IL PASSANTE FERROVIARIO DI PALERMO, ASSE PORTANTE DEL TRASPORTO PUBBLICO METROPOLITANO

Scenari attuali e futuri

di **Roberto DI MARIA**
Ingegnere Civile Trasportista

In collaborazione con Riccardo Manieri, amministratore pagina FB "Palermo in Progress"

Il Passante ferroviario rappresenta un'infrastruttura di trasporto fondamentale per la città di Palermo. Ad un anno dalla riapertura, il servizio fornito all'utenza viene esaminato attraverso il rilevamento dei tempi di percorrenza e dei flussi di passeggeri su tutta la tratta. Tramite questi dati sono state implementate simulazioni matematiche per calcolare le percorrenze ideali e stimare i flussi potenziali nello scenario attuale ed in quello futuro. Si indica, in conclusione, come migliorare il servizio, in presenza di una domanda già considerevole che sarà ulteriormente incrementata dall'entrata in esercizio delle opere di completamento alle quali si sta lavorando.

La riapertura, a ottobre 2018, del Passante ferroviario ha restituito alla città di Palermo il collegamento con l'aeroporto internazionale di Palermo "Falcone e Borsellino" e un comodo servizio metropolitano all'interno del tessuto urbano.

Un'opera, questa, di cui si parla dagli anni '80 del secolo scorso e che rappresenta un enorme salto di qualità nella mobilità di Palermo e dell'intera area metropolitana. Proviamo a capire meglio di che si tratta.

Il Passante è costituito dalla riqualificazione di linee ferroviarie afferenti al nodo di Palermo. In particolare, l'opera si sviluppa tra la fermata Roccella, nei pressi di Brancaccio, e l'aeroporto Falcone-Borsellino, attraverso la vecchia linea Palermo-Trapani, il raccordo Bivio Oreto-Brancaccio e la diramazione Piraineto-Punta Raisi attivata nel 2001. L'insieme di queste tratte ferroviarie è destinato ad attraversare l'area metropolitana di Palermo fornendo un servizio di carattere suburbano senza soluzione di continuità tra Termini Imerese e Punta Raisi, per una estesa complessiva di 68 km.

I lavori in fase di ultimazione riguardano principalmente il raddoppio della parte centrale di questa infrastruttura. Una parte consistente di questa ferrovia, nelle aree più densamente abitate del capoluogo ed all'interno del centro abitato di Capaci, è stata anche "interrata", ovvero collocata in un tracciato sotterraneo anziché in superficie. In tal modo, si è eliminata qualsiasi interferenza della linea con la viabilità di superficie, con l'abolizione di ben 22 passaggi a livello. Per la realizzazione di queste opere sotterranee in pieno ambito urbano sono state adottate le più innovative soluzioni geotecniche: fra queste va senz'altro citata l'adozione dello scavo meccanizzato, che ha consentito la realizzazione della galleria di raddoppio tra Notarbartolo e via Belgio senza apportare alcun disagio alla viabilità in superficie ed agli edifici circostanti.

L'opera ha previsto la realizzazione di importanti fermate a servizio della città e della fascia suburbana, oltre a parcheggi e viabilità di servizio. In totale, il progetto ne prevede 25; di queste, 21 sono entrate in esercizio con l'apertura al traffico della linea Notarbartolo-Punta Raisi.

Per vedere ultimati questi lavori, avviati nel 2008 per due delle tre tratte comprese nel tracciato e nel 2013 per la rimanente tratta Notarbartolo-La Malfa, dovranno essere ultimate le opere di raddoppio della tratta compresa tra San Lorenzo e Orleans (6,7 km), che è stata comunque messa in esercizio a binario unico.

Nonostante ciò, è indubbio il beneficio che si è ottenuto dalla riapertura al traffico della linea, che riguarda sia la mobilità per tutta l'area metropolitana che l'accessibilità all'intera provincia di Trapani. Il Passante ferroviario garantisce inoltre, come accennato sopra, il collegamento diretto della città con l'aeroporto, servizio fondamentale per un'infrastruttura che registra una continua crescita del flusso passeggeri.

L'attuale offerta può contare su 73 corse giornaliere, pari a 2 treni per direzione ogni ora. Di questi, uno effettua tutte le fermate, impiegando 1h:08' per raggiungere Punta Raisi da Palermo centrale. L'altro treno previsto ogni ora salta le fermate comprese tra San Lorenzo e Carini, impiegando 52 minuti sullo stesso percorso. Il materiale rotabile utilizzato è costituito da elettrotreni del tipo

ALe 501 "Minuetto" da 345 posti (169 seduti), ed ETR 425 "Jazz" da 471 posti (309 seduti).

Lo studio effettuato sulla linea, dopo più di un anno di esercizio, è finalizzato a comprenderne l'impatto sull'utenza e le future potenzialità rispetto all'area attraversata. Come si può apprezzare in planimetria (ved. fig. 1), l'infrastruttura interessa un'area metropolitana distribuitasi sul territorio in funzione delle restrizioni orografiche presenti nell'area. La zona edificata, infatti, ricade nelle aree pianeggianti comprese tra la linea di costa ed i rilievi montuosi immediatamente all'interno. La città di Palermo occupa la più ampia di queste aree, nota come Conca d'Oro, in posizione centrale. I comuni limitrofi si distribuiscono invece lungo una striscia di territorio dalla forma allungata in direzione est-ovest. Ai fini del presente studio, si è tenuto conto della città e della parte occidentale dell'area metropolitana, fino all'aeroporto, essendo quest'ultima la parte servita direttamente dal passante ferroviario.

Per l'esame delle prestazioni trasportistiche della linea si è proceduto ad una simulazione con modello matematico per definire le dinamiche presenti e future che interesseranno la linea nel periodo di esercizio. È stato necessario effettuare dei rilevamenti conoscitivi, ripetuti in numero congruo per la significatività del dato, al fine di "tarare" il modello.

L'analisi dei flussi lungo il tracciato

Lo studio del passante ferroviario di Palermo è stato sviluppato attraverso una simulazione dei flussi di utenza sull'infrastruttura, per la quale è stato applicato l'algoritmo presentato dall'autore nell'ambito dell'ottavo Convegno Nazionale Sistema Tram svoltosi al Ministero delle Infrastrutture e Trasporti nel maggio 2019.

I dati di partenza sono dati Istat per la popolazione e per la matrice degli spostamenti. Per quanto riguarda la popolazione residente nelle varie aree della città e nei comuni interessati dal tracciato ferroviario si è fatto riferimento all'anno 2011, i cui dati sono poi stati attualizzati all'anno 2017, finalizzati a determinare le matrici di generazione dei flussi. I dati relativi al posizionamento dei Poli di attrazione hanno come riferimento gli addetti alle imprese ed ai servizi. Per questi dati abbiamo preso come fonte di riferimento il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile della città di Palermo in fase di approvazione e quelli rilevati dall'Istat per le aree esterne al centro urbano. A questi abbiamo aggiunto i dati relativi alla popolazione scolastica, rilevati dal sito dell'Assessorato Regionale alla Pubblica Istruzione. Il riferimento territoriale per le matrici di generazione ed attrazione è quello relativo alle aree di influenza di ogni stazione. Per ognuna di esse, è stato identificato in un cerchio di raggio 500 m in area urbana e 750 m in aria extraurbana.

Fig. 1 - Passante ferroviario di Palermo: tracciato e stazioni in esercizio o da completare, con data di apertura al pubblico
(Fonte https://www.facebook.com/Palermoinprogress/)

Si è quindi passati alla ripartizione modale che ha tenuto conto, in via semplificativa, di tre vettori: automobile mezzo pubblico su gomma e vettore ferroviario, localizzato sul passante La matrice è stata redatta con un modello logit considerando i seguenti costi elementari:

- costo del tempo di viaggio;
- costo del tempo di attesa (mezzo pubblico) o di raggiungimento del mezzo (mezzo privato);
- costo del biglietto per quanto riguarda i mezzi pubblici;
- costo del carburante per quanto riguarda il vettore privato.

Gli scenari di riferimento sono quello **attuale** e quello **futuro**, con orizzonte 2025: si tratta della data in cui, presumibilmente, verranno ultimati gli ultimi lavori di completamento dell'opera, come prevista in progetto. Segnatamente, oltre al completamento del raddoppio, si prevede la realizzazione delle stazioni Capaci, De Gasperi, Lazio e Papireto.

Lo scenario attuale, oltre a consentire la corretta calibrazione del sistema, serve a comprendere le vere potenzialità del passante rispetto alla mobilità cittadina, in relazione alla importanza delle aree attraversate, densamente popolate e fortemente attrattive. Lo studio deve tenere conto dell'assenza delle quattro stazioni prima citate, non ancora in esercizio. La tariffazione di riferimento è quella attualmente adottata così come l'offerta in termini di posti-treno.

Lo scenario di riferimento a regime terrà conto, invece, di una migliore strategia intermodale ed di una opportuna integrazione tariffaria, oltre alla entrata in esercizio di treni più adatti alla particolarità della domanda presente.

Rilevamenti effettuati

Come accennato, i rilevamenti riguardano sia il periodo estivo che quello autunnale del 2019. Quest'ultimo appare più significativo per la determinazione dei flussi di punta, il precedente per la valutazione della domanda di morbida. Nel periodo autunnale si è attivata la domanda relativa alle istituzioni scolastiche ed universitarie di grandissimo interesse nell'area metropolitana della città di Palermo.

Il rilevamento è stato effettuato mediante schede di raccolta dati comprendenti le seguenti informazioni:

- data;
- tipo di treno e sua numerazione;
- fermate effettuate;
- numero di passeggeri saliti ad ogni fermata;
- numero di passeggeri scesi;
- orario di fermata;
- tempo di fermata.

Le giornate e gli orari di partenza dei treni in cui è stato effettuato il rilevamento, nei due sensi di marcia, sono le seguenti:

Tab. 1 - Riepilogo dei dati rilevati sul flusso passeggeri

	Treno n°: 21315			Treno n°: 21321			Treno n°: 21311			Treno n°: 21311			Treno n°: 21307			Treno n°: 21329		
	Tipologia : ETR425 "Jazz"			Tipologia : ETR425 "Jazz"			Tipologia: ALe501 "Minuetto"			Tipologia: ALe501 "Minuetto"			Tipologia : ETR425 "Jazz"			Tipologia : ETR425 "Jazz"		
	08-lug		11:08	16-set		14:08	26-set		09:08	03-ott minuetto		09:08	07-ott		07:08	07-ott		18:08
	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo
Centrale	45	0	45	62	0	62	70	0	70	131	0	131	180		180	110		110
Guadagna	5	2	48	1	0	63	6	0	76	11	0	142	75	0	255	2	0	112
Vespri	15	8	55	10	2	71	3	3	76	11	7	146	60	0	315	24	2	134
Palazzo Reale - Orleans	20	7	68	55	6	124	15	30	61	25	50	121	155	100	370	90	3	221
Lolli	15	5	78	15	6	133	5	16	50	8	16	113	45	75	340	25	10	236
Notarbartolo	18	20	76	5	20	118	10	20	40	15	30	98	50	150	240	24	50	210
Francia	4	5	75	0	10	108	2	4	38	3	6	95	0	40	200	3	15	198
S. Lorenzo	7	5	77	13	17	104	3	8	33	0	14	81	2	146	56	3	8	193
La Malfa	1	1	77	0	3	101	1	2	32	0	10	71	1	5	52	1	2	192
Cardillo-Zen	0	2	75	0	3	98	0	0	32	0	0	71	0	2	50	0	0	192
Tommaso Natale	2	2	75	1	8	91	0	6	26	1	3	69	0	3	47	6	20	178
Sferracavallo	0	4	72	1	7	85	0	2	24	0	0	69	0	0	47	4	15	167
Isola delle Femmine	1	17	55	0	21	64	0	2	22	0	3	66	1	3	45	4	46	125
Carini-torre Ciachea	0	0	55	0	8	56	0	4	18	1	2	65	0	1	44	2	17	110
Carini	3	8	50	0	16	40	0	5	13	2	4	63	0	2	43	3	25	78
Piraineto	1	4	47	2	16	26	0	3	10	2	10	55	0	5	37	0	27	51
Punta Raisi	0	47	47	0	26	26	0	10	10		55	55		37	37		51	51

	Treno n°: 21326			Treno n°: 21322			Treno n°: 21308			Treno n°: 21308			Treno n°: 21308			Treno n°: 21330		
	Tipologia : ETR425 "Jazz"			Tipologia : ETR425 "Jazz"			Tipologia: ALe501 "Minuetto"			Tipologia: ALe501 "Minuetto"			Tipologia: ALe501 "Minuetto"			Tipologia : ETR425 "Jazz"		
	08-lug		16:42	15-set		14:42	26-set		07:42	03-ott		07:42	07-ott		07:42	07-ott		18:42
	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo	saliti	scesi	bordo
Punta Raisi	20	0	20	25	0	25	10	0	10	50	0	50	70	0	62	30	0	30
Piraineto	2	0	22	2	3	24	0	0	10	8	4	54	20	0	70	0	1	29
Carini	4	2	24	4	0	28	30	0	40	34	0	88	31	0	90	4	0	33
Carini-torre Ciachea	3	1	26	4	0	32	10	0	50	12	0	100	17	1	121	5	0	38
Isola delle Femmine	15	0	41	9	4	37	35	0	85	41	1	140	50	1	137	5	1	44
Sferracavallo	4	1	44	3	2	38	12	0	97	8	1	147	15	1	186	2	1	45
Tommaso Natale	4	1	47	4	0	42	16	0	113	32	1	178	25	1	209	5	0	50
Cardillo-Zen	1	0	48	1	0	42	4	0	117	6	1	183	4	0	204	0	0	50
La Malfa	3	0	51	0	0	42	1	1	117	2	1	184	4	2	206	15	0	65
S. Lorenzo	12	2	61	3	2	44	37	3	151	30	7	207	30	5	231	12	2	75
Francia	4	4	61	2	2	44	21	1	171	35	1	241	30	0	261	10	2	83
Notarbartolo	30	18	73	18	10	52	68	2	229	60	25	276	100	20	341	45	6	122
Lolli	12	6	79	5	10	47	28	10	239	30	17	289	5	20	326	12	5	129
Palazzo Reale - Orleans	15	28	66	9	17	39	1	45	195	9	45	253	0	200	126	34	20	143
Vespri	3	12	57	2	5	36	2	24	173	0	23	230	0	30	96	3	14	132
Guadagna	1	5	53	1	2	35	5	3	175	4	3	231	0	30	86	3	13	122
Centrale	0	53	53	0	35	35	0	175	175		231	231		86	86	0	122	122

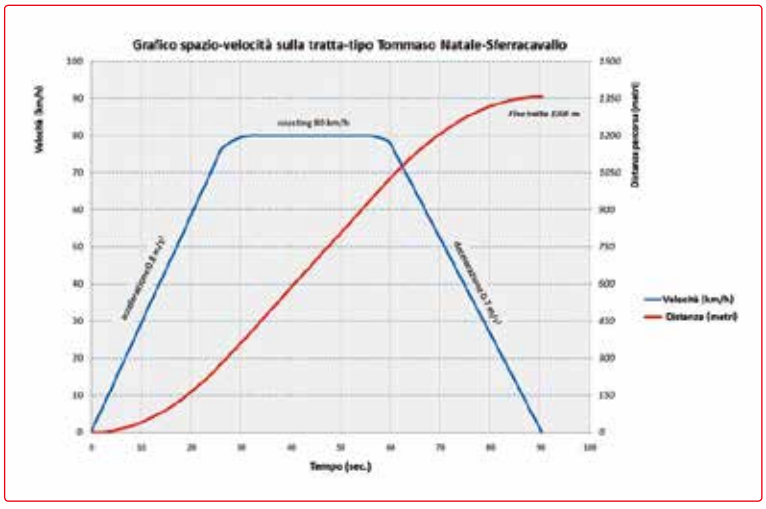

Fig. 2 - Percorrenza ideale su una tratta del Passante ferroviario

- 8 luglio: Palermo Centrale-P. Raisi ore 11:08; P. Raisi-Palermo Centrale ore 16:42;
- 16 settembre: Palermo Centrale-P. Raisi ore 14:08; P. Raisi-Palermo Centrale ore 14:42;
- 26 settembre: Palermo Centrale-P. Raisi ore 9:08; P. Raisi-Palermo Centrale ore 7:42;
- 3 ottobre: Palermo Centrale-P. Raisi ore 9:08; P. Raisi-Palermo Centrale ore 7:42;
- 7 ottobre: Palermo Centrale-P. Raisi ore 9:08 e 18:08; P. Raisi-Palermo Centrale ore 7:42 e 18:42.

I dati sono riassunti in tabella 1.

Considerazioni sui tempi di percorrenza

Il rilevamento dei tempi di arrivo e partenza dei treni ad ogni stazione, effettuato a bordo dei convogli nei quali è stata rilevata anche la quantità di passeggeri saliti e scesi, ha dimostrato, in sintesi, che i treni viaggiano per la stragrande maggioranza in orario Tuttavia, ciò sembra dovuto soprattutto alla scelta di tempi di percorrenza piuttosto lunghi impostati da Trenitalia. Nonostante la presenza di una residua tratta a binario unico (da Orleans a San Lorenzo), è possibile ridurre alcuni "tempi morti".

Un esempio sono i tempi di fermata, esageratamente lunghi in corrispondenza, ad esempio, della stazione Notarbartolo, dove si registrano ben 4 minuti di attesa. Altri tempi anomali sono stati registrati in fermate come Carini Torre Ciachea (fino a 3 minuti). Spesso sono determinati dall'arrivo in anticipo del convoglio in stazione, facendo pensare ad una impostazione delle "velocità di orario" eccessivamente ridotta rispetto alle prestazioni dei treni in linea. Lo dimostra, se non altro, l'orario impostato dal gestore, che sull'intera tratta Palermo centrale-Punta Raisi comporta 1:08 minuti per i regionali "lenti" e 53' per i regionali veloci, che non effettuano le fermate comprese tra San Lorenzo e Carini.

Simulazione dei tempi di percorrenza ideali

Per verificare la possibilità di migliorare i tempi di percorrenza rilevati, abbiamo scelto di effettuare una simulazione di percorrenza, basandoci sulle interdistanze fra le stazioni, le velocità di rango (ovvero i limiti imposti per tipologia di convoglio) e le prestazioni dei convogli utilizzati. I dati relativi all'infrastruttura sono ricavabili dai "fascicoli linea", mentre per i convogli abbiamo preso come riferimento gli ETR 425 "Jazz" utilizzati nella tratta in oggetto, vale a dire la Palermo Centrale-Punta Raisi. I risultati che abbiamo ottenuto sono a dir poco sorprendenti.

Fissati i valori delle interdistanze tra le 17 stazioni presenti e delle relative velocità massime di rango, abbiamo ipotizzato un tipico andamento del convoglio tra due stazioni successive, caratterizzato dalla fase di accelerazione, quella di "coasting" (percorrenza a velocità costante) e la successiva decelerazione (ved. fig. 2). Poiché i Jazz presenta accelerazioni massime di 0,85 m/sec^2 abbiamo fissato in 0,8 m/sec^2 le accelerazioni, mentre le decelerazioni sono ipotizzate pari a soli 0,7 m/sec^2 anche per motivi di comfort durante il viaggio. In queste condizioni, il convoglio raggiunge una velocità massima compatibile con quella di rango, che abbiamo fissato tratta per tratta, ma sempre al di sotto del valore massimo.

La velocità di coasting viene mantenuta fino alla decelerazione in prossimità della fermata successiva. Un algoritmo ci ha quindi permesso di calcolare i tempi di percorrenza tra una stazione e l'altra tenendo conto delle distanze e delle tre fasi di viaggio sopra descritte. A titolo di esempio, riportiamo un grafico che visualizza la percorrenza in una tratta tipo (la Tommaso Natale-Sferracavallo, pari a 1.350 m.) in termini di velocità e distanza percorsa.

Per evitare di sopravvalutare le prestazioni di marcia dei convogli, abbiamo tenuto conto della necessità di impegnare deviatoi in corrispondenza delle stazioni principali e del passaggio da semplice a doppio binario (tra Francia e S. Lorenzo) o viceversa (tra Orleans e Lolli). Abbiamo pertanto considerato i rallentamenti a 30 km/h in entrata ed in uscita da Notarbartolo in direzione P. Raisi (dispari) per motivi analoghi. Altri rallentamenti sono causati da motivazioni tecniche localizzate: ad esempio, sappiamo che la presenza del sistema di distanziamento e controllo della marcia dei treni SCMT limita a 30 km/h la velocità tra i segnali di protezione e partenza della stessa fermata Orleans.

I tempi di fermata sono stati scelti uguali a quelli già fissati nell'orario Trenitalia, tranne che nel caso di Palermo Notarbartolo: va infatti rammentato che in questa stazione quasi tutti i convogli effettuano ben 4 minuti di fermata, che nella nostra simulazione abbiamo ridotto a 2. I risultati relativi ai tempi di percorrenza e di fermata

sono sintetizzati in tabella 2, mentre nelle tabelle 3 e 4 abbiamo simulato un possibile orario di due convogli "lenti" (i treni regionali che effettuano tutte le fermate) confrontandoli con le tabelle di marcia degli stessi treni come si ricavano dal sito Trenitalia.it : il Palermo centrale-Punta Raisi delle 8:08 ed il Punta Raisi-Palermo Centrale delle 7:42.

Nella simulazione dell'orario abbiamo tenuto conto della effettuazione della coincidenza per i treni diretti a Giachery nella stazione di Palermo Notarbartolo, dove i treni che abbiamo preso in considerazione si incrociano tra le ore 8:29 e le ore 8:30. Abbiamo pertanto mantenuto l'orario di partenza da quest'ultima stazione, ritardando, rispetto al vigente orario, la partenza da Palermo Centrale alle 8:15 per il treno dispari e quella da P. Raisi alle 7:54 per il pari. Rispettivamente i due treni giungono a destinazione alle ore 9:06 (Punta Raisi) ed alle 8:45 (Palermo Centrale). La differenza rispetto ai tempi di percorrenza attuali è di ben **17 minuti per il treno dispari (Pa c.le-P. Raisi)**, quanti se ne possono contare tra gli attuali 68' e gli ipotizzati 51' della nostra simulazione: **una riduzione del 25%**! In senso opposto, dal momento che la percorrenza attuale è di 65' la riduzione è di "soli" 14', pari al 21,5 %.

Probabilmente, Trenitalia ha preferito la "traccia larga" per consentire quanto più possibile il recupero di eventuali ritardi. Tuttavia, il margine tra la tabella di marcia Trenitalia e quella simulata, peraltro con le considerazioni prudenziali sopra accennate, appare eccessivo. Va peraltro tenuto conto che, nella nostra ipotesi, rimane un margine per il recupero di eventuali ritardi, dal momento che:

1. le velocità massime raggiunte sono sempre inferiori alle velocità massime per il rango dei convogli;
2. i tempi di fermata non sono stati modificati rispetto all'attualità se non per la stazione Notarbartolo, che peraltro rimane pari al doppio di qualsiasi altra fermata;
3. abbiamo previsto un tempo di recupero di un minuto nell'ultima tratta: per i treni dispari sulla Piraineto-P. Raisi, sui pari nella tratta Guadagna-Palermo Centrale; questi minuti si aggiungono al minuto in più in fermata a Palermo Notarbartolo, che può essere utilizzato anch'esso per il recupero di eventuali ritardi.

Non a caso, il tempo di percorrenza da orario ipotizzato (51') supera di quasi 2 minuti il tempo di percorrenza teorico, stimato in 49'13". Sui tempi di fermata occorre ricordare, infine, che, in una vera metropolitana, difficilmente essi raggiungono valori superiori ai 40 secondi.

Facendo lo stesso ragionamento sul regionale veloce (ved. tab. 5), arriviamo ad analoghe sorprese. In questo

Tab. 2 - Tempi di percorrenza di un collegamento regionale lento, con fermate in tutte le stazioni

Partenza	Arrivo	Distanza (m)	Velocità massima km/h	Velocità rango max km/h	Tempo percorrenza min	Tempo fermata sec
Centrale	Guadagna	1.800	50	60	02:28	01:00
Guadagna	Vespri	1.020	55	60	01:27	01:00
Vespri	Palazzo Reale - Orleans	940	50	60	01:26	01:00
Palazzo Reale - Orleans	Lolli	1.830	80	85	01:52	01:00
Lolli	Notarbartolo	920	70	85	01:13	02:00
Notarbartolo	Francia	3.110	80	90	02:50	01:00
Francia	S. Lorenzo	850	60	90	01:13	01:00
S. Lorenzo	La Malfa	860	80	90	01:08	01:00
La Malfa	Cardillo-Zen	1.330	100	110	01:25	01:00
Cardillo-Zen	Tommaso Natale	1.990	80	90	01:59	01:00
Tommaso Natale	Sferracavallo	1.350	80	85	01:31	01:00
Sferracavallo	Isola delle Femmine	2.610	80	85	02:27	01:00
Isola delle Femmine	Carini-torre Ciachea	4.600	100	110	03:23	01:00
Carini-torre Ciachea	Carini	3.330	110	130	02:30	01:00
Carini	Piraineto	5.090	110	120	03:28	01:00
Piraineto	Punta Raisi	4.000	110	120	02:52	
	TOT. DISTANZA	35.630		TOT. TEMPI	33:13	16:00
				TOT. PERC.	49:13	
			VELOCITA' COMM.		43,44	KM/H

Tab. 3 - Simulazione su servizio regionale lento Palermo Centrale-Punta Raisi

Simulazione			Servizio Trenitalia		
Arrivo	Partenza	Stazione	Arrivo	Partenza	Stazione
	08:15	Palermo Centrale		08:08	Palermo Centrale
08:18	08:19	Palermo Guadagna	08:11	08:12	Palermo Guadagna
08:20	08:21	Palermo Vespri	08:14	08:15	Palermo Vespri
08:23	08:24	Palermo Palazzo Reale - Orleans	08:17	08:18	Palermo Palazzo Reale-Orleans
08:26	08:27	Palermo Lolli	08:21	08:22	Palermo Lolli
08:28	08:30	Palermo Notarbartolo	08:26	08:30	Palermo Notarbartolo
08:33	08:34	Palermo Francia	08:34	08:35	Palermo Francia
08:36	08:37	Palermo S. Lorenzo	08:37	08:38	Palermo S. Lorenzo
08:38	08:39	Palermo La Malfa	08:40	08:41	Palermo La Malfa
08:40	08:41	Palermo Cardillo-Zen	08:43	08:44	Palermo Cardillo-Zen
08:43	08:44	Palermo Tommaso Natale	08:47	08:48	Palermo Tommaso Natale
08:46	08:47	Palermo Sferracavallo	08:50	08:51	Palermo Sferracavallo
08:49	08:50	Isola delle Femmine	08:54	08:55	Isola Delle Femmine
08:53	08:54	Carini-torre Ciachea	09:02	09:03	Carini-Torre Ciachea
08:57	08:58	Carini	09:06	09:07	Carini
09:01	09:02	Piraineto	09:11	09:12	Piraineto
09:06		Punta Raisi	09:19		Punta Raisi

Tab. 4 - Simulazione su servizio regionale lento Punta Raisi-Palermo Centrale

Simulazione			Servizio Trenitalia		
Arrivo	Partenza	Stazione	Arrivo	Partenza	Stazione
	07:54	Punta Raisi		07:42	Punta Raisi
07:57	07:58	Piraineto	07:46	07:46	Piraineto
08:01	08:02	Carini	07:51	07:52	Carini
08:04	08:05	Carini-torre Ciachea	07:56	07:56	Carini-Torre Ciachea
08:08	08:10	Isola delle Femmine	08:00	08:04	Isola Delle Femmine
08:12	08:13	Palermo Sferracavallo	08:07	08:08	Palermo Sferracavallo
08:15	08:16	Palermo Tommaso Natale	08:10	08:11	Palermo Tommaso Natale
08:18	08:19	Palermo Cardillo-Zen	08:14	08:15	Palermo Cardillo-Zen
08:20	08:21	Palermo La Malfa	08:17	08:18	Palermo La Malfa
08:22	08:23	Palermo S. Lorenzo	08:21	08:22	Palermo S. Lorenzo
08:25	08:26	Palermo Francia	08:24	08:25	Palermo Francia
08:28	08:30	Palermo Notarbartolo	08:29	08:30	Palermo Notarbartolo
08:32	08:33	Palermo Lolli	08:32	08:33	Palermo Lolli
08:35	08:36	Palermo Palazzo Reale - Orleans	08:38	08:39	Palermo Palazzo Reale-Orleans
08:38	08:39	Palermo Vespri	08:41	08:42	Palermo Vespri
08:41	08:42	Palermo Guadagna	08:44	08:45	Palermo Guadagna
08:45		Palermo Centrale	08:47		Palermo Centrale

Tab. 5 - Tempi di percorrenza di un collegamento regionale veloce

Partenza	Arrivo	Distanza (m)	Velocità massima km/h	Velocità rango max km/h	Tempo percorrenza min	Tempo fermata sec
Centrale	Guadagna	1.800	50	60	02:28	01:00
Guadagna	Vespri	1.020	55	60	01:27	01:00
Vespri	Palazzo Reale - Orleans	940	50	60	01:26	01:00
Palazzo Reale - Orleans	Lolli	1.830	80	85	01:52	01:00
Lolli	Notarbartolo	920	70	85	01:13	02:00
Notarbartolo	Francia	3.110	80	90	02:50	01:00
Francia	S. Lorenzo	850	60	90	01:13	01:00
S. Lorenzo	Carini	16.070	110	130	09:27	01:00
Carini	Punta Raisi	9.090	110	120	05:38	
	TOT. DISTANZA	35.630		TOT. TEMPI	27:35	09:00
				TOT. PERC.	36:35	
			VELOCITA' COMM.		58,42	KM/H

consentire la salita di ulteriori utenti, rimasti in banchina. L'esame dei dati riportati mostra come i viaggiatori sul passante ferroviario, nell'ora di punta, raggiungono o superano spesso la capienza dei convogli, posti in piedi compresi (345/471 posti a seconda dei convogli). Il che significa che la domanda supera abbondantemente l'offerta che oscilla tra i 700 ed i 950 posti/ora.

Per quanto concerne la distribuzione dei viaggiatori lungo la linea, registriamo che la stragrande maggioranza della movimentazione si concentra nelle ore di punta (7:00-9:00 13:00-14:00 18:00-19:30) e nella tratta compresa tra la Stazione Centrale e San Lorenzo, per valori spesso superiori al 90% sul totale dei passeggeri trasportati.

Di questi, oltre un quarto interessa la sola stazione Orleans; mentre mediamente circa un terzo dell'intera capienza dei convogli è saturata dalla sola Stazione centrale.

Tab. 6 - Simulazione su servizio regionale veloce Palermo Centrale-Punta Raisi

Simulazione			Servizio Trenitalia		
Arrivo	Partenza	Stazione	Arrivo	Partenza	Stazione
	07:45	Palermo Centrale		07:38	Palermo Centrale
07:48	07:49	Palermo Guadagna	07:41	07:42	Palermo Guadagna
07:51	07:52	Palermo Vespri	07:44	07:45	Palermo Vespri
07:53	07:54	Palermo Palazzo Reale - Orleans	07:47	07:48	Palermo Palazzo Reale-Orleans
07:56	07:57	Palermo Lolli	07:51	07:52	Palermo Lolli
07:58	08:00	Palermo Notarbartolo	07:56	08:00	Palermo Notarbartolo
08:02	08:03	Palermo Francia	08:04	08:05	Palermo Francia
08:05	08:06	Palermo S. Lorenzo	08:07	08:08	Palermo S. Lorenzo
08:16	08:17	Carini	08:22	08:23	Carini
08:23		Punta Raisi	08:31		Punta Raisi

Tab. 7 - Simulazione su servizio regionale veloce Punta Raisi-Palermo Centrale

Simulazione			Servizio Trenitalia		
Arrivo	Partenza	Stazione	Arrivo	Partenza	Stazione
	07:45	Palermo Centrale		07:38	Palermo Centrale
07:48	07:49	Palermo Guadagna	07:41	07:42	Palermo Guadagna
07:51	07:52	Palermo Vespri	07:44	07:45	Palermo Vespri
07:53	07:54	Palermo Palazzo Reale - Orleans	07:47	07:48	Palermo Palazzo Reale-Orleans
07:56	07:57	Palermo Lolli	07:51	07:52	Palermo Lolli
07:58	08:00	Palermo Notarbartolo	07:56	08:00	Palermo Notarbartolo
08:02	08:03	Palermo Francia	08:04	08:05	Palermo Francia
08:05	08:06	Palermo S. Lorenzo	08:07	08:08	Palermo S. Lorenzo
08:16	08:17	Carini	08:22	08:23	Carini
08:23		Punta Raisi	08:31		Punta Raisi

caso si passa dagli attuali 53 minuti ai 38 della simulazione, con una riduzione **di 15 minuti pari al 28%** da Palermo Centrale a P. Raisi (12', pari al 24% in senso opposto, ved. tab. 6 e 7). Su quest'ultimo servizio oferto, vale la pena fare una riflessione: serve davvero, sul passante ferroviario, un regionale veloce che faccia guadagnare 15 minuti ad alcuni viaggiatori (che si riducono a 13 nelle nostre simulazioni), privando la maggior parte del bacino d'utenza della linea di un servizio utile ed apprezzato?

Va rammentato che i Regionali Veloci, attualmente, rappresentano la metà dei convogli in linea. In definitiva, al di là dei numeri, ci sembra incontestabile che in entrambi i casi di offerta, lenta e veloce, sia possibile ridurre considerevolmente gli attuali tempi di percorrenza del passante ferroviario.

I flussi di viaggiatori rilevati

In fase di rilevamento è capitato spesso di osservare i viaggiatori nei corridoi delle vetture, al punto tale da non

A Notarbartolo sono movimentati almeno un quinto dei passeggeri che utilizzano il servizio.

Da San Lorenzo a Carini l'accumulo della domanda risulta molto ridotto per la presenza di poli attrattivi meno importanti, fatta eccezione per l'aeroporto "Falcone-Borsellino" che, tuttavia, nonostante i 7 milioni di passeggeri annui, ad oggi non rappresenta un attrattore tale da determinare un tasso di riempimento soddisfacente ai treni che vi giungono, anche se si tratta solo di due corse l'ora.

La stazione terminale è infatti interessata da una percentuale di viaggiatori scesi che raramente supera il 15% della movimentazione di passeggeri in linea. Valori più alti, in termini percentuali ma non assoluti, si registrano in estate e nelle ore di morbida (ved. figg. 3, 4 e 5).

Stima dei flussi di viaggiatori potenziali con la modellazione

Il confronto fra i risultati teorici ed i rilevamenti consente di tarare il sistema in maniera tale da avere un

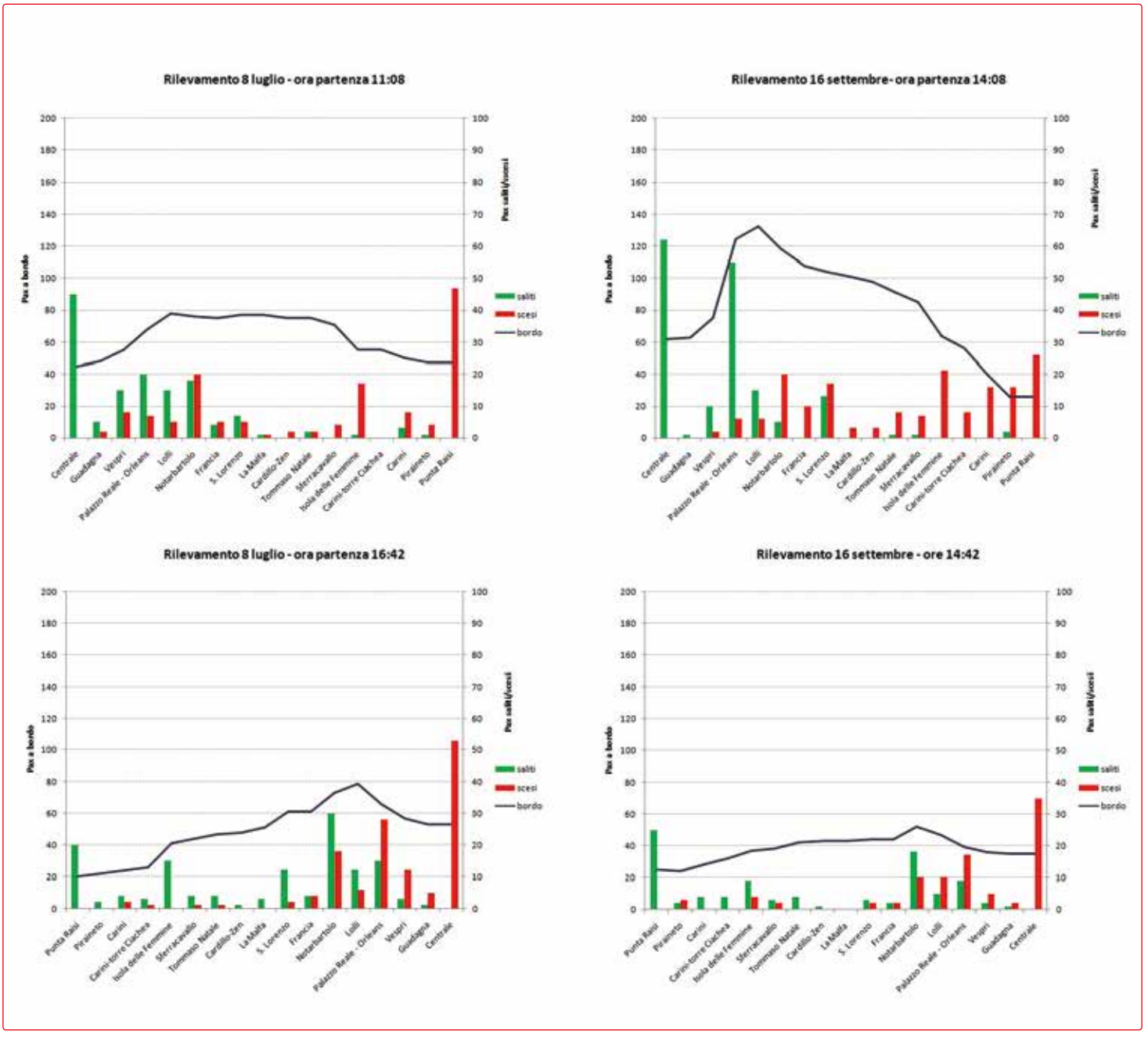

Fig. 3 - Schematizzazione grafica dei dati rilevati

quadro attendibile delle dinamiche domanda-offerta già oggi in atto ed in grado di determinare una domanda potenziale molto interessante. Lo **scenario attuale (orizzonte temporale 2020)** è stato ottenuto dai dati statistici di ingresso e dalla taratura del modello sulla base dei rilevamenti; i risultati sono evidenziati nei grafici. La ripartizione modale è stata eseguita mediante un modello tipo logit basato sulla concorrenza di tre sistemi: il treno, l'auto privata ed i trasporto pubblico su gomma. Nella ripartizione modale è risultata determinante la distanza che, nella fattispecie, favorisce l'utilizzo nel mezzo pubblico Si è tenuto conto anche della tariffazione utilizzata sul passante ferroviario. La tabella riepilogativa (ved. tab. 9) evidenzia i dati di ingresso attinenti all'area di influenza di ogni nodo-stazione, che comprendono:

1. abitanti ricadenti nell'area di influenza: la fonte dei dati è il Censimento dell'anno 2011 per l'area del Comune di Palermo e per gli altri comuni attraversati dal Passante ferroviario la fonte è aggiornate al 2020 sulla base del trend di crescita previsto;

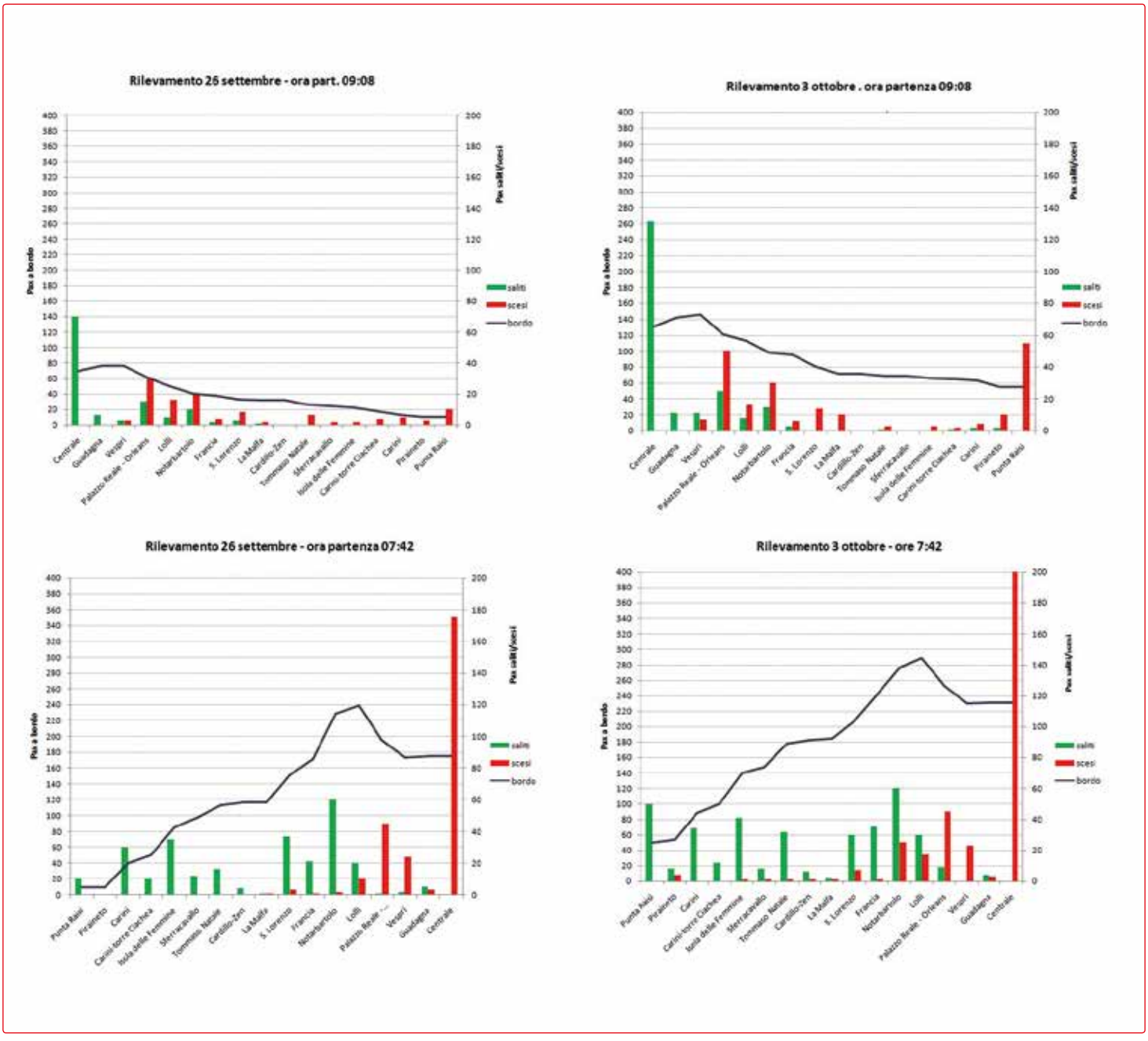

Fig. 4 - Schematizzazione grafica dei dati rilevati

2. capacità generativa del nodo-stazione, intesa come stima dei residenti che ricadono all'interno dell'area di influenza e che sono interessati a raggiungere un altro nodo della tratta; si considera pertanto che il viaggiatore medio residente nell'area di influenza è diretto ad un altro nodo del passante in ragione della percentuale di poli attrattori che ricadono in tutta l'area di influenza del passante, rispetto al totale dei poli attrattori presenti in tutta l'area metropolitana. Tal percentuale è stata stimato, per l'orizzonte temporale 2020, pari al 51,2%;
3. afflusso dovuto agli scambi intermodali, riassunti in tabella 8, computati per la sola ora di punta;
4. stima del flusso generato nell'ora di punta, comprensivo del dato giornaliero di cui al punto 2, diviso per il fattore dell'ora di punta che abbiamo posto fhp=6, a cui si somma il valore di afflusso di cui al punto 3;
5. percentuale attrattiva, intesa come rapporto percentuale tra il potenziale attrattivo dell'area di influenza ed il totale per tutto il passante. Tale potenziale considera la alla somma degli addetti nei servizi e degli addetti nelle

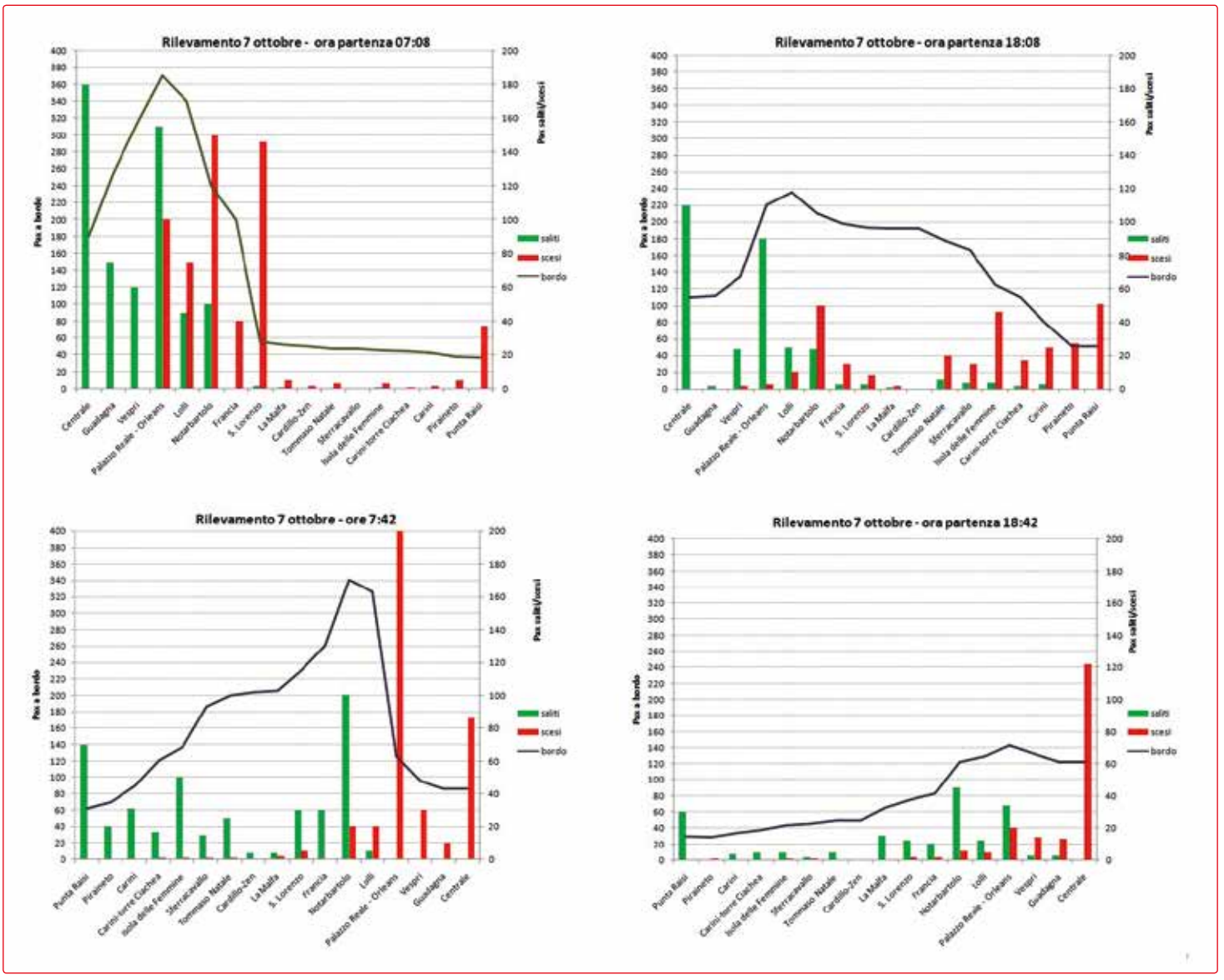

Fig. 5 - Schematizzazione grafica dei dati rilevati

Tab. 8 - Stima dell'attrattività delle stazioni presenti sul passante ferroviario di Palermo

	Addetti			Intermodalità				Studenti				
Area di influenza	Addetti imprese	Addetti servizi	Addetti tot	tram	bus	treno	parkin	università	scuole	TOTALE attrattivi aggiunti	Totale attratti	Attrattività %
Centrale	950	8.233	9.183	800	1000	1000	400	200	0	3.400	12.583	13,4%
Guadagna	1.200	1.655	2.855	0	200	0	100	0	100	400	3.255	3,5%
Vespri	650	6.925	7.575	0	150	0	200	0	100	450	8.025	8,5%
Palazzo Reale - Orleans	400	10.976	11.376	0	600	0	200	2410	0	3.210	14.586	15,5%
Lolli	2.125	8.443	10.568	0	100	0	100	0	300	500	11.068	11,8%
Notarbartolo	1.200	13.059	14.259	800	300	350	100	0	800	2.350	16.609	17,7%
Francia	1.095	5.118	6.213	0	200	0	200	0	1300	1.700	7.913	8,4%
S. Lorenzo	820	4.171	4.991	0	0	0	50	0	700	750	5.741	6,1%
La Malfa	660	1.698	2.358	0	0	0	0	0	0	-	2.358	2,5%
Cardillo-Zen	50	787	837	0	0	0	0	0	0	-	837	0,9%
Tommaso Natale	385	1.244	1.629	0	0	0	0	0	0	-	1.629	1,7%
Sferracavallo	50	165	215	0	0	0	0	0	0	-	215	0,2%
Isola delle Femmine	1.066	1.378	2.444	0	0	0	0	0	0	-	2.444	2,6%
Carini-torre Ciachea	186	255	441	0	0	0	0	0	0	-	441	0,5%
Carini	373	510	883	0	0	0	0	0	0	-	883	0,9%
Pirainetto	124	170	294	0	0	200	0	0	0	200	494	0,5%
Punta Raisi	-	-	4.803	0	0	0	0	0	0	-	4.803	5,1%

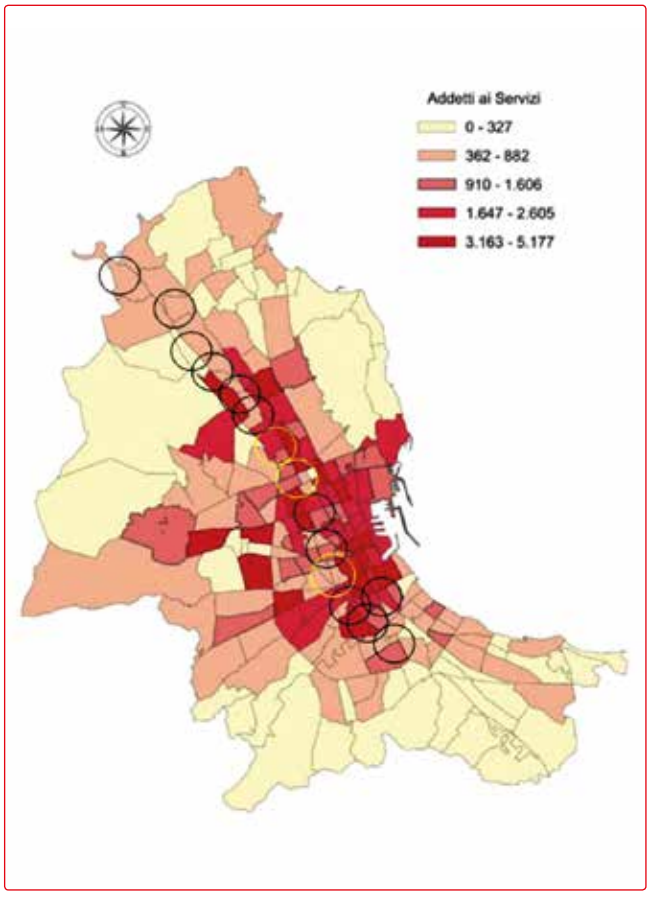

Fig. 6 - Aree di influenza nel Comune di Palermo; in giallo le stazioni non ancora in esercizio
(Fonte: PUMS Palermo per la base catografica)

aziende, ricadenti all'interno dell'area di influenza (tab. 8, fonte Censimento dell'Industria e dei Servizi del 2011, aggiornata al 2020) a cui vanno aggiunti:

- numero di studenti superiori ed universitari allocati negli istituti ricadenti nell'area, da fonte ISTAT aggiornata al 2019 relativa ad istituti superiori e facoltà universitarie ricadenti nell'area;
- trasferimenti di viaggiatori da altri modi di trasporto, sulla base della presenza di centri di interscambio, fermate bus/tram, parcheggi; la stima è stata effettuata sulla base di dati attinenti all'attuale sistema dei trasporti pubblici (2019) e della relativa dotazione di parcheggi considerandolo invariato per il 2020.

Per quanto concerne la Stazione Centrale il dato è stato incrementato dell'interscambio con i numerosi treni che hanno destinazione nel nodo ferroviario dalla provincia e dal'interno dell'isola, oltre che con il sistema tranviario che ha in questi punti due importanti capilinea. Quest'ultimo fattore è stato considerato anche per la stazione Notarbartolo, relativamente alle linee tranviarie ivi afferenti.

Un approccio particolare è utilizzato per Punta Raisi, dove la presenza dell'aeroporto costituisce un polo generatore non di residenti, ma di utenti del vettore aereo. In questo caso va presa in considerazione l'utenza media giornaliera, calcolata sulla base degli ultimi rilevamenti da Assoaeroporti (anno 2018) anziché i residenti. Il dato passeggeri annui movimentati è stato aggiornato al 2020 considerando un incremento del 5,8% equivalente all'annualità precedente, superando di poco i 7 milioni di passeggeri. Si è considerato prudenzialmente che la metà di

Tab. 9 - Dati di ingresso per la simulazione

STAZIONE	Progr. Km	Residenti area infl	Residenti attratti dai poli su Passante	Afflusso intermodale stimato hp.	Flusso generato compresi scambi interm. hp	Percentuale poli attr su tot. Passante
Centrale	0	11.094	5.446	3.200	4.108	13,4%
Guadagna	1,8	12.643	6.206	300	1.334	3,5%
Vespri	2,82	12.975	6.369	350	1.411	8,5%
Palazzo Reale - Orleans	3,76	13.218	6.489	800	1.881	15,5%
Lolli	5,59	14.224	6.982	200	1.364	11,8%
Notarbartolo	6,51	14.862	7.296	950	2.166	17,7%
Francia	9,62	12.984	6.373	400	1.462	8,4%
S. Lorenzo	10,47	10.820	5.311	50	935	6,1%
La Malfa	11,33	7.992	3.923	-	654	2,5%
Cardillo-Zen	12,66	4.274	2.098	-	350	0,9%
Tommaso Natale	14,65	11.907	5.845	-	974	1,7%
Sferracavallo	16	4.580	2.248	-	375	0,2%
Isola delle Femmine	18,61	7.649	3.755	-	626	2,6%
Carini-torre Ciachea	23,21	897	441	-	73	0,5%
Carini	26,54	3.590	1.762	-	294	0,9%
Piraineto	31,63	897	441	200	273	0,5%
Punta Raisi	35,63	4803 *	2.358	-	393	5,1%
	tot		73.341	6.450	18.674	100%

questi sia attribuibile ad aree ricadenti nel bacino di utenza del passante ferroviario, anche se la connessione con la rete ferroviaria e gli altri vettori metterebbe in teoria il passante in condizioni da attrarre molti più utenti. Il dato giornaliero, considerando un ulteriore dimezzamento, per la suddivisione dei passeggeri in arrivo e partenza è pari a (7.013.014/365)/4 =4.803 passeggeri.

Risultati della simulazione: scenario attuale

Una prima valutazione dei risultati ottenuti dalla matrice di distribuzione dei flussi (ved. tab 10). evidenzia la grande attrattività delle aree centrali della città di Palermo, con particolare riferimento a quelle ricadenti a ridosso della tratta Palermo Centrale-Palermo Notarbartolo. Qui troviamo le punte massime degli afflussi e degli accumuli di viaggiatori in vettura (2.086 pax/h), situate inequivocabilmente sulle stazioni Notarbartolo e Orleans. In direzione Punta Raisi l'accumulo dei viaggiatori diminuisce prima velocemente da Notarbartolo a San Lorenzo, poi in maniera più graduale fino all'aeroporto.

In direzione opposta, il massimo accumulo di viaggiatori si presenta in corrispondenza della stazione Francia (1.911 pax/h), crescendo gradualmente lungo il percorso dall'aeroporto. Successivamente, prevale lo svuotamento dei convogli, con distribuzione dei viaggiatori costante ed intensa tra Notarbartolo e Orleans. Nel tratto successivo prevale l'attrattività del bacino di Palermo Centrale rispetto a Vespri e Guadagna. Il riepilogo dei dati è riportato in tabella 11.

Nei grafici riprodotti in figura 7 e 8, i dati ottenuti, con riferimento all'ora di punta, sono visualizzati con istogrammi stazione per stazione indicanti i passeggeri scesi o saliti. La spezzata riproduce i valori di accumulo dei passeggeri nelle vetture, e viene messa in relazione all'offerta attuale ed a quella che soddisferebbe la domanda stimata: le linee tratto-punto in verde indicano le capienze offerte con i treni/ora attualmente in esercizio e quelle necessarie, con riferimento all'allestimento interno tipo "Jazz" (471 posti/treno). Il confronto dimostra che:

- la domanda potenziale stimata per il Passante Ferroviario, toccando punte di 2.086 pax/h di accumulo sui convogli, supera di gran lunga l'attuale offerta (circa 940 posti/h);
- la distribuzione della domanda è fortemente polarizzata verso il centro cittadino, ponendosi al di sotto dell'attuale offerta in tutto il tratto Isola delle Femmine-Punta Raisi per entrambi i sensi di marcia (valore massimo 738 pax/h).

Tab. 10 - Matrice di distribuzione dei viaggiatori lungo la linea nelle due direzioni

STAZIONE	% attr.	Dist km	Centrale	Guadagna	Vespri	Palazzo Reale	Lolli	Notarbartolo	Francia	S. Lorenzo	La Malfa	Cardillo-Zen	Tommaso Nat	Sferracavallo	Isola delle Fe	Carini-torre C	Carini	Piraineto	Punta Raisi
Centrale	13,4%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guadagna	3,5%	1	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vespri	8,5%	2,82	124	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palazzo Reale	15,5%	3,76	250	72	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lolli	11,8%	5,59	181	57	59	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Notarbartolo	17,7%	6,51	278	87	90	117	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Francia	8,4%	9,62	141	44	46	60	42	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. Lorenzo	6,1%	10,47	104	33	34	44	31	48	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Malfa	2,5%	11,33	41	13	13	17	12	19	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cardillo-Zen	0,9%	12,66	15	5	5	6	4	7	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Tommaso Nat	1,7%	14,65	30	10	10	13	9	14	9	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0
Sferracavallo	0,2%	16	4	1	1	2	1	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Isola delle Fem	2,6%	18,61	49	15	16	21	15	23	14	9	6	3	9	3	0	0	0	0	0
Carini-torre Cl	0,5%	23,21	10	3	3	4	3	4	3	2	1	1	2	1	1	0	0	0	0
Carini	0,9%	26,54	21	7	7	9	6	10	6	4	3	1	4	1	2	0	0	0	0
Piraineto	0,5%	31,63	13	4	4	6	4	6	4	2	2	1	2	1	1	0	1	0	0
Punta Raisi	5,1%	35,63	124	39	41	54	38	59	38	24	17	9	23	9	14	1	6	5	0
		SALITI	1414	427	402	429	246	257	122	58	35	17	41	18	19	2	6	5	0
		CUMULO saliti	1414	1841	2243	2672	2918	3175	3297	3355	3389	3406	3447	3462	3481	3483	3489	3493	3493
		CUMULO scesi		49	211	586	959	1611	2008	2332	2466	2517	2623	2638	2821	2858	2942	2993	3492
		SCESI		49	162	375	373	652	397	323	135	51	106	15	183	37	83	51	501
		cumulo passeggeri a bordo	1414	1792	2032	2086	1959	1564	1288	1023	923	889	824	824	659	624	547	501	501

STAZIONE	% attr.	Dist km	Punta Raisi	Piraineto	Carini	Carini-torre	Isola delle Fe	Sferracavalli	Tommaso Na	Cardillo-Zen	La Malfa	S. Lorenzo	Francia	Notarbartolo	Lolli	Palazzo Real	Vespri	Guadagna	Centrale
Punta Raisi	5,1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piraineto	0,5%	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carini	0,9%	9,09	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carini-torre Cl	0,5%	12,42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isola delle Fem	2,6%	17,02	4	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sferracavallo	0,2%	19,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tommaso Nat	1,7%	20,93	3	2	2	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cardillo-Zen	0,9%	22,97	2	1	1	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Malfa	2,5%	24,3	5	3	3	1	6	3	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. Lorenzo	6,1%	25,16	12	8	8	2	15	9	22	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0
Francia	8,4%	26,01	17	12	11	3	23	12	30	10	19	27	0	0	0	0	0	0	0
Notarbartolo	17,7%	29,12	38	26	25	6	47	27	68	23	43	60	92	0	0	0	0	0	0
Lolli	11,8%	30,04	26	17	17	4	32	18	46	16	29	41	62	86	0	0	0	0	0
Palazzo Reale	15,5%	31,87	35	23	23	6	43	25	63	22	40	56	86	118	73	0	0	0	0
Vespri	8,5%	32,81	20	13	13	3	24	14	35	12	22	31	48	66	41	54	0	0	0
Guadagna	3,5%	33,83	8	5	5	1	10	6	15	5	9	13	20	28	17	23	17	0	0
Centrale	13,4%	35,63	32	21	21	5	40	23	59	20	37	52	80	111	68	91	67	62	0
		TOT SALITI	206	137	135	32	244	140	350	119	212	279	337	409	199	167	63	62	
		CUMULO saliti	206	343	478	509	754	894	1244	1363	1575	1854	2242	2651	2850	3018	3101	3163	3163
		CUMULO scesi		1	3	5	15	17	30	40	72	169	331	786	1181	1794	2192	2373	3163
		TOT scesi		1	2	2	11	1	13	10	32	97	162	455	395	613	398	181	789
		cumulo passeggeri a bordo	206	342	475	505	788	877	1218	1323	1503	1686	1921	1865	1670	1224	909	789	789

Tab. 11 - Riepilogo scenario 2020

RIEPILOGO RISULTATI SIMULAZIONE SCENARIO 2020			
Direzione Palermo C.le-P. Raisi			
MAX ACCUMULO/dir	hp	2.086	VIAGGIAT/H
Spostamenti TOT	hp	3.493	SPOST/H
Direzione P. Raisi-Palermo C.le			
MAX ACCUMULO/dir	hp	1.911	VIAGGIAT/H
Spostamenti TOT	hp	3.163	SPOST/H
MAX FLUSSO 2 SENSI	**hp**	**3.996**	VIAGGIAT/H
Spostamenti TOT 2 SENSI	**hp**	**6.656**	SPOST/H
Spostamenti TOT 2 SENSI	**g**	***39.935***	SPOST/G

Poiché si arrivano a stimare accumuli superiori ai 2000 viaggiatori/h per direzione, ciò comporta la necessità di attivare, già nella configurazione attuale della linea e con convogli del tipo "Jazz", un numero ottimale di corse/ora pari a 5. I grafici stessi dimostrano anche che questo incremento delle corse possa interessare, in via prioritaria, la tratta **Palermo Centrale-Isola delle Femmine**, vera **tratta critica** dell'intero passante. Nella rimanente tratta verso l'aeroporto i dati mostrano come quest'ultimo influenzi significativamente i flussi dei passeggeri, con un flusso afferente fino al 30% dell'accumulo totale in linea: valori sensibilmente superiori a quelli registrati in fase di rilevamento, a dimostrazione che questo tipo di collegamento non ha ancora espresso tutte le sue potenzialità.

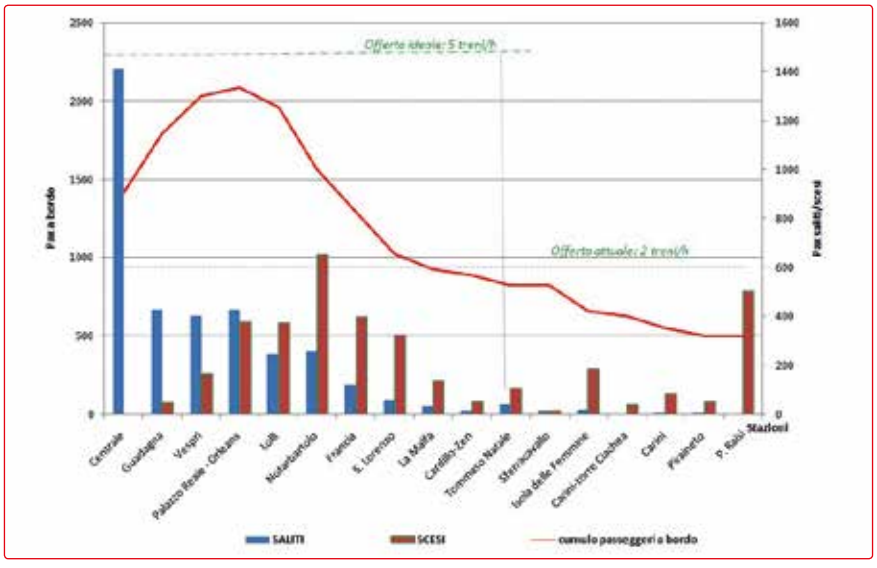

Fig. 7 - Diagramma di carico, scenario attuale, direzione Palermo Centrale-Punta Raisi

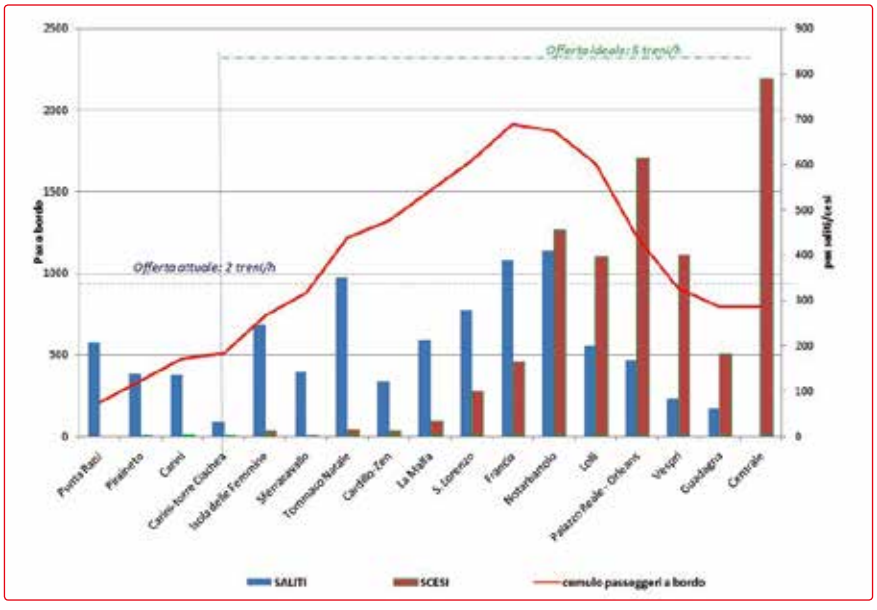

Fig. 8 - Diagramma di carico, scenario attuale, direzione Punta Raisi-Palermo Centrale

Scenario futuro

Lo scenario futuro per il passante ferroviario è stato costruito con un orizzonte temporale tale da consentire il completamento dell'opera con il raddoppio già in esercizio da Orleans a San Lorenzo e l'attivazione delle stazioni Papireto, Lazio De Gasperi, e Capaci in ordine di progressiva da Palermo verso Punta Raisi. Il risultato ottenuto risente anche delle ipotesi che abbiamo fatto sulla crescita della popolazione residente e sulla presenza di addetti alle imprese e servizi, nonché della popolazione scolastica ricadente all'interno delle aree di influenza; in questo senso si è operato con il metodo dell'interpolazione lineare considerando i trend di crescita del periodo 2011-2017.

Si è tenuto anche conto dell'adeguamento infrastrutturale esterno al passante, con l'attivazione delle nuove reti tranviarie che creerà ulteriori nodi interscambio, ad esempio a Tommaso Natale ed a Francia, oltre alla presenza di parcheggi più ampi in quest'ultima stazione, dove sarà nuovamente disponibile la struttura a suo tempo creata per i mondiali del 1990, capace di 600 posti-auto.

Allo stesso modo si è effettuata una stima di incremento intermodale a causa dell'avvenuto adeguamento della rete su gomma, ad oggi non ancora reimpostata adeguatamente per l'interscambio con il passante ferroviario. Discorso simile è stato fatto su realtà dell'hinterland come i comuni di Isola delle femmine, Capaci e Carini, che necessitano di un adeguamento delle reti interne di trasporto su gomma, sia pubbliche (competenza AST) che esercite da privati (in tabella 12 i dati di input).

Risultati della simulazione

I risultati ottenuti confermano le potenzialità di asse portante del trasporto metropolitano, con punte di spostamenti complessivi nell'ambito della giornata che superano nettamente le **85.000 unità**. Un valore corrispondente a più di 30 milioni di viaggiatori annui, vale a dire 30 volte il valore registrato nel primo anno di esercizio della linea (ved. tab. 13).

Per quanto riguarda l'ora di punta e la tratta critica (ved. figg. 9 e 10), il dato conferma la necessità di incrementare ulteriormente la frequenza dei passaggi: l'offerta strettamente necessaria deve essere, in questo scenario, superiore alla massima domanda stimata di 4.300 viaggiatori/ora. Questo dato si registra in corrispondenza della nuova stazione Papireto (direzione Punta Raisi), confermando l'importanza delle aree centrali della città, come risulta anche dalla permanenza del cumulo di passeggeri tra Orleans e Notarbartolo al di sopra dei 4.000 pax/h.

Tab. 12 - Dati di ingresso per la simulazione, scenario 2025

STAZIONE	Progr. Km	Residenti area infl	Residenti attratti dai poli su Passante	Afflusso intermodale stimato hp.	Flusso generato compresi scambi interm. hp	Percentuale poli attr su tot. Passante
Centrale	0	11.387	7.516	3.400	4.653	10,2%
Guadagna	1,8	12.976	8.565	300	1.727	2,6%
Vespri	2,82	13.317	8.790	350	1.815	6,4%
Palazzo Reale - Orleans	3,76	13.567	8.955	1.900	3.392	11,2%
Papireto	4,29	13.943	9.203	-	1.534	6,6%
Lolli	5,59	14.599	9.636	100	1.706	8,8%
Notarbartolo	6,51	15.254	10.069	2.200	3.878	14,3%
Lazio	7,66	13.326	8.796	-	1.466	7,7%
De Gasperi	8,57	13.326	8.796	-	1.466	7,0%
Francia	9,62	13.326	8.796	1.200	2.666	7,0%
S. Lorenzo	10,47	11.105	7.330	400	1.622	4,9%
La Malfa	11,33	8.686	5.733	-	956	2,0%
Cardillo-Zen	12,66	4.387	2.896	-	483	0,7%
Tommaso Natale	14,65	12.221	8.067	350	1.694	1,6%
Sferracavallo	16	4.700	3.103	-	517	0,2%
Isola delle Femmine	18,61	7.826	5.166	-	861	1,2%
Capaci	20,81	8.086	5.337	-	890	0,7%
Carini-torre Ciachea	23,21	1.095	723	-	120	0,3%
Carini	26,54	4.381	2.892	-	482	0,7%
Piraineto	31,63	1.095	723	400	520	0,5%
Punta Raisi	35,63	6.737*	4.447	-	741	5,4%
	tot.		135.537	10.600	33.189	100%

Tab. 13 - Riepilogo scenario 2025

RIEPILOGO RISULTATI SIMULAZIONE SCENARIO 2025			
Direzione Palermo C.le-P. Raisi			
MAX FLUSSO/dir	hp	4.302	VIAGGIAT/H
Spostamenti TOT	hp	7.681	SPOST/H
Direzione P. Raisi-Palermo C.le			
MAX FLUSSO/dir	hp	3.852	VIAGGIAT/H
Spostamenti TOT	hp	6.510	SPOST/H
MX FLUSSO 2 SENSI	hp	8.155	VIAGGIAT/H
Spostamenti TOT 2 SENSI	hp	14.191	SPOST/H
Spostamenti TOT 2 SENSI	g	*85.145*	SPOST/G

Una domanda che richiede un'offerta minima di almeno **10 treni/ora** nella configurazione attuale (4.700 posti/h), che potrà essere concretizzata grazie agli interventi programmati da RFI sugli impianti di gestione della marcia dei veicoli. Essi infatti saranno in grado, a regime, di veicolare fino ad un treno ogni 3 minuti per direzione, dimostrando la lungimiranza del gestore che ben ha intuito le potenzialità della linea.

Per la tratta Isola F.-Punta Raisi, si conferma la drastica riduzione della domanda rispetto alla tratta urbana: l'offerta di 2000 posti/h, corrispondente a 4 treni/h per direzione, copre ottimamente la domanda di punta, pari a circa 1.600 viaggiatori/h. Anche in questo scenario si

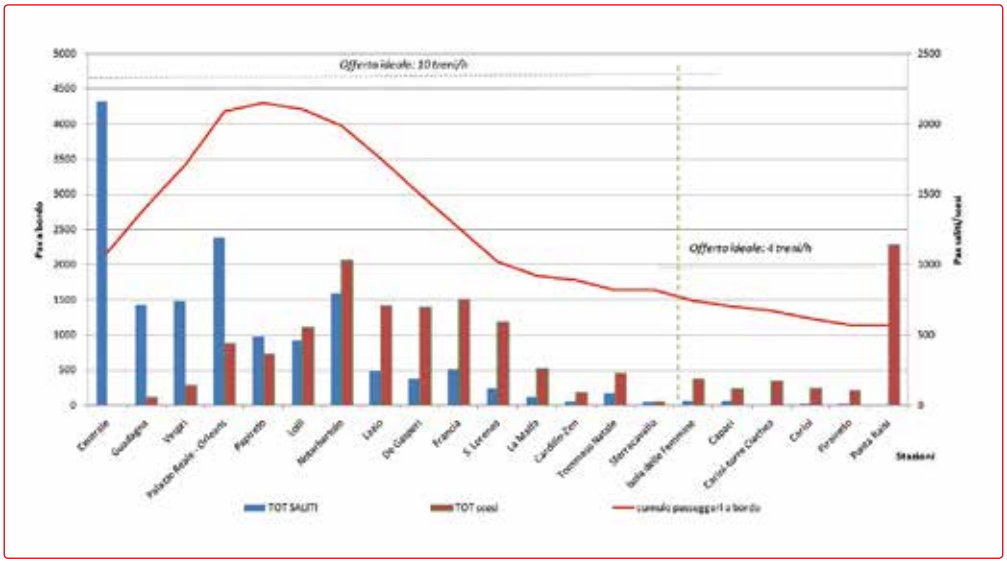

Fig. 9 - Diagramma di carico, scenario 2025, direzione Palermo Centrale - Punta Raisi

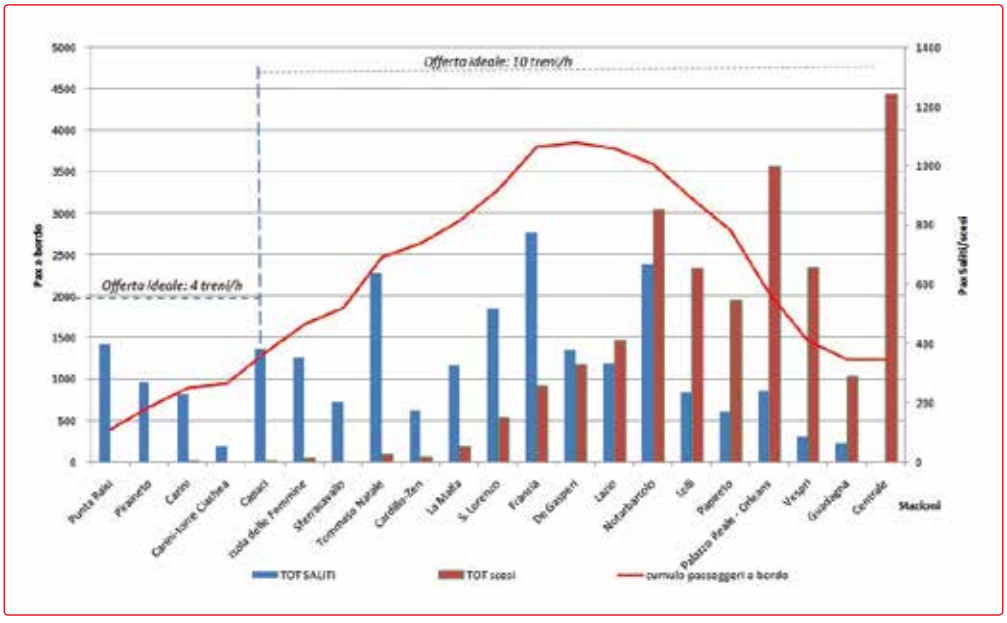

Fig. 10 - Diagramma di carico, scenario 2025, direzione Punta Raisi - Palermo Centrale

Fig. 11 - Elettrotreno ETR 425 "Jazz" in sosta a Palermo Francia

conferma la relativa importanza del terminale aeroportuale all'interno della tratta, che potrebbe raggiungere, secondo la nostra stima, più di 1.100 passeggeri l'ora.

Proposte di miglioramento dell'offerta

I tempi di percorrenza, come sopra evidenziato, sono passibili di corpose riduzioni, nell'ordine dei 15' anche con l'attuale condizione della linea che presenta il binario unico su parte del percorso. Una riduzione che potrebbe dar luogo a collegamenti più rapidi con l'aeroporto o meglio, a nostro avviso, alla effettuazione di più fermate mantenendo lo stesso tempo di percorrenza tra i due terminali di linea. Le caratteristiche assunte dal servizio svolto nel passante ferroviario, fortemente apprezzato per i collegamenti interni all'area metropolitana se non, addirittura, compresi nel centro città, suggerisce di potenziare tale ruolo, venendo incontro ad un'utenza sempre più ampia.

Per quanto concerne l'offerta del Passante Ferroviario, la sua differenziazione sembra essere più che opportuna per dare una migliore risposta alla domanda di trasporto esistente nella parte cittadina del percorso. In particolare l'incremento delle frequenze dovrebbe essere maggiore nella tratta Palermo Centrale-Isola delle Femmine: la presenza del terzo binario in quest'ultima stazione permetterebbe di effettuare un esercizio-navetta. Lo scenario attuale suggerirebbe almeno nell'ora di punta 4 treni per direzione, corrispondente a 2.000 posti/h, pari al doppio dell'attuale offerta. Lo scenario 2025 comporterebbe un incremento dell'offerta fino a 10 treni/h per direzione, in maniera tale da coprire le punte di traffico che ammontano a quasi 4.500 viaggiatori/ora nella stima dell'accumulo a bordo.

Nella parte rimanente del percorso basterebbe instradare i treni diretti all'aeroporto dalla stazione centrale e quelli già previsti provenienti da Termini Imerese. Per coprire le punte di affluenza, basterebbero anche i 2 treni/h per direzione attuali, da raddoppiare per lo scenario 2025. Occorre anche prevedere alcuni collegamenti giornalieri diretti sulla linea che da Piraineto si dirama verso Trapani.

In questo modo si potrebbe servire meglio l'estremità occidentale dell'area metropolitana, che arriva fino a Partinico attraverso Cinisi e Terrasini. Non a caso, questi ultimi comuni si sono già attivati per un miglioramento dei collegamenti ferroviari che li riguardano, ad oggi molto carenti, e per i quali si potrebbero prevedere due nuove fermate di facile realizzazione, più adatte dell'unica stazione esistente.

Parte dei treni diretti a Partinico potranno essere prolungati fino a Trapani città che tramite la tratta Alcamo diramazione-Trapani via Milo, in fase di riqualificazione

ed elettrificazione, tornerebbe ad avere collegamenti diretti con il capoluogo.

I grafici (ved. figg. 9 e 10) mostrano molto bene, in presenza di una domanda differenziata lungo il passante, come sia possibile fornire un'offerta adeguata con un maggiore numero di treni/ora, ma anche con una più adatta tipologia i convogli. Si escluderebbe in tal senso il "Minuetto" dalla capienza troppo bassa, mentre si potrebbero considerare soddisfacenti le tipologie "Jazz" ed i nuovi "Pop". Questi ultimi convogli, tuttavia, presentano un allestimento interno che massimizza i posti a sedere riducendo quelli in piedi, a scapito della capienza complessiva e della facilità di incarrozzamento dei passeggeri. Si tratterebbe di requisiti essenziali per le tratte più frequentate della linea.

Per quanto riguarda l'intermodalità, appare ancora carente la presenza di infrastrutture dedicate allo scambio modale. Spesso esse sono disponibili ma non ancora aperte al pubblico, come nel caso del caso del parcheggio di Tommaso Natale. Non a caso nello scenario attuale non si è tenuto conto dell'influenza di queste necessarie strutture di interscambio.

Una realtà che evidenzia quanto sia insufficiente il coordinamento tra i vari vettori di mobilità, privati o pubblici che siano: in tal senso, appare opportuno ed urgente ripristinare l'integrazione tariffaria, alla quale si sta lavorando dopo un tempo incredibilmente lungo di assenza della stessa dalla disponibilità dei cittadini, a causa di discordanze fra Trenitalia ed AMAT.

Va rivista inoltre la stessa rete di trasporto pubblico su gomma: ciò vale sia all'interno della città capoluogo che nei comuni limitrofi. Basti pensare che una stazione come Carini non è servita direttamente da un bus che la colleghi al centro abitato, così come un adeguamento del servizio dovrà essere attuato a Capaci ed Isola delle Femmine, al fine di rendere le stazioni di riferimento raggiungibili dalle parti più lontane del territorio comunale.

Conclusioni

La vicenda della riqualificazione del passante ferroviario di Palermo dimostra come un'infrastruttura nata per l'esercizio ferroviario tra due città con traffico misto merci/passeggeri si trovi, oggi, ad essere il principale asse portante della mobilità nel palermitano. La stessa ipotesi di un treno ogni 5 minuti, al fine di attivare un servizio di tipo metropolitano, dimostra come sia possibile sfruttare al meglio un investimento invero notevole (1,2 miliardi di €) che in fase esecutiva ha causato disagi e proteste per l'invasività di alcune lavorazioni.

Disagi, ci sembra, ampiamente ricambiati dalla possibilità concreta di fornire alla città di Palermo ed al suo circondario un sistema di trasporto pubblico di massa assolutamente all'altezza dell'impegno da sostenere. Ciò avverrà in maniera tanto più efficace quanto maggiore sarà l'integrazione con i gli altri sistemi di trasporto pubblico, esistenti e in fase di costruzione, con particolare riferimento al tram su cui l'amministrazione comunale ha scommesso molto, ma anche rispetto alla linea di metropolitana automatica leggera in programma. Finalmente, si porrebbe un efficace freno all'utilizzo dell'auto privata e si favorirebbe quella sostenibilità tanto agognata non soltanto dall'amministrazione comunale ma soprattutto dai cittadini palermitani

Un assetto ideale della offerta all'interno del passante ferroviario non può non tenere conto della distinzione della tratta urbana rispetto a quella suburbana se non addirittura di queste due tratte rispetto al ramo che collega l'aeroporto e la stazione Piraineto, interscambio per i convogli da e verso Trapani. Questi ultimi appaiono oggi poco significativi per l'assenza di un collegamento diretto verso Trapani: una condizione che tuttavia non permarrà a lungo, essendo già in corso gli interventi per ripristinare l'esercizio sulla linea Alcamo-Trapani via Milo.

Di questi spostamenti occorrerà tenere conto in chiave futura, in maniera tale da distinguere i diversi tipi di flussi a cui il passante ferroviario dovrà fare fronte: prioritariamente quello di tipo metropolitano, ubicato sulla tratta Palermo Centrale-Isola d. Femmine; in secondo luogo, il collegamento con le aree suburbane che comprendono, da una parte, i comuni di Isola delle Femmine, Capaci e Carini mentre, dall'altra parte, dovranno essere attivate relazioni del tipo Termini Imerese-Punta Raisi in grado di servire anche la parte orientale dell'area metropolitana, mettendola nel contempo in collegamento con l'aeroporto. Tenendo conto di quest'ultimo aspetto, dovrà essere comunque riservata qualche traccia ai collegamenti diretti da e verso Trapani.

Un primo passo a partire dalla situazione attuale dovrebbe essere quanto meno il raddoppio dell'attuale offerta, possibilmente collocato almeno nella tratta compresa tra la Stazione Centrale e Isola delle Femmine. In seguito, potranno aggiungersi altre tracce provenienti da Termini Imerese, magari portando a 4 il numero complessivo dei treni: un valore massimo per la portata della linea, attualmente ancora a binario unico tra S. Lorenzo e Orleans.

La soluzione della problematica di vicolo Bernava, essenziale per completare il raddoppio, potrà rendere possibile non soltanto l'apertura delle stazioni rimanenti oltre a Capaci (apertura prevista a fine 2020) ma anche l'attivazione della piena potenzialità della linea, in grado di fare fronte alle necessità che abbiamo evidenziato per lo scenario con orizzonte temporale 2025, con spostamenti che potrebbero superare, secondo la nostra simulazione, le 85.000 unità al giorno.

Quanto abbiamo evidenziato ci permette di sottolineare che il successo del Passante ferroviario ci dimostra come il potenziamento del vettore ferroviario sia assolutamente gradito dagli utenti, oltre ad essere utile in termini di eco sostenibilità, riducendo il traffico veicolare privato. Si noti a tal proposito la saturazione raggiunta poco dopo l'attivazione della linea, pur in assenza di infrastrutture intermodali capaci di incrementare ulteriormente la domanda. ■