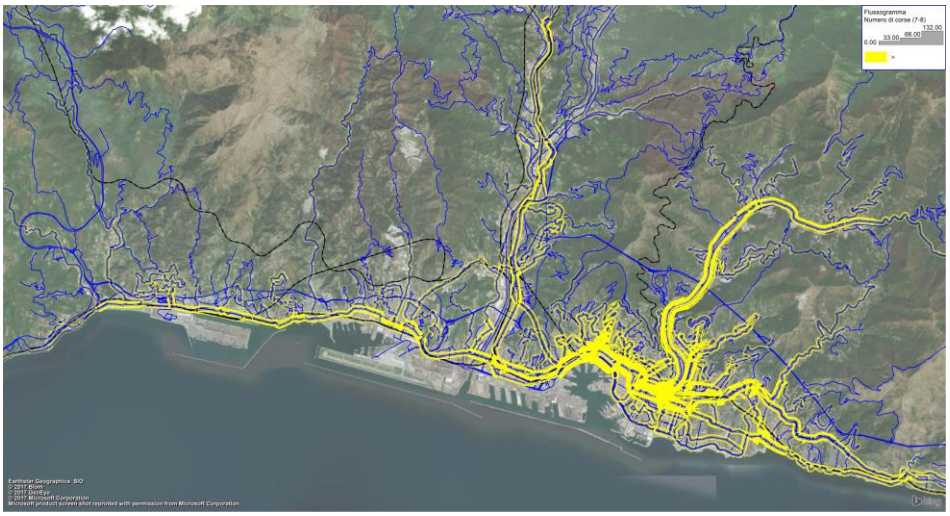


Figura 15: Flussogramma n°corse Tpl nello scenario di progetto

Si riportano infine i grafici con il dettaglio dei passeggeri saliti e discesi e del carico a bordo per fermata per ciascuna linea filoviaria di progetto. I valori sono relativi all'ora di punta mattinale e distinti per direzione.
In linea generale l'andamento dei carichi evidenzia un buon funzionamento della rete filoviaria, con elevati livelli di utilizzo lungo tutte le direttrici senza criticità in termini di superamento delle soglie critiche di saturazione.

- ***Asse Valbisagno***

  Si rileva una buona distribuzione dei carichi in direzione centro con un elevato utilizzo della linea lungo tutto il percorso, adeguata alla capacità offerta.
  Trattandosi della punta mattinale e di una linea che collega una zona residenziale con l'area centrale della città la linea in direzione monte presenta ovviamente carichi modesti.

- ***Asse Centro***

  La linea presenta un buon utilizzo in entrambe le direzioni, in quanto si sviluppa quasi interamente nell'area centrale della città.
  In direzione Campi si rileva una rottura di carico in corrispondenza della stazione ferroviaria di Brignole (utenti diretti in centro e provenienti dal bacino della bassa Valbisagno della sponda sinistra, non servito dall'Asse Valbisagno), ma con una ripresa successiva del carico che raggiunge i livelli massimi in corrispondenza delle fermate di piazza Massena.
  In direzione Galileo Ferraris il carico della linea è distribuito in maniera più uniforme con un maggiore utilizzo della linea nella tratta fra Sampierdarena e Dinegro.

- ***Asse Levante***

  In direzione centro la linea carica in modo piuttosto graduale presentando il punto di massimo carico in corrispondenza di Via XX Settembre e mantenendo comunque carichi piuttosto elevati anche nella tratta terminale.
  In direzione levante si registrano alti livelli di carico su buona parte del percorso tra Fanti d'Italia e l'Ospedale San Martino, dove si registra il punto di massimo carico della linea.

- ***Asse ponente***

  La linea presenta i flussi maggiori in direzione Caricamento con il punto di massimo carico in Via Cornigliano.
  In direzione Ponente i livelli di carico, in punta mattinale, sono minori ma uniformemente distribuiti fino a Pegli.

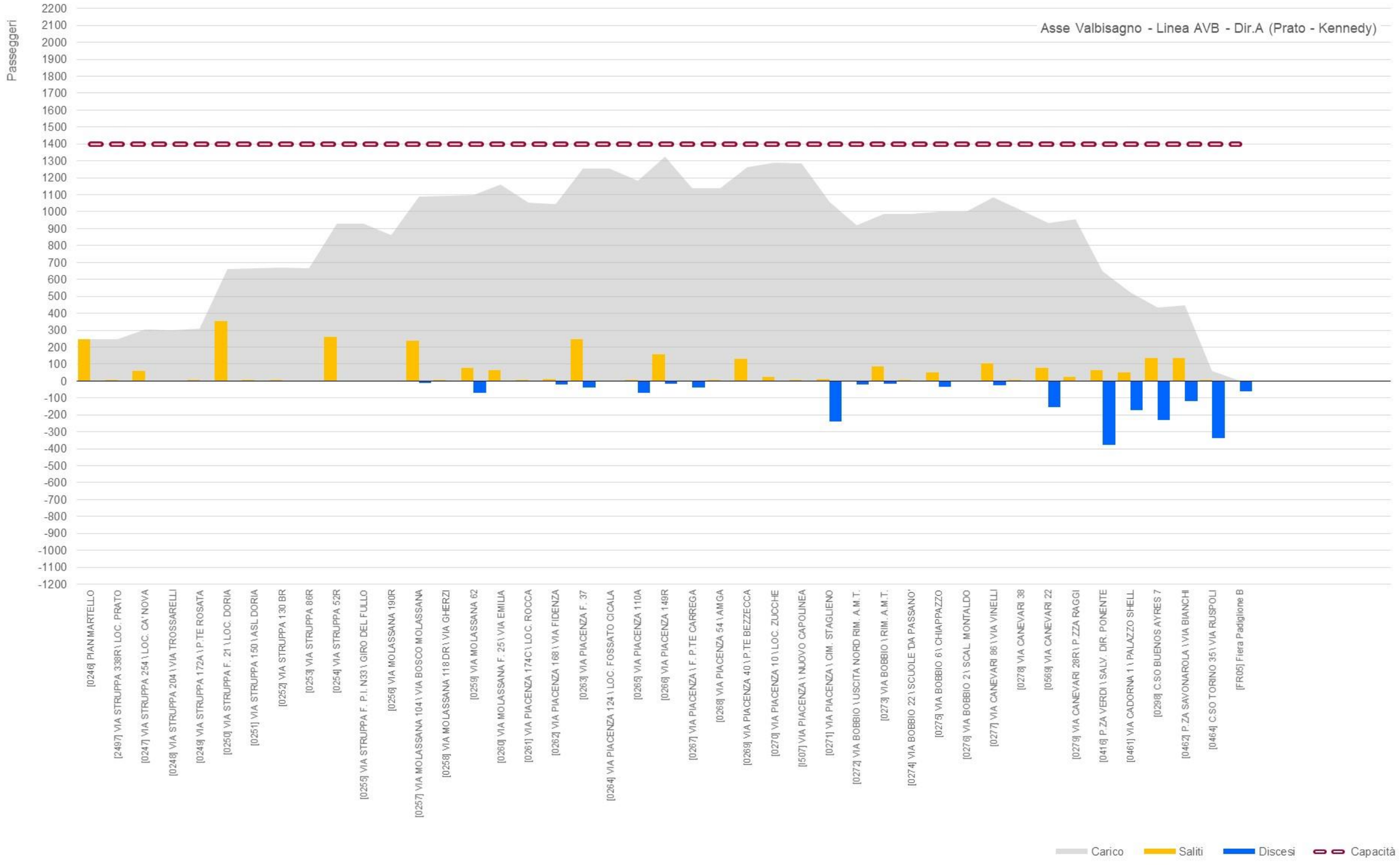


Figura 16: Grafico saliti/discesi e carico Linea AVB Valbisagno (Prato-Kennedy/Foce)

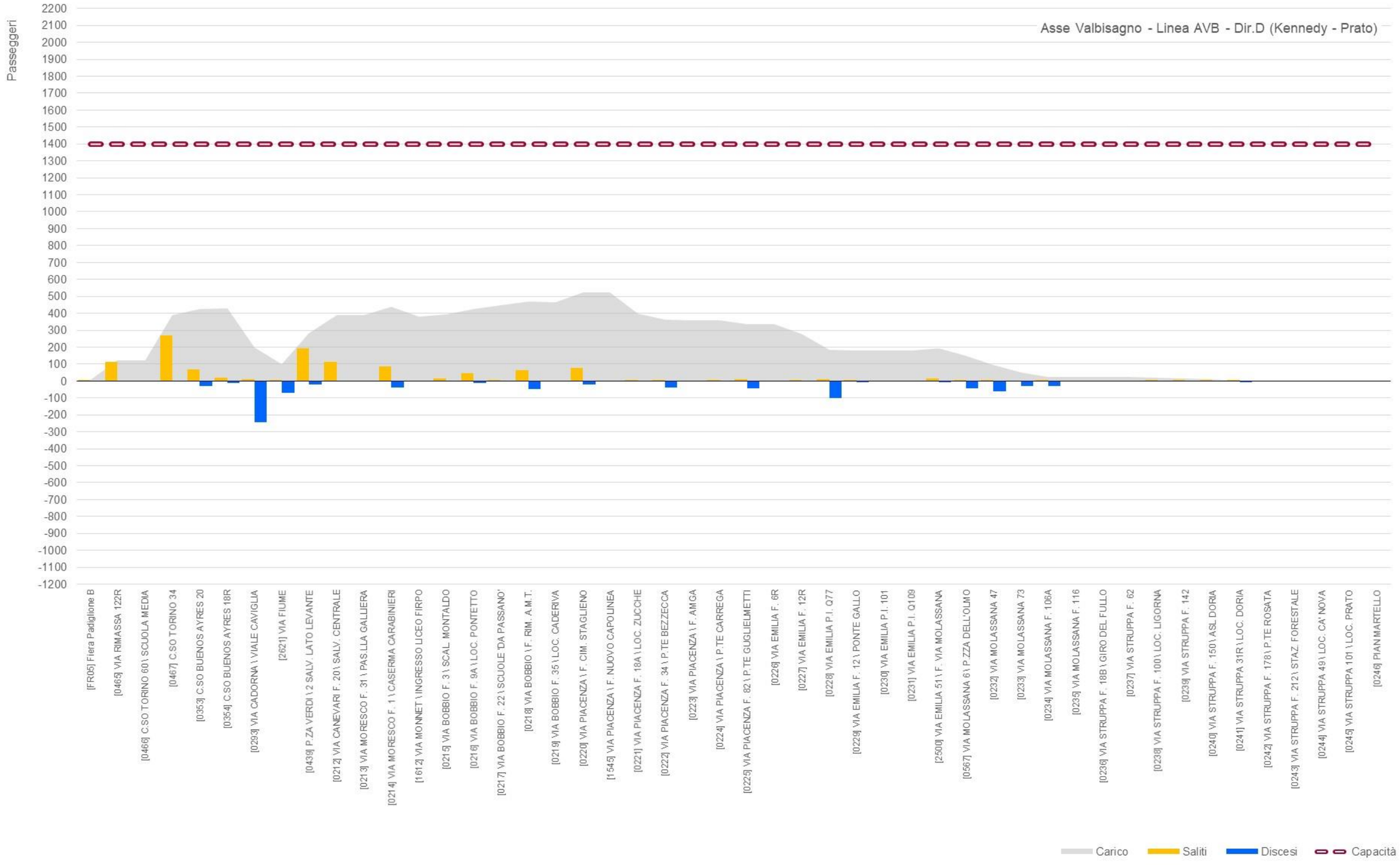


Figura 17: Grafico saliti/discesi e carico Linea AVB Valbisagno (Kennedy/Foce-Prato)

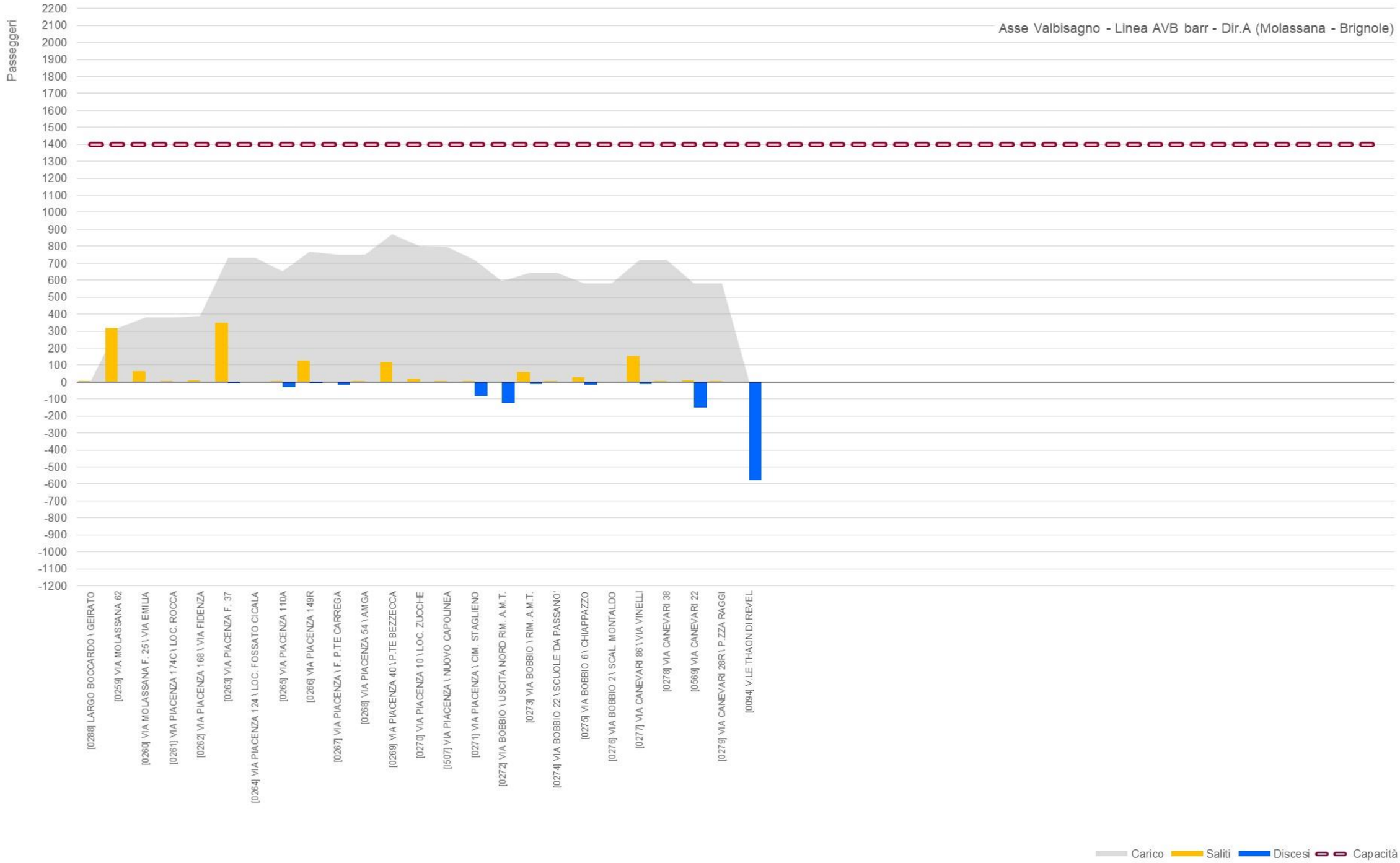


Figura 18: Grafico saliti/discesi e carico Linea AVB Valbisagno barrata (Molassana - Brignole)

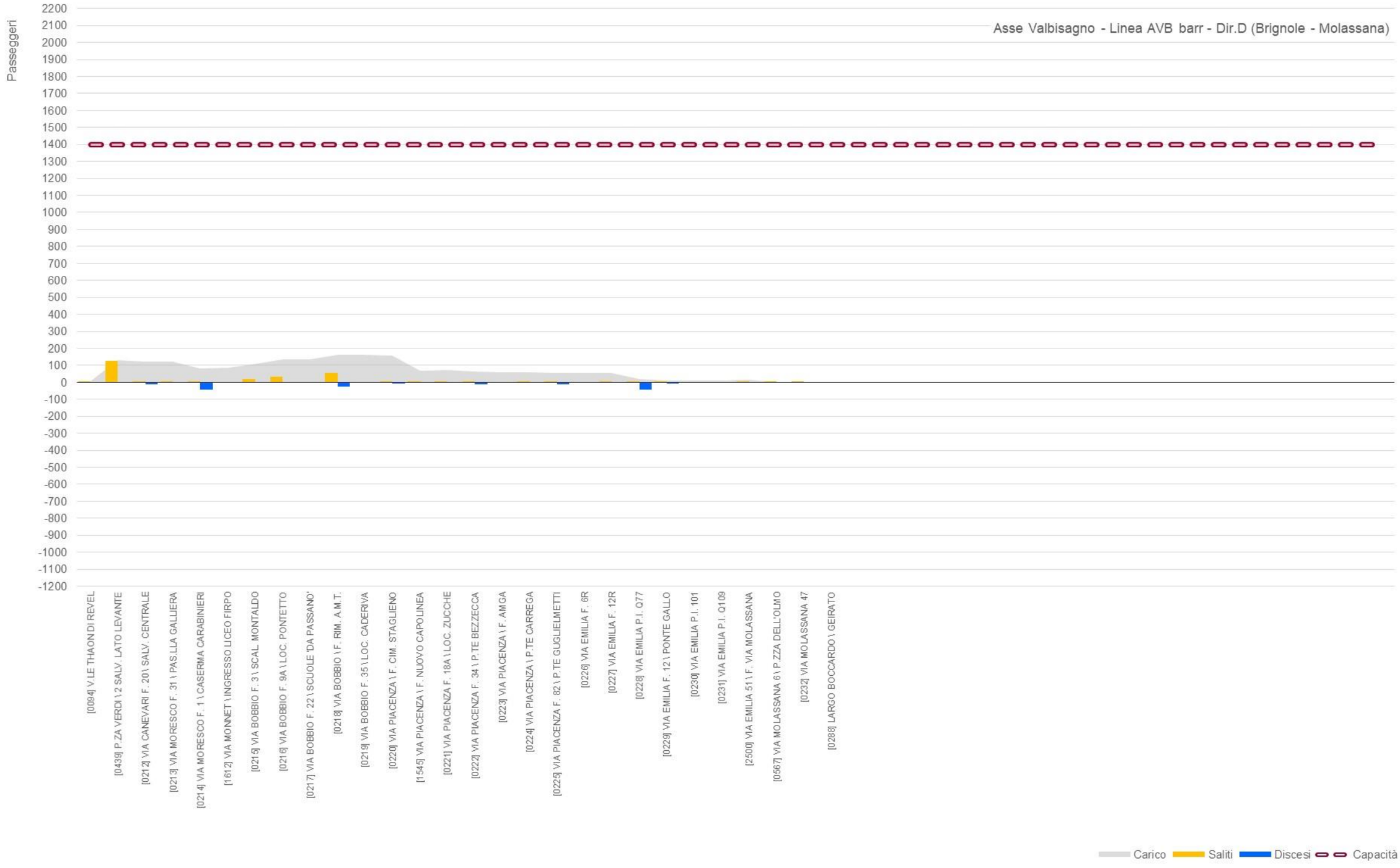


Figura 19: Grafico saliti/discesi e carico Linea AVB Valbisagno barrata (Brignole - Molassana)

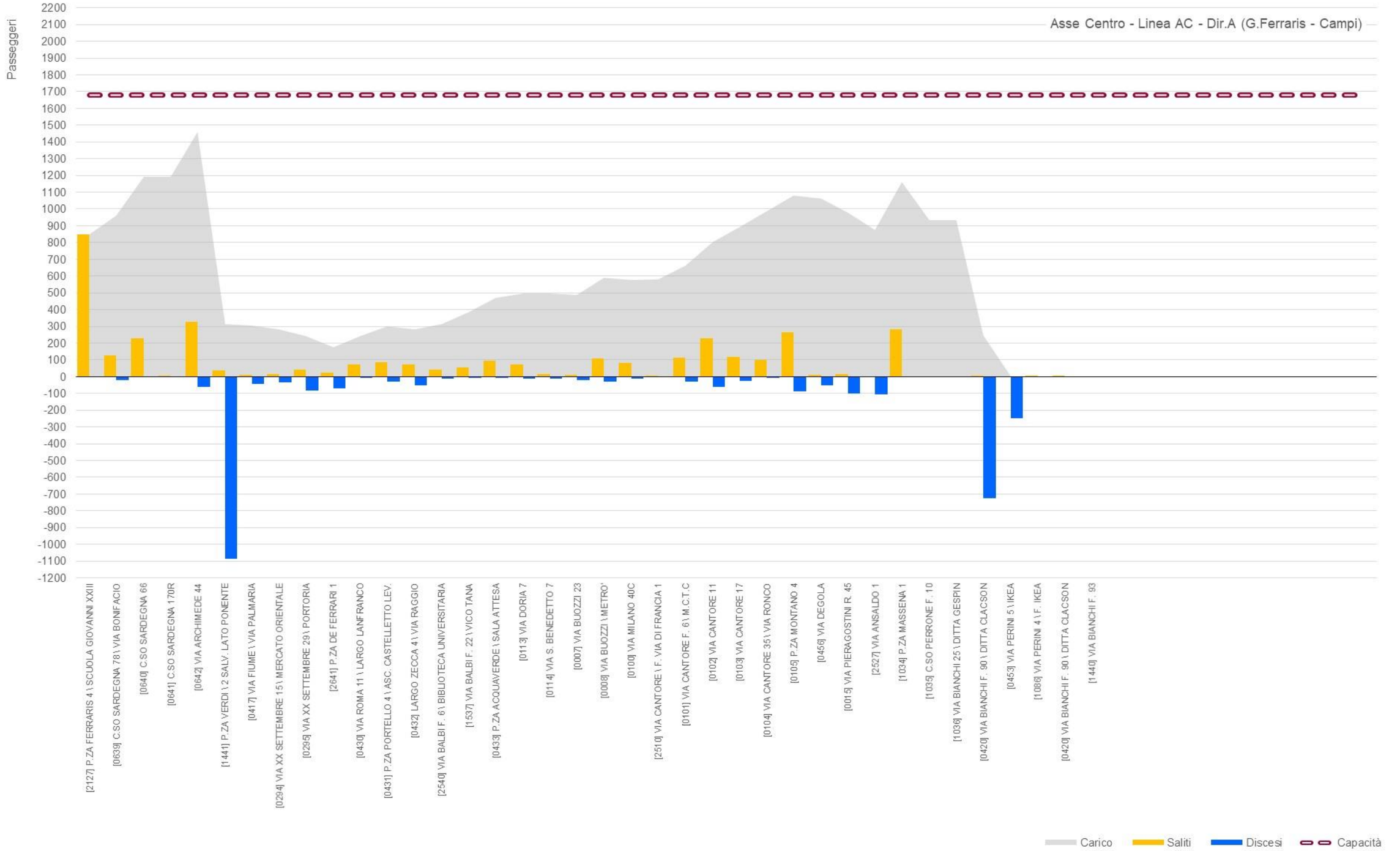


Figura 20: Grafico saliti/discesi e carico Linea AC Centro (Ferraris - Campi)

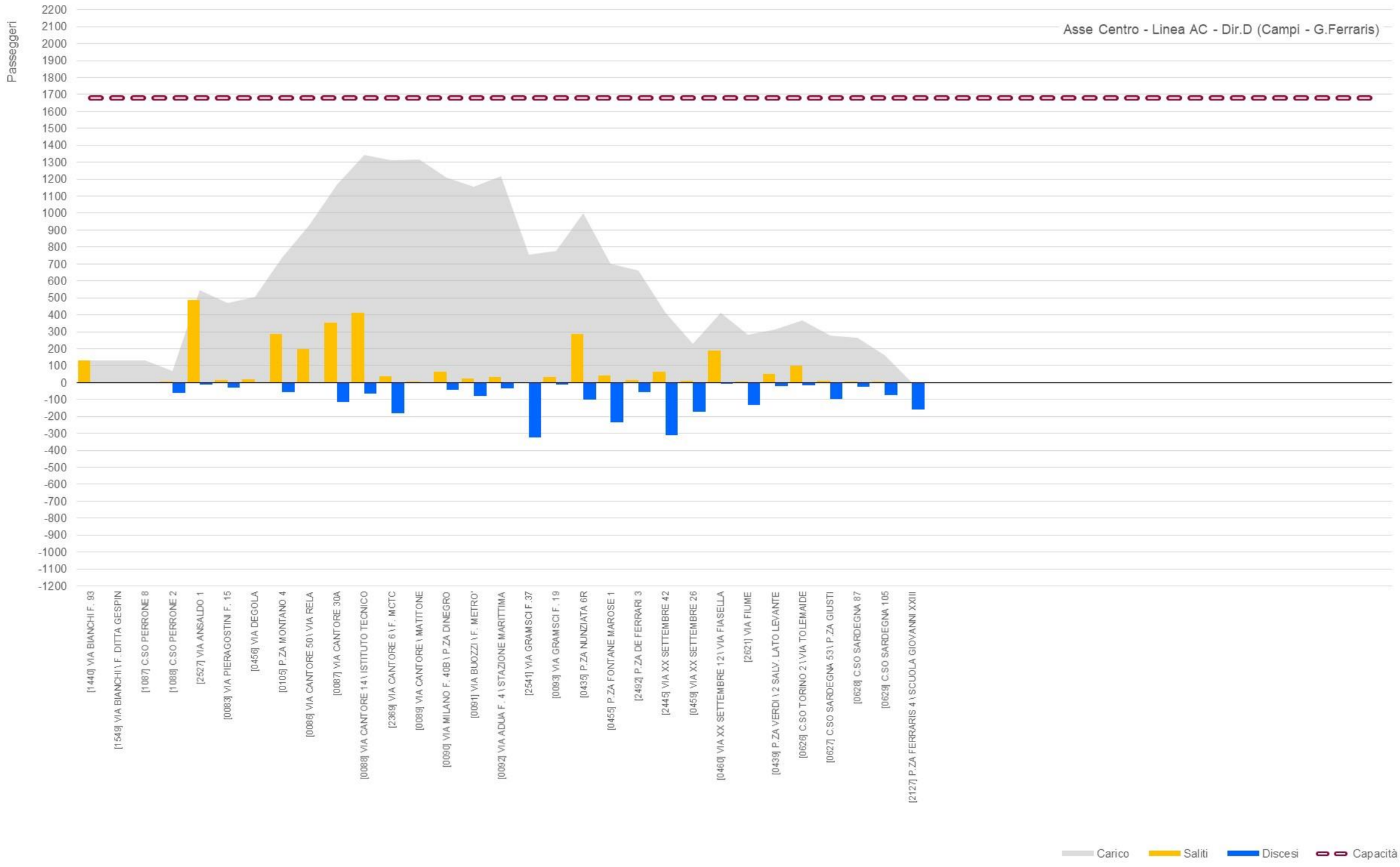


Figura 21: Grafico saliti/discesi e carico Linea AC Centro (Campi - Ferraris)

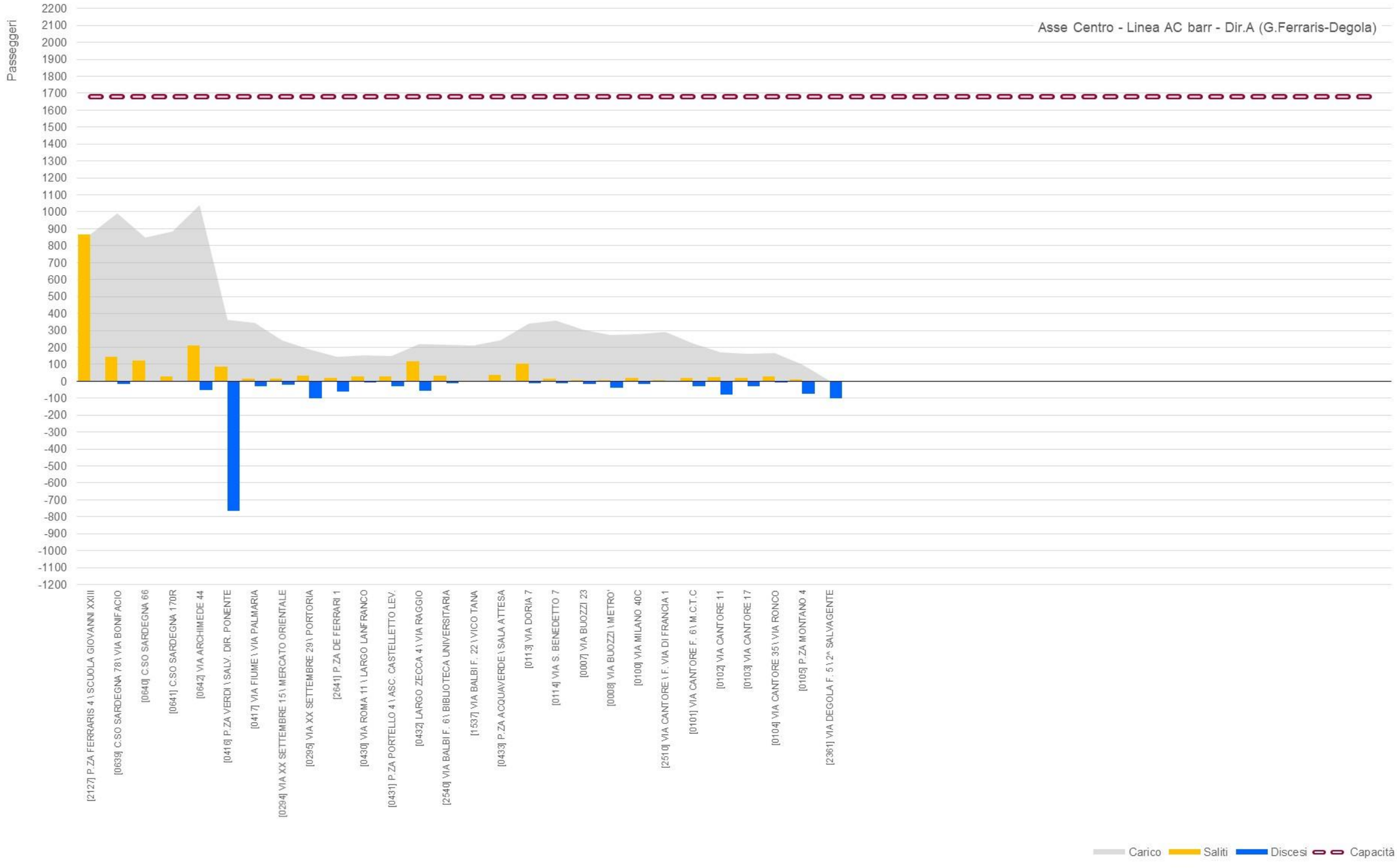


Figura 22: Grafico saliti/discesi e carico Linea AC Centro barrata (Ferraris - Degola)

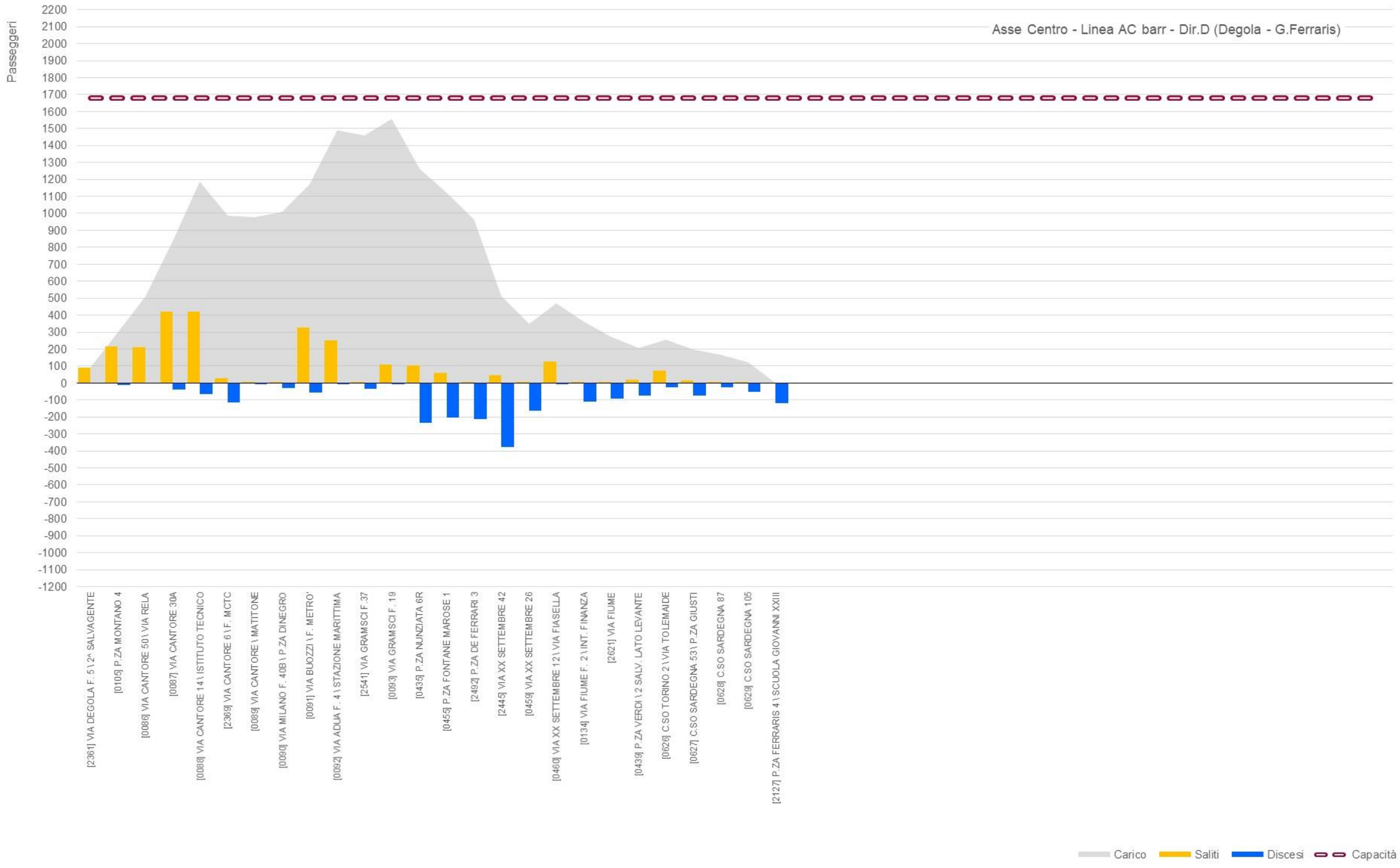


Figura 23: Grafico saliti/discesi e carico Linea AC Centro barrata (Degola - Ferraris)

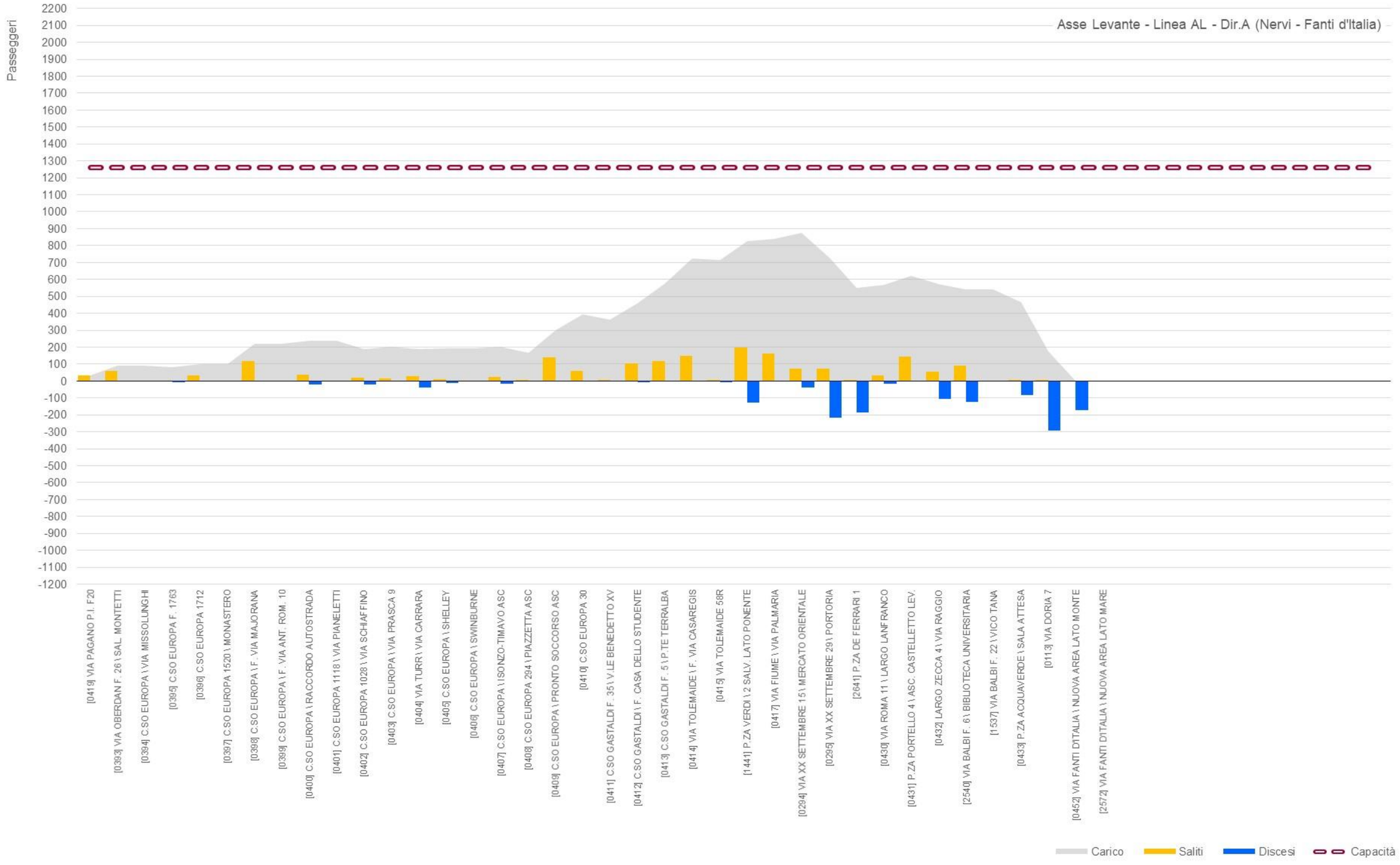


Figura 24: Grafico saliti/discesi e carico Linea AL Levante (Nervi - Fanti)

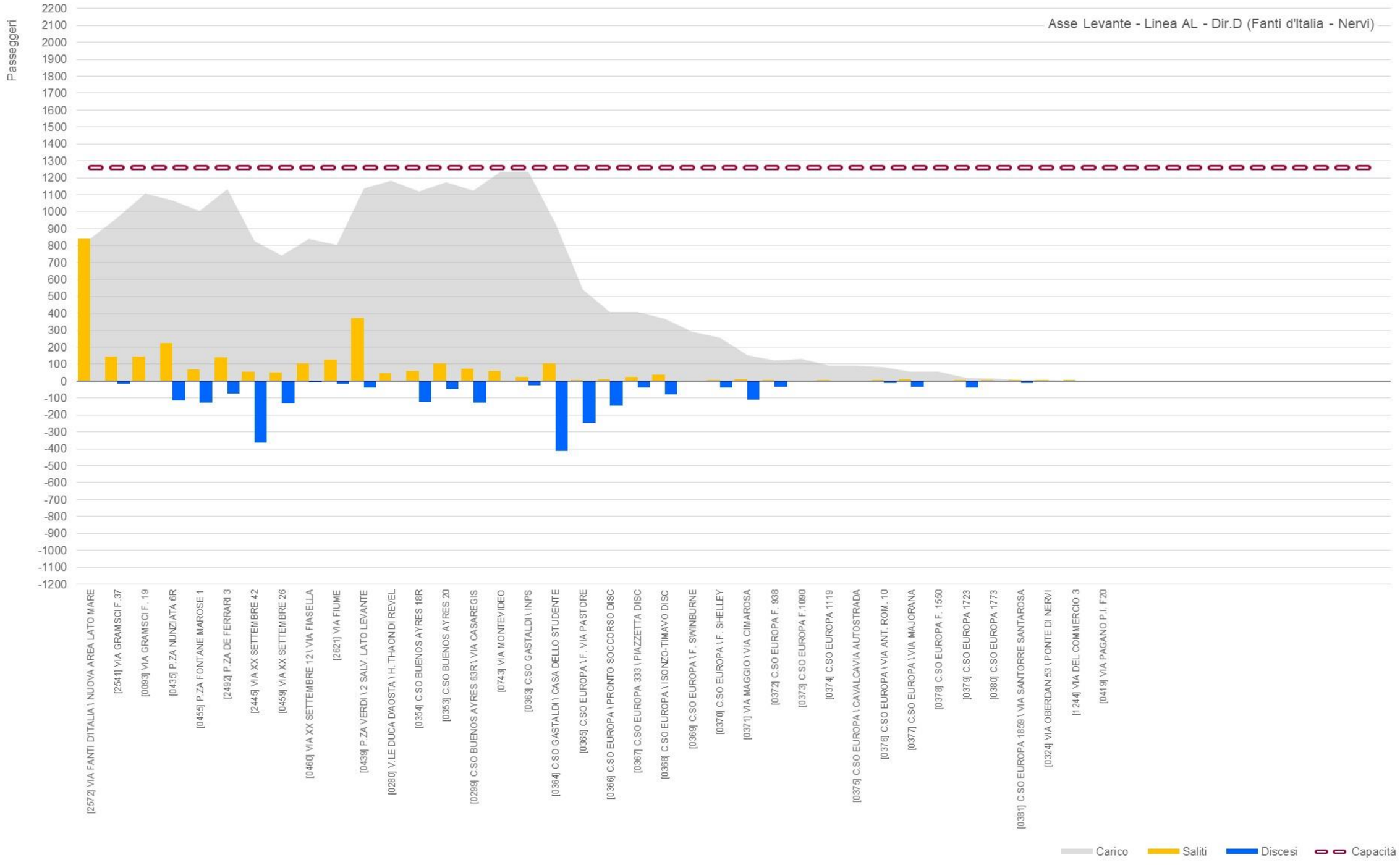


Figura 25: Grafico saliti/discesi e carico Linea AL Levante (Fanti - Nervi)

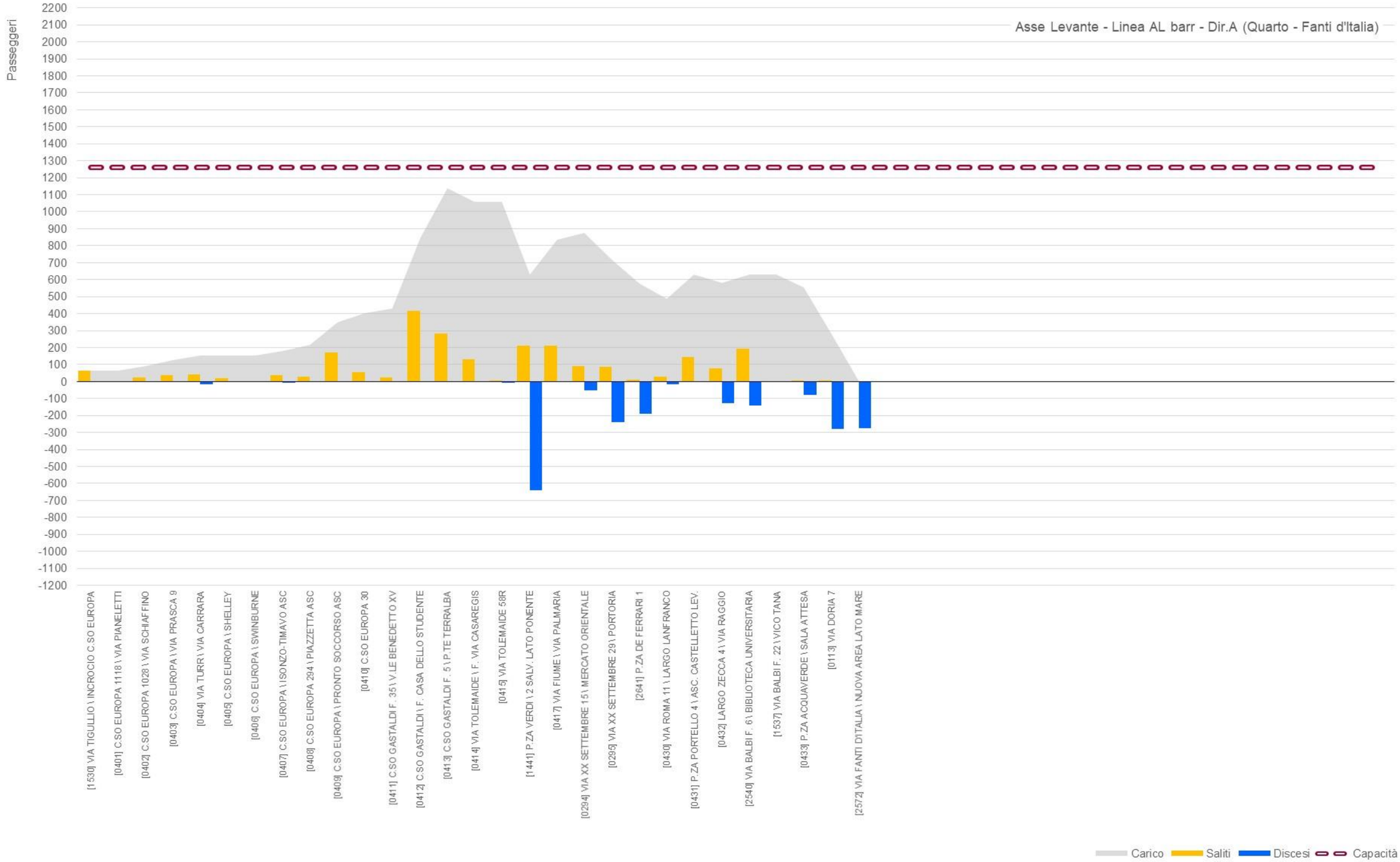


Figura 26: Grafico saliti/discesi e carico Linea AL Levante barrata (Quarto/Tigullio - Fanti)

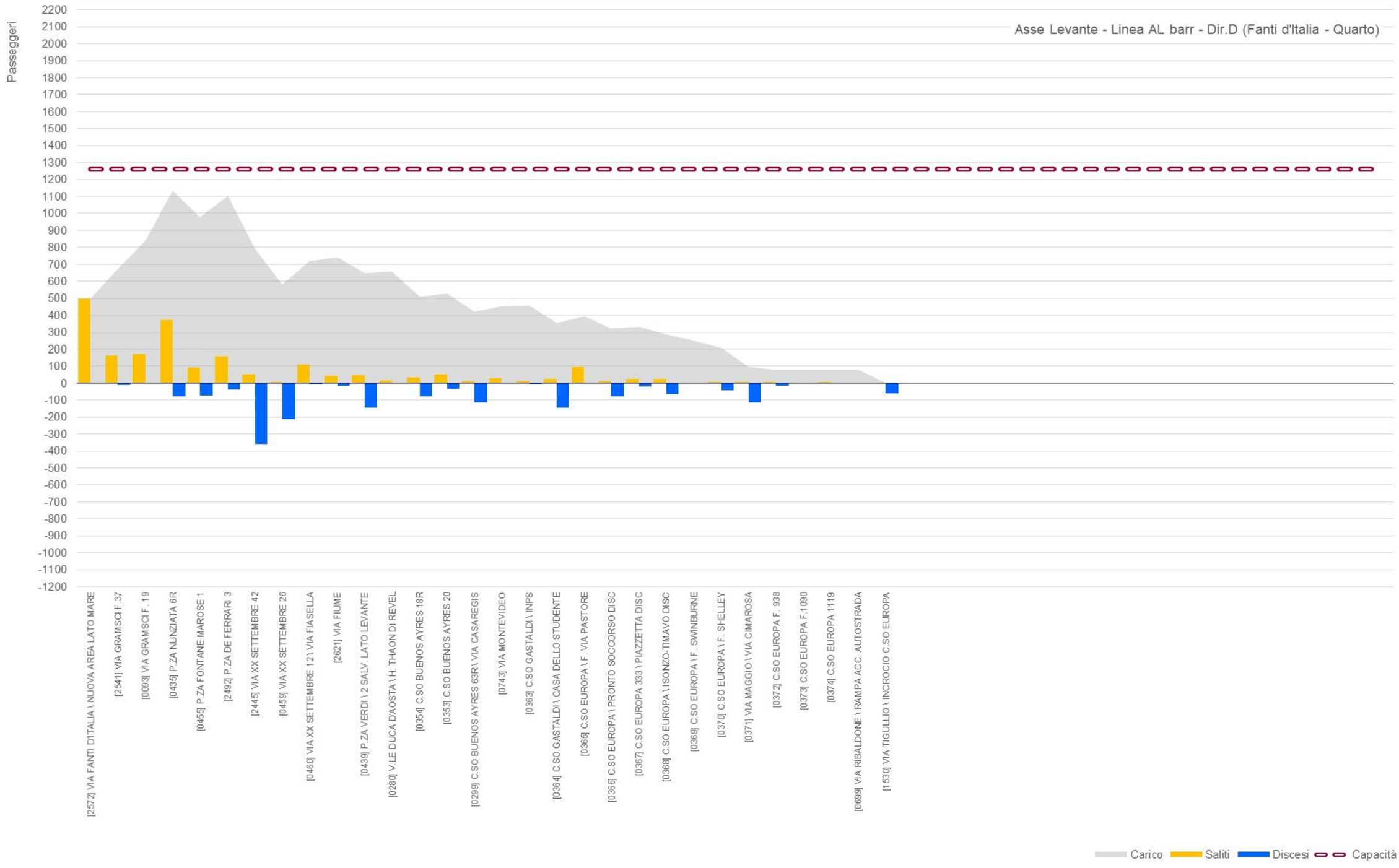


Figura 27: Grafico saliti/discesi e carico Linea AL Levante barrata (Fanti - Quarto/Tigullio)

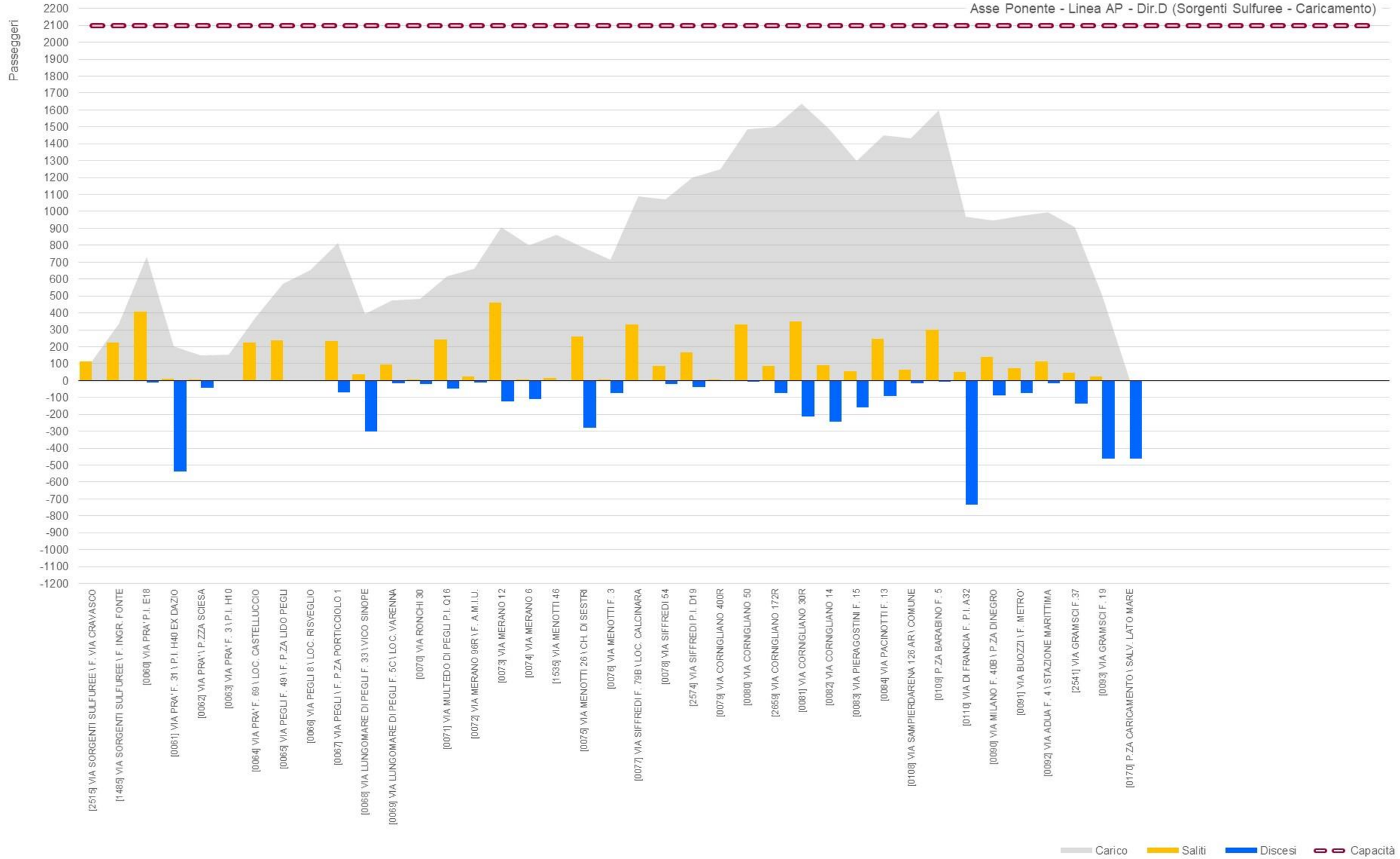


Figura 28: Grafico saliti/discesi e carico Linea AP Ponente (Sulfuree - Caricamento)

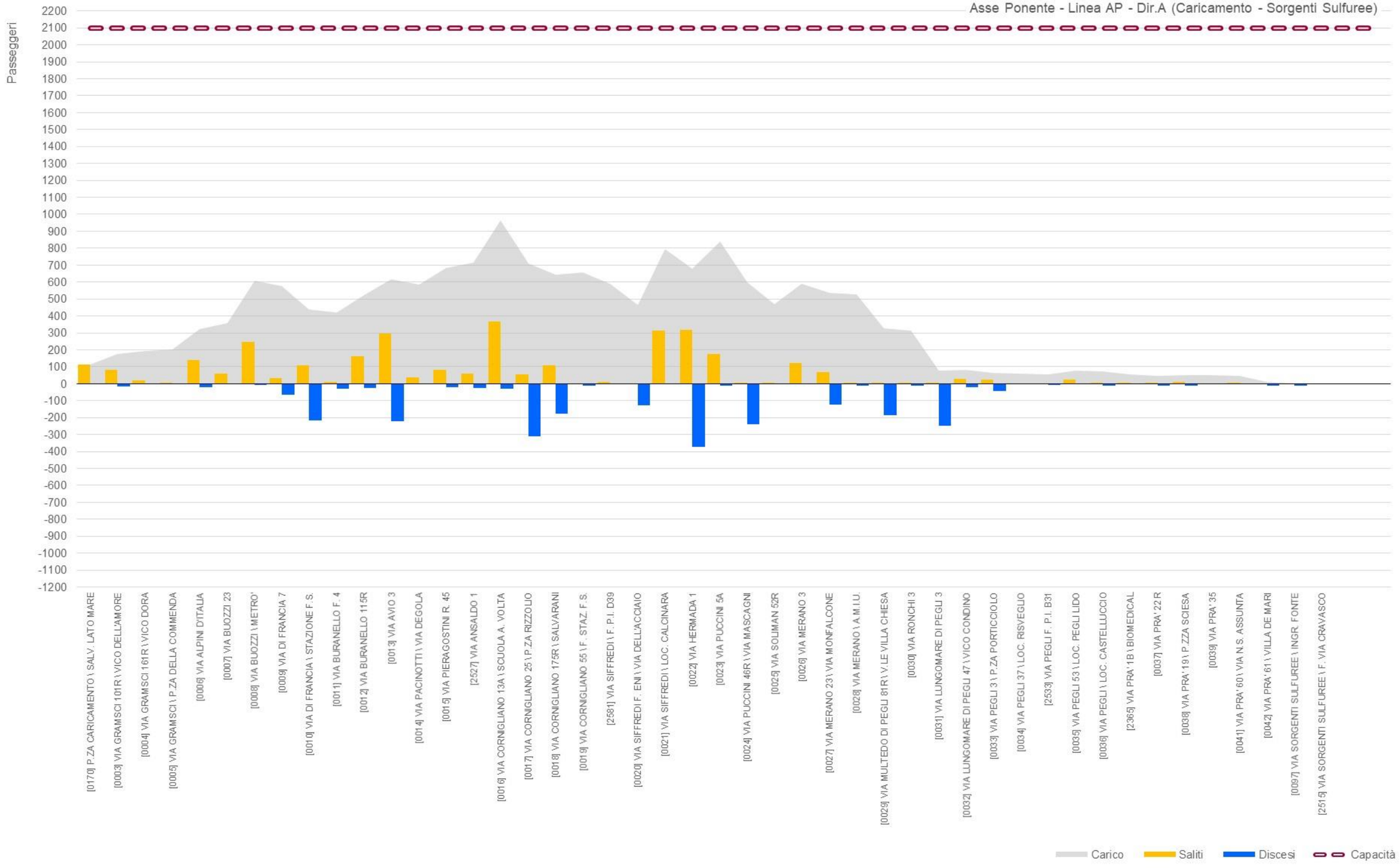


Figura 29: Grafico saliti/discesi e carico Linea AP Ponente (Caricamento- Sulfuree)

APPENDICE 1. NOTA METODOLOGICA ALLE TABELLE 3.1, 3.2, 3.7

TABELLA 3.1

Mobilità urbana nell'area di studio

Il dato di spostamenti/giorno per modalità di spostamento è articolato diversamente tra lo stato di fatto e gli scenari di riferimento e progetto, in quanto il modello multimodale non contiene informazioni su modalità a piedi, in bicicletta, taxi, car-sharing/pooling

Rete ferroviaria, metropolitana, tranviaria, filoviaria, bus e altro TPL

Il dato di estensione della rete è misurato sulla lunghezza media (tra i vari percorsi di andata e ritorno) delle linee di esercizio. La linea e il relativo barrato rappresentano due percorsi differenti e sono perciò conteggiate separatamente.

Il dato di domanda annuale è ricavato dai passeggeri dell'ora di punta (output del simulatore) esploso all'anno secondo i coefficienti *10 (ora punta → giorno) e *300 (giorno → anno).

Rete stradale

I dati di domanda riguardano unicamente gli spostamenti su sede stradale con moto, auto, bus e filobus.

Veicoli*km/anno = veicoli*km/anno bus + veicoli*km/anno filobus + [n° spostamenti annui moto * lunghezza spostamento medio moto] + [n° spostamenti annui auto * lunghezza spostamento medio auto]

Passeggeri*km/anno = Passeggeri*km/anno bus + Passeggeri*km/anno filobus + [Veicoli*km/anno moto * 1.03] + [Veicoli*km/anno auto* 1.41], dove 1.03 coeff. riempimento moto e 1.41 coeff. riempimento auto

La percentuale di rete in congestione nell'ora di punta considera solo gli archi stradali abilitati al trasporto privato con un rapporto f/c ≥ 0.9, che si sviluppano all'interno dei confini del comune di Genova. La scelta di non considerare gli archi al di fuori del comune di Genova scaturisce dalla volontà di non sottostimare il dato, eliminando gli archi che per la loro stessa localizzazione risultano meno congestionati.

TABELLA 3.2

Il metodo di stima della domanda TPL, per il quinquennio 2013-2017 sulla rete gestita da AMT, si basa su entrambe le modalità disponibili:

- in modo diretto attraverso i dati ufficiali dell'azienda sui titoli di viaggi venduti annualmente per gli anni richiesti dallo studio oltre ad alcuni rilievi di carico eseguiti su alcune sezioni rilevanti effettuate negli anni 2014 e 2017;
- in modo indiretto attraverso l'output del simulatore, calibrando lo stato di fatto con coefficiente statistico GEH inferiore a 3,5 sulle 20 principali linee di superficie e sulla linea metropolitana.

Alcune linee presenti in tabella 3.2 sono state indicate, anche se esercite solo nelle calme, perché modificate o eliminate nella revisione di rete. In questi casi sono presenti i dati di stima diretta e non quelli indiretti in quanto le matrici a disposizione fanno sempre riferimento alla sola fascia di punta mattinale.

Il coefficiente usato per esplodere la domanda giornaliera alla domanda annua è 300 mentre quello per passare dall'ora di punta ai dati giornalieri è di 10.

TABELLA 3.7

Tempo

La “Variazione tempo domanda tendenziale” è il dato medio che nasce dal confronto tra le matrici OD dei tempi di percorrenza del TPL (senza tenere conto dei tempi di accesso e attesa), output del simulatore, relative agli scenari di riferimento e progetto.

La “Variazione tempo domanda in diversione modale” scaturisce dal valore medio emerso dal confronto tra le matrici OD dei tempi di percorrenza (senza tenere conto dei tempi di accesso e attesa), output del simulatore, per Tpl e TPr.

La “Variazione media tempo domanda totale sulla linea in progetto” è calcolata come riproporzionamento dei dati di domanda e tempo relativi alla domanda tendenziale, in diversione modale e indotta.

La “Variazione media tempo domanda sulla rete stradale” è calcolata confrontando le matrici OD dei tempi di percorrenza (senza tenere conto dei tempi di accesso e attesa) di auto, moto, bus e filobus tra lo scenario di riferimento e quello di progetto.

Offerta

La variazione di percorrenza di auto e moto è stata calcolata moltiplicando i veicoli di input della matrice del simulatore per lo spostamento medio relativo alla modalità di trasporto.
Il dato annuale è ricavato dai veicoli/ora esplosi al giorno mediante il coefficiente *10 (ora punta → giorno) e all’anno *285 (giorno → anno).