

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Pianificazione e Progettazione

Corso di Laurea Magistrale

in Pianificazione Territoriale, Urbanistica, Paesaggistica e Ambientale

Tesi di Laurea Magistrale

**La qualità del servizio di trasporto pubblico locale:
il modello di gestione adottato dell'azienda torinese GTT**



Relatore:

Prof.ssa Ing. Cristina Pronello

Candidata:

Claudia Toccaceli

Co- tutor:

Dott.ssa Valentina Rappazzo

Tutor aziendale:

Ing. Alberto Forchino

Febbraio 2018

- **AMP**
Agenzia della Mobilità Piemontese
- **APC**
Automatic Passengers Counter
- **ATIS**
Advanced Traveler Information System
- **ATM**
Azienda Trasporti Milanese
- **AVL**
Advanced Vehicle Localization
- **AVM**
Advanced Vehicle Monitoring
- **BIP**
Biglietto Integrato Piemonte
- **BSI**
Bus Stop Index
- **CCA**
Centro Controllo Aziendale
- **CSR**
Centro Servizi Regionale
- **GIS**
Geographic Information System
- **GTT**
Gruppo Torinese Trasporti s.p.a.
- **ITS**
Intelligent Transport System
- **SIS**
Sistema Informativo di Servizio
- **TPL**
Trasporto Pubblico Locale
- **VIA**
Visualizzatori di Informazione di Arrivo
- **VMS**
Variable Message Signs

Indice delle figure

Figura 1. 1 Modal split of passenger transport in 35 European countries in 2012.....	3
Figura 1. 2 Graduatorie delle modalità di spostamento nelle città europee sopra i 250.000 abitanti...2	
Figura 1. 3 Ripartizione percentuale degli spostamenti motorizzati per mezzi di trasporto avvenuta in Italia tra il 2010 ed il 2016.....	5
Figura 1. 4 Velocità media degli autobus (km/h) nei principali paesi europei (2005)	7
Figura 1. 5 Numero di aziende TPL attive dal 2005 al 2015 nelle varie regioni italiane.....	8
Figura 1. 6 Condizione per l'uso dei mezzi pubblici almeno 2-3 volte a settimana (%)......	9
Figura 1.7 Ricavi da traffico su costi operativi (ambito urbano o prevalente urbano, anni 202-2011, valori percentuali.....	14
Figura 1.8 Evoluzione della ripartizione dei ricavi 2002-2010 (solo ambito urbano o prevalentemente urbano, percentuale sul totale valore della produzione).....	18
Figura 1. 9 Numero contratti validi (2015) TPL e Servizio Ferroviario per modalità di affidamento...19	
Figura 1. 10 Modalità di affidamento del servizio TPL nelle principali aree metropolitane europee.....	23
Figura 1. 11 Tendering Programme 2019-2020.....	24
Figura 2. 1 Passeggeri trasportati per linea: classificazione delle linee Urbane e Suburbane aggiornate sulla base dei dati delle validazioni elettroniche.....	32
Figura 2. 2 Classificazione funzionale delle linee GTT.....	32
Figura 2.3 Distribuzione delle linee urbane offerte da GTT nel territorio comunale sulla base della classe di appartenenza.....	33
Figura 2.4 Composizione(%) del parco veicolare GTT Urbano ed Extraurbano per tipologia di vettura.....	36
Figura 2. 5 Schema riassuntivo sull'attuale metodo di rilevazione della posizione del veicolo.....	36
Figura 2. 6 Attuale apparato hardware AVM di bordo.....	37
Figura 2. 7 Sistema SIS di bordo a supporto degli autisti.....	38
Figura 2. 8 Display SIS di bordo: Intertempi linea (esempio linea 61 turno 4).....	38
Figura 2. 9 Apparato BIP per la validazione elettronica dei titoli di viaggio.....	39
Figura 2. 10 I titoli di viaggio introdotti dal progetto BIP: Supporto ISO 1444B (a sinistra) e MIFARE Ultralight (a destra).....	40

Figura 2. 11 Schema sulla trasmissione dati sulle validazioni elettroniche dall'UB di bordo ai Centri di Raccolta Aziendali e Regionale.....	40
Figura 2.12 Interfaccia CCA dell'azienda GTT per l'estrazione dei dati sulle validazioni elettroniche: viaggi per linea.....	41
Figura 2. 13 I sistemi informativi di bordo.....	42
Figura 2. 14 Schema della rete di bordo nelle vetture GTT ed EXTRATO.....	43
Figura 2.15 Applicativo Busclient: Finestra per l'estrazione dei file di log dell'UB del BIP.....	45
Figura 2. 16 Interfaccia Monilinea (visione di insieme) a supporto degli operatori della centrale SIS.....	46
Figura 2. 17 Legenda colori dell'interfaccia monilinea.....	46
Figura 2. 18 AESYS Vista client: opzione di visualizzazione linearizzata per il monitoraggio della flotta extraurbana.....	47
Figura 2. 19 AESYS Vista client: opzione di visualizzazione cartografica per il monitoraggio della flotta extraurbana.....	48
Figura 2. 20 Schema dell'attuale sistema di telecomunicazione per il monitoraggio e la regolarizzazione del servizio di TPL.....	49
Figura 2. 21 Applicativo YAHRA della suite MTRAM di MAIOR.....	52
Figura 2. 22 Descrizione del percorso delle linee urbane mediante applicativo Hyperplan- Linea 18.....	53
Figura 2. 23 GIRO HASTUS: la costruzione dell'orario.....	54
Figura 2. 24 File orario di tipo "H" generato dal software Hastus, cosiddetto "lenzuolo".....	55
Figura 2. 25 Esempio formato file transiti.dta dal tool Traduzione dati Hastus.....	56
Figura 2.26 Diagramma sul processo di caricamento dati del servizio pianificato urbano da HASTUS a DBSERV.....	57
Figura 2. 27 Schema sui sistemi informativi e le tecnologie adottate da GTT.....	58
Figura 2. 28 Struttura dati (header) comune ai diversi pacchetti di dati trasmessi dai vari dispositivi ITS.....	60
Figura 2. 29 Protocolli per lo scambio dati nel TPL basati sull'implementazione dello standard europeo Transmodel.....	65
Figura 2. 30 Architettura del sistema BIP.....	65
Figura 2. 31 Struttura generale del BIPEX.....	67
Figura 3. 1 Esempio di file estratto dalla tabella servconsun.....	71

Figura 3. 2 Cartella "analisi_corse" contenente i file sul servizio effettuato da GTT.....	73
Figura 3. 3 Struttura tabellare del DB corse_2018.....	76
Figura 3. 4 Entity Relationship (ER) model del DB corse_2018.....	77
Figura 3. 5 Estratto del file di Batch Linux per la strutturazione dei file.....	79
Figura 3. 6 Estratto del file popolamento_db_mensile.sh per il popolamento della tabella mese_2018.....	80
Figura 3. 7 Caso α	87
Figura 3. 8 caso β	88
Figura 3. 9 caso γ	89
Figura 3. 10 casi δ - ϵ	90
Figura 3. 11 casi ζ - η	91
Figura 3. 12 Orario grafico del SIS: corsa mancante.....	91
Figura 3. 13 Tabella Pivot per il conteggio delle corse effettuate per linea a prescindere dalla vettura che le ha compiute.....	95
Figura 4. 1 Variazione del numero di corse per linea (gestita con i 18m) in funzione del giorno della seconda settimana di gennaio 2018.....	100

Indice delle Tabelle

Tabella 1 1 : Definitions of public transport (PT) service quality attributes.....	9
Tabella 2. 1 Tipo di pacchetti e protocolli utilizzati per lo scambio dati a bordo.....	59
Tabella 2. 2 Struttura dati del pacchetto INFO_NET (payload) proveniente dall'AVM urbano.....	61
Tabella 2. 3 Struttura dati del pacchetto INFO_NET2(payload) proveniente dall'AVM extraurbano..	62
Tabella 2. 4 Struttura dati(payload) del pacchetto INFO_BIP (e dei primi 73 byte del pacchetto INFO_BIP2).....	63
Tabella 2. 5 Valori del campo ApplStatus.....	63
Tabella 2. 6 Valori del campo ApplStatus.....	64
Tabella 3. 1 Linee e rispettiva classificazione gestite(%) per il 2018 con vetture da 18m in base al tipo di giorno, secondo il PPDS (Feriale, Preferiale, Festivo).....	70
Tabella 3. 2 Contenuto della tabella "gennaio_2018".....	80
Tabella 3. 3 Contenuto della tabella "linee".....	81

Tabella 3. 4 Contenuto della tabella "mezzi".....	81
Tabella 3. 5 Estratto del risultato dello script per il Metodo 1- arrivo al capolinea.....	83
Tabella 3. 6 Esempio di corsa non completata al capolinea.....	83
Tabella 3. 7 Risultato dell'ordinamento dei dati per i campi data_2018,ora_2018, codlinea, turnoveic, corsa e matrmezzo.....	84
Tabella 3. 8 Estratto del risultato dello script per il Metodo 2- registrazione della corsa.....	85
Tabella 3. 9 Duplicazione dell'assegnazione della corsa nel caso in cui questa fosse completata da due vetture differenti.....	85
Tabella 3. 10 Conteggio corsa con il Metodo 2 nel caso di duplicazione della stessa.....	86
Tabella 3. 11 corsa 6 percorsa da due vetture.....	87
Tabella 3. 12 Estratto dei dati contenuti nel db corse_2018 per il mese di gennaio.....	88
Tabella 3. 13 Esempio di corsa completata da veicoli con differenti lunghezze e capacità.....	89
Tabella 3. 14 Tabella di confronto tra i metodi di analisi e i casi di regolarizzazione del servizio.....	93
Tabella 3. 15 Risultato della query applicata per la validazione dei metodi.....	94
Tabella 3. 16 Esempio di confronto (8 gennaio 2018)tra i due metodi di analisi sul totale delle corse calcolate senza considerare la vettura.....	96
Tabella 4. 1 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte l'8 gennaio e quelle contate con i due metodi.....	97
Tabella 4. 2 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte il 9 gennaio 2018 e quelle contate con i due metodi.....	98
Tabella 4. 3 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte il 10 gennaio 2018 e quelle contate con i due metodi.....	98
Tabella 4. 4 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte l'11 gennaio 2018 e quelle contate con i due metodi.....	98
Tabella 4. 5 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte il 12 gennaio 2018 e quelle contate con i due metodi.....	99
Tabella 4. 6 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte il 13 gennaio 2018 e quelle contate con i due metodi.....	99
Tabella 4. 7 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte il 14 gennaio 2018 e quelle contate con i due metodi.....	99
Tabella 4. 8 Percentuale di corse effettuate (per le linee gestite con veicoli da 18m) con le diverse tipologie di vetture durante i giorni feriali del mese di gennaio.....	102

Tabella 4. 9 Percentuale di corse effettuate (per le linee gestite con veicoli da 18m) con le diverse tipologie di vetture per i sabato del mese di gennaio.....103

Tabella 4. 10 Percentuale di corse effettuate (per le linee gestite con veicoli da 18m) con le diverse tipologie di vetture per i giorni festivi del mese di gennaio.....104

Indice degli argomenti

Introduzione	1
Capitolo 1: Lo stato dell'arte del Trasporto Pubblico Locale.....	3
1.1 Gli “squilibri strutturali” del TPL in Italia.....	5
1.1.1 Squilibrio tra domanda e offerta di TPL.....	5
1.1.2 Insufficienti dotazioni infrastrutturali	6
1.1.3 Le caratteristiche delle aziende di Trasporto Collettivo.....	7
1.2 Trasporto Pubblico di Qualità.....	8
1.2.1 Gli attributi di un sistema di trasporto pubblico di qualità	9
1.3 La qualità del TPL promossa attraverso le riforme del settore	11
1.3.1 Legge n. 151 del 1981.....	11
1.3.2 Il Decreto Legislativo 422/97.....	12
1.3.3 Il Decreto Legislativo 400/99.....	14
1.3.4 Le modifiche all'art 23-bis del D.L. 112/2008 e l'affidamento in house.....	15
1.3.5 Gli effetti del referendum abrogativo del 12-13 giugno 2011	16
1.4 Lo stato di concorrenzialità del settore.....	18
1.5 Il contratto di servizio come catalizzatore dell'efficienza e dell'efficacia	20
1.5.1 La tipologia di contratti di servizio	20
1.6 Le modalità di affidamento del servizio nei principali paesi europei.....	22
1.6.1 Il Regno Unito e il caso di Londra	23
1.6.2 La Francia e il caso di Parigi	25
1.6.3 L'Italia e il confronto tra l'ATM di Milano e GTT di Torino	25
1.6.4 Gli effetti della liberalizzazione del settore nella copertura dei costi di esercizio	28
Capitolo 2: Il Gruppo Torinese Trasporti e la gestione del servizio di TPL	30
2.1 Il servizio di Trasporto pubblico locale offerto nella città di Torino.....	31
2.2 La dotazione ITS dell'azienda GTT per la regolarizzazione dell'offerta	34
2.2.1 L'apparato AVM.....	37
2.2.2 Dispositivi per la bigliettazione elettronica	39
2.2.3 Dispositivi per la videosorveglianza.....	41
2.2.4 Dispositivi di bordo per l'informazione all'utenza	42
2.2.5 La comunicazione tra gli apparati di bordo	43
2.3 Il monitoraggio della servizio: la centrale Operativa SIS	45

2.3.1 La trasmissione dati bordo- centro.....	48
2.4 La pianificazione del servizio	50
2.5 Dal dato all'informazione	59
2.5.1 I protocolli per la trasmissione esterna: il progetto BIPEX	64
Capitolo 3: Obiettivi e metodologia	69
3.1 Procedura per l'analisi delle corse mensili	71
3.1.1 Estrazione dei dati dalla tabella servconsun	71
3.1.2 Creazione del Database Relazionale "corse_anno"	73
3.1.3 La procedura automatica di importazione dei file	78
3.2 Metodologia per il conteggio delle corse mensili	81
3.2.1 Metodo 1: arrivo al capolinea	82
3.2.2 Metodo 2: registrazione della corsa	84
3.2.3 Gli effetti del monitoraggio del servizio sul conteggio delle corse	86
3.2.4 La validazione dei metodi	93
Capitolo 4: Risultati	97
4.1 Il confronto tra i due metodi	97
4.2 Analisi dei dati	101
5. Conclusioni e possibili implementazioni future	105
Bibliografia.....	107
Sitografia.....	111

Introduzione

A partire dal 19° secolo le aree urbane sono state interessate da un rapido incremento demografico dovuto principalmente alle migliori prospettive di vita offerte dalle città rispetto a quelle degli ambienti rurali. Tale dinamica si è protratta fino al 2007 quando, per la prima volta, la popolazione mondiale nelle città ha superato quella delle campagne. Allo spostamento della popolazione a favore delle zone urbanizzate, negli anni, si è accompagnato anche il crescente bisogno di mobilità degli individui. Questo è stato soddisfatto dall'utilizzo dell'auto privata, la principale modalità di trasporto scelta dai cittadini per i propri spostamenti quotidiani.

In Italia, per fare un esempio, secondo i dati del United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) al 2010 si registrano mediamente 61 automobili ogni 100 abitanti, complessivamente al di sopra della media delle principali città europee¹. Come conseguenza le città Italiane continuano ad essere caratterizzate da una pressante congestione da traffico che, ovviamente, incide sulla qualità complessiva della vita urbana. E' nelle città, infatti, che si concentrano le principali attività umane ed è qui che la popolazione viene maggiormente esposta ai fattori inquinanti.

In un contesto del genere è necessario che il trasporto pubblico locale (TPL) si ponga come una reale alternativa all'utilizzo del veicolo privato in quanto, garantendo in spazi ridotti alte capacità di trasporto, potrebbe porsi come una reale soluzione ai problemi di congestione ed inquinamento delle città.

Purtroppo il mezzo di trasporto collettivo, ad oggi, non riesce ancora a competere con i vantaggi, in termini di *comfort* ed affidabilità del viaggio, garantiti dall'automobile. Il settore in Italia, infatti, per anni è stato caratterizzato da una situazione di arretratezza rispetto alle principali realtà europee, erogando il servizio con veicoli che hanno un'età media di quasi 12 anni, contro i 7 degli altri paesi.

Per il rilancio del TPL è necessario che le aziende di trasporto percorrano strategie volte alla razionalizzazione del proprio servizio, migliorando le prestazioni dei veicoli sia in termini di efficienza che di efficacia dell'offerta di trasporto. Per far ciò è necessario che questa venga pianificata sulla base di dati concreti di domanda evitando il sovradimensionamento del servizio qualora questa non fosse elevata. A partire da ciò si potrebbero risparmiare o meglio ottimizzare le risorse economiche e reinvestirle per compensare quegli "squilibri strutturali" che attualmente condizionano lo sviluppo del settore.

Da tali premesse muove il presente elaborato di tesi, svolto in collaborazione con il Gruppo Torinese Trasporti (GTT), la principale azienda di trasporto pubblico all'interno dell'area metropolitana di Torino. Nello specifico con l'ufficio Sistemi e Progetti Telematici che presidia alla gestione dei sistemi informativi e telematici a supporto della gestione della regolarizzazione dell'offerta di TPL urbano e suburbano.

¹ Per fare un esempio, secondo quanto riportato dalla Fondazione Filippo Caracciolo nel 2014 (p.13) nella città di Parigi si contano 45 vetture a persona, a Berlino 35 e Londra 36.

L'obiettivo della tesi parte dalle concrete esigenze dell'azienda di standardizzare una procedura più semplice e snella per la consuntivazione del servizio esercito e la verifica di conformità con quanto previsto dal Contratto di Servizio con l'Agenzia della Mobilità Piemontese. Per raggiungere lo scopo è stato sviluppato un metodo a supporto di GTT, che possa estrarre mensilmente (da specifici database aziendali) e in maniera quasi del tutto automatizzata, la percentuale sul numero di corse effettuate dall'azienda rispetto a quelle previste in fase di pianificazione dell'esercizio.

La tesi si articola in quattro capitoli. Nel primo capitolo si fornisce una descrizione sullo stato dell'arte del servizio di TPL offerto nelle principali realtà europee, con particolare riferimento a tutti i fattori che negli anni, in Italia, hanno limitato lo sviluppo della competitività del settore. Nello specifico si porrà attenzione al complesso processo di riforme avviato nel nostro paese a partire dagli anni '80 con lo scopo di aprire il mercato alla concorrenza e sgravare le casse statali dal massiccio ricorso delle aziende di TPL ai finanziamenti pubblici. In tal modo si evidenziano i vantaggi e i limiti connessi ad un processo di liberalizzazione, sottolineando come affinché questo avvenga a reale vantaggio della collettività è necessario che sia supportato da Enti competenti che riescano ad esercitare un pieno controllo sulle aziende esercenti il servizio. Gli impegni presi dalle aziende con l'Ente affidatario sono regolati dalla stipula di un Contratto di Servizio che, potendo avere differenti modalità di determinazione dei rischi per i contraenti, nella realtà dei fatti non sempre garantisce il perseguimento della qualità del sistema di TPL.

Nel secondo capitolo, invece si introduce il caso studio del Gruppo Torinese Trasporti (GTT), la principale azienda di trasporto pubblico locale nella città di Torino. In particolare verrà descritta tutta la struttura tecnologica ed informativa utilizzata da GTT per poter monitorare e regolare l'offerta di trasporto e garantire ai cittadini un servizio di maggiore qualità.

Nel terzo capitolo si introdurrà l'obiettivo della tesi e la metodologia adottata a supporto della necessità aziendale di consuntivare mensilmente un tipo di informazione che nel suo formato originale non risulta né sintetica, né di immediata comprensione.

Una volta mostrata la procedura del metodo offerto all'azienda, nel quarto capitolo verranno presentati i risultati e le considerazioni qualitative emerse dall'analisi dei dati sul servizio relativo al mese di gennaio 2018. Infine verranno proposti alcuni possibili sviluppi futuri del metodo proposto, con particolare riguardo alla possibile integrazione tra i dati di offerta con quelli di domanda estratti dalle validazioni elettroniche degli utenti.

Capitolo 1: Lo stato dell'arte del Trasporto Pubblico Locale

Negli ultimi anni l'attenzione a livello europeo verso la qualità della mobilità in ambito urbano ha condotto le amministrazioni locali a focalizzare l'attenzione verso il miglioramento del Trasporto Pubblico Locale² (di seguito anche TPL). Nonostante, ad oggi, in Europa si possa godere di uno tra i migliori sistemi di trasporto a livello mondiale in termini di capillarità della rete, la qualità del servizio differisce per ogni Stato membro (Commissione Europea, 2013). Spesso, infatti, le città moderne, nella loro forma oramai definita soffrono della limitata quantità di spazio disponibile per la mobilità collettiva, la quale viene a sua volta condizionata dal forte utilizzo dell'auto privata. L'analisi del riparto modale o *modal split* (Figura 1. 1) in tal senso, rappresenta un indicatore significativo per l'analisi dell'accessibilità di un territorio, in quanto esprime la “propensione a scegliere diversi modi di trasporto sulla base di un set di alternative possibili” (Pieralice, Trepiedi, 2015, p.2)

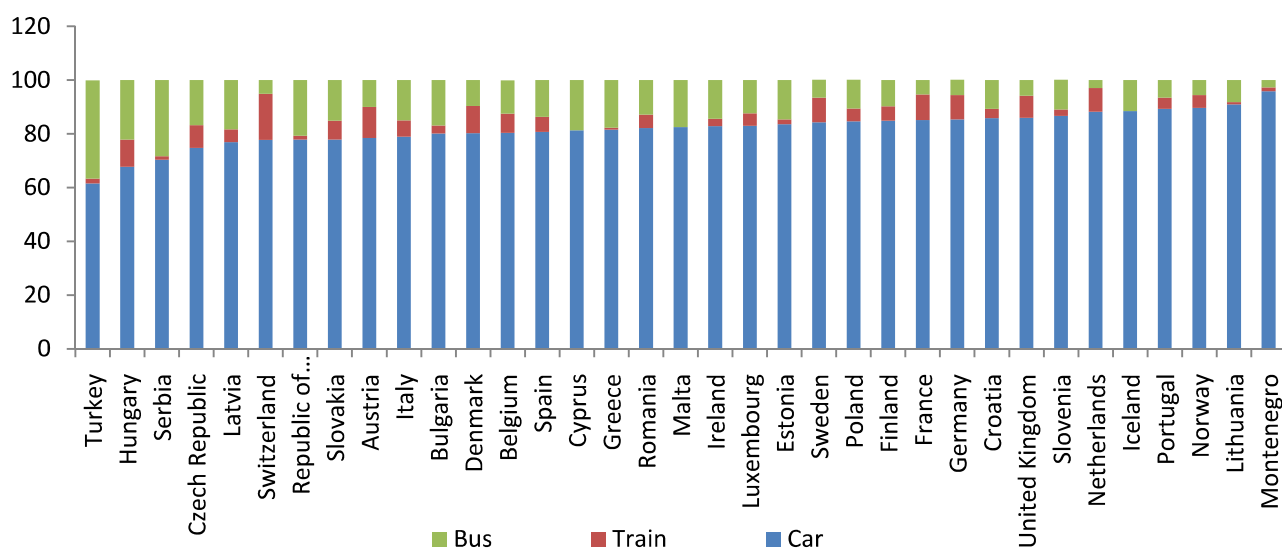


Figura 1. 1 Modal split of passenger transport in 35 European countries in 2012.
Fonte: European Environmental Agency (EAA)

Come è possibile osservare dai dati raccolti dall'*European Environmental Agency* (EAA), al 2012, in tutti gli Stati membri, l'auto privata rappresenta il mezzo di trasporto più utilizzato. Viceversa, il trasporto collettivo, non arriva, in nessun caso, a soddisfare più della metà della domanda di mobilità. La stessa dinamica trova conferma anche nei dati EUROSTAT³ relativi al 2015, i quali mostrano mediamente che

² Il D.Lgs. 422/97 “Conferimento alle regioni ed agli enti locali di funzioni e compiti in materia di trasporto pubblico locale” definisce il Trasporto pubblico locale e regionale come l'insieme dei *servizi di trasporto di persone e merci, che non rientrano tra quelli di interesse nazionale tassativamente individuati dall'articolo 3; essi comprendono l'insieme dei sistemi di mobilità terrestri, marittimi, lagunari, lacuali, fluviali e aerei che operano in modo continuativo o periodico con itinerari, orari, frequenze e tariffe prestabilite, ad accesso generalizzato, nell'ambito di un territorio di dimensione normalmente regionale o infraregionale.*

³ Ufficio statistiche dell'Unione Europea

l'83,10%⁴ degli spostamenti è avvenuto con l'automobile, il 9,20 % con il Trasporto Pubblico Locale e il 7,7% con il Treno.

Scendendo di scala, a livello urbano, anche le maggiori città europee, soffrono ancora di una “cronica congestione da traffico ” (Usai, 2014, p.28). Nello specifico, in riferimento ai dati sulla ripartizione modale raccolti dall'*European Platform on Mobility Management* (EPOMM) (Figura 1. 2), nei centri con più di 250.000 abitanti, in media, il 39% degli spostamenti è stato effettuato con auto privata. Su 31 città considerate sulla base della dimensione territoriale, Parigi⁵ appare la più virtuosa in termini di scarso utilizzo del mezzo privato, mentre per quanto concerne l'utilizzo del trasporto collettivo, il podio spetta a due capitali dell'Est Europa: Varsavia, con il 54% degli spostamenti, Bucarest con il 53% seguite da Brussels con il 48%.

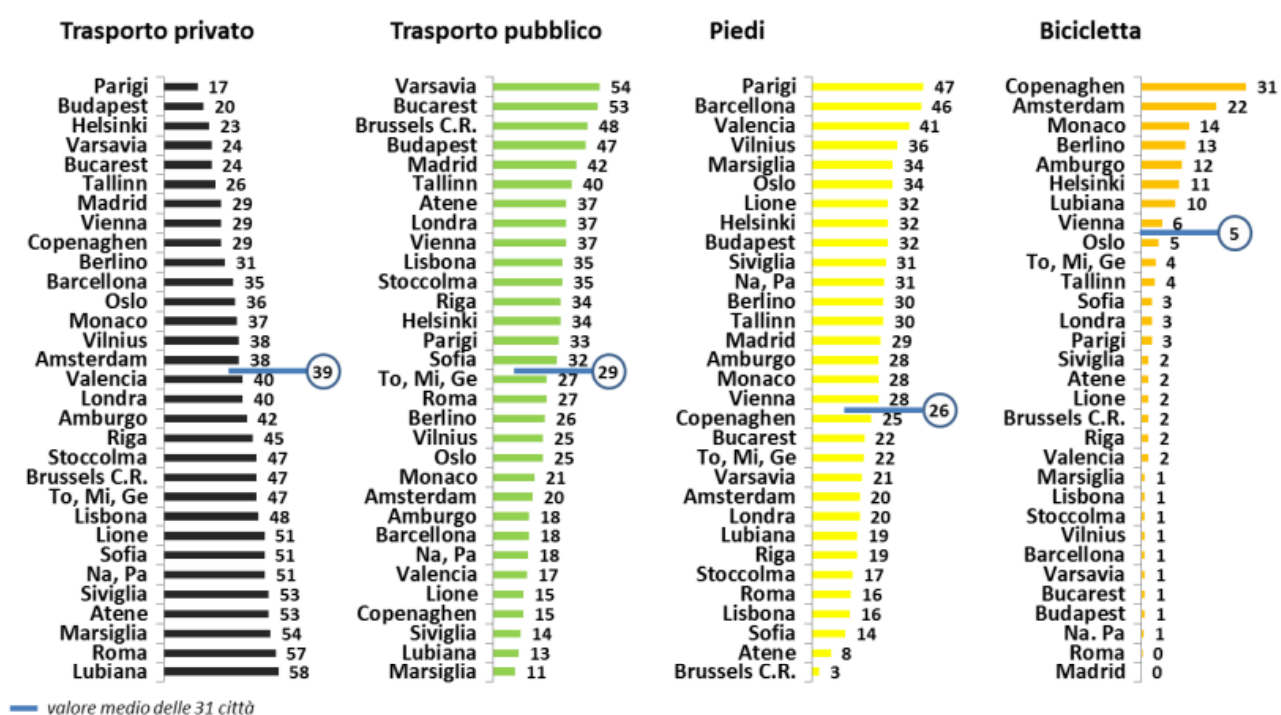


Figura 1. 2 Graduatorie delle modalità di spostamento nelle città europee sopra i 250.000 abitanti. Fonte: dati EPOMM per le città europee e dai ISFORT “Osservatorio Audimob”.

Nelle città prese come campione per l'Italia, gli spostamenti avvenuti con il trasporto pubblico rappresentano solo il 27% del totale nelle città di Torino, Milano e Genova e il 18% nelle città di Palermo e Napoli. Viceversa, per quanto riguarda la mobilità privata, nelle tre città del nord si registra il 47% degli spostamenti effettuati con l'automobile, mentre nelle due città del Sud tale valore sale al 51%. I dati non sono dei più rassicuranti per le nostre città, nelle quali i mezzi collettivi sono ancora ampiamente sottoutilizzati. Di fatto, secondo i dati riportati dall'ISFORT sul 14° Rapporto sulla mobilità in Italia, l'automobile tende ancora a monopolizzare le scelte degli utenti nei loro spostamenti.

⁴ Dati relativi all' EU 28

⁵ I dati relativi alla città di Parigi raccolti da EPOMM sono relativi al solo comune e non comprendono l'intera area metropolitana.

Come si può osservare dall'andamento della ripartizione della domanda per mezzo di trasporto a livello nazionale (Figura 1. 3), dal 2010 al 2015, la percentuale degli spostamenti avvenuti con il mezzo privato è cresciuta di circa il 2,6 % a scapito dell'utilizzo del mezzo pubblico, che nello stesso periodo ha registrato un calo del 1,8%.

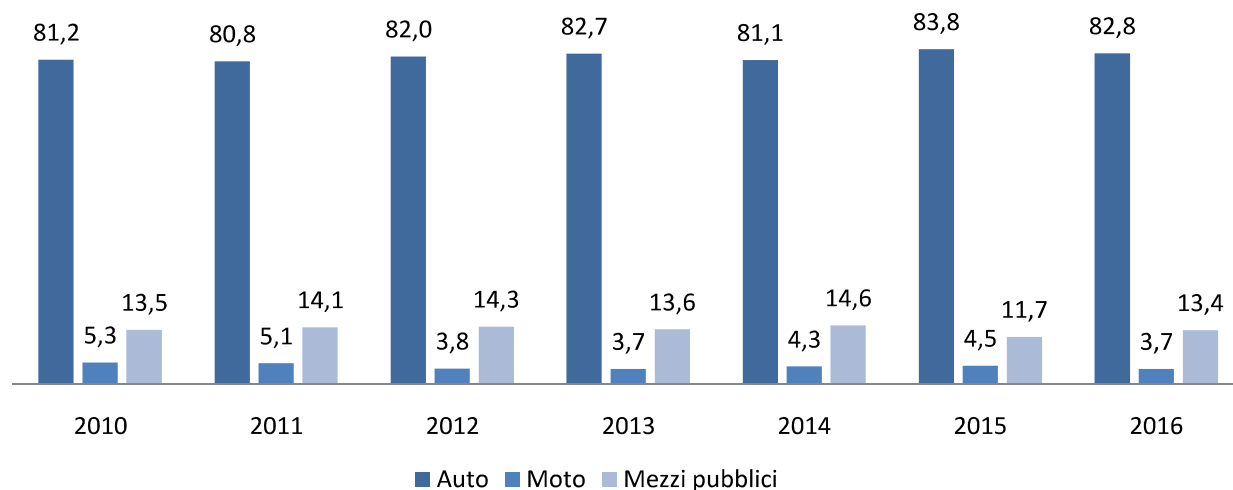


Figura 1. 3 Ripartizione percentuale degli spostamenti motorizzati per mezzi di trasporto avvenuta in Italia tra il 2010 ed il 2016. Fonte ISFORT, Osservatorio "Audimob" sulla mobilità, p.15.

Tuttavia tale trend sembra registrare un lieve cambiamento dal 2015 al 2016, con l'utilizzo del mezzo privato in calo del 1% e il mezzo pubblico in crescita dell' 1,7%.

1.1 Gli "squilibri strutturali" del TPL in Italia.

Nonostante il lieve segnale di ripresa sul tasso di utilizzo del trasporto collettivo, rimane il dato di fatto che ancora in Italia il settore sia afflitto da diversi "squilibri strutturali" (Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato, 2015, p.153) che ne condizionano la *performance* e la conseguente utilizzazione da parte degli utenti. Tra questi, i molteplici studi di settore ne evidenziano alcuni ricorrenti.

1.1.1 Squilibrio tra domanda e offerta di TPL

Nell' Indagine Conoscitiva del 2016 condotta dell'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (di seguito AGMC), il Trasporto Pubblico Locale Italiano si mostra come un settore in cui "l'offerta complessiva è in media sovradimensionata rispetto alla domanda, la quale rimane spesso insoddisfatta". Per comprendere meglio l'affermazione, apparentemente paradossale, si può fare riferimento all'analisi del fattore di carico o *load factor*⁶, un indicatore che esprime il livello di occupazione delle vetture come rapporto tra passeggeri e posti/km. Tale valore, seppur in continuo aumento, al 2012 evidenzia un'offerta

⁶Per maggiori approfondimenti si rimanda la lettura di: Cassa depositi e prestiti (2013), Mobilità urbana, coll. "Studi di settore", n. 4 e ISFORT (2014), Il trasporto pubblico locale. La ricerca dell'efficienza attraverso le riforme.

sbilanciata rispetto alla domanda di TPL. Nello specifico, per ogni abitante si contano in media 2,8 posti/km e una domanda pari a 0,6 passeggeri/km. Il coefficiente di riempimento dei mezzi risulta quindi pari a circa il 22%, con più di 3/4 della disponibilità complessiva inutilizzata (Cassa Depositi e Prestiti, 2015). Lo scenario appena descritto sembra essere in controtendenza rispetto a quanto comunemente si assiste negli spostamenti con i mezzi pubblici: vetture sovraccariche di passeggeri, nessun posto a sedere e limitata libertà di movimento. In realtà i dati mostrano una non adeguata razionalizzazione del servizio, con intervalli delle corse pianificati a frequenza o ad orario che non riescono a soddisfare una domanda concentrata “in spazi ristretti e tempi ridotti” (Cassa Depositi e Prestiti, 2013, p.32). Per rendere meglio l'idea, basti pensare a quanti autobus nelle nostre città, fuori dagli orari di punta, circolano vuoti o trasportano al massimo poche decine di passeggeri e quanti di questi, in altre fasce orarie, non riescono ad ospitare tutti i passeggeri in attesa ad una fermata.

Le ragioni di tale *gap* tra la domanda e l'offerta di TPL possono trovarsi nell'errata individuazione, all'interno dei contratti di servizio, dei c.d. servizi di trasporto minimi⁷ avvenuta, nella maggior parte dei casi, sulla base di criteri amministrativi, piuttosto che su analisi empiriche della domanda “in grado di svelare l'esistenza di servizi sovradimensionati e di concentrare le risorse verso i servizi essenziali”(Fondazione Caracciolo, 2012, p.64).

1.1.2 Insufficienti dotazioni infrastrutturali

La qualità e l'efficienza di un servizio di TPL dipendono, in parte, anche dalle condizioni al contorno nel quale questo viene effettuato e, nel panorama delle città europee, quelle italiane appaiono tra le più congestionate da traffico privato. Per fare un esempio, nelle aree urbane di Roma e Milano è stato stimato che mediamente nel traffico si spendono dalle 72 alle 47 ore/anno e i tempi di percorrenza nei maggiori agglomerati urbani registrano un *trend* in aumento del 20-25% rispetto agli ultimi dieci anni (Cassa Depositi e Prestiti, 2013).

Dall'eccessivo livello di occupazione delle strade da parte delle automobili e dalla scarsa presenza di corsie riservate ai mezzi collettivi dipendono, inoltre, la velocità commerciale dei veicoli e la durata dei tempi di viaggio.

Secondo il report sulla mobilità italiana redatto dall'ISTAT relativo al 2014, in media la velocità commerciale degli autobus italiani è di 19,5 km/h e scende a 16,6 km/h nei grandi comuni, ponendo le nostre città in una condizione di svantaggio rispetto a quella degli altri Paesi dell'UE, nei quali la velocità commerciale⁸ raggiunge anche i 27,3 km/h (Figura 1. 4).

⁷ Previsti dal D.Lgs 422/97. Per approfondimento si rimanda alla lettura del paragrafo 1.3

⁸ Per correttezza espositiva si precisa che, non disponendo di dati più recenti, le informazioni relative alla velocità commerciale dei bus per i diversi paesi europei è riferita al 2005. Ciononostante, nello stesso periodo per l'Italia è stata registrata una media di 20,3 km/h, dato che pone comunque il nostro Paese al di sotto degli altri europei.

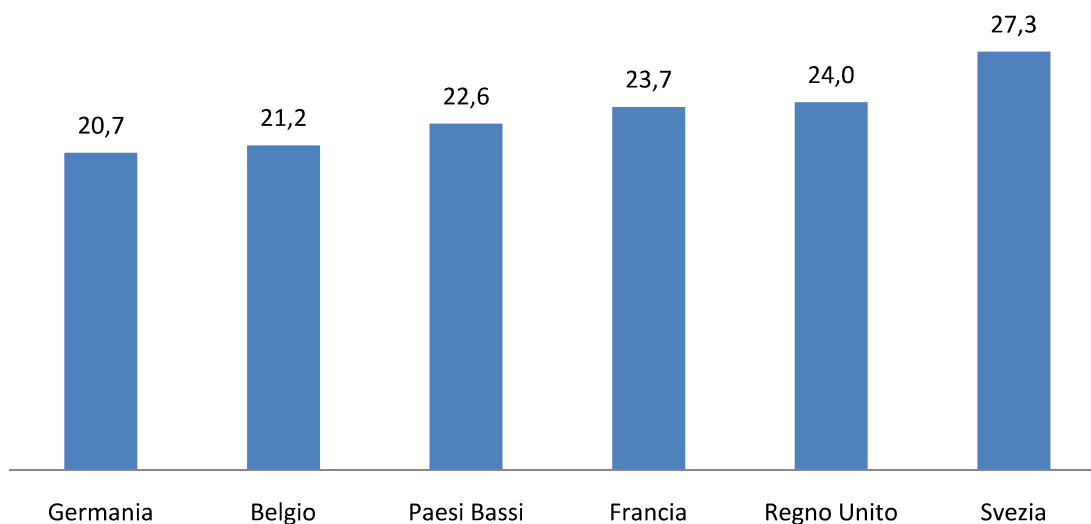


Figura 1. 4 Velocità media degli autobus (km/h) nei principali paesi europei (2005).
Fonte: Fondazione Caracciolo (2012), p.30.

In relazione alla durata degli spostamenti con il TPL, va considerato che l'appetibilità del trasporto collettivo dipende anche dalla sua capacità di garantire tempi di viaggio competitivi rispetto al *set* di alternative disponibili per l'utente. In tal senso, azioni come la separazione del trasporto pubblico da quello privato, con corsie dedicate al TPL, la priorità semaforica ai veicoli pubblici o l'istituzione di Zone a Traffico Limitato (ZTL) con la logica del *road pricing*, rappresentano tutte buone azioni di governo che possono aiutare il rilancio del settore e della sua qualità (Cassa Depositi e Prestiti, 2013).

1.1.3 Le caratteristiche delle aziende di Trasporto Collettivo

Nonostante le brevi considerazioni fatte finora, il TPL rappresenta un settore strategico molto importante per l'Italia. Si tratta, infatti, di un'industria che genera ricavi annui dell'ordine degli 11 miliardi di euro e allo stesso tempo rappresenta la seconda voce di spesa per le Regioni (Osservatorio Nazionale sulle politiche del trasporto pubblico locale, 2014). Stando, infatti, ai dati dell'*Osservatorio TPL*, che rileva e raccoglie le informazioni dalle aziende in termini di servizio consuntivato, al 2015 il settore in Italia vantava 113.291 addetti (con una riduzione del 2,3 % rispetto al 2013), offrendo occupazione a circa l'1% dei lavoratori italiani (Bain & Company, 2013; ISFORT, 2013).

Secondo i dati del *Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti* (MIT), inoltre, nel decennio trascorso dal 2005 al 2015, il numero delle aziende esercenti TPL, per il settore autolinee sembra essersi ridotto del 20% a favore di scelte di accorpamento aziendale.

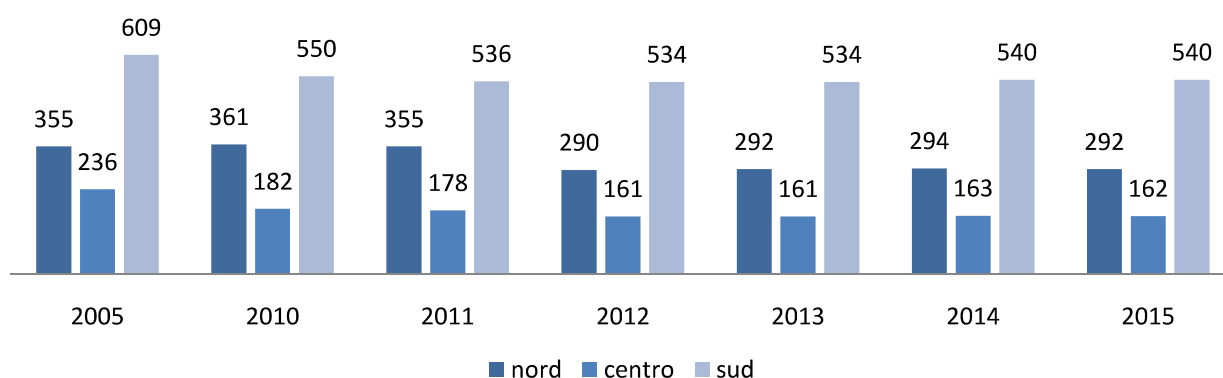


Figura 1. 5 Numero di aziende TPL attive dal 2005 al 2015 nelle varie regioni italiane.
Fonte: Ministero per le Infrastrutture e Trasporti, 2015-2015, pp.155-156

Resta comunque il dato di fatto che le aziende italiane appaiono piccole e dislocate nel territorio: il 57,5% delle aziende nel Meridione e nelle Isole, infatti, possiede un parco veicolare composto da un numero massimo di 5 autobus. Tale situazione si riversa anche nelle *performance* delle aziende, soprattutto in relazione ai costi di produzione eccessivamente alti rispetto ad altre realtà europee, mentre “la loro eccessiva frammentazione e un localismo non sempre giustificato possono essere visti come sintomi di un contesto concorrenziale fragile e profuso di equilibri collusivi, più o meno taciti”(AGCM, 2016, p.4).

1.2 Trasporto Pubblico di Qualità

Diversamente da quanto accade per le altre tipologie di Servizi pubblici, l'efficacia del TPL dipende dalla capacità di “conquistare la propria utenza” (Cassa Depositi e Prestiti, 2013, p.8), ponendosi come reale sostituto al mezzo privato. Nella scelta del mezzo di trasporto da utilizzare l'utente, infatti, preferisce compiere una scelta di tipo “costo-opportunità del mezzo rivale” (Cassa Depositi e Prestiti, 2013 p.16), influenzata dai costi e dalla qualità del servizio. Se ad un servizio di trasporto collettivo poco efficiente ed affidabile corrisponde, infatti, una sfiducia da parte dei cittadini, aumentare la frequenza delle corse ed offrire servizio con vetture più pulite e meno affollate potrebbe essere la giusta strategia per aumentare la competitività del settore e riuscire ad aumentare i ricavi provenienti dagli introiti tariffari (cfr. par. 1.3).

Se, come avviene sovente, si considera il TPL tra la categoria dei “beni inferiori”, per i quali la domanda diminuisce all'aumentare del reddito disponibile del consumatore, non sarebbe giustificabile l'attitudine dei Paesi europei con un P.I.L. più elevato ad utilizzare il mezzo pubblico con maggiore frequenza rispetto ad alte realtà meno ricche. Di fatto, il prezzo, non rappresenta la variabile principale che influisce nella scelta degli utenti. Secondo quanto riportato dall'indagine conoscitiva sul TPL condotta nel 2016 dall'AGCM, infatti, le principali caratteristiche del TPL che condizionano gli utenti sono **la frequenza** e **la velocità delle**

corse, nonché l'integrazione con i nodi intermodali. Tutto ciò viene confermato dai dati riportati dall'Osservatorio Audimob nel 2015 sulle condizioni per l'uso dei mezzi pubblici (Figura 1. 6)

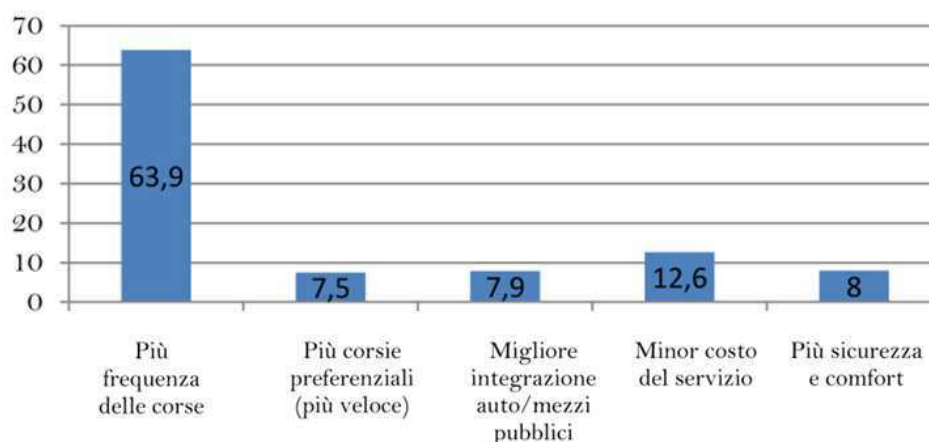


Figura 1. 6 Condizione per l'uso dei mezzi pubblici almeno 2-3 volte a settimana (%).
Fonte: Osservatorio "Audimob" sulla mobilità degli italiani (2015)

1.2.1 Gli attributi di un sistema di trasporto pubblico di qualità

Nella valutazione della qualità dell'offerta di un servizio di trasporto collettivo, come si è visto, è fondamentale considerare la soddisfazione degli utilizzatori finali, la c.d. *customer satisfaction*. A tal proposito si è fatto riferimento ad uno studio del 2013 condotto da Redman et. al., *Quality attributes of public transport that attract car users: A research review*, nel quale vengono confrontate le diverse metodologie adottate a livello mondiale per l'acquisizione di dati utili alla conoscenza del suddetto indicatore di soddisfazione.

Le ricerche svolte, esaminate nell'articolo, si basano tutte sull'individuazione di indicatori sulla qualità del servizio e su quali cambiamenti, rispetto allo *status quo*, andrebbero introdotti per raggiungere il livello ottimale di soddisfazione da parte dell'utenza, al fine di "conquistare" quella porzione di potenziali utilizzatori che preferisce l'utilizzo dell'auto privata per effettuare i propri spostamenti. Nello specifico, gli attributi considerati nella definizione della qualità del servizio di TPL, vengono distinti in **fisici** e **percepiti**, così come illustrato nella Tabella 1.1.

	Attribute	Definition
Physical	Reliability	How closely the actual service matches the route timetable
	Frequency	How often the service operates during a given period
	Speed	The time spent travelling between specified points
	Accessibility	The degree to which public transport is reasonably available to as many people as possible
	Price	The monetary cost of travel
	Information provision	How much information is provided about routes and interchanges
	Ease of transfers/ interchanges	How simple transport connections are, including time spent waiting
Perceived	Vehicle condition	The physical and mechanical condition of vehicles, including frequency of breakdowns
	Comfort	How comfortable the journey is regarding access to seat, noise levels, driver handling, air conditioning
	Safety	How safe from traffic accidents passengers feel during the journey as well as personal safety
	Convenience	How simple the PT service is to use and how well it adds to one's ease of mobility.
	Aesthetics	Appeal of vehicles, stations and waiting areas to users' senses

Tabella 1.1 : Definitions of public transport (PT) service quality attributes.
Fonte: Redman et al. 2013, p. 121

Fra questi, secondo gli autori, assumono particolare importanza l'affidabilità (Reliability) generale del servizio, in termini soprattutto di puntualità e frequenza (Frequency) delle corse. Solo a seguire il costo del biglietto e/o degli abbonamenti (come del resto si evince anche dalle precedenti considerazioni) e la velocità media di esercizio.

Inoltre, l'importanza degli **attributi di qualità** nell'influenzare la domanda di TPL, dipende, in larga misura dalle caratteristiche demografiche, dalla situazione personale e dalle precedenti esperienze dell'utente con i servizi di trasporto pubblico.

Nell'utilizzare questi risultati per meglio soddisfare la domanda di TPL ed incoraggiare gli utenti ad allontanarsi dall'utilizzo dell'automobile, lo studio evidenzia alcuni punti chiave per le Aziende di trasporto, le quali dovrebbero:

- essere a conoscenza della **percezione** degli utenti riguardo i modi di trasporto in generale, comprendendo quali attributi di qualità sono importanti per i c.d. *car users* al fine di applicarli al trasporto collettivo;
- investire la logica secondo la quale esse apportano miglioramenti al servizio prima di capire se i *car users* abbiano considerato gli stessi attributi di qualità del servizio. Secondo gli autori è necessario, invece, che le aziende intervengano a monte, con un'adeguata pianificazione basata sulla conoscenza dei propri clienti, adeguando la qualità del servizio offerto soprattutto in base al loro soddisfacimento;
- determinare o migliorare le motivazioni sottostanti all'uso dei veicoli privati e tradurli in attributi emulati dai servizi TPL. In tal senso periodiche iniziative pubblicitarie, come l'erogazione gratuita il servizio, la promozione di biglietti low-price, o ancora la realizzazione di eventi che rompano la routine di utilizzo dell'auto possono essere tutte considerate *best practice* per migliorare la competitività del settore.

Nell'articolo inoltre, si afferma che nonostante gli attributi di qualità come l' "affidabilità" e la "frequenza" siano importanti per la determinazione generale della domanda e del livello di soddisfazione degli utenti, per i *car users* gli attributi considerati nella loro scelta modale vanno ben oltre tali bisogni di base (largamente soddisfatti dall'auto privata). In questo senso il servizio di trasporto collettivo, per poter conquistare gli utilizzatori dell'auto privata, deve garantire almeno un livello base di accessibilità, affidabilità e costi competitivi per soddisfare quello già offerto dal veicolo privato. Inoltre i benefici dei nuovi attributi devono essere comunicati e dimostrati ai *car user*, in modo da assicurarsi la loro percezione di una migliore qualità del servizio offerto.

Gli autori, infine, suggeriscono che una volta che i *car users* decidano di provare il TPL, le aziende di Trasporto dovrebbero mantenere i cambiamenti apportati, in modo da garantire il livello degli attributi (percepiti dall'utente) anche nel lungo periodo, tenendo sempre presente che le scelte degli utenti vengono sempre influenzate dal contesto di riferimento, nonché dalle motivazioni individuali ad usare l'auto privata.

1.3 La qualità del TPL promossa attraverso le riforme del settore

Dalla panoramica offerta nel primo paragrafo, il Trasporto Pubblico in Italia si presenta come un settore in profonda arretratezza e crisi economica rispetto alle principali realtà europee e le cause di ciò potrebbero dipendere dal processo di riforme non sempre efficace avviato a partire dagli anni '90. Nello specifico, la Cassa Depositi e Prestiti, in uno studio del 2013, ha individuato l' *incertezza normativa*, tra i principali fattori limitanti la competitività del settore. Al fine di comprendere le relazioni causa-effetto che hanno condotto a tale *status quo*, si è ritenuto utile fornire un breve *excursus* sulle principali leggi che regolano la materia ed offrire una visione d'insieme sulle funzioni affidate ai diversi livelli istituzionali, a partire da quello nazionale che, dal 1997, si sforza di aprire il settore alla concorrenza, fino a quello locale che sembra continuare a preferire la modalità di affidamento diretto del servizio.

Come verrà illustrato in seguito, infatti, ad oggi i tentativi di apertura alla concorrenza sono deboli e rari in quanto gli Enti, nella grande maggioranza dei casi, preferiscono l'affidamento *in house* del servizio rispetto alla realizzazione di gare pubbliche.

1.3.1 Legge n. 151 del 1981

Durante gli anni '70 ed '80, il Trasporto Pubblico Locale in Italia riversava in una profonda crisi economica dettata sia dal pesante dissesto finanziario, dovuto alla graduale pubblicizzazione dei servizi (ISFORT, 2014), che dalla debole domanda degli utenti i quali, tra le alternative possibili, continuavano a preferire gli spostamenti con il proprio mezzo privato. Per poter risanare il *deficit* dei propri bilanci⁹, le aziende di TPL sono state costrette a fare un massiccio ricorso a risorse pubbliche provenienti, nella maggior parte dei casi, dalle casse statali.

In questo contesto si colloca la prima legge quadro di riordino del settore, n. 151 del 1981¹⁰, con l'obiettivo di rilanciare il TPL prevedendo *contributi per l'esercizio e per gli investimenti* (art.2), erogati dalle Regioni alle imprese, sulla base del *costo economico standardizzato del servizio* e dei *ricavi da traffico presunti* (art.6). In tal modo, i finanziamenti sarebbero stati distribuiti sulla base di una gestione efficiente del servizio e le aziende di Trasporto Pubblico Locale sarebbero state incentivate a migliorare le proprie prestazioni.

La novità introdotta da questa legge è stata l'istituzione del **Fondo Nazionale Trasporti** (FNT) allo scopo di incanalare le risorse economiche da distribuire alle diverse aziende erogatrici del servizio, destinando il 10% a quelle che avessero migliorato le loro prestazioni alla chiusura dell'esercizio. Pur trattandosi di un meccanismo premiale, l'esistenza del FNT non ha comportato i risultati desiderati, “a causa della bassa

⁹Tra gli anni '60 e '80 i ricavi da mercato delle imprese sono scesi dall'80% al 20% (ISFORT,2014)

¹⁰Legge quadro per l'ordinamento, la ristrutturazione ed il potenziamento dei trasporti pubblici locali. Istituzione del Fondo nazionale per il ripiano dei disavanzi di esercizio e per gli investimenti nel settore

dotazione delle risorse, legate al meccanismo di ricavo *a piè lista*, erogate cioè al netto della differenza fra costi di esercizio sostenuti dalle aziende gerenti e i ricavi da traffico”(ISFORT, 2014, p.7).

L'assenza di un criterio univoco nazionale di definizione del **costo standard**, inoltre, ha rappresentato un'ulteriore falla nella legge del 1981, causando grandi squilibri tra le diverse Regioni nelle modalità di accesso alle risorse¹¹. Infine, il successo della legge 151/81 è stato compromesso anche dall'adozione di un approccio di “*matrice trasportistica atomistica*”(De Santis, 2006, p.6) nel quale ogni modo di trasporto era stato pensato indipendentemente dagli altri, senza alcuna logica di sistema o di pianificazione complessiva della mobilità urbana ed extraurbana.

1.3.2 Il Decreto Legislativo 422/97

Il vero percorso di riforma del trasporto collettivo prenderà avvio nel 1997 con il **D.Lgs. n.422**¹², cosiddetto Decreto Burlando, attuativo della legge delega 15 marzo 1997 n. 59, le cui finalità risiedevano nel rilancio del settore eludendo il frequente ricorso delle aziende ai fondi statali.

Tale riforma, inserita all'interno del processo di decentramento dei poteri verso le Regioni¹³ e gli enti locali, al fine di alleggerire i bilanci statali dai disavanzi delle aziende erogatrici del servizio, ha di fatto **definito le funzioni e i compiti in materia di TPL**, delegando al livello regionale la programmazione, pianificazione e la responsabilità finanziaria del settore. Nello specifico, nell'esercizio della programmazione, le regioni (art.14) avrebbero dovuto:

- *definire gli indirizzi per la pianificazione dei trasporti locali e per i piani di bacino;*
- *redigere e aggiornare i Piani Regionali dei Trasporti (P.T.R), subordinati all'attuazione dei piani di bacino;*
- *approvare il Programma Triennale dei servizi di TPL, attuativo del P.R.T., individuando:*
 - a) la rete dei servizi e l'organizzazione dei servizi;*
 - b) l'integrazione modale e tariffaria;*
 - c) le risorse da destinare all'esercizio e agli investimenti;*
 - d) le modalità di determinazione delle tariffe;*
 - e) le modalità di attuazione e revisione dei contratti di servizio pubblico;*
 - f) il sistema di monitoraggio dei servizi;*
 - g) i criteri per la riduzione della congestione dell'inquinamento ambientale.*

¹¹ Alcune Regioni hanno adottato meccanismi basati sulla spesa storica, oltretutto considerando le aziende meno efficienti (per puri scopi protezionistici), altre hanno allineato il costo standard in considerazione delle risorse disponibili, solo poche hanno realmente individuato e poi attuato meccanismi per promuovere miglioramenti nella gestione delle imprese.

¹² *Conferimento alle regioni ed agli enti locali di funzioni e compiti in materia di trasporto pubblico locale, a norma dell'articolo 4, comma 4, della legge 15 marzo 1997, n. 59.*

¹³ La riforma degli Enti Locali, basata sul c.d. principio di sussidiarietà è culminata con la riforma del Titolo V della Costituzione (2001). Nello specifico il TPL, secondo l'art. 117 rientra tra le materie *non espressamente riservate allo Stato*, dunque di competenza delle Regioni

Si precisa che il D.Lgs 422/97 non si è limitato al solo riordino delle competenze tra i diversi livelli, ma in una certa misura ha cercato di superare i limiti imposti dalla normativa degli anni '80, individuando nella **Regione l'unico soggetto regolatore per i diversi modi di trasporto pubblico**. Di fatto è stato adottato un approccio maggiormente sistemico rispetto ai tentativi passati, pur prevedendo la delega agli Enti Locali di tutti quei compiti il cui svolgimento non fosse strettamente di prerogativa regionale (De Santis, 2006).

La riforma, inoltre, al fine di aumentare la competitività del Trasporto Pubblico Locale, ha introdotto alcune importanti novità.

Tra queste si ricordano:

- la liberalizzazione del settore e l'apertura del mercato alla concorrenza (ISFORT,2014), grazie all'introduzione delle **procedure di gara** per l'affidamento del servizio alle aziende. Ciò avveniva grazie agli impulsi europeistici di quegli anni che, a partire dalla direttiva 93/38/CE, iniziavano ad introdurre il meccanismo della gara nel settore, auspicando procedure concorsuali tra i diversi partecipanti (Fondazione Caracciolo, 2012);
- chiarificazione delle relazioni tra Ente e imprese di gestione grazie all'introduzione del **Contratto di servizio** che, assicurando la *piena corrispondenza fra oneri per servizi e risorse disponibili* (art.19) avrebbe “posto fine al meccanismo di ripiano a piè lista”(ISFORT, 2014 p.8).Inoltre, grazie alla stipula del suddetto contratto, sarebbero stati garantiti gli **standard qualitativi minimi del servizio in termini di età, manutenzione, confortevolezza e pulizia dei veicoli e di regolarità delle corse** (art.19 comma 3), garantendo un maggior controllo della qualità dell'offerta del TPL;
- trasformazione obbligatoria *delle aziende speciali e dei consorzi in società di capitali, ovvero in cooperative a responsabilità limitata,[...] delle quali, l'ente titolare del servizio può restare socio unico per un periodo non superiore a due anni* (art.19). Tale cambiamento sarebbe stato rivolto alla crescita industriale del settore e alla liberalizzazione dello stesso e per tale motivo sarà ripreso ed integrato nel successivo D.Lgs 400 del 1999;
- definizione della quota di ricavo da traffico prevedendo un progressivo incremento del *rapporto tra questo e i costi operativi che, al netto dei costi di infrastruttura, dovrà essere pari almeno allo 0,35 a partire dal 1 gennaio 2000* (art.19, comma 5). In altre parole è il c.d. *subsidy cap*, per il quale l'intervento pubblico non avrebbe dovuto coprire più del 65% dei costi operativi, per poi diminuire al fine di supportare la l'efficienza del TPL (Astrid, 2012).

Per quanto riguarda l'ultimo punto, purtroppo, come è possibile osservare nell'immagine seguente (Figura 1.7), gli esiti ottenuti non sono stati tra i migliori auspicabili. L'obiettivo dei ricavi da traffico non è mai stato pienamente raggiunto in quanto le aziende di TPL non arrivano a coprire più del 32% dei propri costi con i ricavi da traffico.

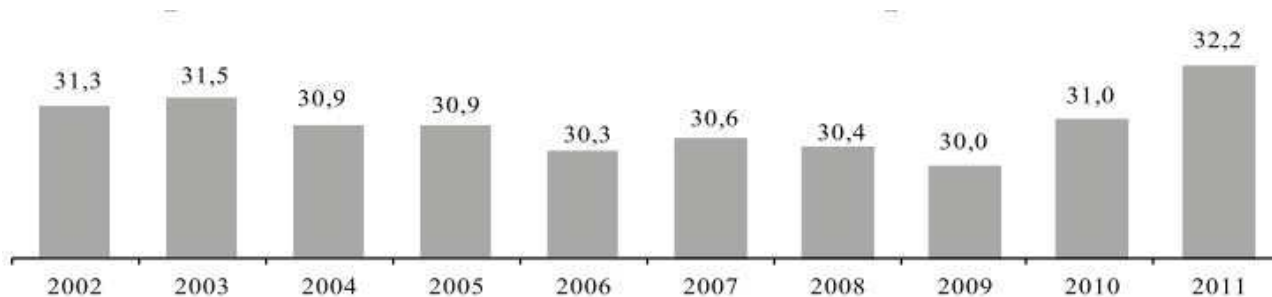


Figura 1.7 Ricavi da traffico su costi operativi (ambito urbano o prevalente urbano, anni 202-2011, valori percentuali).
Fonte: Asstra, Hermes, Anav e Isfort (2013), Una leva per la ripresa, 10° rapporto sulla mobilità in Italia, Bologna, p.XI.

1.3.3 Il Decreto Legislativo 400/99

Il D.Lgs 422/97, due anni dopo la sua entrata in vigore, è stato modificato e revisionato dal **D.Lgs. n.400/99**¹⁴. Il Decreto Burlando infatti, definiva la gara pubblica come un *criterio opportuno*, ma **non escludeva altre modalità di affidamento del servizio** come, ad esempio, quello **diretto** ad aziende speciali (Astrid, 2012). Per tali ragioni il successivo Decreto del 1999, mirando ad evitare possibili assetti monopolistici futuri, ha avuto il merito di rafforzare l'obbligo del ricorso a procedura ad evidenza pubblica, definendo i criteri di aggiudicazione delle gare secondo le *migliori condizioni economiche e di prestazione del servizio*. E' facile intuire come gli effetti di una ipotetica apertura al mercato avrebbero abbattuto i costi del servizio e al contempo garantito una maggiore qualità ed efficienza dello stesso.

Purtroppo, però, gli effetti della riforma tardarono a manifestarsi a causa del contemporaneo riassetto in materia dei servizi pubblici locali (De Santis, 2006). Di fatto, a partire dagli anni 2000, il settore è stato interessato da molteplici interventi legislativi, spesso contraddittori e conflittuali tra loro. Si pensi, ad esempio, che dopo l'attuazione del **Testo Unico degli Enti Locali** (D.Lgs. n. 267/2000) l'art.113¹⁵ dello stesso verrà modificato due volte in soli due anni: inizialmente con l'art. 35 della legge n.448/2001¹⁶ (Legge Finanziaria del 2002) e successivamente con l'art. 14 del D.l. n.269/2003¹⁷, convertito nella Legge 326/2003. Quest'ultima, da una parte ribadirà il principio della concorrenza, ma dall'altra “stravolgerà la modalità di affidamento della gestione del servizio TPL” (Fondazione Caracciolo, 2012, p.74), prevedendo **tre alternative possibili** (art.14):

- affidamento a società di capitali (in seguito ad una procedura ad evidenza pubblica);
- affidamento società di capitali miste(in seguito ad una procedura ad evidenza pubblica);
- affidamento diretto (*in house*) a società a capitale totalmente pubblico a condizione che *gli enti*

¹⁴ Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 novembre 1997, n. 422, recante conferimento alle regioni ed agli enti locali di funzioni e compiti in materia di trasporto pubblico locale

¹⁵ Gestione delle reti ed erogazione dei servizi pubblici locali di rilevanza economica

¹⁶ Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato

¹⁷ Disposizioni urgenti per favorire lo sviluppo e per la correzione dell'andamento dei conti pubblici

pubblici titolari del capitale sociale esercitino sulla società un controllo analogo a quello esercitato sui propri servizi e che la società realizzi la parte più importante della propria attività, con l'ente o gli enti pubblici che la controllano.

Tale intervento, oltre ad aumentare "l'ampia discrezionalità riservata all'ente locale" (Astrid 2015, p.43), comporterà un cambiamento di rotta rispetto alle procedure concorsuali promosse dal decreto Burlando con la conseguenza che il traguardo verso la liberalizzazione del mercato sembrava lentamente allontanarsi.

1.3.4 Le modifiche all'art 23-bis del D.L. 112/2008 e l'affidamento in house

Risulta importante, adesso, soffermarsi sul tema dell'affidamento diretto o c.d. *in house* in quanto, come si vedrà in seguito, rappresenta una tra le modalità di affidamento più diffuse a livello italiano. Con il termine si intende l'istituto comunitario in forza del quale *"l'operatore pubblico provvede ad affidare direttamente un servizio ad una società a totale partecipazione pubblica, controllata dalla stessa amministrazione aggiudicatrice. Il soggetto affidatario, seppure formalmente identificato come un soggetto giuridico distinto dall'Ente locale, essendo da esso controllato, risulta essere, in sostanza, privo di autonomia decisionale, costituisce, dunque, una sua continuazione"*(Fondazione Caracciolo, 2012, p.76).

Dal breve *excursus* esposto finora sull'iter normativo in tema di Trasporto Pubblico Locale, è stato possibile osservare come alcune leggi, prevedendo scorciatoie per arginare il ricorso alle gare, hanno di fatto ostacolato tale modalità di affidamento, causando l'esclusione dal mercato di altri attori economici oltre a quello a partecipazione pubblica¹⁸. Tuttavia, tra il 2008 e il 2010, si è assistito ad un tentativo di ridurre l'affidamento diretto solo a circostanze occasionali. Con il D.L. 112/2008, trasformato nella legge n. 133/2008¹⁹ ed adottato con il D.P.R. n.168/2010²⁰, il legislatore ha, infatti, percorso il tentativo di subordinare l'affidamento diretto solo «*ai casi in cui, in base **ad una analisi di mercato**, la libera iniziativa economica privata non risultasse idonea*» (art.2), rendendo così l'autorità pubblica obbligata a fornire un'adeguata giustificazione in caso di mancato svolgimento delle gare. Sempre su questa direzione volgeva un altro articolo, il **23-bis**²¹ dello stesso decreto, nel quale si affermava che l'affidamento diretto potesse avvenire solo «*per situazioni eccezionali [...] e, comunque, nel rispetto dei principi della disciplina comunitaria in materia di controllo analogo sulla società e di prevalenza dell'attività svolta dalla stessa con l'ente o gli enti pubblici che la controllano*». Nel 2009, inoltre, l'**art.23 bis** verrà parzialmente modificato ed

¹⁸cfr. Nicola Ferrante "Gli affidamenti in house: il rapporto tra l'Amministrazione e la Società affidataria" articolo online pubblicato il 13/06/2006 sul sito <http://www.altatex.com>.

¹⁹"Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria"

²⁰"Regolamento in materia di servizi pubblici locali di rilevanza economica, a norma dell'articolo 23-bis, comma 10, del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n.133".

²¹Di fatto rappresenterà l'ulteriore modifica dell'art. 133 del Testo Unico sugli Enti Locali.

integrato dal D.L. n.135/2009²², c.d. **Decreto Ronchi** che, con l'art.15 si poneva l'obiettivo di adeguare la legge italiana alle spinte liberiste dell'Unione Europea. Si ribadiva, in tal modo, che il conferimento della gestione dei servizi pubblici in via ordinaria avvenisse «*mediante **procedure competitive ad evidenza pubblica***» e che, nel caso di *società a partecipazione mista pubblica e privata*, per le quali l'affidamento fosse avvenuto senza gara, almeno il 40% della partecipazione fosse destinato (tramite procedura ad evidenza pubblica) ad un soggetto privato.

Sempre nel 2009, il legislatore è però intervenuto con un'altra legge, la **n.99/2009**²³ la quale, all'art. 61²⁴, appariva in leggero contrasto con le disposizioni del Decreto Ronchi poiché consentiva alle Autorità competenti di avvalersi delle previsioni contenute nel Regolamento Comunitario **1370/2007/CE**²⁵ (Vogli, 2015), il quale, agli articoli 5 e 8, prevedeva la possibilità (ma non l'obbligo) di aggiudicare i contratti di servizio secondo procedure *in house*. Si trattava dell'ennesimo colpo inflitto al processo di liberalizzazione del mercato, in quanto a partire da tale normativa gli affidamenti diretti, dall'eccezione, sono diventati la regola.

1.3.5 Gli effetti del referendum abrogativo del 12-13 giugno 2011

Giunti a questo momento, mentre si pensava che finalmente la riforma sugli Enti Locali avesse raggiunto una situazione di equilibrio (Fondazione Caracciolo, 2012), nel 2011 la disciplina venne sottoposta al **Referendum abrogativo** del 12 e 13 giugno. Come molti ricordano, quell'anno i cittadini furono chiamati alle urne per esprimere la loro volontà circa la **privatizzazione del servizio idrico integrato**, anche se in pochi forse rammentano che ad essere messa in discussione fu l'intera disciplina dei servizi pubblici. Tra questi anche il settore del Trasporto Pubblico Locale, che, a seguito del D.P.R. del 18 luglio 2011, fu condizionato **dall'abrogazione dell'ormai noto art. 23 bis**²⁶.

Riguardo al risultato referendario, occorre spendere qualche parola a proposito della campagna politica messa in atto per informare i cittadini sull'oggetto di riforma.

²² "Disposizioni urgenti per l'attuazione di obblighi comunitari e per l'esecuzione di sentenze della Corte di Giustizia delle Comunità europee" (c.d. decreto salva-infrazioni comunitarie)

²³ "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia"

²⁴ "Ulteriori disposizioni in materia di trasporto pubblico locale"

²⁵ A livello comunitario, i servizi pubblici di trasporto passeggeri sono normati dal Regolamento CE n. 1370/2007 "abrogativo dei regolamenti del Consiglio (CEE) n.1191/69 e (CEE) n.1170/70 disciplinando la materia ex novo, applicabile solo ai contratti di servizio in forma di concessione" (Fondazione Caracciolo, 2012, p.69). Tale norma all'articolo 4 specifica il contenuto obbligatorio dei contratti di servizio pubblico, definendo con chiarezza gli obblighi che l'operatore deve assolvere e le zone geografiche interessate. I contratti, inoltre devono stabilire a priori i parametri in base ai quali deve essere calcolata l'eventuale compensazione. Tuttavia il regolamento prevede anche l'affidamento *in house* del servizio, con la possibilità di un affidamento diretto ad un "**operatore interno**", un soggetto giuridicamente distinto dall'autorità competente, sul quale quest'ultima o, nel caso di un gruppo di autorità, almeno una di esse, esercita un controllo analogo a quello che esercita sui propri servizi (art.5).

Come afferma Bruno Sapadoni in un articolo del 2011, *Ulteriori disposizioni in materia di trasporto pubblico locale*, pubblicato nel sito dei diritti Pubblici (<http://www.dirittodeiservizipubblici.it>) “*gran parte dei cittadini era scarsamente consapevole dei reali contenuti dei quesiti: pochi sapevano che si votava per l’abrogazione di norme non limitate ai soli servizi idrici, ma estese ad altri settori (in particolare rifiuti e trasporti pubblici locali)*”. Da ciò ne consegue che, anche se la maggioranza degli italiani si è dichiarata contraria alla privatizzazione dei servizi votando per il mantenimento della gestione dei Servizi Pubblici Locali (SPL) in mano pubblica, forse una migliore informazione avrebbe portato a numeri diversi. A tal proposito l’indagine del 2011 condotta dall’associazione ASSIRM e da Confservizi²⁷, sulla valutazione dei servizi pubblici da parte delle aziende e dei cittadini, ha mostrato una situazione nella quale le aziende, consapevoli che la liberalizzazione del settore non era stata del tutto raggiunta, ritenevano la gara una modalità di affidamento più adeguata rispetto all’affidamento diretto (42% contro 16% dei rispondenti). Nella stessa indagine, inoltre, appare interessante l’opinione degli utenti in tema di gestione del servizio. La maggior parte degli intervistati (il 39%) ha dichiarato la preferenza per una gestione pubblica delle aziende di trasporto, ma che, allo stesso tempo, sarebbe stata disposta a pagare un costo del biglietto maggiorato in vista di un servizio di trasporto di migliore qualità (Confservizi, 2011). In sintesi, secondo la volontà dei cittadini post-referendaria, bisognava puntare sull’apertura del mercato alla concorrenza, senza rinunciare alla gestione pubblica dei servizi. Un tale compromesso, stando alla ridotta stabilità normativa del settore, sarebbe potuto essere raggiunto solo mettendo ordine tra tutto il coacervo di leggi che si erano susseguite in quasi 15 anni di riforme evitando, al contempo, che la presenza di un regolatore pubblico ostacolasse lo sviluppo degli investimenti privati. Tutto ciò a favore di un innalzamento della qualità dei servizi e di una riduzione del livello di contribuzione collettiva.

Le conseguenze di tale proliferazione ed incertezza normativa hanno, sostanzialmente, fatto sì che i servizi di trasporto pubblico locale in Italia venissero, negli anni, gestiti con procedure informali a favore dell’affidamento diretto ad aziende poste sotto il controllo dell’ente locale, le cosiddette “municipalizzate”. Questo sistema, prettamente pubblico, ha avuto come principale conseguenza l’assenza di reali incentivi a migliorare l’efficienza produttiva e ha prodotto un progressivo aumento dei costi, a scapito degli investimenti e del miglioramento della qualità del servizio reso all’utenza. A causa dell’erogazione dei servizi con criteri politico-amministrativi si è, infatti, assistito alla compromissione degli equilibri finanziari dello Stato, i tentativi di riforma del settore sono stati progressivamente abbandonati ed il rispettivo rilancio economico è stato affidato prevalentemente alla contribuzione pubblica (ISFORT, 2014). In altre parole, anche se il trasferimento delle funzioni dallo Stato alle Regioni era avvenuto in maniera ufficiale, a questo non era seguito un processo di sostituzione della leva finanziaria, la quale rimaneva prevalentemente a carico delle risorse statali (Cassa Depositi e Prestiti, 2013).

²⁷ *I servizi tra aziende e cittadini: un caso di strabismo percettivo.*

Ciò è desumibile anche dalla Figura 1.8 che al 2010 mostra ancora il 60% dei ricavi del settore provenienti dai contributi pubblici.

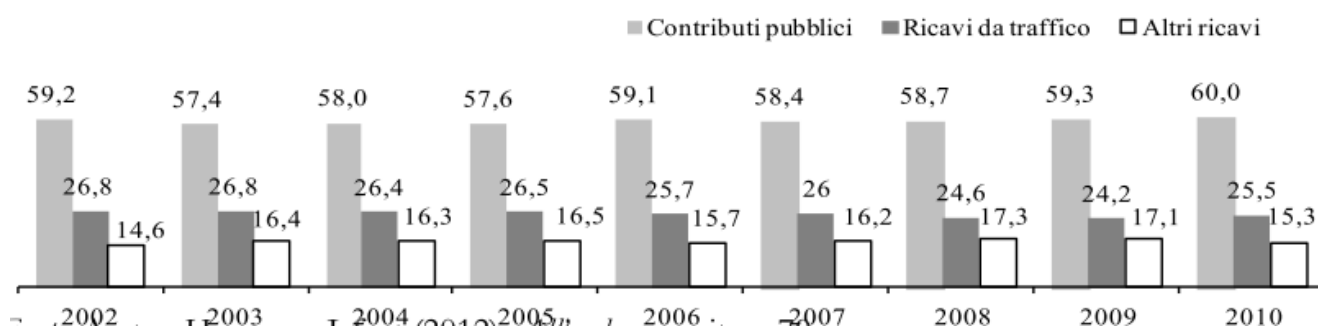


Figura 1. 8 Evoluzione della ripartizione dei ricavi 2002-2010 (solo ambito urbano o prevalentemente urbano, percentuale sul totale valore della produzione).

Fonte: Asstra, Hermes e Isfort (2012),p.78

Per sopperire a tale problema è intervenuta la legge **n.228/2012**²⁸, che al comma 301 ha introdotto il Fondo nazionale per il concorso finanziario dello Stato agli oneri del trasporto pubblico locale. Le risorse, provenienti dalle accise sul gasolio per autotrazione e sulla benzina, sarebbero state destinate alle regioni a statuto ordinario al fine di razionalizzare e rendere efficiente la programmazione e la gestione dei servizi. Inoltre, sul tema della liberalizzazione del settore è intervenuto il recente D.L. 50 del 2017²⁹, che all'art. 27 (comma 2, lettera d) introduce un meccanismo di incentivazione all'affidamento tramite gara prevedendo la «riduzione in ciascun anno delle risorse del Fondo da trasferire alle regioni qualora i servizi di trasporto pubblico locale e regionale non risultino affidati con procedure di evidenza pubblica», pari al 15% del valore dei Contratti di servizio.

1.4 Lo stato di concorrenzialità del settore

Sulla base dello stato dell'arte finora descritto si è, di fatto, andata sempre più consolidando l'idea che mettere a gara i servizi pubblici di trasporto avrebbe migliorato l'efficienza del settore a seguito della razionalizzazione dei costi e, dall'altro lato migliorato l'efficienza e la qualità complessiva dell'offerta. Come è stato osservato nel precedente paragrafo, infatti, a partire dal decreto Burlando, si è cercato di affidare agli Enti Locali la sola funzione di regolamentazione del servizio “avviando una nuova stagione di riforme volte a sperimentare la *concorrenza per il mercato*” (Fondazione Caracciolo, 2012, p. 57). Tuttavia l'intero processo di riforma del settore non sempre ha condotto agli esiti desiderati, creando confusione soprattutto al momento di uniformazione delle varie legislazioni regionali.

²⁸Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (Legge di stabilità 2013).

²⁹“Disposizioni urgenti in materia finanziaria, iniziative a favore degli enti territoriali, ulteriori interventi per le zone colpite da eventi sismici e misure per lo sviluppo”.

Come si evince dai dati riportati (Figura 1.9), infatti, non sono molti gli enti che hanno fatto ricorso alle gare e “laddove si è deciso di aprire al mercato, spesso l’aggiudicatario del servizio è risultato il gestore precedente, il numero dei partecipanti è stato frequentemente basso, quasi nulla è stata la presenza di operatori esteri ed i risparmi per l’ente in termini di ribassi d’asta sono stati generalmente di entità irrilevante”. (ISFORT 2014, p.13). Nel 2015, infatti, secondo gli ultimi dati dell'Osservatorio per il TPL³⁰, su 1912 contratti di servizio validi (per servizio TPL e ferroviario), il 70% di questi è avvenuto per affidamento diretto, il 5% per affidamento a società *in house* e solo un magro 25% è avvenuto tramite gara mostrando, inoltre, una situazione variabile in base al contesto geografico di riferimento.

Ad esclusione della Puglia con un 79% di contratti validi affidati tramite gara pubblica, della Lombardia con un 59% e della Toscana con un 47%, il resto delle regioni sembra, infatti, continuare a preferire l'affidamento diretto del servizio.

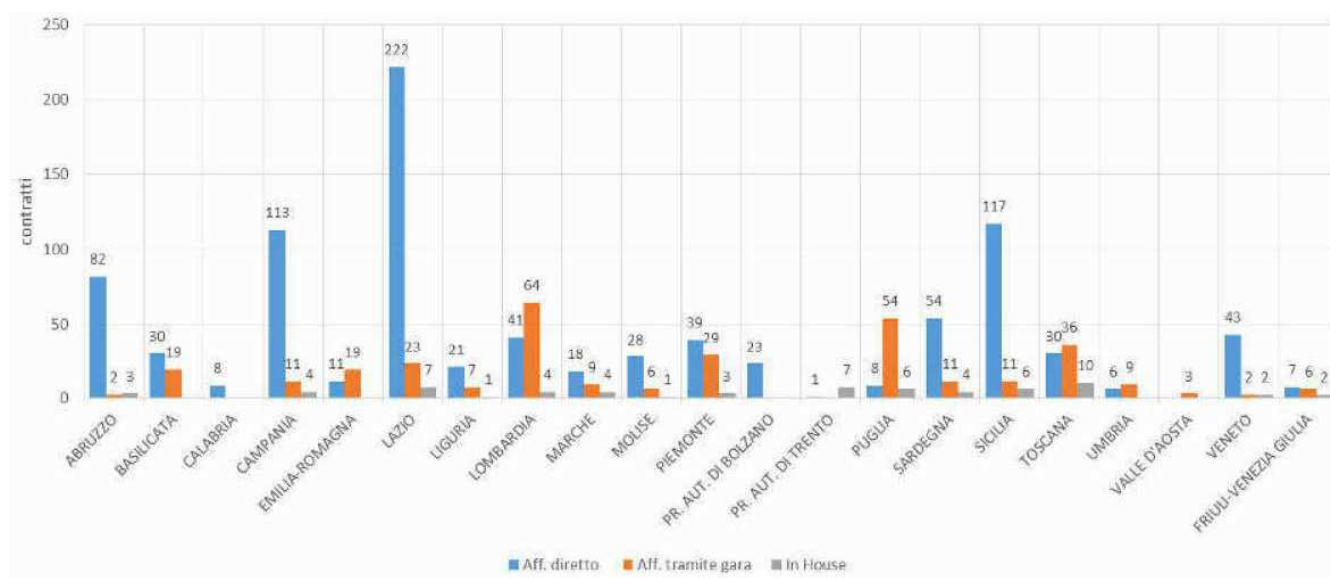


Figura 1. 9 Numero contratti validi (2015) TPL e Servizio Ferroviario per modalità di affidamento.
Fonte: Osservatorio per il TPL (2017)

In conclusione sembra che le amministrazioni locali abbiano negli anni adottato un atteggiamento di tipo “difensivo” verso la concorrenza, probabilmente a causa del conflitto di interessi dovuto al possesso dell'Ente preposto all'affidamento, delle azioni dell'azienda appaltatrice (Boitani e Ramella, 2017). Tuttavia, si spera che tale situazione possa evolversi, nel futuro, verso la direzione opposta grazie agli stimoli previsti dal D.L. n. 50 del 2017.

³⁰Le informazioni riportate sono raccolte nella Relazione Annuale al Parlamento redatta dall' Osservatorio Nazionale sulle Politiche del Trasporto Pubblico Locale sotto il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art.1 comma 300 L.255/2007).

1.5 Il contratto di servizio come catalizzatore dell'efficienza e dell'efficacia

Se è vero, come affermato nei paragrafi precedenti, che l'apertura del settore alla concorrenza potrebbe garantire una migliore qualità dei servizi, è anche vero che la giusta distribuzione degli incentivi è strettamente correlata alla **capacità di controllo dell'ente pubblico** dei ruoli e degli impegni dalla società appaltatrice. Questi vengono definiti all'interno del **Contratto di servizio**³¹(CdS), il principale strumento di governo “attraverso il quale è possibile sia disciplinare i rapporti tra Ente affidante e soggetto gestore, sia introdurre meccanismi premiali e penalità finalizzati al miglioramento dell'efficienza e della qualità dei servizi offerti” (Cassa Depositi e Prestiti, 2013, p.73).

Tele strumento è, inoltre, molto importante in quanto definisce i **rischi commerciali** (legati alla quantità di servizio erogato, quindi ai ricavi provenienti dalla vendita di titoli di viaggio) e quelli **industriali** (connessi ai costi di esercizio o all'attività di impresa) delle parti contraenti ed, in base ai suoi contenuti appare più o meno incentivante per l'azienda.

Sulla base di questa premessa si illustreranno brevemente **le tipologie di contratti** di servizio più diffuse nel settore del TPL cercando di individuare quali di queste sono più vantaggiose per l'ente affidante o per il fornitore del servizio e in che modo possono **incidere sulla qualità dell'offerta**.

1.5.1 La tipologia di contratti di servizio

Dai riferimenti reperibili in letteratura³², si distinguono due diverse tipologie di Contratti di servizio:

- 1) contratti di tipo **cost plus**: caratterizzati dall'assenza di rischi da entrambe le parti e da una bassa incentivazione all'efficienza;
- 2) contratti di tipo **fixed price**: caratterizzati da diversi livelli di rischio per entrambi i contraenti. Per questa tipologia di CdS si distinguono altre tre sotto-categorie:

³¹Come visto nel paragrafo 1.3, I contratti di servizio, in Italia sono stati introdotti con il Decreto Burlando che all'art.19 comma 3 afferma: «**I contratti di servizio, nel rispetto anche delle disposizioni dell'articolo 14, comma 2, del regolamento n. 1191/69/CEE, così come modificato dall'articolo 1 del regolamento 1893/91/CEE, nonché nel rispetto dei principi sull'erogazione dei servizi pubblici così come fissati dalla carta dei servizi del settore trasporti, definiscono:** a) il periodo di validità; b) le caratteristiche dei servizi offerti ed il programma di esercizio; c) **gli standard qualitativi minimi del servizio, in termini di età, manutenzione, confortevolezza e pulizia dei veicoli, e di regolarità delle corse;** d) la struttura tariffaria adottata; e) l'importo eventualmente dovuto dall'ente pubblico all'azienda di trasporto per le prestazioni oggetto del contratto e le modalità di pagamento, nonché eventuali adeguamenti conseguenti a mutamenti della struttura tariffaria;f) le modalità di modificazione del contratto successivamente alla conclusione; g) le garanzie che devono essere prestate dall'azienda di trasporto;h) le sanzioni in caso di mancata osservanza del contratto; i) la ridefinizione dei rapporti, con riferimento ai lavoratori dipendenti e al capitale investito, dal soggetto esercente il servizio di trasporto pubblico, in caso di forti discontinuità nella quantità di servizi richiesti nel periodo di validità del contratto di servizio; l) l'obbligo dell'applicazione, per le singole tipologie del comparto dei trasporti, dei rispettivi contratti collettivi di lavoro.

³² Per un maggiore approfondimento sui contratti di servizio nel TPL, si rimanda la lettura di: Cassa depositi e prestiti-studio di settore Mobilità urbana,(2013). *Il trasporto pubblico locale. Il momento di ripartire*, p.80; Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato,(2016). *Indagine Conoscitiva 47: Condizioni concorrenziali nei mercati del Trasporto Pubblico Locale*, p.41; Boitani, Ramella,(2017), *Competizione e aggregazioni nel TPL*, p.3.

- di tipo **net cost (costi netti)**:
entrambi i rischi, del mercato-commerciale ed industriale, sono a carico del gestore, il quale riceve dall'Ente affidatario un corrispettivo pari alla differenza stimata tra i costi di esercizio ed i ricavi da traffico preventivati. In tal modo l'Ente è in grado di conoscere a priori il costo dell'affidamento del servizio. Di contro, l'azienda, assumendo il rischio sui ricavi da traffico, è incentivata a **mantenere alta la qualità del servizio offerto**, contenere i costi e ad esercitare il controllo sull'evasione tariffaria. Gli aspetti negativi di tale tipologia di contratto, tuttavia, risiedono nel basso livello di concorrenzialità che si registra al momento della partecipazione alla gara che appare economicamente poco vantaggiosa dal punto di vista dei gestori esterni. Spesso, infatti, per questa tipologia di gare vengono richiesti requisiti tecnici in termini di offerta e conoscenze approfondite della domanda che di fatto favoriscono gli *incumbent* interni, gli unici in grado di possedere le caratteristiche richieste nel capitolato di gara;
- di tipo **gross cost (costi lordi)**:
in questo caso, l'azienda si fa carico solo del rischio industriale, mentre quello commerciale/imprenditoriale è in mano all'Ente affidatario che, per tale ragione, guadagna dalle quote tariffarie. Il corrispettivo sul costo del servizio che l'Ente dovrà erogare al gestore, anche in questo caso viene stabilito *ex ante* sulla base di un livello di servizio da garantire stabilito a monte. L'azienda così assume a proprio carico i soli costi di gestione, senza preoccuparsi di esercitare un controllo sui titoli di viaggio venduti. Questo tipo di contratto appare poco incentivante in termini di qualità del servizio e di efficienza dell'azienda in quanto il soggetto gerente ha la sola preoccupazione dell'ottimizzazione dei costi e non dei ricavi e la sua offerta potrebbe non essere del tutto volta al pieno soddisfacimento della domanda.
I contratti *gross cost*, inoltre, sono più adatti in contesti altamente liberalizzati, in quanto richiedono una quantità limitata di informazioni per partecipare alla gara, come ad esempio l'entità dei ricavi da parte del gestore, ma hanno un costo superiore per il contributo pubblico (AGCM, 2016).
- di tipo **management contract**:
Entrambi i rischi sono sostenuti dall'autorità affidante e l'impresa riceve un rimborso solamente per la gestione dell'intero servizio erogato senza alcun rischio e a prescindere dalla qualità e quantità del servizio fornito.

Per quanto riguarda la **tipologia di contratti utilizzata nel mercato italiano**, a partire dal Decreto Burlando, sembra si sia optato per quelli di tipo *net cost*. Ciò si desume dall'art. 19, comma 1, nel quale si afferma che i «*contratti di servizio assicurano la completa corrispondenza fra oneri per servizi e risorse disponibili, al netto dei proventi tariffari e sono stipulati prima dell'inizio del loro periodo di validità*». E' possibile, infatti, che il legislatore, per far fronte alla crisi economica nella quale riversava il settore in quegli anni, avesse

scelto una modalità contrattuale che spingesse il gestore ad assicurarsi i propri profitti mediante un recupero della redditività del servizio. Inoltre, un altro elemento caratterizzante il settore a livello nazionale è il diffuso ricorso ai meccanismi di proroga dei CdS, contrariamente a quanto promosso dal Regolamento Europeo 1370 del 2007 che, all'art.5, avrebbe voluto limitare il rinnovo degli affidamenti a situazioni eccezionali e per non più di due anni, come accade nel modello anglosassone. La realtà dei fatti, invece, evidenzia contratti di servizio della durata anche di più di 10 anni (sopra la media dei paesi europei).

1.6 Le modalità di affidamento del servizio nei principali paesi europei

Nel lavoro di tesi si è cercato, inoltre, di offrire una panoramica sullo stato di concorrenzialità del settore a livello europeo in quanto si ritiene che, affinché le gare possano svolgersi a reale vantaggio dei consumatori, è necessario che queste avvengano in un “contesto istituzionale e regolatorio stabile, con obiettivi definiti di programmazione” (Cassa Depositi e Prestiti 2012, p.72) favorendo il maggior numero di partecipanti possibile che, concorrendo con l'offerta economicamente più vantaggiosa, possano facilitare il risparmio delle risorse pubbliche poste a base d'asta.

I diversi riferimenti bibliografici individuano due tipologie di concorrenza possibile per il settore del TPL: quella *per* il mercato e quella *nel* mercato. Con il primo termine si intende: “un meccanismo che consenta, attraverso la procedura d'asta o gara d'appalto, di generare un confronto competitivo tra i diversi operatori, al fine di ottenere il diritto di operare su un mercato in condizioni di monopolio” (Fondazione Caracciolo, p.73). Con la concorrenza *nel* mercato, invece, viene previsto l'affidamento del servizio anche a livello di singole linee, favorendo, in tal modo, il massimo livello di liberalizzazione possibile.

Sulla base di tali premesse è stato evidenziato come modalità di affidamento differenti abbiano portato, anche in Europa, ad esiti diversi in termini di qualità del servizio, più o meno correlati al grado di liberalizzazione del settore. Tuttavia, nonostante gli associati vantaggi riconducibili alle procedure di gara, non tutti i Paesi vi fanno abitualmente ricorso. Come si evince dall'analisi del 2008, condotta da Axteria (Figura 1.10) su alcune città europee, meno della metà ha avviato processi di liberalizzazione del settore, mentre la maggior parte tende ancora a preferire l'affidamento diretto del servizio. Ciò non stupisce se si pensa che le grandi aziende operanti nei diversi mercati locali (e non solo) hanno tutto l'interesse nel mantenere la loro posizione di monopolisti del settore.

- Città -	- Diretto -	- Gara -	- Stazione appaltante -	- Soggetto affidatario -
Parigi	✓		Agenzia STIF	RATP
Lione		✓	Agenzia SYTRAL	TCL (Keolis)
Madrid	✓		Agenzia CTM	EMT, Metro Madrid
Barcellona	✓		Agenzia ATM	TMB
Berlino	✓		Comune di Berlino	BVG
Francoforte	✓		Agenzia RMW	VGf
Bruxelles	✓		Regione di Bruxelles	STIB
Anversa	✓		Regione di Anversa	De Lijn
Amsterdam	✓		Agenzia ROA	GVB
Rotterdam	✓		Agenzia Stadsregio	RET
Stoccolma		✓	Agenzia SL	Connex, Busslink, Swebus, Citypendeln, Stockholmstag, Roslagstag
Londra		✓	Agenzia TfL	Stagecoach Holdings, Go-Ahead, Arriva Group, Firstgroup e National Express Group (70% dei servizi)
Helsinki		✓	Agenzia YTV	Helsingin Bussiliikenne 76.8 % Oy Pohjolan. Kaupunkiliikenne Ab; Concordia Bus Finland Oy 10.7 % Connex Oy; ...
Oslo		✓	Agenzia AS	AS Sporveisbussene; Norgebuss Oslo; Norgebuss Bærum Romerike; Nexus ; Concordia Bus
Copenaghen		✓	Agenzia MOVIA	Arriva Denmark A/s (47.9%); Connex Danmark (29.3%) City-Trafik, Fjordbus; De Hvide Busser, Partner Bus; Østtrafik

Figura 1. 10 Modalità di affidamento del servizio TPL nelle principali aree metropolitane europee.
Fonte: elaborazione Axterria, 2008.

Nello specifico, a livello Comunitario possono distinguersi tre diverse modalità di affidamento (Gastaldi et al., 2012, p.2):

- Affidamento diretto a società *in house* (Italia, Spagna, Germania ed Austria);
- Concorrenza *per* il mercato, ossia con gara pubblica (Francia, Olanda, Paesi Scandinavi e Danimarca);
- Concorrenza *nel* mercato (Gran Bretagna al di fuori di Londra).

Va, tuttavia, precisato come il grado di liberalizzazione non possa essere l'unico indicatore da considerare nella valutazione della qualità di un servizio, ma andrebbero analizzate tante altre variabili, per lo più di natura strutturale e culturale, come la serietà o le competenze tecniche possedute delle amministrazioni locali e dagli Enti regolatori.

Per tali ragioni si è cercato di confrontare tre casi essenzialmente diversi tra loro sia in termini di *background* politico-amministrativo, che sociale- culturale: il caso di Londra per il Regno Unito, di Parigi per la Francia e il confronto tra Torino e Milano per l'Italia.

1.6.1 Il Regno Unito e il caso di Londra

Nel Regno Unito si assiste ad un sistema di massima liberalizzazione del mercato: le gare vengono svolte raramente e solo nel caso in cui parte della domanda non venga pienamente soddisfatta, preferendo piuttosto un sistema di concorrenza *nel mercato*, nel quale gli operatori decidono le modalità di regolazione e pianificazione del servizio in termini di tariffe, orari, frequenza delle vetture o decisione delle aree di fermata. Il sistema così strutturato viene definito di tipo misto "dove l'offerta di servizi è di tipo commerciale non sussidiata" (AGCM, 2016, p.97).

Diverso è il caso della capitale, Londra, dove l'apertura del settore al mercato è stata avviata con il *London Regional Transport Act* del 1984. Attraverso questa legge le funzioni di pianificazione e programmazione sono state affidate al *London Transport*, sotto controllo del Governo, mentre a capo dei soggetti privati è stato posto l'affidamento, tramite gara, delle singole linee con il compito di definirne le caratteristiche del servizio (Gastaldi et al., 2012). La riforma della *governance* istituzionale è stata ripresa nel 2000 con l'istituzione della GLA, *Greater London Authority*, (formata dal sindaco e da 25 membri della London Assembly) con al suo interno l'agenzia *Transport for London* (TfL) alla quale sono stati affidati i compiti di pianificazione della rete e di stipula delle gare nel mercato di Londra (Usai, 2014) definendo, così, un modello di concorrenza *per il mercato*.

Interessante è anche il tema dei **contratti di servizio** (generalmente di tipo *gross cost*), in quanto hanno una durata più breve (pari a 5 anni) rispetto ad altre realtà europee, ma si prevede la proroga di altri 2 anni a seguito del raggiungimento degli obiettivi prefissati dal contratto. In tal modo si instaura un meccanismo di incentivazione, c.d. *“quality incentive”* (AGCM, 2016, p. 105) che garantisca il continuo perseguimento di alte *performance* sia qualitative che quantitative del servizio. Inoltre, a causa della durata dei contratti, le gare a Londra sono molto frequenti e vengono pubblicate in maniera trasparente nel sito del TfL³³ oltre ad essere accompagnate da chiare linee guida sulle modalità di partecipazione. Come è possibile osservare dall'immagine seguente (Figura 1.11), al momento di redazione della tesi, sono già in programma le gare per il 2020.




2020 - 2020 Tendering Programme

Tranche	Route Number	Route Details	ITT	Tender Return	Award	Contract Start Date
638	207/N207 607	White City - Hayes ByPass White City - Uxbridge		09-Apr-18 09-Apr-18	21-May-18 August 21-May-18 August	06-Apr-19 06-Apr-19
639	240 C2	Golders Green - Edgware Oxford Circus - Parliament Hill Fields		23-Apr-18 23-Apr-18	04-Jun-18 September 04-Jun-18 September	27-Apr-19 27-Apr-19
640 *	54 75 689	Woolwich - Elmers End Lewisham - Croydon West Croydon - Monks Orchard		30-Apr-18 30-Apr-18 30-Apr-18	11-Jun-18 September 11-Jun-18 September 11-Jun-18 September	04-May-19 27-Apr-19 20-Apr-19
641 *	272 440	Chiswick - Shepherd's Bush Green Gunnersbury - Stonebridge Park		14-May-18 14-May-18	23-Jul-18 October 23-Jul-18 October	25-May-19 25-May-19
642 *	E1/NE1 E3 E10 E11	Ealing Broadway - Greenford Greenford - Chiswick Ealing Broadway - Islip Ealing Common - Greenford		21-May-18 21-May-18 21-May-18 21-May-18	02-Jul-18 October 02-Jul-18 October 02-Jul-18 October 02-Jul-18 October	01-Jun-19 01-Jun-19 01-Jun-19 25-May-19
643	124 136 227	Eltham - Catford Elephant & Castle - Grove Park Crystal Palace - Bromley North		04-Jun-18 04-Jun-18 04-Jun-18	16-Jul-18 October 16-Jul-18 October 16-Jul-18 October	25-May-19 25-May-19 22-Jun-19

Figura 1. 11 Tendering Programme 2019-2020.

Fonte: <http://content.tfl.gov.uk/uploads/forms/2019-2020-lbsl-tendering-programme.pdf>

³³ <https://tfl.gov.uk/forms/13923.aspx>

1.6.2 La Francia e il caso di Parigi

In Francia, ad esclusione della Regione di Parigi, esistono due leggi molto importanti che incidono sulla qualità del trasporto e sul grado di liberalizzazione del settore: la *Loi LOTI* e la *Loi Sapin*.

Nel 1982, con la *Loi LOTI*³⁴, la legge fondamentale di organizzazione dei servizi di trasporto pubblico, viene sancito il diritto al trasporto pubblico³⁵, con il dovere per la pubblica amministrazione di garantire un'offerta del servizio TPL adeguata a soddisfare il bisogno di mobilità di tutti i cittadini, soprattutto di quelli più svantaggiati.

La *loi Sapin* del 1993, invece, introduce l'obbligatorietà delle gare e definisce le competenze ai diversi livelli amministrativi. Nello specifico, alle autorità pubbliche spetta il compito di definire le caratteristiche del servizio e le modalità di gestione, scegliendo tra tre alternative possibili (Gastaldi et al, 2012, Usai, 2014): affidare il servizio tramite procedura ad evidenza pubblica, quindi con gara, e favorire la concorrenza *per* il mercato, affidare il servizio *in house*, oppure erogare esse stesse il servizio con proprie società (*régie de transport*), il cui finanziamento dipende dall'autorità ed avviene solo nel 10% dei casi (Gastaldi et al, 2012, p.2). Per quanto riguarda, invece, la tipologia di contratto di servizio, in Francia si può ricorrere sia alla *delegation de service public* (modello *net cost*), utilizzato nel 90% dei casi (Usai, 2014) oppure tramite appalto, secondo il modello di tipo *gross cost*.

Entrambe le leggi non trovano applicazione nella regione dell'*Ile de France* e quindi non valgono per la città di **Parigi**, dove il trasporto pubblico viene regolato da altre due norme: il Decreto del 14/11/1949 e l'Ordinanza del 7/01/1959 (Usai, 2014). Nella capitale, infatti, non si prevede la stipula delle gare e l'affidamento diretto è quello predominante, a favore di grandi colossi come la RATP (*Régie Autonome des Transports Parisiens*), proprietaria dello Stato e *competitor* anche nei mercati internazionali³⁶. Il mercato francese risulta, di fatto, molto protetto e difficilmente gli attori stranieri riescono ad aggiudicarsi le gare, scritte nella maggior parte dei casi *ad hoc* per la RATP o altri attori locali.

1.6.3 L'Italia e il confronto tra l'ATM di Milano e GTT di Torino

Di seguito verranno brevemente illustrati gli esempi delle modalità di affidamento avvenute per le aziende di trasporto di Milano e Torino, entrambe società per azioni del comune, ritenuti interessanti in quanto mostrano come le diverse tipologie di contratto di servizio possano effettivamente condizionare l'efficacia, e quindi i bilanci, delle aziende di Trasporto Pubblico.

³⁴Loi d'orientation des Transports Intérieurs

³⁵All'art. 2, la legge recita: «La mise en œuvre progressive du **droit au transport** permet aux usagers de se déplacer dans des conditions raisonnables d'accès, de qualité et de prix ainsi que de coût pour la collectivité, notamment par l'utilisation d'un moyen de transport ouvert au public»

³⁶ Il gruppo RATP Dev è presente dal 2005 anche nel mercato Italiano (<http://www.ratpdev.it/ratp-dev-italia>)

Milano

A Milano, il TPL viene gestito dall'*Azienda Trasporti Milanese Servizi*, società per azioni al 100% di proprietà del Comune. I servizi erogati dall'azienda sono regolati dal *“Contratto per il servizio di trasporto pubblico locale e di quelli connessi e complementari”*, con durata pari a 7 anni a partire dal 01/05/2010, prorogato con delibera n.2019 del 17/02/2017.

Nel bilancio del 2016 redatto dall'azienda si afferma che il CdS è di tipo *grosscost*, in virtù del quale *“ATM percepisce un canone annuale a fronte della produzione di un determinato servizio (misurato in vetture/km) stabilito in sede di sottoscrizione”* (ATM Servizi 2014, p.18), con un margine di variazione del 2% per il servizio metropolitano e del 3% per i servizi di superficie. Il Comune, invece, è titolare degli introiti derivanti dalla vendita dei titoli di viaggio, mentre l'azienda gestisce la rete di vendita e la distribuzione dei biglietti, acquistabili dai clienti secondo differenti modalità³⁷. In tal modo, all'azienda spetta il compito di percorrere gli obiettivi di efficienza (riducendo il costo di produzione al km) e di efficacia, incrementando il numero di passeggeri paganti (De Santis, 2007). In riferimento all'efficacia, quindi alla copertura dei costi operativi con ricavi da tariffa, secondo il Bilancio del 2016, *“l'incidenza si attesta intorno al 48,8%”*. Tale risultato pone l'azienda in una situazione di vantaggio rispetto alla media nazionale pari al 30% (AGCM, 2016). Una modalità di affidamento di questo tipo (cfr. par. 1.5.1) inoltre, esonera ATM dai rischi commerciali, posti tutti nelle mani del Comune di Milano che, a ragion veduta, ha tutto l'interesse nel pianificare l'offerta secondo l'effettiva domanda di trasporto. Nel costo lordo, inoltre, rientrano anche tutte le spese relative al controllo effettuato sull'evasione tariffaria del quale ATM fa grande vanto all'interno del suddetto bilancio³⁸.

Torino

Il servizio di TPL nel capoluogo piemontese è offerto dal Gruppo Torinese Trasporti (GTT)S.p.A le cui quote sono detenute al 100% dal Comune di Torino. La prima gara (la città ha fatto da stazione appaltante) per l'affidamento del servizio è avvenuta nel 2011, aggiudicata a GTT con l'offerta economicamente più vantaggiosa³⁹ per una durata inizialmente prevista di 10 anni, prolungata nel 2013 di altri 5 anni, fino al 2027 (Boitani, Ramella, 2017). Il **contratto di servizio** prevede che GTT (art.6) *«garantisca l'esecuzione del servizio, operi in autonomia la pianificazione degli interventi e le modalità operative necessarie per raggiungere gli obiettivi prefissati»*. Diversamente da quanto accade per il caso milanese, il CdS che regola i rapporti tra l'Agenzia per la Mobilità Piemontese (A.M.P) a G.T.T è di tipo *net cost*, in quanto, all'art.6 si

³⁷A carico di A.T.M, da contratto, vi è inoltre: la gestione del TPL operato in intermodalità, il trasporto a chiamata, la sosta su strada e i parcheggi in struttura, la diffusione delle informazioni all'utenza ed il controllo dell'evasione tariffaria (ATM SERVIZI S.p.a 2014 e 2016)

³⁸Nello specifico, al paragrafo *“Eventi di rilievo del 2016”* (Bilancio 2016, p.29) si afferma: *“Il 15 febbraio 2016 viene introdotto l'obbligo di convalida in uscita ai tornelli nella pressoché totalità delle stazioni metropolitane, quale ulteriore azione di rafforzamento della lotta all'evasione.”*

³⁹Il ribasso offerto dal Gruppo è stato irrisorio, con uno 0,007815% per i servizi di superficie e dello 0,012588% per la metropolitana (Boitani, Ramella 2017).

afferma che: «*il soggetto concessionario è titolare delle compensazioni economiche, dei provenienti da traffico derivanti dalla vendita dei titoli di viaggio e di sosta e degli altri ricavi industriali*».

Per Torino, secondo gli accordi stabiliti per contratto, si prevede una diversa distribuzione dei compensi da parte dell'Agenzia, sulla base della tipologia di vettura utilizzata per la realizzazione del servizio. Con tale meccanismo di incentivazione, si può facilmente intuire che l'azienda venga spinta ad utilizzare una strategia volta all'ottimizzazione dei propri ricavi (ad esempio pianificando con vetture per le quali è prevista una maggiore ricompensa economica un servizio che ha una bassa densità di domanda) piuttosto che al reale soddisfacimento della domanda di mobilità.

In seguito alla breve descrizione di alcune caratteristiche principali delle due aziende italiane (il secondo e il terzo capitolo verteranno interamente sul caso studio GTT), si è ritenuto interessante proseguire con il loro confronto dal punto di vista dei bilanci riferiti all'anno 2015 (in quanto, al momento della redazione della tesi, il bilancio del 2016 per GTT è ancora in fase di approvazione). Lo scopo è quello di trarre qualche considerazione su quale delle due tipologie di contratto di servizio abbia comportato un effettivo successo in termini di utili delle aziende.

L'utile di un'impresa è definito come “differenza tra ricavi e costi ” e se tale differenza è positiva viene comunemente chiamato profitto o surplus o avanzo, in caso contrario viene chiamato perdita o deficit o disavanzo.

Dal confronto tra le principali voci di entrambi i conti economici (ATM Bilancio 2016, pp. 47-49; GTT Bilancio 2015, p. 55), è possibile notare sin da subito le differenze in termini quantitativi. L'utile prodotto dall'ATM, infatti, risultava pari a 10.898.608€ contro i poco più di 200.000 € di GTT. Anche in termini di ricavi dalle vendite e delle prestazioni emerge una sostanziale differenza tra le due aziende, dovuta in parte dal maggior raggio di operatività della prima rispetto alla seconda. Nonostante l'evidenza di tali dati, bisogna tenere presente che gli stessi non consentono una reale e veritiera equiparazione, in quanto non tengono in considerazione una serie di fattori come, ad esempio, il bacino di utenza del servizio, la dimensione dell'azienda, il servizio erogato in termini di corse-km ecc.

Per poter ottenere una valutazione più realistica della loro redditività si è ritenuto utile, piuttosto, comparare il valore del ROE⁴⁰ (*Return on Equity*) per entrambe le società. Nello specifico, osservando i dati al 2015 (ATM Bilancio 2016, p.11; GTT Bilancio 2015, p.4), è possibile notare una grande differenza tra le due aziende nella capacità di generare profitto. Di fatto, mentre l'ATM riesce a far registrare un ROE pari al 50%, GTT mostra un ROE appena al di sopra dello 0% (0,13%).

⁴⁰Il Return on Equity (ROE) è, infatti uno dei principali e più importanti indicatori di bilancio e segnala la redditività di un'azienda. Il ROE indica in percentuale quanto profitto è stato generato sulla base del denaro investito nel capitale, secondo la seguente formula: $ROE = (\text{Reddito Netto di Esercizio} / \text{Mezzi Propri}) \times 100$ (Definizione tratta da Wikipedia alla voce «*Return on Equity*»: https://it.wikipedia.org/wiki/Return_on_equity)

In definitiva, nonostante nei diversi studi di settore i contratti di tipo *net cost* vengono considerati i più incentivanti verso l'efficienza e l'efficacia del servizio, nella realtà dei fatti non tutte le aziende appaiono in grado di gestire i rischi derivanti dal contratto. L'unico vero fattore che influisce sulla qualità dell'offerta sembra piuttosto la capacità del soggetto affidatario di esercitare un corretto controllo sull'operato del soggetto gerente, intervenendo sia con penalità (qualora le modalità di gestione ed i servizi stabiliti dal CdS non venissero rispettati), che con meccanismi di incentivazione alla produttività più razionali di quelli osservati. Questi, infatti, dovrebbero essere basati su dati concreti di domanda ed essere volti all'ottimizzazione delle risorse economiche le quali, si ricorda, continuano ad essere a carico dei contribuenti.

1.6.4 Gli effetti della liberalizzazione del settore nella copertura dei costi di esercizio

In conclusione, dal confronto con le principali realtà europee, è possibile osservare come il trasporto pubblico locale sia un settore caratterizzato dall'esistenza di vari mercati, a volte ad accesso esclusivo di un solo operatore, come nel caso francese, nel quale i privati competono all'interno del proprio mercato, ed altre in cui si favorisce la concorrenza *nel mercato* favorendo l'accesso anche ad altri *competitor* internazionali (Gastaldi et al,2012).

Dal punto di vista della struttura, i grandi colossi europei, come la tedesca ARRIVA del gruppo Deutsche Bahn, con un numero di impiegati pari a quasi 2/3 di quelli dell'intero settore italiano, oppure la RATP francese, presentano una “struttura ad holding che controlla e/o è associata ad un vasto numero di piccoli operatori locali”(AGCM, 2016, p.17) con leve espansionistiche anche negli altri mercati internazionali.

Nel caso italiano, invece, come è stato più volte sottolineato, le imprese sono piccole e frammentate nel territorio, con situazioni che variano notevolmente da nord a sud e inadatte a sfruttare economie di gruppo.

Tale struttura, come si è visto, non consente lo sviluppo di “investimenti per migliorare il servizio offerto ai cittadini ed adeguati profitti per le aziende” (ISFORT, 2014, p.17). Tutto ciò si riversa anche negli effetti connessi alle gare. Mentre nel nostro paese gli esiti delle stesse non hanno di fatto incentivato la vera concorrenza (Boitani, Cambini, 2004), in altre realtà la situazione è più stabile. L'efficacia di un processo concorrenziale, come più volte ricordato è, infatti, strettamente connesso alle competenze possedute dai soggetti affidatari. Nel caso di Londra, ad esempio, le gare vengono scritte da organi altamente qualificati e con una grande esperienza come il *Transport for London* ed i risultati non hanno tardato a manifestarsi. Dal 1986 al 1999, infatti i costi di servizio, per il TPL sul gomma, si sono ridotti di più del 50% dal 1986 e il livello di contribuzione pubblica è sceso di più del 73%, fino ad arrivare, con i ricavi da traffico, a coprire quasi il 98% dei costi, con effetti positivi anche sulla produttività. Tra il 2014 e il 2015 gli utenti del TPL sono aumentati del 70% (Transport for London, 2015) a differenza della Francia, dove, invece, i costi sono rimasti nettamente più alti di quelli di Londra (AGCM, 2016).

Per il tema dei finanziamenti per il TPL, infine, i diversi paesi europei hanno adottato strategie (Cassa Depositi e Prestiti, 2013) sul modello della cattura del valore⁴¹.

In Francia⁴², ad esempio, sono state introdotte specifiche tasse di scopo (*Versament Transport*) applicate sia sui suoli prossimi alle infrastrutture, che ai pedaggi urbani o allo stipendio dei dipendenti di aziende con più di 9 addetti” (AGCM,2016, p.17). In Italia, invece, il settore continua a dipendere dalla contribuzione pubblica ed i ricavi tariffari non coprono più del 30% per TPL su gomma, a differenza della Francia con il 46%, del Regno Unito con il 64% e la Germania con l'83%.

⁴¹Per cattura del valore si intende “la metodologia applicata alle infrastrutture di trasporto che, permettendo di appropriarsi di parte dei benefici da esse generati, consente di contribuire al finanziamento delle stesse e quindi di conseguire vantaggi di natura economica per la pubblica amministrazione” (Milotti, Patumi,2011, p.2)

⁴²Il trasporto pubblico in Francia, ad esclusione di Parigi, viene così finanziato (dati aggiornati al 2011): il 19% con i ricavi da traffico; il 48% dalla tassa *versement transport*, detratta dagli stipendi degli impiegati nelle aziende; il 31% dai contributi locali e solo il 2% con i contributi statali (Usai,2014)

Capitolo 2: Il Gruppo Torinese Trasporti e la gestione del servizio di TPL

Secondo le considerazioni emerse nel primo capitolo, il trasporto pubblico locale, specialmente in Italia, continua ad essere considerato una modalità di trasporto meno "attraente" rispetto all'auto privata e, pertanto, registra livelli di domanda ancora insufficienti a coprire gli elevati costi di esercizio. D'altra parte è evidente che le aziende di TPL necessitano di una migliore razionalizzazione delle proprie risorse e ciò non può che avvenire pianificando e monitorando il servizio sulla base di dati affidabili di domanda e di offerta. In tal senso, un buon punto di partenza potrebbe essere quello di investire sugli *Intelligent Transport System* (ITS) definiti della Commissione Europea (2010/40/UE) come «*applicazioni avanzate che, senza essere dotate di intelligenza in senso proprio, mirano a fornire servizi innovativi relativamente ai diversi modi di trasporto e alla gestione del traffico e consentono a vari utenti di essere meglio informati e di fare un uso più sicuro, maggiormente coordinato e più «intelligente» delle reti di trasporto*».

Tali "sistemi", infatti, offrono la possibilità di monitorare in tempo reale lo stato del servizio e di costruirne uno storico sulla base del quale pianificare e ottimizzare l'offerta futura.

Le aziende di trasporto che li hanno adottati a partire dagli anni '60 hanno riscontrato miglioramenti della qualità del proprio servizio, ottenendo maggiore puntualità delle corse, riduzione dei tempi di attesa da parte dei passeggeri e una complessiva ottimizzazione delle risorse investite nel settore.

Nello specifico, secondo quanto riportato dalla Commissione Europea nel *Libro Bianco* del 2011, tra i molteplici benefici conseguenti all'utilizzo degli ITS nei diversi settori (dai trasporti pubblici e privati, alla logistica, alla sicurezza stradale) si possono riscontrare:

- la riduzione dei tempi di spostamento nell'ordine del 20%;
- l' aumento della capacità della rete del 5÷10%;
- la diminuzione del numero di incidenti del 10÷15%;
- la diminuzione delle congestioni del 15%;
- la riduzione delle emissioni inquinanti del 10%;
- la riduzione dei consumi energetici del 12%.

Tra gli ITS si annoverano dispositivi come l' *Advanced Vehicle Localization* (AVL) e l'*Advanced Vehicle Monitoring* (AVM) che permettono di controllare, in tempo reale, la posizione e l'avanzamento delle vetture. Il funzionamento di un sistema AVM si compone di una prima fase relativa alla raccolta dati sulla posizione e sulla velocità del veicolo, resa possibile grazie alla presenza a bordo di sensori quali odometri o altri strumenti di navigazione satellitare (es. GPS o GALILEO) e di una seconda fase di raccolta e trasmissione dei dati sul servizio.

Una volta inviati, i dati possono essere utilizzati per diversi scopi, dalla reportistica alle informazioni all'utenza. Nella famiglia degli ITS si individuano, infatti, anche gli *Advanced Traveller Information System* (ATIS) che permettono alle aziende di TPL di fornire all'utenza un servizio c.d. di *infomobilità*. Attraverso diversi canali, quali appositi schermi posti in corrispondenza delle fermate, la ricezione di SMS o notifiche ricevute dalle applicazioni per *smartphone*, ad oggi gli utenti possono, di fatto, essere aggiornati sulle previsioni di arrivo dei mezzi alle fermate, sulle ipotetiche variazioni del servizio o sulle modifiche di percorso di una linea. Tutto ciò, ovviamente, contribuisce ad un innalzamento della percezione della qualità del servizio, influisce sui tempi di attesa dei passeggeri (Chorus et al., 2005) comportando benefici diretti sulla *customer satisfaction*.

In relazione a tali considerazioni nel secondo capitolo si farà riferimento al caso studio torinese, descrivendo il modello di gestione adottato dal Gruppo Torinese Trasporti a seguito dell'introduzione degli ITS a supporto del monitoraggio dell'esercizio e della regolarizzazione dell'offerta di TPL.

2.1 Il servizio di Trasporto pubblico locale offerto nella città di Torino

Il presente lavoro di tesi è stato svolto in collaborazione con il Gruppo Torinese Trasporti (GTT), attualmente la principale azienda di trasporto pubblico locale nell'area metropolitana di Torino.

Questa fornisce alla cittadinanza i seguenti servizi di mobilità (<http://www.gtt.to.it/cms/gtt/presentazione-del-gruppo#chi>):

- trasporto urbano e suburbano;
- trasporto extraurbano;
- parcheggi a pagamento;
- servizi turistici;
- rifornimenti di metano.

Per il trasporto urbano e suburbano il servizio è offerto tramite 80 linee automobilistiche ed 8 linee tramviarie, che percorrono complessivamente circa 56 milioni di km all'anno.

Per quanto riguarda il trasporto extraurbano, invece, dal 2010 è gestito da un altro consorzio, Extra.To, di cui GTT è membro.

Tutte le linee esercite sono state classificate dall'ufficio pianificazione di GTT sulla base della percentuale di passeggeri trasportati. La prima categorizzazione risale ad un'indagine svolta nel 2000 e, sulla base di questa, la curva di domanda per linea viene costantemente aggiornata con i dati registrati (solo in check-in) dalle validatrici elettroniche presenti a bordo delle vetture (cfr. par. 2.2.2).

Come si può osservare dalla Figura 2.1, le linee urbane e suburbane sono state differenziate in 4 classi (A-B-C-D) in base al numero (%) di passeggeri trasportati che valida regolarmente il proprio titolo di viaggio.

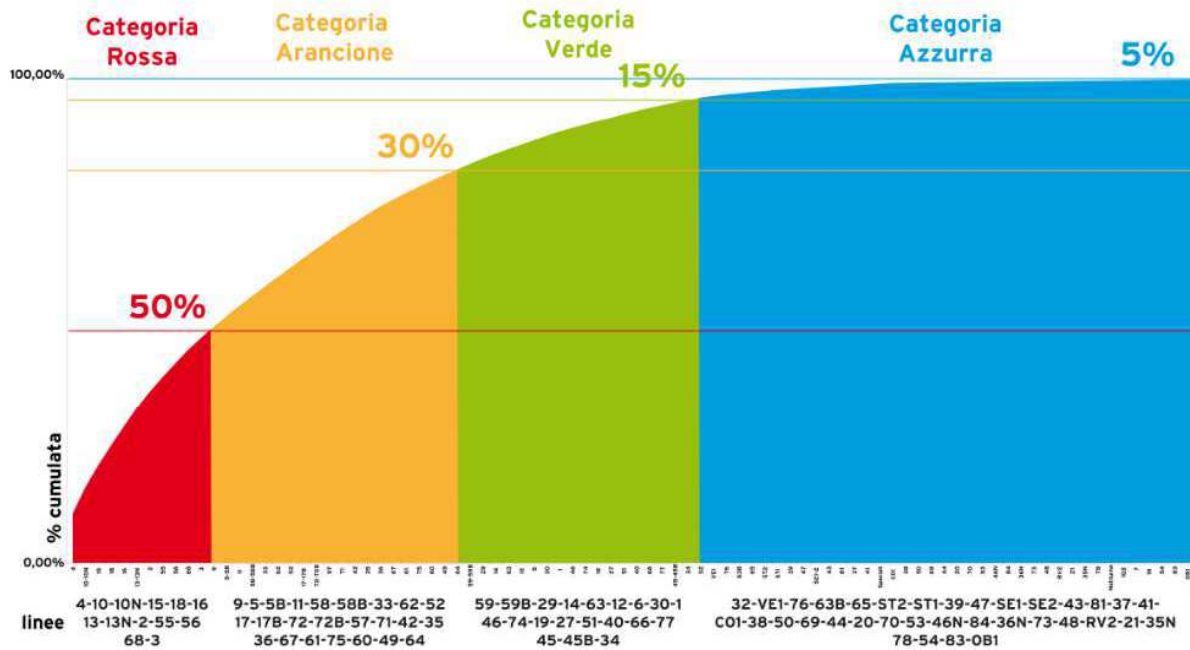


Figura 2. 1 Passeggeri trasportati per linea: classificazione delle linee Urbane e Suburbane aggiornate sulla base dei dati delle validazioni elettroniche.

Fonte: <http://gtt.to.it>

Dall'andamento della curva si evince come la maggior parte dei passeggeri si concentri, in realtà, su un numero limitato di linee le cui caratteristiche sono state descritte, nel 2014, da uno studio condotto dal Politecnico di Torino sotto commissione di GTT: "Riorganizzazione della rete di TPL di superficie dell'Area Metropolitana di Torino" (Figura 2.2 Figura 2.)

CLASSE	CARATTERISTICHE	LINEE
A	Linee di forza: comprendono tutte le linee tramviarie e le linee automobilistiche ritenute importanti per collocazione sul territorio e valenza strategica ai fini della mobilità sul territorio	2, 3, 4, 5, 5b, 9, 10, 10N, 13, 15, 16, 18, 62
B	B0 Linee tipicamente di adduzione. Hanno percorsi medio-brevi che consentono di collegare parte del territorio con le linee principali	1, 21, 28, 47, 54, 65, 78
	B1 Linee "secondarie" radiali di collegamento tra le aree della periferia 1 ed il centro città.	12, 27, 29, 46b, 53, 55, 58, 58B, 60, 63, 63B, 71
	B2 Linee "secondarie" di collegamento tra le aree della periferia 2 verso quelle della periferia 1	42, 74
	B3 Linee "secondarie" di collegamento tra le aree della periferia 2. Sono linee radiali o di attraversamento	50, 52, 56, 66, 68, 75
B4 Linee "secondarie" di collegamento tra le aree della periferia 1. Sono linee radiali o di attraversamento	73	
C1	Linee extraurbane che penetrano nell'area urbana fino a raggiungere il centro città	11, 14, 30, 33, 33b, 34, 46, 49, 51, 51B, 57, 59, 61, 64, 67, 70
C2	Linee extraurbane che entrano nell'area urbana ma si attestano nell'area periferica (periferia 1 e 2)	17, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 45B, 46N, 69, 72, 72B, 76, 77, 79, 81, 84
D1	Linee che si sviluppano nell'area urbana seguendo un percorso dedicato. Possono fare un servizio di "navetta" ed hanno generalmente un percorso breve e, a volte, circolare.	7, 19, 59N, 102, 119, San Camillo, Star1, Star2, Star5
D2	Linee che si sviluppano nell'area extraurbana seguendo un percorso dedicato. Possono fare servizio di "navetta" ed hanno generalmente un percorso breve e, a volte, circolare.	35N, 36N, 48, 80, 82, 83, RV2, 1N, OB1, 1C

Figura 2. 2 Classificazione funzionale delle linee GTT.

Fonte: Politecnico di Torino (2014)

La distribuzione delle linee sul territorio urbano è stata analizzata attraverso software GIS (Figura 2.3) e mostra come la maggior parte del servizio di TPL nella città di Torino sia garantito attraverso quelle di categoria A . Queste sono integrate con quelle di categoria B (di adduzione) che consentono il collegamento con i maggiori comuni della prima cintura di Torino: Venaria Reale, Grugliasco, Moncalieri, Nichelino e Collegno.

Le linee di categoria C e D, invece, in alcuni casi contribuiscono ad una migliore capillarità dell'offerta verso la collina torinese (ad est); in altre circostanze vengono servite con vetture elettriche nel centro città (linea Star) oppure vengono erogate durante il periodo notturno del fine settimana.

Bisogna, tuttavia, precisare che alcune linee della categoria C e D registrano una percentuale di affollamento talmente bassa che non giustificherebbe il loro servizio nel centro storico, sia a causa degli alti costi di esercizio (non compensati da un'adeguata domanda), che per le emissioni dei gas di scarico provenienti da veicoli particolarmente obsoleti con cui queste vengono erogate (Matarazzo, 2017).

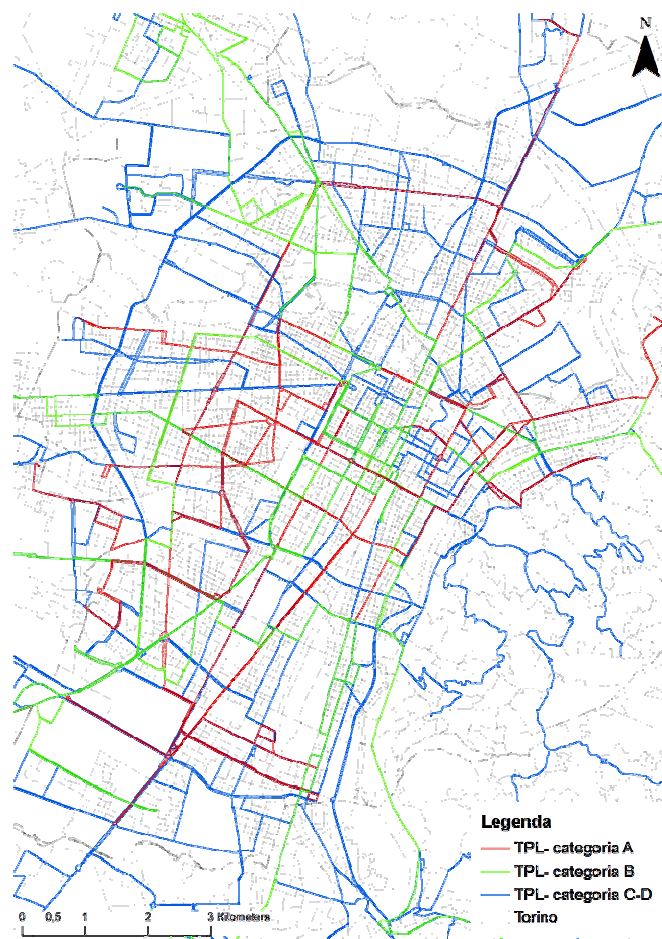


Figura 2.3 Distribuzione delle linee urbane offerte da GTT nel territorio comunale sulla base della classe di appartenenza.

Fonte: propria elaborazione attraverso software GIS

La domanda di trasporto pubblico, inoltre, viene attualmente soddisfatta attraverso un parco veicolare (Figura 2.4) composto da 204 tram e 1321 autobus (rinnovato nel 2017 grazie all'acquisto di 20 autobus elettrici da 12 m) che hanno lunghezze diverse e differenti capacità di trasporto:

- **64 Bus da 7m (3 porte):** capacità totale (in piedi e a sedere) media pari a 30 passeggeri per vettura;
- **709 Bus da 12m (3 porte):** capacità totale (in piedi e a sedere) media pari a 98 passeggeri per vettura;
- **293 Bus snodati da 18 m (4 porte):** capacità totale (in piedi e a sedere) media pari a 154 passeggeri per vettura;
- **7 Tram storici da 14 m:** capacità totale (in piedi e a sedere) media pari a 117 passeggeri per vettura;
- **142 Tram da 20-22 m:** capacità totale (in piedi e a sedere) media pari a 174 passeggeri per vettura;
- **55 Tram da 34m :** capacità totale (in piedi e a sedere) media pari a 197 passeggeri per vettura.

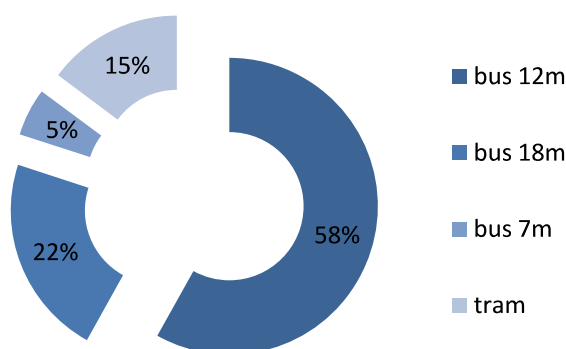


Figura 2.4 Composizione(%) del parco veicolare GTT Urbano ed Extraurbano per tipologia di vettura.
Fonte: propria elaborazione su dati aziendali

Un altro servizio molto importante offerto dall'azienda è il notturno c.d. *GTT night buster*, composto da 10 linee ed erogato con autobus a metano venerdì, sabato e nei prefestivi con intervalli di un'ora.

L'azienda, inoltre, gestisce, con 40 treni, altre due linee ferroviarie come Servizio Ferroviario Metropolitano: la linea sfmA Torino - Aeroporto - Ceres e la sfm1 Pont - Rivarolo - Chieri, servendo 33 Comuni per un totale di 1,21 milioni di km l'anno.

2.2 La dotazione ITS dell'azienda GTT per la regolarizzazione dell'offerta

Il *Gruppo Torinese Trasporti* (GTT) nasce nel 2003, in seguito alla fusione tra l'*Azienda Torinese Mobilità* (ATM) e la *Società per Azioni Torinese Trasporti Intercomunali* (SATTI), entrambe sotto il controllo del Comune di Torino.

L'azienda è stata pioniera in Italia nell'adozione di un sistema ITS per la regolarizzazione del servizio. La decisione di dotare la flotta veicolare di un sistema AVM è avvenuta nel 1982, quando l'allora ATM decise di creare il cosiddetto "*Consorzio SIS*" (Sistema Informativo del Servizio) tra l'azienda **Italtel**, in quel periodo *leader* italiano nel settore delle telecomunicazioni e l'azienda **MIZAR**, esperta nel campo informatico.

L'esigenza era quella di fornire agli utenti un servizio di maggior qualità e per tale ragione si decise di affidare a MIZAR, dal 2010 SWARCO-MIZAR (in seguito alla sua acquisizione da parte della multinazionale SWARCO), la creazione del **software SIS** alla base degli apparati AVM installati a bordo delle vetture (cfr. par.2.2.1)

In quegli anni le tecnologie a supporto degli AVM, per poter localizzare le vetture, necessitavano della presenza nelle strade di speciali sensori o spire di rilevamento che, però, oltre ad avere alti costi di installazione e manutenzione, non garantivano la flessibilità del monitoraggio del veicolo in caso, ad esempio, di deviazioni del percorso di una linea.

Nel caso di Torino, negli anni '80, si cercò di superare tali limiti, introducendo un metodo alternativo di gestione della flotta. Nello specifico, il software ideato da MIZAR, si basava sulla costruzione topologica della rete stradale, nonché dei percorsi delle diverse linee esercite, suddivisi, a loro volta, in una sequenza progressiva di archi e nodi. La geometria dei percorsi veniva "caricata" da remoto su uno speciale supporto chiamato *tabellotto* posto all'interno della vettura. Grazie a tale apparato, ancora oggi presente a bordo (seppur rinnovato), l'autista aveva la possibilità di *qualificarsi*, ossia di associare ad una specifica vettura il proprio turno guida e la linea in esercizio.

Il veicolo, dotato di *odometro*, mandava alla centrale operativa la sua localizzazione mediante un ponte radio composto da due ripetitori. Durante il tragitto, un elaboratore di bordo verificava la corrispondenza tra le sequenze dei maxiarco che la vettura stava percorrendo e quelle salvate sul *tabellotto* e, se queste non erano coerenti, la centrale perdeva la localizzazione della vettura.

Tale sistema, ovviamente, comportava delle limitazioni nella gestione della flotta e per tale ragione, nel 2007, l'utilizzo delle frequenze radio, alla base della trasmissione della posizione, è stata modificata a favore del GPS.

La localizzazione, adesso molto più precisa rispetto al passato, avviene sia grazie al sistema satellitare (Figura 2. 5) che alla presenza a bordo di un odometro e di un giroscopio gestiti da un computer di bordo (http://www.tramditorino.it/sis_apparati_nuovi.htm).

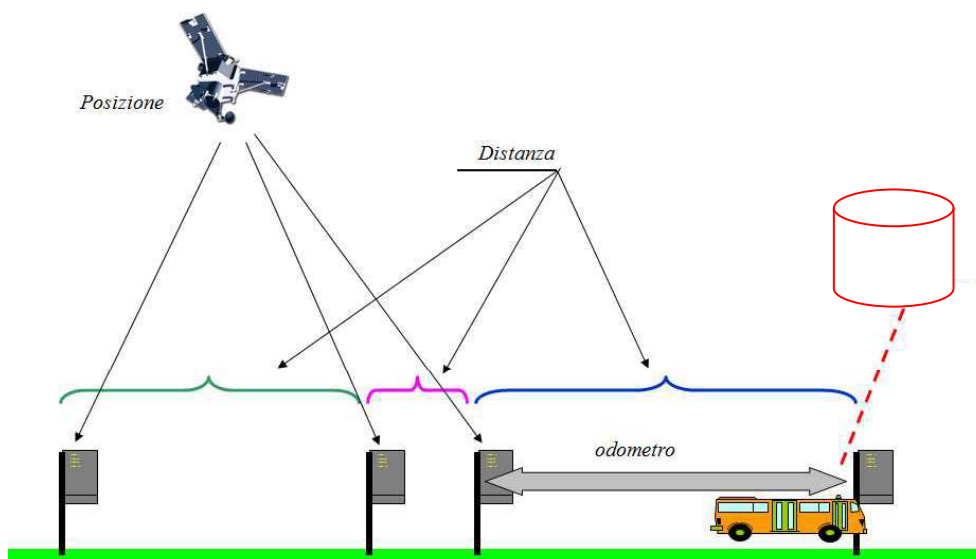


Figura 2. 5 Schema riassuntivo sull'attuale metodo di rilevazione della posizione del veicolo.
Fonte: GTT

Il sistema, così perfezionato, ad oggi permette alla centrale operativa di controllo (cfr. par. 2.3) di localizzare in maniera più precisa e in tempo reale ogni vettura della flotta GTT, con notevoli benefici anche ai fini della regolarizzazione del servizio. L'evoluzione del sistema di monitoraggio ha, inoltre, comportato l'aggiornamento delle componenti hardware e dei relativi software di bordo e di centro, fino all'ultima versione avvenuta nel 2010.

Infine nel 2014, in seguito alla decisione di Microsoft di non fornire più assistenza per i sistemi operativi Windows XP, alla base degli apparati AVM, è stato stipulato un nuovo contratto di "manutenzione evolutiva" con l'azienda SWARCO-MIZAR la quale ha realizzato una nuova versione del software di centrale chiamato *Flash-Net* "privo di ogni personalizzazione, ma capace di garantire l'interoperabilità con la suite di programmi aziendali" (Matarazzo, 2017, p.46). La nuova versione, attualmente soggetta alle ultime prove di compatibilità con il resto dell'architettura informatica, dovrà sostituire tutte le funzionalità del software precedente, nonché essere di supporto al monitoraggio del servizio da parte della centrale operativa. Superata la fase di pre- produzione, nel 2016 è stata avviata la procedura c.d. di "postazione singola", testando il nuovo software SIS, denominato internamente *SIS-Evo*, su una alcune linee e monitorando la stabilità del sistema. Tale prova, purtroppo, non ha portato i risultati desiderati a causa dell'eccessivo utilizzo dell'unità di elaborazione centrale (CPU) che causa tutt'ora il frequente riempimento dei dischi di memoria e potrebbe, nel futuro, condizionare la qualità delle informazioni trasmesse alla centrale per il monitoraggio del servizio (cfr. par 2.3). Per tali ragioni, ancora oggi lo *switch* a favore del nuovo sistema SIS non può dirsi del tutto concluso e continua ad essere monitorato da entrambe le aziende nelle sue diverse applicazioni.

2.2.1 L'apparato AVM

Per poter garantire il monitoraggio della flotta, su ciascuna vettura sono posizionate 4 antenne: 2 GPRS, utilizzate per permettere la trasmissione dei dati bordo-centro e garantire la comunicazione vocale con l'autista; un GPS utilizzato per la geo-localizzazione del veicolo ed un'antenna Wi-fi adibita allo scarico dei dati sul servizio effettuato in deposito.

L'apparato AVM di bordo (Figura 2.), invece, attualmente "è composto da un computer centrale con sistema operativo Windows CE 4.0 e da due modem integrati che sfruttano un protocollo GPRS destinati uno al traffico dati e l'altro alle comunicazioni vocali tra veicolo e centrale" (Matarazzo 2016, p.56). A bordo delle vetture, sono presenti anche diversi sensori come quello di "apertura porte" o "di accensione chiave" ed un pulsante di emergenza, mentre un router di bordo permette la connessione e la comunicazione tra il sistema AVM e le diverse periferiche presenti nelle vetture stesse (cfr. par. 2.2.4).



**Figura 2. 6 Attuale apparato hardware AVM di bordo.
Fonte: foto scattata (2017) all'interno di una vettura GTT**

La configurazione dell'attuale sistema prevede che ogni autista all'inizio del servizio attivi i dispositivi a bordo ed esegua la "qualifica" del veicolo con il proprio turno e la linea che sta servendo, grazie ad un apposito monitor *touch screen* a cristalli liquidi (Figura 2.).

In caso contrario la centrale operativa non riesce a stabilire il contatto con la vettura e non ha la possibilità di localizzarla.



Figura 2. 7 Sistema SIS di bordo a supporto degli autisti.
Fonte: <http://www.tramditorino.it>

Grazie a questo supporto, l'autista ha la possibilità di conoscere le informazioni sui tempi di anticipo o ritardo del veicolo rispetto all'orario programmato.

Nello specifico, l'interfaccia (Figura 2. 8) mostra due icone in verde che rappresentano il turno precedente (1) e quello seguente (2), mentre le icone colorate alla loro destra, mostrano la situazione di regolarità tra gli intertempi previsti dal turno precedente (3) e quello successivo (4) ed indicano:

- a) intertempo regolare (verde);
- b) intertempo inferiore rispetto al programmato (blu);
- c) intertempo superiore rispetto al programmato (rosso).

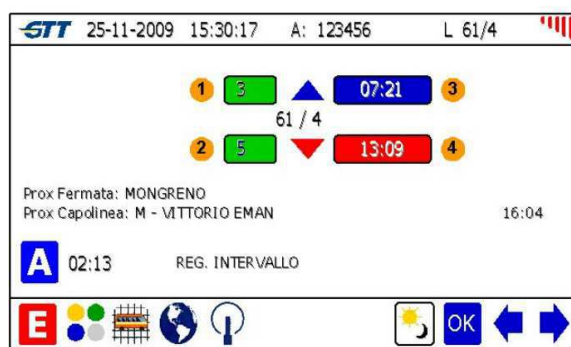


Figura 2. 8 Display SIS di bordo: Intertempi linea (esempio linea 61 turno 4)
Fonte: http://www.tramditorino.it/sis_apparati_nuovi.htm

Il GPS, inoltre, fornisce la posizione del veicolo nel formato WGS84, successivamente trasformato in coordinate cartesiane che hanno l'origine degli assi coincidente con la posizione di piazza Castello a Torino (Furno, 2014).

Grazie all'applicazione del nuovo sistema, l'azienda ha ottenuto miglioramenti anche in termini di regolazione del servizio, in quanto l'autista, conoscendo l'entità del suo anticipo o ritardo rispetto all'intervallo previsto, ha la possibilità di intervenire sulla velocità della vettura che sta guidando (sempre nel rispetto delle regole imposte dal Codice della Strada).

Il sistema degli apparati finora descritto, ha come principale obiettivo la regolarizzazione e il controllo del servizio. Tuttavia, negli anni, i veicoli della flotta GTT sono stati equipaggiati con diverse apparecchiature che svolgono tutte scopi diversi e, per quanto possibile, complementari.

L'adozione dei sistemi ITS, nello specifico, ha interessato anche ulteriori aspetti del servizio come quello della sicurezza a bordo, l'infomobilità, il controllo dell'evasione tariffaria e il monitoraggio della domanda, tema sempre più presente all'interno delle decisioni aziendali. Si ritiene, dunque, interessante fornire una descrizione di tutti i sistemi ITS presenti a bordo delle vetture dell'azienda torinese.

2.2.2 Dispositivi per la bigliettazione elettronica

I dispositivi per la bigliettazione (c.d. *validatori*) elettronica (Figura 2. 9) sono stati introdotti nelle vetture esercenti il servizio urbano, extraurbano e nelle stazioni della metropolitana a partire dal 2008, in seguito al progetto regionale **BIP** (Biglietto Integrato Piemonte), con l'obiettivo di ottenere una bigliettazione "smart" più accessibile agli utenti, nonché di combattere l'evasione tariffaria e monitorare i dati di domanda sulle diverse linee.



Figura 2. 9 Apparato BIP per la validazione elettronica dei titoli di viaggio.
Fonte: <http://www.gtt.to.it>

Questo sistema di bigliettazione si basa su due tecnologie differenti (Figura 2. 10):

- smart card (ISO 144B): permette di caricare sulla carta i titoli di viaggio elettronici acquistabili online. L'aspetto interessante di tale sistema è la sua interoperabilità con altri modi di trasporto, quali il bike sharing o il car sharing;
- *chip on paper* (MIFARE Ultralight): sono i c.d. *carnet* delle corse, disponibili presso le diverse biglietterie diffuse nel territorio regionale.



Figura 2. 10 I titoli di viaggio introdotti dal progetto BIP:
 Supporto ISO 1444B (a sinistra) e MIFARE Ultralight (a destra).
 Fonte: <http://gtt.to.it>

Dal punto di vista informatico, la Regione Piemonte ha definito l'architettura (Figura 2. 111) e le specifiche tecniche alle quali i diversi attori (circa 100 aziende di trasporto pubblico operanti su tutto il territorio regionale) devono attenersi per la trasmissione dei dati sulle validazioni elettroniche.

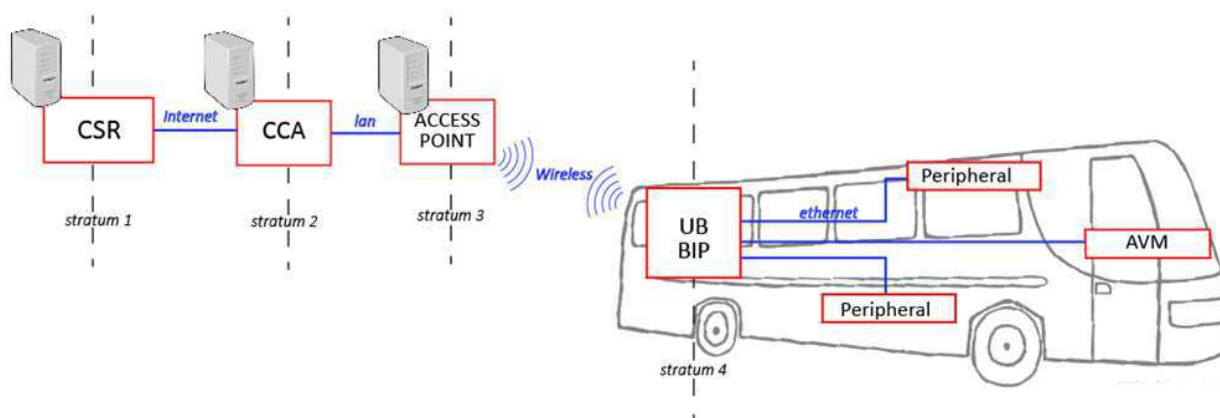


Figura 2. 11 Schema sulla trasmissione dati sulle validazioni elettroniche
 dall'UB di bordo ai Centri di Raccolta Aziendali e Regionale.

Nello specifico, i dati degli utenti (caricati sul supporto elettronico e controllati in fase di validazione) provenienti dai diversi *validatori* (ordinati per data, ora, vettura, fermata, linea), vengono "raccolti" da un computer posto all'interno dell'autobus, denominato **Unità di Bordo (UB)** e, a fine esercizio, quando la vettura rientra in deposito, inviati, tramite Wifi, al database del **Centro Controllo Aziendale (CCA)**, dal quale ogni azienda ha la possibilità di estrarre i report sulle validazioni avvenute durante il proprio servizio (Figura 2.12).

Tali dati, attualmente, vengono raccolti per corsa, fermata, linea, linea e fermata, località e mezzi e, in tal modo, forniscono alle aziende la possibilità di redigere le statistiche sulla domanda di trasporto pubblico.

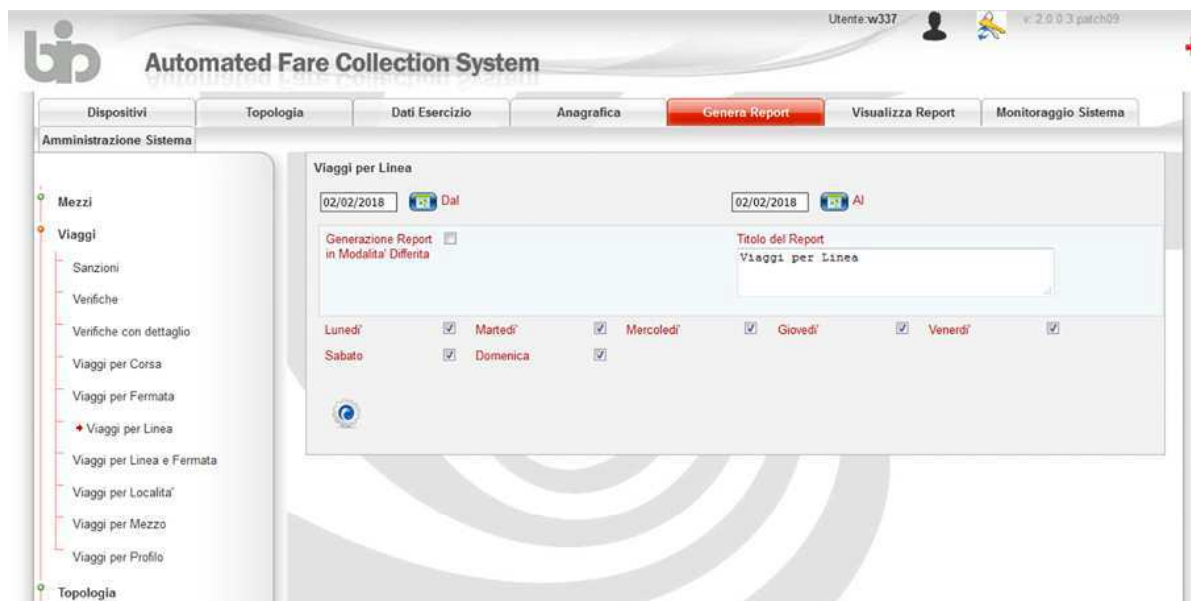


Figura 2.12 Interfaccia CCA dell'azienda GTT per l'estrazione dei dati sulle validazioni elettroniche: viaggi per linea

Gli stessi dati, inoltre, vengono trasmessi al **Centro Servizi Regionale (CSR)**, il quale raccoglie tutte le informazioni dei diversi CCA aziendali aderenti al progetto BIP e li affida all'Agenzia della Mobilità Piemontese (AMP), la quale, sulla base degli stessi, valuta l'equa distribuzione e la qualità del servizio a livello sovra locale.

I vantaggi di un sistema di bigliettazione integrato, se ben gestito, possono essere molteplici sia dal punto di vista degli utenti che per le aziende di trasporto (Martino, 2017). Per i primi, l'utilizzo della smart card agevola gli spostamenti intermodali e regionali in quanto prevede la possibilità di caricare, al suo interno, differenti titoli di viaggio (trasporto pubblico, metropolitana, car sharing, bike sharing, etc.) che valgono anche fuori dall'area urbana di provenienza. Per le aziende, invece, consente un maggior controllo sulla qualità e l'efficienza del proprio servizio, grazie alla possibilità di monitorare buona parte della domanda e contrastare l'evasione tariffaria.

2.2.3 Dispositivi per la videosorveglianza

A bordo di molti veicoli della flotta GTT sono presenti sistemi di videosorveglianza adibiti al controllo della sicurezza dei passeggeri e degli autisti. Il numero delle telecamere varia in base alla lunghezza della vettura (con un minimo di 4 in quelle da 12m, a 5 telecamere per le vettura da 18 m, fino ad un massimo di 8 per i tram da 34m) e la loro disposizione è stata pensata per coprire l'intera area degli autobus.

La registrazione dei filmati, invece, è ottenuta grazie alla presenza a bordo di un apparato **NVR** (Network Video Recorder), mentre l'archiviazione avviene su appositi hard disk per un periodo massimo di 7 giorni, dopo i quali avviene la sovrascrittura con i file più recenti.

In caso di necessità, come ad esempio denunce da parte dei passeggeri, le forze dell'ordine possono chiedere alla centrale SIS di prelevare i filmati dalle vetture e consegnarli alle autorità.

Per quanto riguarda il tipo di telecamere, i mezzi sono equipaggiati sia con quelle digitali che con quelle analogiche e la principale differenza risiede nella modalità di trasmissione del segnale all'NVR. Le prime emettono un segnale video riproducibile da un apposito videoregistratore digitale e, pertanto, necessitano della presenza di un cavo che le connetta al registratore o al convertitore. Le telecamere digitali (IP o Network camera) invece, possono essere collegate con un cavo Ethernet (come avviene per i validatori) in quanto, nel generare un flusso video digitale, utilizzano gli encoder e i protocolli necessari a rendere tale flusso invariabile su una rete dati (LAN o WAN) (Martino 2017).

2.2.4 Dispositivi di bordo per l'informazione all'utenza

Oltre agli apparati finora descritti, sui più moderni veicoli GTT sono presenti ulteriori dispositivi per l'informazione all'utenza, i cosiddetti Passenger Information System (PIS), ossia degli schermi LCD (Figura 2.13) connessi al computer di bordo centrale che forniscono, in tempo reale, informazioni di viaggio quali l'orario, la linea la prossima fermata o il capolinea di destinazione.



Figura 2. 13 I sistemi informativi di bordo.
Fonte: http://www.tramditorino.it/display_2700.htm

L'utilizzo di tali display, oltre all'evidente vantaggio per gli utilizzatori del mezzo pubblico in termini di qualità del viaggio a bordo, possono comportare anche notevoli benefici economici alle aziende di TPL, le quali hanno la possibilità di utilizzarli per trasmettere messaggi pubblicitari o informazioni sull'esercizio.

2.2.5 La comunicazione tra gli apparati di bordo

Al fine di permettere un'integrazione tra le informazioni provenienti dai diversi apparati, all'interno delle vetture più moderne è installata una rete locale (LAN) di bordo che permette la "comunicazione" tra i dispositivi ai quali è stato associato un **indirizzo IP** univoco (Figura 2. 14)

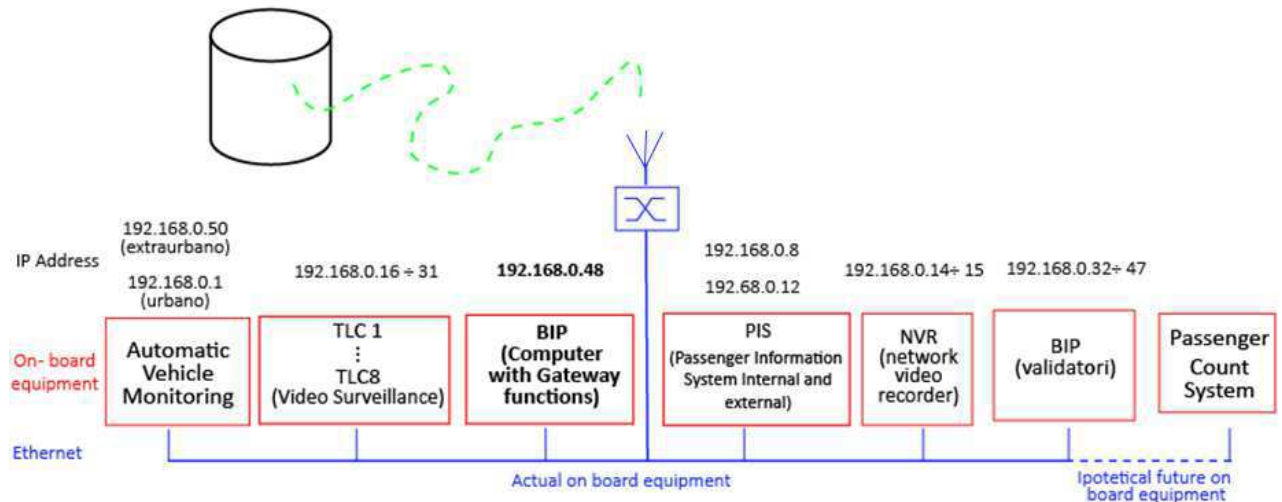


Figura 2. 14 Schema della rete di bordo nelle vetture GTT ed EXTRATO

Come si legge nel documento *Linee guida rete veicolare di bordo e protocollo scambio dati flotte GTT ed EXTRATO* (2012), tale comunicazione “è di tipo è di tipo UDP/IP, con invio **temporizzato** o **ad evento** (secondo la tipologia di dato) di **pacchetti di dati** in su indirizzamento broadcast” .

In altre parole, tutti i dispositivi si dicono *in ascolto* sulla suddetta rete locale, mentre la comunicazione (c.d. "a bus virtuale") permette ad ogni dispositivo di trasmettere o ricevere pacchetti di dati (una sequenza finita di **bit** successivamente modulati in formato numerico per la trasmissione sul canale fisico) indipendentemente dagli altri a bordo.

L'esistenza di un tale sistema permette, come si è visto, di monitorare la domanda di TPL attraverso il numero delle validazioni degli utenti, un'operazione che non sarebbe possibile se a queste non venissero associate la linea, la fermata o la zona tariffaria .

Queste ultime informazioni, in forma di pacchetti di dati, provengono dall'AVM di bordo che le trasmette sulla rete tramite un protocollo proprietario successivamente descritto (cfr. par. 2.5). Gli apparati BIP (validatori), a loro volta, registrano l'avvenuta convalida del titolo di viaggio elettronico, con le informazioni sul tipo di biglietto (es. carnet urbano, suburbano o abbonamento) e inviano tali dati, sempre in forma di pacchetti predefiniti, nella medesima rete secondo un ulteriore protocollo. Infine, come detto in precedenza, all'interno della rete vi opera un computer con funzione di Gateway (Unità di Bordo del BIP), che veicola i pacchetti verso l'esterno.

Unità di Bordo (UB) del BIP

L'apparato che svolge l'importante funzione di aggregazione delle informazioni provenienti dai diversi sistemi è l'Unità di Bordo del BIP. Nello specifico, per quanto riguarda i dati sulla domanda di TPL, una volta avvenuta la validazione, l'apparato BIP registra il titolo di viaggio e lo invia all'UB, il quale associa ai dati dello stesso, l'ora del server NTP e le informazioni provenienti dall'AVM di bordo. In pratica, per riuscire a contare le validazioni avvenute ad una data fermata, per linea o per vettura, l'apparato valorizza i seguenti campi:

- **DoValidation:** registra l'avvenuta convalida del titolo;
- **DocumentClassId:** identificativo di riconoscimento del tipo di documento;
- **TSCSerNum:** numero del titolo di viaggio dell'utente
- **LocId:** località tariffaria;
- **TarId:** zonatariffaria;
- **EndValDate:** data di scadenza del titolo di viaggio;
- **NumPass:** numero dei validazioni avvenute (sulla base del quale viene fatto il conteggio cumulato);
- **Last_loc** e **curr_loc:** rispettivamente la fermata precedente e quella successiva.

L'Unità di Bordo, infine, trascrive le informazioni provenienti dalle diverse validatrici all'interno di diversi file di *log* dai quali provengono i dati sulle validazioni degli utenti necessarie al fine della realizzazione dei report del CCA:

```
DoValidation: Validazione OK, DocumentClassId=1, TSCSerNum="0000000038101B16", LocId=1272, RideId=67, ProvId=1, TarId=199, CtrId=2920327378:21567, EndValDate=2017/04/30, NumPass=1
```

```
04/12.06:58:08 2037 LOG [0@main.cpp:2288] (0) InServiceMenu: Cambiata localita`, aggiornamento display, last_loc=1272, curr_loc=1981
```

```
04/12.07:04:13 2037 LOG [0@main.cpp:2288] (0) InServiceMenu: Cambiata localita`, aggiornamento display, last_loc=1981, curr_loc=1156
```

```
04/12.07:10:06 2037 LOG [0@main.cpp:2288] (0) InServiceMenu: Cambiata localita`, aggiornamento display, last_loc=1156, curr_loc=1980
```

L'estrazione di tali file dall'UB del Bip è resa possibile grazie ad un apposito applicativo aziendale chiamato *Busclient* nel quale vengono registrate tutte le informazioni sullo stato degli apparati di bordo e delle relative reti (Figura 2.15). Inoltre, inserendo l'indirizzo IP degli apparati è possibile consultare e scaricare i dati sulle validazioni avvenute a bordo e verificare il corretto stato di funzionamento della loro trasmissione.

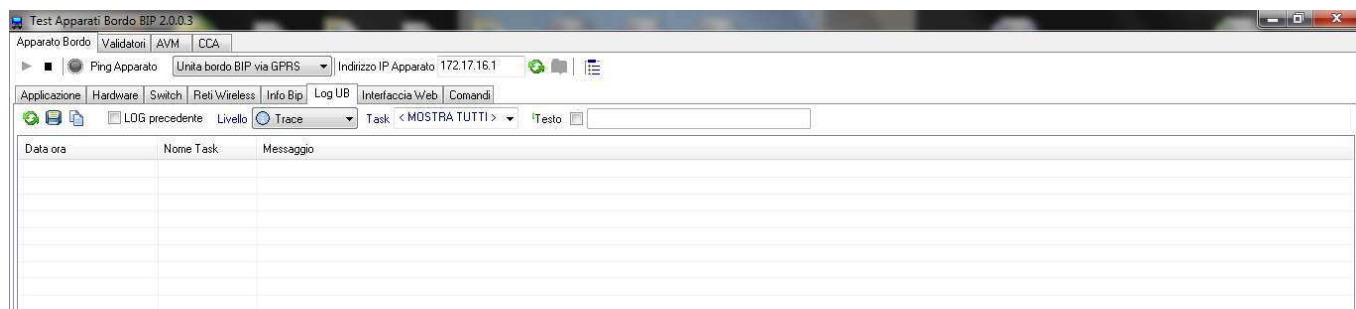


Figura 2.15 Applicativo Busclient: Finestra per l'estrazione dei file di log dell'UB del BIP

2.3 Il monitoraggio della servizio: la centrale Operativa SIS

In relazione al monitoraggio della flotta, invece, questo avviene grazie al continuo lavoro di una squadra di operatori esperti della *centrale operativa SIS*.

Come si è visto, attualmente il sistema di rilevamento delle posizione avviene grazie al connubio tra il sistema GPS e l'odometro di bordo, mentre la trasmissione della posizione della vettura può avvenire "ad evento", come nel caso dell'apertura o chiusura delle porte di accesso ai passeggeri, oppure ad intervalli temporali variabili (da un minuto a 15 secondi nel caso di linee con priorità semaforica).

Il compito degli operatori è quello di garantire un servizio conforme a quello pianificato (cfr. par. 2.4), intervenendo in caso anticipi o ritardi rispetto agli orari previsti. L'intervento umano, inoltre, risulta fondamentale in situazioni di forti irregolarità (causate in parte dalla complessa organizzazione del servizio GTT) che non riescono ad essere risolte dal solo software di centrale. In casi come questi, infatti, è necessario intervenire con l'operazione c.d. *abbuono*, che non prevede una reale regolarizzazione, attraverso la quale il ritardo accumulato e non più recuperabile viene "abbuonato", ossia trascurato, per permettere al software di "ricalcolare l'associazione dei turni" (Roffinella, 2015, p. 84)

Nello specifico, ad ogni operatore viene affidato il controllo di circa 12 linee attraverso la visualizzazione, in maniera schematica e lineare, delle caratteristiche dei diversi percorsi: nome dei maxinodo in giallo, nome nodi intermedi in azzurro e singole fermate rappresentate dalle barre grigie verticali.

La visualizzazione c.d. *monilinea* (Figura 2. 6) rappresenta, in buona sostanza, la porzione della Mappa di Stato (cfr. par. 2.3.1)

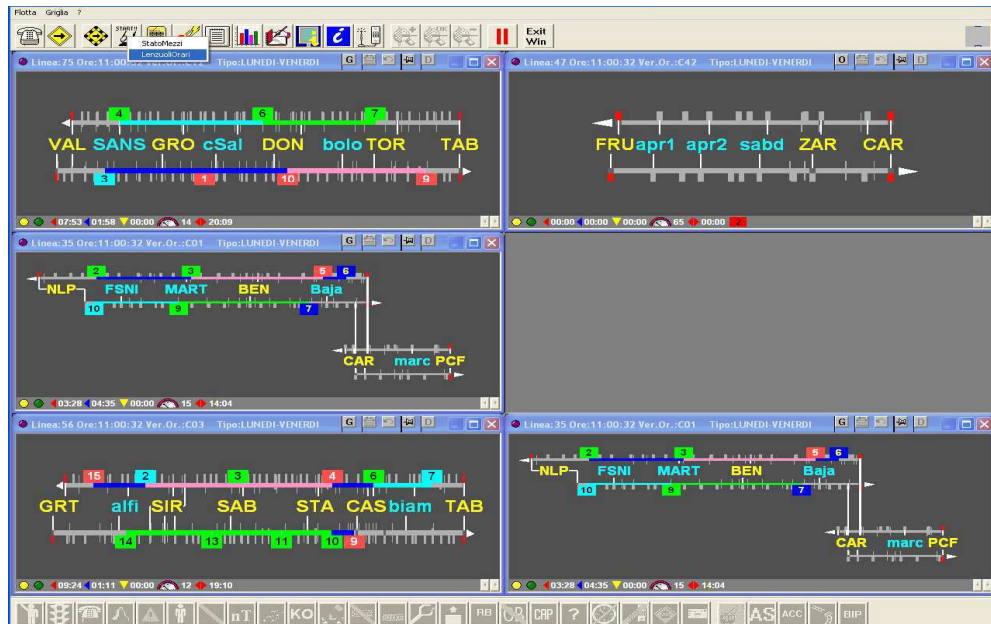


Figura 2. 16 Interfaccia *Monilinea* (visione di insieme) a supporto degli operatori della centrale SIS

Con questa modalità di rappresentazione, per ogni linea viene mostrato, in tempo reale, il numero del turno per singola vettura. In particolare, se la vettura è in ritardo rispetto all'orario previsto, il colore dell'icona avrà gradazioni diverse di rosso in base all'entità dello stesso; gli anticipi, invece vengono rappresentati con gradazioni di blu, mentre se la vettura è in uno stato di regolarità accettabile il turno sarà individuato con il colore verde (Figura 2. 7).

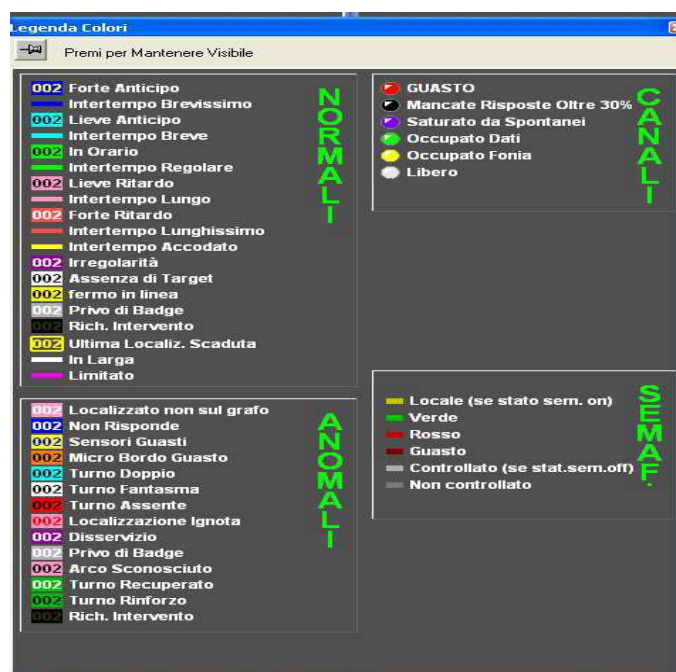


Figura 2. 17 Legenda colori dell'interfaccia monilinea

Tale sistema, oltre a fornire un'immediata visione d'insieme sullo stato della regolarizzazione, consente all'operatore di intervenire sulla singola vettura attraverso l'invio di particolari messaggi pre-codificati, ad esempio "forte anticipo", "partenza", "sorpasso", che informano l'autista sul suo allineamento o

disallineamento rispetto alla condizione ottimale del servizio. L'operatore, inoltre, ha la possibilità di attivare una comunicazione vocale con il guidatore, individuando delle strategie per ripristinare il corretto svolgimento dell'esercizio. Alcuni esempi di interventi più ricorrenti possono essere l'anticipazione o il ritardo nella partenza al capolinea. Altri, nel caso di accodamenti tra due turni consecutivi, consistono nel far rallentare il veicolo retrostante e ripristinare l'intertempo previsto tra di essi. Nel caso di turni accoppiati, si può procedere con il *ribattimento* e richiamare in deposito il secondo turno tra i due. Nel caso, infine, di situazioni più delicate, si interviene con la deviazione del percorso, la limitazione di una o più corse oppure con l'aggiunta di turni macchina cosiddetti *flessibili* allo scopo di coprire un vuoto temporale del servizio eccessivamente elevato.

Il monitoraggio del servizio extraurbano, invece, durante il giorno è generalmente affidato al personale dei depositi di appartenenza delle vetture (Roffinella, 2015), mentre la sera è preso in carico dagli stessi operatori della centrale SIS.

Il software alla base dell'AVM extraurbano è realizzato da una società diversa rispetto al servizio urbano: l'azienda AESYS Spa che, dal 2005, fornisce i pannelli luminosi per le informazioni all'utenza di bordo (cfr. par. 2.2.4) insieme al software *AVM/AVL Vista Client* (Roffinella, 2015) per la regolazione dell'offerta di trasporto extraurbana. Dalla rispettiva interfaccia, attraverso la forma "linearizzata" (Figura 2. 18), simile al *monilinea* del SIS, l'operatore ha la possibilità di monitorare in tempo reale la posizione del veicolo e il suo stato di anticipo o ritardo, con la possibilità di filtrare la visualizzazione per ogni turno oppure matricola del mezzo.

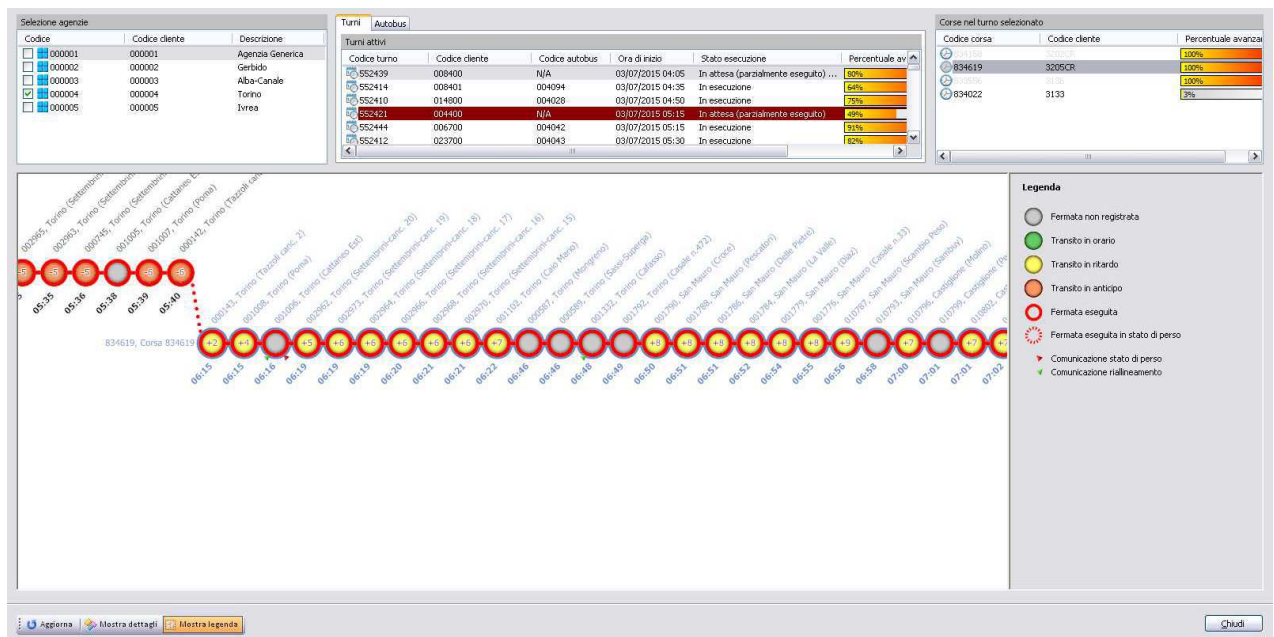


Figura 2. 18 AESYS Vista client: opzione di visualizzazione linearizzata per il monitoraggio della flotta extraurbana.
Fonte: GTT

l'operatore, inoltre, ha la possibilità di effettuare il controllo sulla flotta anche attraverso una visualizzazione cartografica sulla base un livello di Google Maps (Figura 2.19) nel quale vengono georeferiti tutti i veicoli in servizio con associate informazioni dettagliate sul percorso.

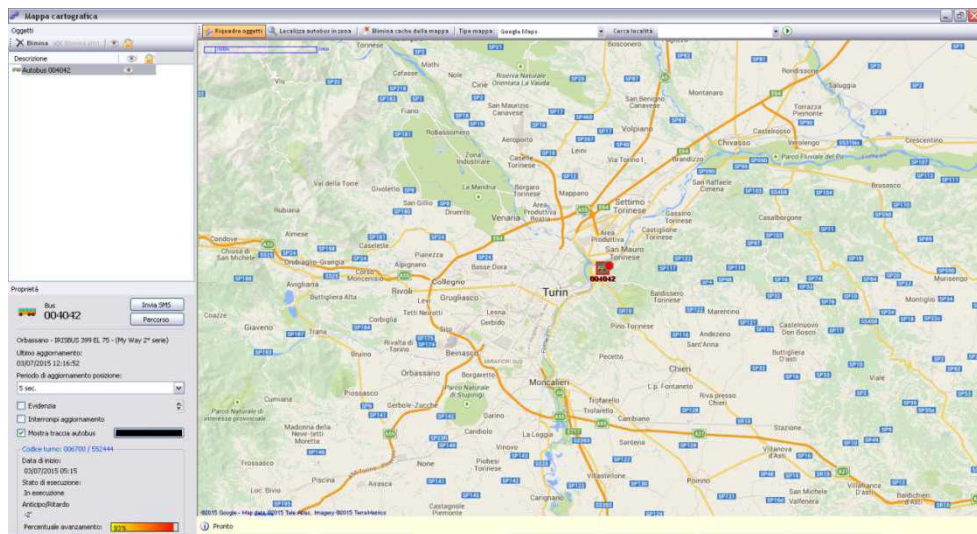


Figura 2. 19 AESYS Vista client: opzione di visualizzazione cartografica per il monitoraggio della flotta extraurbana.

Fonte:GTT

Il software prodotto per il servizio extraurbano appare più semplice di quello alla base degli AVM urbani e si adatta perfettamente alla regolarizzazione di un servizio meno complesso in termini di rete e di vetture da gestire.

2.3.1 La trasmissione dati bordo- centro

Per una più completa descrizione del sistema di monitoraggio della flotta veicolare si è ritenuto interessante descrivere la modalità di trasmissione dei dati di localizzazione dal sistema di bordo a quello centrale. Nello specifico, l'invio di suddette informazioni avviene grazie alla tecnologia GPRS (General Packet Radio Service), da un router di bordo ad un server FEP (Front End Processor), ossia un computer che si interfaccia con le macchine virtuali che ospitano il software SIS della centrale (Figura 2.).

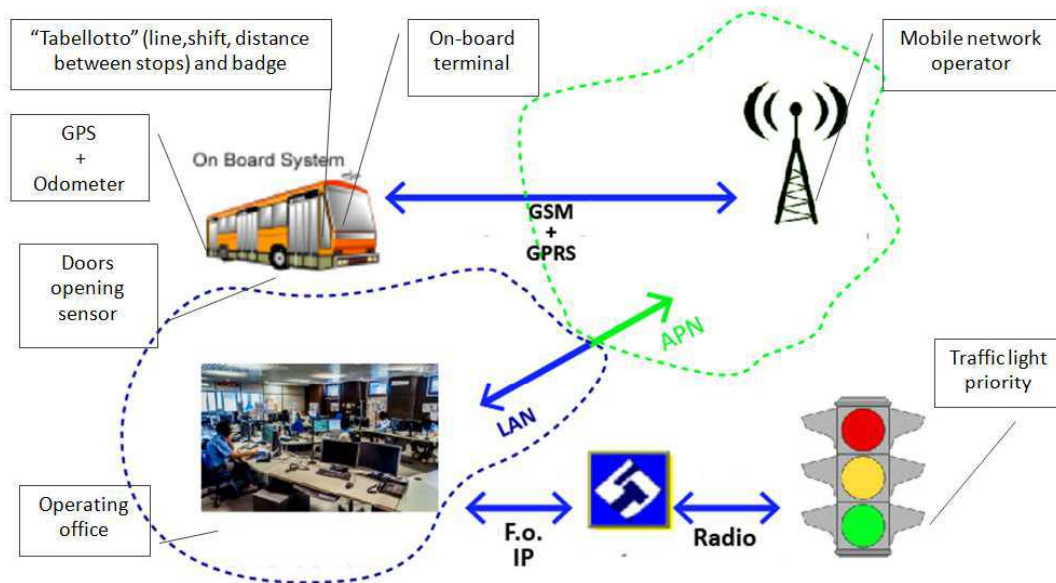


Figura 2. 20 Schema dell'attuale sistema di telecomunicazione per il monitoraggio e la regolazione del servizio di TPL

Il software SIS a supporto della centrale operativa, che elabora le informazioni in tempo reale è installato sul server applicazioni virtuale SRVSIS e comunica con il server SISDBS, contenente le informazioni sul servizio. Queste sono contenute in due database differenti su base IBM Informix.

Nello specifico (Furno 2014, Roffinella 2015):

- **DBSERV** (Database Servizio): contiene le informazioni sul servizio pianificato (cfr. par 2.4) per ogni giornata lavorativa, nonché tutta la descrizione topologica della rete. La struttura delle tabelle è composta da: linee, nodi (fermate), associazione nodi-maxinodi ed archi-maxiarchi. Al suo interno, inoltre, sono contenute tutte le informazioni sugli orari e i turni programmati;
- **DBCONS** (Database Consuntivo): nel quale vengono registrate ed archiviate tutte le informazioni sul servizio realmente effettuato ricevute dagli AVM di bordo, in termini di passaggi reali alle fermate e eventi particolari (apertura/chiusa porte, fermata capolinea ecc.). Al suo interno sono contenute diverse tabelle, tra cui le più importanti sono *transitinodo* contenenti i dati sugli intervalli temporali di ogni passaggio registrato su tutti i nodi e *servconsun* relativa solo ai maxi-nodi. Dall'ultima tabella provengono i dati forniti all'agenzia della mobilità ai fini del consuntivo sulle vetture/km effettuate e, pertanto sarà oggetto di una trattazione più approfondita nel terzo capitolo.
- **DBCEDOLE**: contiene tutte le informazioni sulle anomalie e i disservizi che attualmente non possono essere inserite in automatico sul db del SIS. Pertanto gli operatori della centrale sono tenuti ad inserire manualmente informazioni quali incidenti o eventi straordinari che hanno interferito con la corretta copertura del servizio.

Si specifica che tale sistema è oggetto di un progetto attualmente in corso, in collaborazione con alcuni studenti del Politecnico di Torino, il cui obiettivo è quello di integrare le informazioni sui disservizi registrati dagli operatori nel suddetto Database, con gli effetti che tali anomalie comportano sulla qualità del servizio (deviazioni percorsi, soppressione delle corse ecc.) e di realizzare un canale unico di informazioni all'utenza.

Per poter garantire un corretto popolamento e l'integrazione tra tali DB si precisa che, all'inizio di ogni giornata lavorativa, i dati anagrafici contenuti nel DBSERV (percorsi, orari e caratteristiche mezzo) sul servizio pianificato vengono inviati ad un server che li elabora e li carica sul database delle cosiddette *Mappe di stato* (MdS). Tali dati nel corso del servizio vengono aggiornati dal SIS e sostituiti con quelli in tempo reale. Inoltre, i dati all'interno delle MdS, sono in formato binario e per tale ragione è stato realizzato uno specifico *tool* (MDSlook) che permette alla centrale di visualizzarli raggruppati in sezioni differenti a seconda della necessità (linee, tempo reale, mezzi, avvisi, workstation, transiti, disservizi, parametri, nodi transito, turni macchina, turni linea, semafori).

Le MdS, quindi, dopo essere state aggiornate, contengono le informazioni in tempo reale sul servizio effettuato e vengono eliminate ad ogni arresto del sistema. Per non perdere tutte le informazioni in essa contenute, è stato individuato un criterio di selezione dei dati più importanti da mantenere, ad esempio, ai fini della consuntivazione.

Infine, come verrà approfondito nel paragrafo 2.4, i dati sul servizio pianificato urbano, non sono direttamente importabili all'interno del DBSERV del SIS in quanto si basano su strutture di database differenti.

2.4 La pianificazione del servizio

L'obiettivo di una buona regolarizzazione è quello di rendere il servizio esercito il più possibile aderente con quello teorico pianificato. Nel caso dell'azienda di trasporto torinese, tale obiettivo viene perseguito adottando tre logiche differenti che si adattano al tipo di servizio offerto.

Con la prima logica, *ad orario*, il passaggio di un veicolo ad una certa fermata, viene programmato in un momento ben definito e la modalità di regolarizzazione deve essere svolta in modo da garantire il passaggio all'orario stabilito. Questa strategia si adatta ai servizi extraurbani o notturni a frequenza limitata, per i quali l'utente sceglie la corsa, piuttosto che la linea e per questo è importante che il passaggio in fermata avvenga senza grossi ritardi e, specialmente, senza anticipi.

Per i servizi più frequenti, invece, come nelle fasce orarie diurne del bacino urbano, la modalità di regolazione è *ad intervallo* e si interviene sugli intertempi tra due turni stabiliti rispetto a quelli in tempo reale. La strategia di regolarizzazione, in questo caso, verte meno sulla puntualità del servizio, ma insiste sul garantire frequenze elevate agli utenti che scelgono la linea indipendentemente dall'orario. Si ricorda,

inoltre che, se l'intervallo tra due turni è minima, viene applicata la tecnica del c.d. "ribattimento" eliminando "la vettura di troppo" che viene fatta ritornare al deposito .

La terza modalità di regolarizzazione, infine, è detta *generalizzata* e rappresenta una sorta di "ibrido" tra le prime due con un 80% ad intervallo ed un 20% ad orario (sostanzialmente durante il servizio notturno).

Sulla base della domanda di trasporto e in accordo con il Comune di Torino e la Regione Piemonte, GTT attua strategie differenti per poter erogare un servizio adeguato a coprire il bisogno di mobilità dei cittadini. La pianificazione del servizio è la fase a monte dell'intero processo appena descritto di regolazione dell'esercizio. Questa avviene attraverso:

- la definizione e la progettazione della rete;
- la vestizione dei turni vettura per ogni linea e giornata, ossia l'assegnazione del personale viaggiante (turno uomo) ai rispettivi veicoli (turno macchina).

I dati alla base della corretta regolarizzazione del servizio hanno, di fatto, origine in questa fase ed una volta definite tutte le caratteristiche del servizio, tramite software differenti, tali informazioni confluiscono all'interno dei database aziendali il cui popolamento avviene tramite applicativi differenti in base al tipo di servizio: urbano, extraurbano e ferroviario.

E' necessario premettere che la struttura informatica a supporto della gestione del servizio in GTT è piuttosto complessa ed articolata. Ciò probabilmente deriva dal processo di accorpamento delle funzioni aziendali di ATM e SATTI (Roffinella, 2015) che, nel passato, avevano adottato differenti soluzioni software ed hardware per soddisfare determinate condizioni di esercizio che non sono più in linea con le esigenze attuali, ragione per cui, ad oggi, in GTT si persegue l'obiettivo di una maggiore e migliore integrazione tra i diversi settori aziendali.

Per maggiore chiarezza si propone, a seguire, una breve descrizione degli strumenti utilizzati nella fase di pianificazione del servizio extraurbano ed urbano, ponendo particolare attenzione sulle diverse strategie di gestione adottate per i due casi specifici tralasciando, invece, il caso del servizio ferroviario in quanto non rientra tra gli argomenti di trattazione del presente elaborato di tesi.

Il servizio extraurbano: MAIOR- MTRAM

MTRAM è il principale prodotto fornito dall'azienda M.A.I.O.R Srl (Management, Artificial Intelligence & Operation Research), che offre "collaborazione, servizi e sistemi software a operatori ed agenzie del trasporto pubblico" (<http://www.maior.it/azienda>). MTRAM è un'applicazione che si basa su database ORACLE, definisce le caratteristiche geografiche della rete e ne consente l'*editing*, fornendo un'interfaccia grafica a supporto delle aziende di TPL. Al suo interno sono integrati altri software a supporto delle diverse fasi della pianificazione del servizio, come la costruzione dei turni macchina e quelli degli autisti, la gestione e la consuntivazione del servizio o le informazioni all'utenza.

In GTT, a partire dal 2003, tale applicativo è utilizzato per il servizio extraurbano nella costruzione dei turni guida e quelli macchina nonché per la pianificazione delle corse. Tali informazioni confluiscono all'interno del database *ROTDDB*, all'interno del quale viene descritta la topologia del grafo stradale composta da:

- fermate/paline;
- archi: successione ordinata di fermate consecutive;
- maxiarchi: successione ordinata di archi consecutivi delimitati da speciali fermate, denominate maxinodi.

Grazie all'applicativo MTRAM, per il servizio extraurbano, vengono inoltre definite:

- *le linee e i percorsi*: ogni linea può avere percorsi e lunghezze differenti in base al giorno (sabato, festivo e feriali), alla fascia oraria (diurna o notturna), se è percorsa in andata o in ritorno;
- *il numero delle corse giornaliere per linea*: ogni vettura che eroga un servizio di linea compie delle corse, in andata o in ritorno, da capolinea di partenza e quello di destinazione;
- *il periodo di validità*: ad esempio nel caso di deviazioni, lavori in corso o eventi importanti, le linee possono subire delle variazioni di percorso per durata limitata. E' necessario, pertanto, ai fini della regolarizzazione del servizio, definirne la data di inizio e quella di fine;
- *il numero dei turni previsti e la rispettiva durata*.

Sempre a supporto della fase di pianificazione del servizio extraurbano, sono utilizzati altri software della *suite* MTRAM che attingono, in lettura e in scrittura al database *ROTDDB*. Nello specifico, l'azienda MAIOR ha sviluppato applicativi come *Hyperplan* che descrivono la rete con tutte le caratteristiche geografiche sopra descritte. Tale strumento, in GTT, è stato integrato all'interno di un'interfaccia appositamente realizzata per l'azienda, denominata *YAHRA- Yet Another Hyper Rotdb Application* (Figura 2.21)

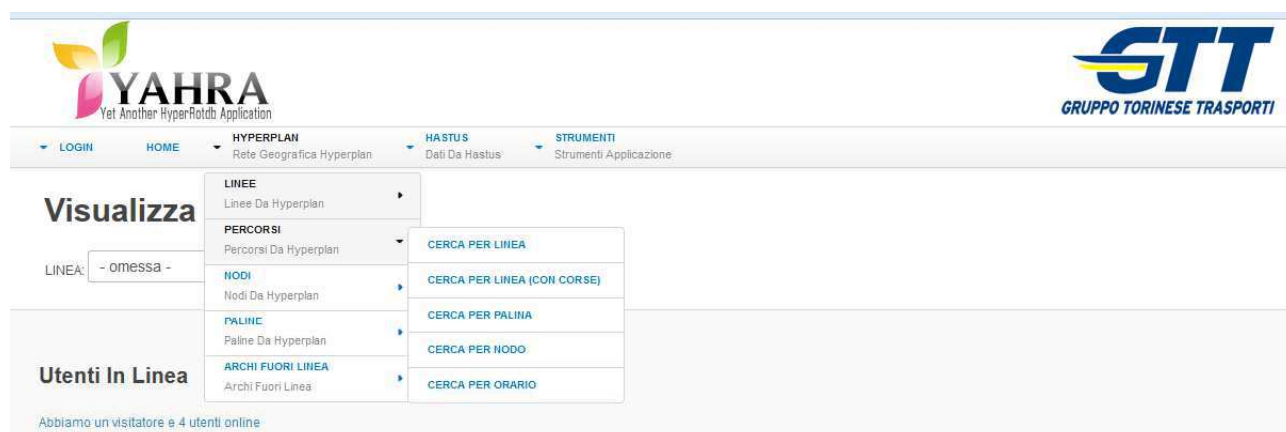


Figura 2. 21 Applicativo YAHRA della suite MTRAM di MAIOR.

Fonte: GTT

Come è possibile osservare, tutti gli utenti autorizzati, dopo aver effettuato la *login*, hanno la possibilità di verificare le caratteristiche della linea di interesse, distinta in percorsi, fermate (paline), nodi e orari pianificati.

Sempre nel caso del servizio extraurbano, una volta definita l'offerta da erogare, l'ufficio pianificazione determina i turni guida tramite uno strumento denominato *VBDS*.

Successivamente, gli addetti dei diversi depositi procedono con l'assegnazione (c.d. operazione di *vestizione*) di tali turni a quelli del personale viaggiante, i quali utilizzano un ulteriore applicativo, il *BDROP*.

Questa operazione, comunemente detta *preconoscenza*, viene gestita in parallelo con *SAP*, software che si interfaccia con *BDROP* nella determinazione delle ore lavorative degli impiegati.

Infine, dopo aver definito tutte le caratteristiche del servizio pianificato extraurbano, queste vengono consolidate ed inserite all'interno del database *DADO*, sempre appartenente alla *suite* *MTRAM* di *MAIOR*, con il quale si interfaccia il software dell'*AVM* extraurbano e, di norma, non vengono più modificate.

La pianificazione del servizio urbano

In riferimento al servizio urbano, invece, *MTRAM* viene utilizzato esclusivamente per la costruzione della rete. A causa dell'incompatibilità tra *Hyperplan* (*YAHRA*) ed il software *AVM SIS*, infatti, le caratteristiche topologiche e geografiche della rete non possono essere importate per la regolarizzazione del servizio da parte del *SIS* (nell'attuale versione del software). Pertanto, in questo caso, l'utilizzo di *MTRAM Hyperplan* (*YAHRA*) (Figura 2. 2.22) consiste solo nella consultazione e nella visualizzazione delle caratteristiche dei percorsi e degli orari pianificati per ogni linea.



Figura 2. 22 Descrizione del percorso delle linee urbane mediante applicativo Hyperplan- Linea 18.

Fonte: GTT

Inoltre, il consolidamento di tali dati nel DB DADO, attualmente, avviene tramite procedura manuale a partire dal servizio teorico, che nel caso del servizio urbano viene generato mediante un ulteriore software, HASTUS. Questo è stato sviluppato e viene distribuito dall'azienda GIRO Inc. (Groupe en Informatique et Recherche Opérationnelle), anch'essa operante nel settore dei trasporti ed offre soluzioni alle aziende per la gestione e regolarizzazione del servizio.

All'interno dell'azienda GTT, il software HASTUS viene utilizzato principalmente durante la fase di pianificazione del servizio urbano per la costruzione degli orari (Figura 2. 3) per linea e per tipo di giorno.

Ogni orario si distingue tramite un codice alfanumerico ed è composto da tre file di interfaccia:

- *file di tipo "H"*: sono chiamati comunemente "lenzuoli"(Figura 2. 4) e contengono, per ogni turno di una linea, l'orario di passaggio ai maxinodi e ai capolinea, nonché i cambi previsti degli autisti. Possono essere letti anche attraverso il software del SIS, anche se la procedura di importazione appare molto complessa e necessità del controllo da parte del personale esperto. Questo tipo di file, inoltre, può essere visualizzato anche in forma di schema dei collegamenti tra i depositi, i maxinodi ed i capolinea di origine e destinazione.
- *file di tipo "A"*: contengono, per ogni deposito, tutti i turni del personale di guida delle diverse linee, ai quali vengono associati il turno del veicolo, la durata netta del tempo di guida e gli orari da rispettare per l'esercizio;
- *file di tipo "W"*: rappresentano una sorta di sintesi dei primi due file con l'aggiunta delle percorrenze teoriche. Può essere utilizzato nelle fase di consuntivazione.

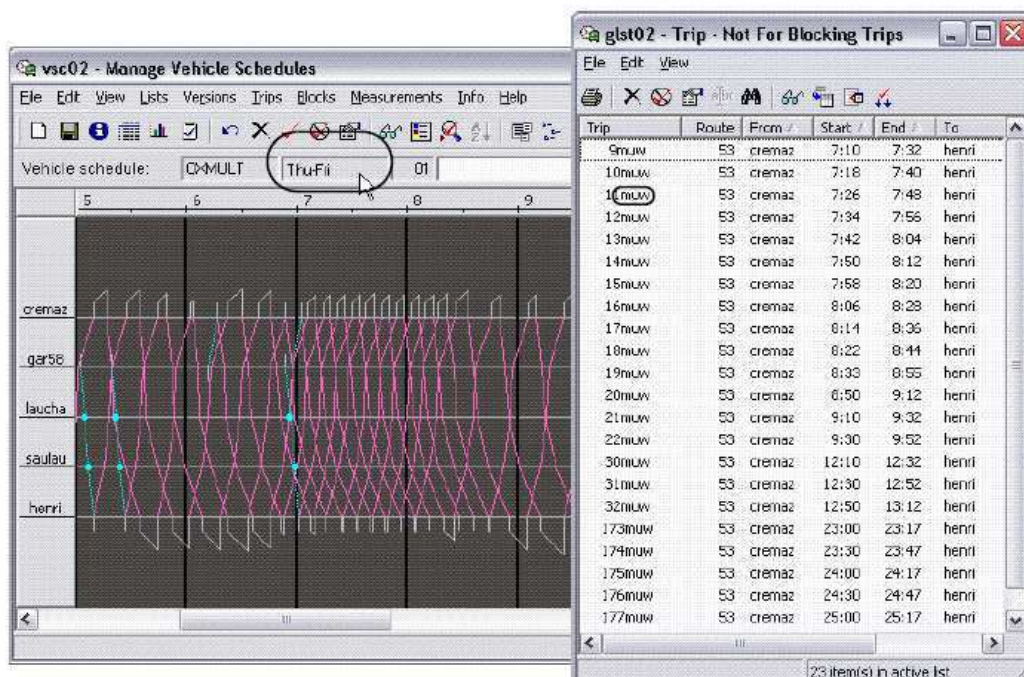


Figura 2. 23 GIRO HASTUS: la costruzione dell'orario.

Fonte: User guide: Standard command & features

Infine, l'assemblaggio dei tre file viene svolto in automatico dal programma HASTUS, verificandone la compatibilità e la coerenza con quanto contenuto all'interno del suo Database su base ORACLE.

The screenshot shows the 'Lenzuoli Orari - v1.4.100' application window. At the top, there are control buttons for 'Orari Giorni', 'OK', '1', '01', 'V04 (22/10/2010)', 'OK', and '<=>'. The main area is a large table with multiple columns representing different routes and time slots. The columns are labeled with route numbers and types, such as '01 ARTO', '8 SP', 'Esce 04.35 NUOP', '10 SP', 'Esce 05.15 ARTO', '11 SP', 'Esce 04.45 NUOP', '12 SP', 'Esce 05.00 NUOP', '14 SP', 'Esce 19.56 RLMA', and '15 SP', 'Esce 20.23 RLMA'. The table contains numerical data representing departure and arrival times. At the bottom of the table, there is a summary section with columns for 'Linea', 'U.L.', and 'Entra', with values like '1', '19.56 ARTO', 'Entra 20.16', etc.

Figura 2. 24 File orario di tipo "H" generato dal software Hastus, cosiddetto "lenzuolo"

In riferimento, invece, alla determinazione dei livelli dell'offerta nel bacino urbano, questa avviene tenendo in considerazione i seguenti fattori:

- intertempi desiderati tra i maxiarco;
- velocità commerciale media per fasce orarie;
- soste al capolinea: 10 minuti previsti per legge per ogni corsa in andata o ritorno
- numero delle vetture in circolazione per le diverse fasce orarie.

Una volta definite le caratteristiche del servizio pianificato, sia urbano che extraurbano tali informazioni confluiscono sui database ROTDB e DADO della suite MAIOR, ma anche nei DB interni SIS, DBCONS e DBSERV e nei DB del servizio extraurbano.

L'inserimento di tali dati all'interno del database SIS, tuttavia prevede una procedura molto complessa che si ritiene utile descrivere per evidenziare quali sono i vantaggi dell'integrazione tra il SIS ed il resto della struttura aziendale.

Il database DBSERV alla base del SIS che contiene i dati sul servizio teorico, la definizione topologica e quella geografica dei percorsi, come si è detto è a base IMB Informx e per tale ragione l'importazione dei dati da HASTUS, basato invece su database ORACLE, ha richiesto la realizzazione di una procedura semi-automatica (Roffinella 2015) che, tuttavia, necessita di un monitoraggio costante da parte di operatori specializzati. Nello specifico, a partire dai tre file di interfaccia (H, W ed A) estratti da HASTUS, sono stati realizzati alcuni specifici tool (Figura 2.26) che ne consentono la codifica in un formato leggibile dal SIS. Il primo di questi è il c.d. *Traduzione dati Hastus* che genera 5 file nel formato *.dta* compatibile con il SIS: attività, Orari, Servizi, transiti e Uscite. Tra questi il file *transiti.dta* (Figura 2.25) è quello di maggiore interesse per la regolazione del servizio, in quanto associa giornalmente ad ogni linea in esercizio (2^a colonna), i turni (1^a colonna) da eseguire, l'orario in formato alfanumerico (4^a colonna) ed i tempi previsti dei passaggi di ogni turno (12^a colonna) ad ogni maxinodo di partenza (6^a colonna) e di arrivo (8^a colonna), specificandone l'ordine progressivo di percorrenza (10^a colonna)

```

1| 6|01| A05| 1|TORT|DP|HERM|FM| 1| 0|06:27:00|03| 1|
2| 6|01| A05| 1|HERM|FM|TORO|FM| 2| 1|06:35:00|00| 0|
2| 6|01| A05| 1|TORO|FM|ROSS|FM| 3| 1|06:39:00|00| 0|
2| 6|01| A05| 1|ROSS|FM|PCFO|FM| 4| 1|06:49:00|08| 2|
2| 6|01| A05| 1|PCFO|FM|ROSS|FM| 5| 2|07:07:00|00| 0|
2| 6|01| A05| 1|ROSS|FM|TORO|FM| 6| 2|07:12:00|00| 0|
2| 6|01| A05| 1|TORO|FM|HERM|FM| 7| 2|07:17:00|05| 1|
2| 6|01| A05| 1|HERM|FM|TORO|FM| 8| 3|07:28:00|00| 0|
2| 6|01| A05| 1|TORO|FM|ROSS|FM| 9| 3|07:33:00|00| 0|
2| 6|01| A05| 1|ROSS|FM|PCFO|FM| 10| 3|07:46:00|11| 2|
2| 6|01| A05| 1|PCFO|FM|ROSS|FM| 11| 4|08:08:00|00| 0|
2| 6|01| A05| 1|ROSS|FM|TORO|FM| 12| 4|08:13:00|00| 0|

```

Figura 2. 25 Esempio formato file *transiti.dta* dal tool *Traduzione dati Hastus*

Una volta trasformati nel suddetto formato, un ulteriore *tool*, *Traduzione maxiarchi di Hastus*, effettua un controllo sulla sequenza dei maxiarco all'interno del file *transiti.dta* e scarta quelli per i quali non trova una corrispondenza con quelli già consuntivati di una stessa linea/percorso.

In questa fase vengono generati tre differenti file (Roffinella, 2015):

- *Transiti_preload.txt*: ha lo stesso contenuto del file *transiti.dta*, ad esclusione dei maxiarco per i quali non è stata trovata una corretta associazione.
- *Transiti_superlog.txt*: fornisce all'operatore l'elenco dei maxiarchi compatibili con quelli scartati nel file *Transiti_preload.txt*.
- *Trantiti_preload.dta*: contiene le stesse informazioni del file *transiti.dta* ad eccezione dei nomi dei maxiarchi, che vengono tradotti secondo la nomenclatura adottata dal SIS.

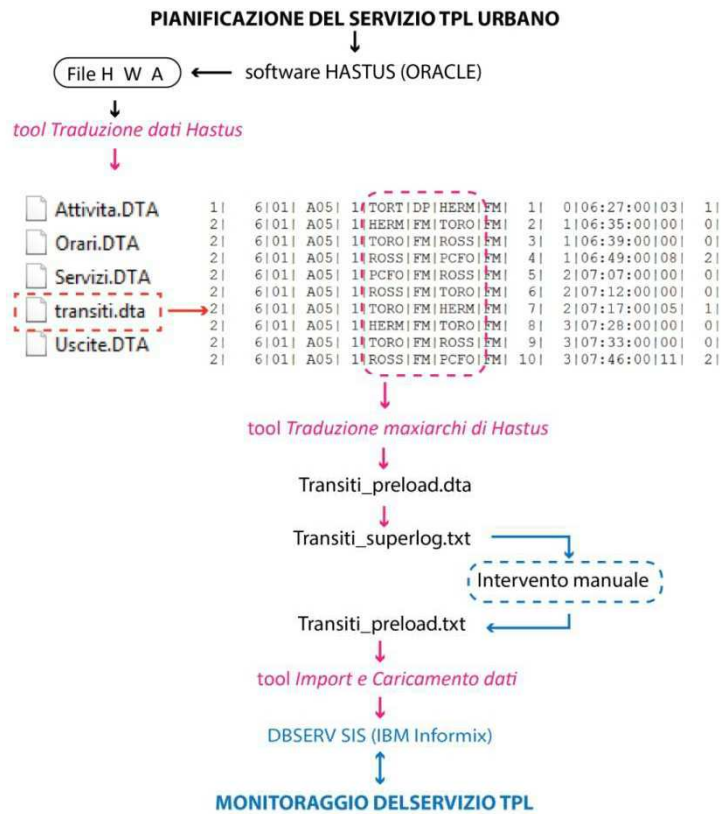


Figura 2.26 Diagramma sul processo di caricamento dati del servizio pianificato urbano da HASTUS a DBSERV

Giunti a questo punto, sarà compito dell'operatore intervenire manualmente selezionando tra i maxiarchi proposti nel file *Transiti_superlog.txt*, quelli da inserire nell'ordine corretto nel file *Transiti_preload.txt*. Questa procedura è molto delicata e necessita particolare attenzione nell'assegnare ad ogni passaggio orario il corretto percorso della linea che, in taluni casi, potrebbe variare anche nel corso della stessa giornata.

Al termine della procedura, si ricorre ad un ulteriore tool, *Import e Caricamento dati*, per poter finalmente caricare i cinque file .dta all'interno del DBSERV del SIS.

L'architettura del sistema informatico finora descritta e schematicamente rappresentata in Figura 2.27 mostra un modello di gestione del servizio di trasporto pubblico, adottato nella città metropolitana di Torino, alquanto complesso e di difficile comprensione. Da questo derivano procedure molto articolate per l'integrazione delle diverse funzioni aziendali che, spesso, generano superflue duplicazioni di dati con difficoltà ad estrarne un vero contenuto informativo.

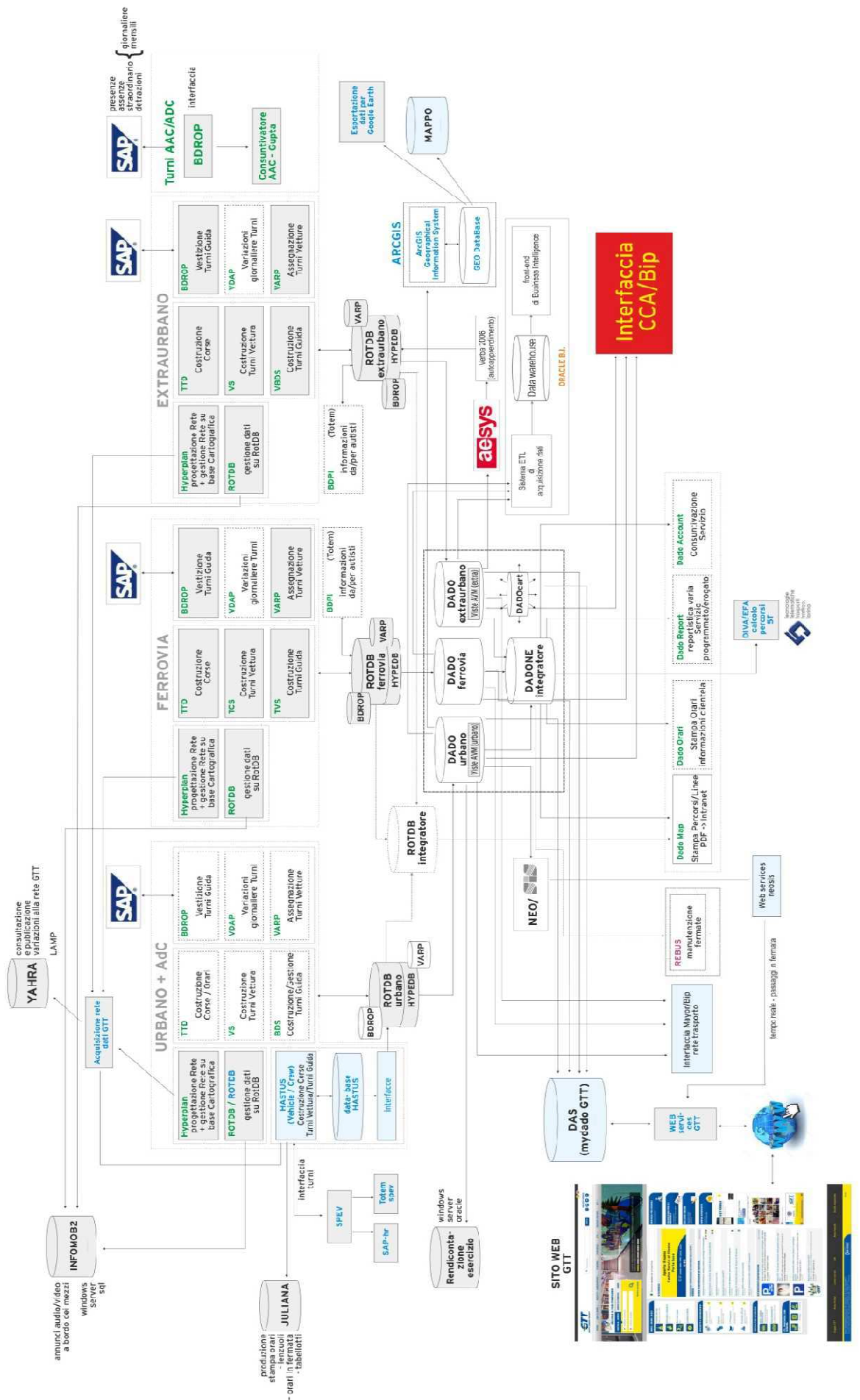


Figura 2. 27 Schema sui sistemi informativi e le tecnologie adottate da GTT.

Fonte: GTT

2.5 Dal dato all'informazione

Per riuscire a comprendere in che modo, ad oggi, è possibile avere così tante informazioni sul Trasporto Pubblico Locale, si è ritenuto interessante fornire una breve descrizione sul modo in cui avviene la trasmissione dei dati di bordo. Come è stato osservato, infatti, ogni dispositivo invia, sulla stessa rete, pacchetti di dati in formato binario la cui struttura dipende dalla funzione dell'apparato.

L'interpretazione e l'accettazione di tali dati sulla porta UDP (User Datagram Protocol) di destinazione, invece, avviene secondo delle regole definite da **protocolli proprietari** (Tabella 2.1) alle quali ogni apparato di bordo deve attenersi.

Tali protocolli di rete sono di fondamentale importanza in quanto permettono a sistemi eterogenei, quali i validatori BIP e l'AVM, di trattare un'unica informazione coerente e di sintesi sullo stato del servizio.

data type	Contenuto / applicazione	Dimensione	Frequenza di invio
VOID	<i>Pacchetto vuoto (esempio)</i>	<i>11 byte</i>	n.d.
INFO_NET	<i>Esercizio e localizzazione</i>	<i>77 byte</i>	1 Hz
INFO_NET2	<i>Esercizio e localizzazione avanzato</i>	<i>101 byte</i>	1 Hz
INFO_BIP	<i>Stato bigliettazione</i>	<i>73 byte</i>	1/4s
INFO_BIP2	<i>Stato bigliettazione (esteso)</i>	<i>209 byte</i>	1/8s
CMD_BIP	<i>Comandi bigliettazione</i>	<i>20 byte</i>	Ad evento

Tabella 2. 1 Tipo di pacchetti e protocolli utilizzati per lo scambio dati a bordo.

Fonte: Linee Guida rete veicolare di Bordo e protocolli scambio dati flotte GTT ed EXTRATO (2012), p.6

Nello specifico i protocolli **INFO_NET** ed **INFO_NET2** sono utilizzati per la trasmissione dei dati provenienti dall'AVM. I protocolli **INFO_BIP** ed **INFO_BIP2** invece, vengono impiegati nella trasmissione dei dati sullo stato del sistema di bigliettazione ed, infine, il protocollo **CMD_BIP** è pensato per essere utilizzato dagli autisti per il blocco delle validazioni.

Nonostante i pacchetti contengano informazioni differenti, per ognuno di questi è stata stabilita una lunghezza (11 byte) comune dell'**header** (Figura 2.28), che definisce la tipologia di dato trasmesso.

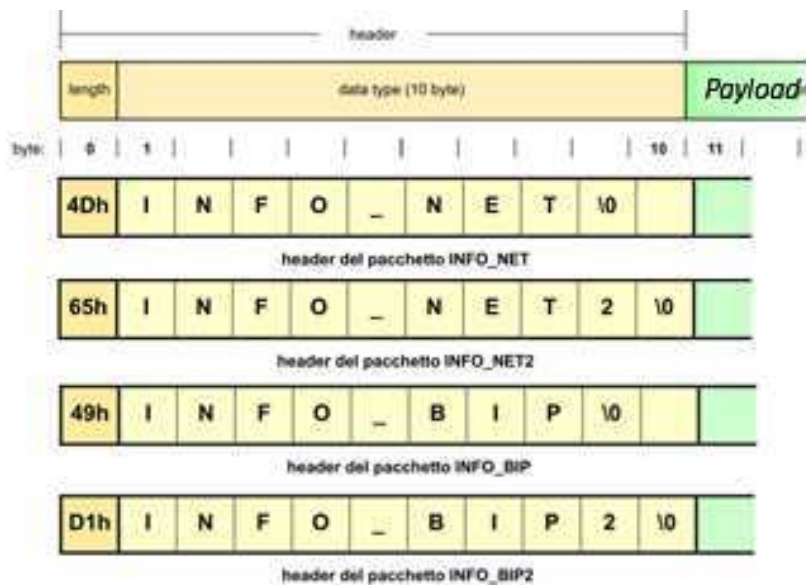


Figura 2. 28 Struttura dati (header) comune ai diversi pacchetti di dati trasmessi dai vari dispositivi ITS.
Fonte: Linee Guida rete veicolare di Bordo e protocolli scambio dati flotte GTT ed EXTRATO (2012), pp.6-8

Il contenuto informativo vero e proprio, invece è trasportato all'interno del **payload**, o carico utile ed ha una lunghezza variabile in base all'apparato di provenienza. Di seguito verranno descritti i rispettivi contenuti per i pacchetti di tipo INFO_NET e di tipo INFO_BIP.

INFO_NET ed INFO_NET2

Nel caso del pacchetto di tipo INFO_NET2 (Tabella 2. 3), utilizzato per gli AVM del servizio extraurbano, la dimensione del payload è di 84 byte, conto i 60 byte di quello INFO_NET (Tabella 2. 2) utilizzato invece per il servizio urbano. Le differenze principali del pacchetto INFO_NET2 rispetto al precedente sono:

- Il campo Line (codice linea) prevede 6 caratteri utili anziché 4;
- Il campo Shift (turno) prevede 6 caratteri utili anziché 3;

Tuttavia, l'aspetto più innovativo del protocollo INFO_NET2 consiste nel prevedere l'esistenza di un **campo Trip** (identificativo del codice corsa), all'interno del software dell' AVM di bordo. Tale inserimento ha portato, negli anni, ad una diversa pianificazione, gestione e consuntivazione del servizio extraurbano rispetto a quello urbano. L'ufficio pianificazione, infatti, non prevede per il servizio urbano la programmazione per corse, ma adotta una modalità di regolarizzazione mista ad orario, ad intervallo oppure secondo una logica generalizzata (cfr. par. 2.4).

Per maggiore chiarezza si riportano, a seguire, le tabelle che descrivono il contenuto del payload per entrambi i pacchetti provenienti dall'AVM. La colonna **offset** indica l'ordine e la posizione in cui si trovano le informazioni.

Campo	Tipo	bit	Offset	Descrizione
Datetime	unsigned long	32	17	Data/ora dal 1/1/1970
Doors	byte	8	21	Stato porte
Fix	byte	8	22	Validità posizione GPS
Latitude	float	32	23	Latitudine
Longitude	float	32	27	Longitudine
Speed	unsigned char	8	31	Velocità in Km/h (255=dato non valido)
Loc	byte	8	32	Stato localizzazione
Line	char(5)	-	33	Codice linea (<i>max 4 caratteri + null</i>)
Shift	char(4)	-	38	Turno veicolare (<i>max 3+null</i>)
Dest	char(9)	-	42	Codice fermata capolinea (<i>max 8+null</i>)
Current	char(9)	-	51	Codice fermata corrente (<i>max 8+null</i>)
Next	char(9)	-	60	Codice prossima fermata (<i>max 8+null</i>)
Area	byte	8	69	Stato area di fermata
Vehicle	unsigned short	16	70	ID veicolo
Direction	char	8	72	'A' / 'R' / '?'
Driver	unsigned long	32	73	Identificativo autista
			77	

Tabella 2. 2 Struttura dati del pacchetto INFO_NET (payload) proveniente dall'AVM urbano.
Fonte: Linee Guida rete veicolare di Bordo e protocolli scambio dati flotte GTT ed EXTRATO (2012), p.8

Campo	Tipo	bit	Offset	Descrizione
Datetime	unsigned long	32	17	Data/ora dal 1/1/1970
Doors	byte	8	21	Stato porte
Fix	byte	8	22	Validità posizione GPS
Latitude	float	32	23	Latitudine
Longitude	float	32	27	Longitudine
Speed	unsigned char	8	31	Velocità in Km/h (255=dato non valido)
Loc	byte	8	32	Stato localizzazione
Line	char(7)	-	33	Codice linea (max 6 caratteri + null)
Shift	char(7)	-	40	Turno veicolare (max 6 caratteri + null)
Dest	char(9)	-	47	Codice fermata capolinea (max 8 + null)
Current	char(9)	-	56	Codice fermata corrente (max 8 + null)
Next	char(9)	-	65	Codice prossima fermata (max 8 + null)
Area	byte	8	74	Stato area di fermata
Vehicle	unsigned short	16	75	ID veicolo
Direction	char	8	77	'A' / 'R' / '?'
Driver	unsigned long	32	78	Identificativo autista
Company	char(4)	-	82	Codice vettore (max 3 caratteri + null)
AVM	char(3)	-	86	Codice AVM (max 2 caratteri + null)
Status	byte	8	89	Stato di esercizio del veicolo
Timing	short	16	90	Tempo alla partenza / anticipo / ritardo
Trip	Char(9)	-	92	Codice corsa (max 8 caratteri + null)
			101	

Tabella 2. 3 Struttura dati del pacchetto INFO_NET2(payload) proveniente dall'AVM extraurbano.
Fonte: Linee Guida rete veicolare di Bordo e protocolli scambio dati flotte GTT ed EXTRATO (2012), p.9

Come è possibile osservare, all'interno di ogni pacchetto sono presenti alcune informazioni di importanza rilevante per il monitoraggio della vettura, come il campo "Latitudine" e "Longitudine" che indicano la posizione del veicolo in formato WGS84. Altri campi invece, come il "Current" o il "Next", indicano rispettivamente la fermata corrente e quella successiva, necessari per riuscire ad associare la validazione registrata nell'apparato BIP con le informazioni sulle fermate provenienti dall'AVM.

INFO_BIP ed INFO_BIP2

Per quanto riguarda, invece, gli apparati per la validazione, le caratteristiche dei pacchetti trasmessi vengono definite da due protocolli: INFO_BIP ed INFO_BIP2 validi indipendentemente dal tipo di servizio urbano od extraurbano. Anche in questo caso, il protocollo INFO_BIP2 rappresenta l'estensione del primo ed entrambi sono uguali per i 73 byte iniziali.

All'interno del *payload* (Tabella 2. 4), a partire dal 17° byte in poi, si individua la presenza di alcuni campi utilizzati per la diagnostica degli apparati BIP. Il numero di validatori funzionanti (CnvStatus) rispetto al numero totale di validati a bordo (CnvTotal), ad esempio, può essere utilizzato come indicatore di funzionalità dei dispositivi. In tal senso il CnvStatus funge da **bitmask** rispetto a quello totale, e ciò permette di applicare la logica di della differenza tra validatori totali - validatori funzionanti, risparmiare spazio utilizzato per la trasmissione dei dati ed avere comunque l'informazione sui dispositivi guasti. Il campo ApplStatus, invece, è indicativo della corretta o mancata comunicazione tra l'apparato AVM e il BIP e ad esso vengono assegnati dei codici differenti in base al tipo di errore della comunicazione (Tabella 2. 5).

Campo	Tipo	bit	Offset	Descrizione
Datetime	unsigned long	32	17	Data/ora dal 1/1/1970 (vedere nota)
ApplMode	unsigned char	8	21	Stato applicativo
ApplStatus	unsigned char	8	22	Stato diagnostico / codice errore
ServiceStatus	unsigned char	8	23	Stato servizio
CnvTotal	unsigned char	8	24	Numero totale di validatori a bordo
CnvServiceCount	unsigned char	8	25	Numero validatori in servizio e pronti
CnvStatus	unsigned short	16	26	Validatori funzionanti (bitmask)
LocalityType	unsigned char	8	28	Riservato per espansioni future (default=0)
LocalityValue	unsigned short	16	29	Località tariffaria (nullo se ServiceStatus=0)
MessageMode	unsigned char	8	31	Modo di utilizzo del campo MessageText
MessageText	char(32)	-	32	Messaggio di testo libero (<i>max 31+null</i>)
Fix	char	8	64	Validità posizione GPS rilevata dal BIP
Latitude	float	32	65	Latitudine
Longitude	float	32	69	Longitudine
			73	

Tabella 2. 4 Struttura dati(payload) del pacchetto INFO_BIP (e dei primi 73 byte del pacchetto INFO_BIP2).
Fonte: Linee Guida rete veicolare di Bordo e protocolli scambio dati flotte GTT ed EXTRATO (2012), p.18

Codice errore	significato
0	Nessun errore
1	Guasto generico
2	BIP in attesa del primo contatto con il Centro. L'Apparato BIP ha ricevuto l'ID veicolo (numero sociale) dall'AVM, ma il primo contatto con il Centro BIP non è mai avvenuto.
3	BIP in attesa di prima targatura. L'Apparato BIP non ha mai ricevuto l'ID veicolo (numero sociale) dall'AVM per cui non è in grado di contattare il centro BIP per richiedere lo scarico della configurazione.

Tabella 2. 5 Valori del campo ApplStatus.
Fonte: Linee Guida rete veicolare di Bordo e protocolli scambio dati flotte GTT ed EXTRATO (2012), p.18

Per quanto riguarda l'INFO_BIP, dal 74°byte in poi sono stati aggiunti 8 campi, la cui informazione attiene alla corretta trasmissione e ricezione della posizione (Tabella 2.6).

Campo	Tipo	bit	Offset	Descrizione
GpsSignalLevel	unsigned char	8	73	Livello del segnale GPS (0+10)
GprsSignalLevel	unsigned char	8	74	Livello del segnale GPRS (0+10)
WiFiSignalLevel	unsigned char	8	75	Livello del segnale Wireless Lan (0+10)
IPLinkStatus	unsigned char	8	76	Stato link IP corrente
LocalityCodeBip	unsigned int	32	77	Codice BIP della località (derivato ISTAT), range 0..0xFFFFFF e cioè' 24 bit, il valore 0 significa linea non definita
LocalityDescriptionBip	char(41)	-	81	Nome località per esteso (max 40+null)
LineCodeBip	unsigned int	32	162	Codice delle linee "BIP" (range 0..0xFFFFFF e cioè' 24 bit, il valore 0 significa linea non definita)
LineDescriptionBip	char(41)	-	166	Descrizione della linea BIP esteso (max 40+null)
			207	

Tabella 2. 6 Valori del campo ApplStatus.

Fonte: Linee Guida rete veicolare di Bordo e protocolli scambio dati flotte GTT ed EXTRATO (2012), p.19

2.5.1 I protocolli per la trasmissione esterna: il progetto BIPEX

L'utilizzo degli apparati AVM/AVL consente, come si è visto, differenti operazioni: l'acquisizione e rielaborazione in tempo reale delle informazioni sulla flotta veicolare, il controllo da remoto dello stato di prestazione del servizio e, per ultimi, la trasmissione e la raccolta dei dati di esercizio ai fini della consuntivazione. Spesso accade che le aziende di TPL, dopo aver adottato sistemi ITS per la gestione del servizio, riescano a "produrre" grandissime moli di dati sul proprio servizio, ma che, allo stesso tempo, non siano capaci di estrarne informazioni sintetiche e qualitative.

Negli anni, inoltre, l'esigenza di ottenere informazioni confrontabili anche tra le diverse aziende di TPL ha portato alla necessità di definire, all'interno dei sistemi di trasporto, **protocolli standard** per la trasmissione dei dati del servizio.

Nasce quindi il bisogno di aumentare il c.d. livello di "*interoperability*" (interoperabilità) tra i diversi sistemi informativi, definito nel 2004 dall'UE all'interno del documento *European Interoperability Framework for Pan-European Government Services* come «*the ability of information and communication technology (ICT) systems and of the business processes they support to exchange data and to enable the sharing of information and knowledge*».

In tal senso, il Comitato Europeo di Normazione (CEN), l'ente europeo che si occupa della definizione degli standard, ha pubblicato alcuni protocolli di trasmissione dati validi anche per il trasporto pubblico locale.

Come si può osservare dalla Figura 2. 39, il modello sul quale si basano le ulteriori implementazioni è TRANSMODEL, dal quale derivano: il protocollo NeTex per lo scambio dei dati sul servizio pianificato, il

protocollo SIRI per lo scambio dati in tempo reale, OpRa per la trasmissione dei dati "grezzi" ed, infine, OJP per l'implementazione di sistemi in grado di fornire informazioni multimodali per viaggi di lunga distanza.

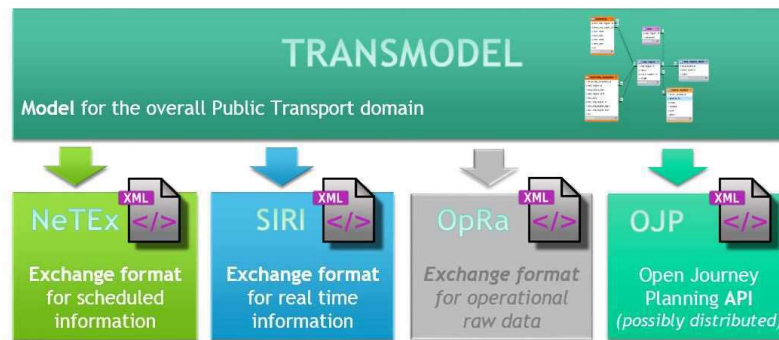


Figura 2. 39 Protocolli per lo scambio dati nel TPL basati sull'implementazione dello standard europeo Transmodel.
Fonte: <http://www.transmodel-cen.eu/implementations/>

"Definire uno standard" vuol dire stabilire delle regole alle quali i diversi *stakeholders* devono attenersi per raggiungere, nel caso in esame, il più alto livello di interoperabilità possibile tra sistemi informativi che, per diverse ragioni, hanno nature eterogenee.

Tuttavia, l'assenza di una chiara normativa di riferimento a livello nazionale ha fatto sì che le diverse aziende di trasporto locali adottassero, nel tempo, standard per la trasmissione dati differenti e sovente proprietari. Tutto ciò ha portato ad una disomogeneità tra i dati trasmessi ai vari organi di controllo, con la conseguente difficoltà nell'effettuare comparazioni sullo stato dei diversi servizi.

In merito a quest'ultimo punto si è scelto di descrivere il modello adottato dalla Regione Piemonte all'interno del progetto Biglietto Integrato Piemonte (BIP), istituito con la DGR n.34-7051 del 08/10/2007⁴³ (cfr. par. 2.2.2) con l'obiettivo di raccogliere ed integrare, in un unico centro di raccolta (CSR-BIP) i dati di servizio delle aziende aderenti e quelli delle validazioni provenienti dagli apparati BIP (Figura 2. 48).

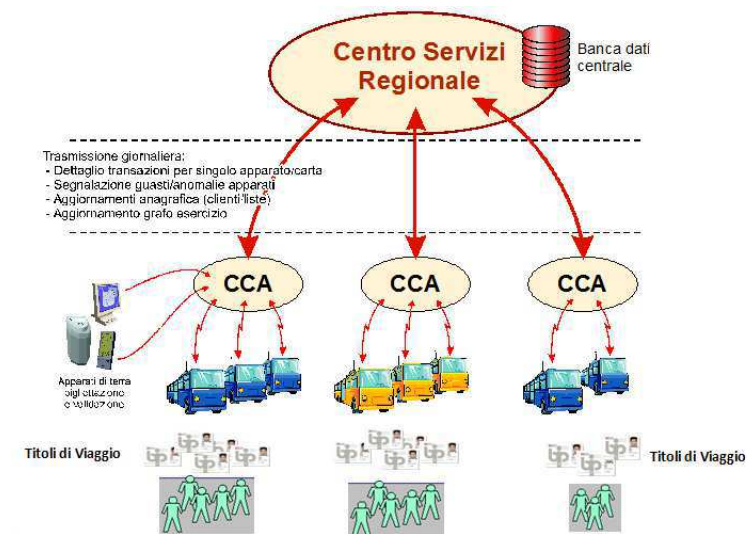


Figura 2. 48 Architettura del sistema BIP
Fonte: D'Uva, 2013, p.10

⁴³ Progetto BIP - Capitolato Tecnico di Base approvato con D.G.R. n. 15-8174 del 11 febbraio 2008.

Le motivazioni di tale progetto derivano dal decentramento alle Regioni delle competenze in materia di trasporto pubblico locale, a seguito del decreto legislativo n.422/197 (cfr. par.1.3.2), recepito in Piemonte con la legge regionale n.1 del 4 gennaio 2000, n.1 “Norme in materia di trasporto pubblico locale, in attuazione del decreto legislativo 19 novembre 1997, n. 422”, a seguito della quale è stato avviato il processo di raccolta dei dati sui servizi TPL per poter monitorare e promuovere l'efficacia, l'efficienza e la qualità del settore (Regione Piemonte, Deliberazione della Giunta Regionale 6 febbraio 2017,n.7-4621. Art.18 l.r.n.1/2000 e s.m.i.).

Per permettere il flusso continuo di tali informazioni, sono state definite le specifiche tecniche di un protocollo standard “per l'interscambio dei dati tra il Centro Servi Regionale (CSR-BIP), i sistemi informativi dei Centri di Controllo Aziendale (CCA) ed il Sistema Informativo Regionale dei Trasporti (SITR)” : il cosiddetto **protocollo BIPEX** (5T, 2017).

Questo, a sua volta, è basato sui tre protocolli europei prima definiti (5T, 2017, p. 13):

- *TransModel*: per la definizione delle reti, degli orari, delle tariffe, dei dati in tempo reale e di pianificazione del viaggio etc.;
- *NeTex*: standard CEN/TS 16614, che ha la funzione di gestire lo scambio dati per il trasporto pubblico europeo e viene utilizzato per il servizio programmato di tipo ferroviario, tramviario, aereo e su gomma e le relative anagrafiche tariffarie;
- *SIRI* (Service Interface for Real- Time Information): specifica CEN/TS 15531, in formato XML per lo scambio di informazioni in tempo reale sul TPL.

Il protocollo BIPex, inoltre, ha contribuito all'implementazione degli stessi per la parte relativa alla raccolta dati delle validazioni elettroniche.

Ogni soggetto coinvolto nel progetto piemontese dovrà, dunque, adottare le specifiche imposte da suddetto standard e trasmettere, secondo tempistiche accordate, i dati attinenti al proprio servizio. Nello specifico la strutturazione dei file trasmessi è stabilita secondo le specifiche del linguaggio XML (Extensible Markup Language) composti di una parte statica, relativa al servizio pianificato (*bipex_publication.xsd*) ed una parte di consuntivo (*bipex_report.xsd*) (Figura 2. 31).

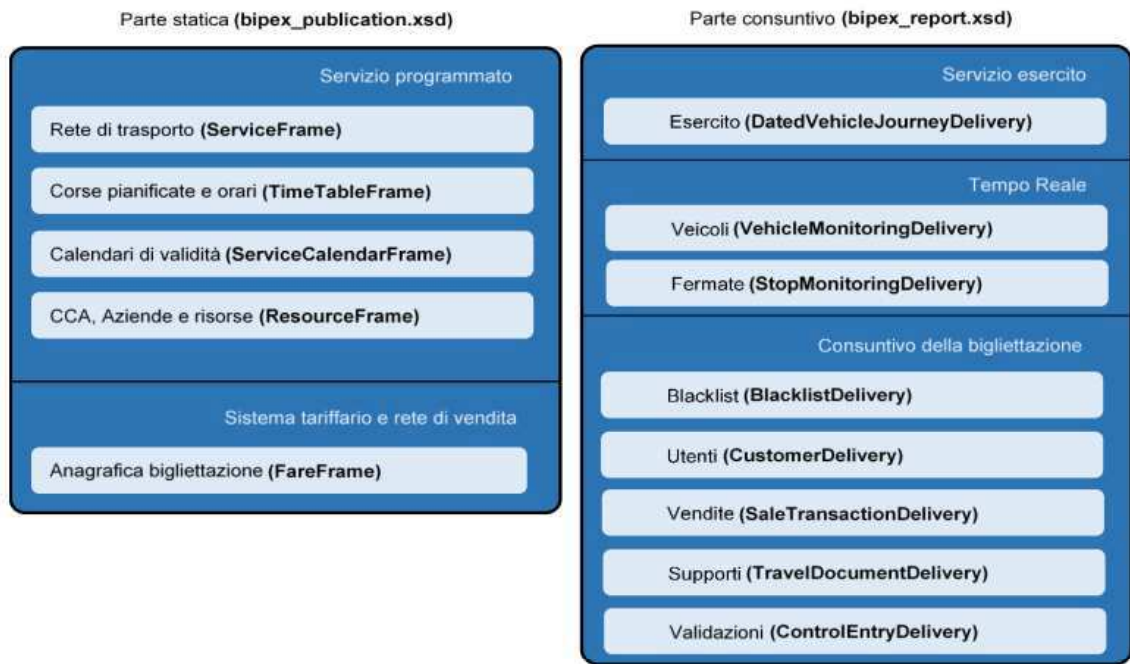


Figura 2. 31 Struttura generale del BIPEX.
Fonte: 5T, 2016, p.16

Tralasciando la descrizione della complessa architettura di tale protocollo, non ritenuta necessaria ai fini del lavoro di tesi, si ritiene, invece, interessante mostrare le criticità emerse nella fase di trasmissione di alcuni tra i dati richiesti dalla Regione.

Si specifica, in tal modo, che l'azienda GTT, nel 2008 ha aderito al progetto BIP e pertanto, attualmente, ha dato la sua disponibilità a fornire al CSR i dati relativi al proprio servizio secondo le modalità richieste.

Tuttavia, in fase di organizzazione delle informazioni da trasmettere, sono emerse alcune difficoltà soprattutto nella compilazione dei campi sul servizio consuntivato da inserire nel file bipex_report.xsd

Nello specifico:

- il campo *DatedVehicleJourneyDelivery*, prevede “il numero e l'elenco **delle corse effettuate** ed eventuali giustificativi per le **corse effettuate in modo differente dall'orario programmato**” (5T, 2016, p.15);
- il campo *ControlEntryDelivery* (5T, 2016, p. 151), “contiene l'elenco delle validazioni effettuate, con i riferimenti al titolo di viaggio, all'eventuale veicolo ed al servizio da questo svolto in corrispondenza della validazione” che al suo interno contiene il campo, *datedVehicleJourneyRef*, “con il riferimento **alla corsa interessata dalla validazione**” (5T, 2016, p.15).

Le difficoltà sono state riscontrate in fase di aggregazione di suddette informazioni a livello di singola corsa. Come si è visto nei paragrafi precedenti, infatti, il servizio urbano e quello extraurbano vengono gestiti e pianificati con due logiche differenti. Nello specifico, per quello urbano non viene prevista la programmazione per corse, bensì per intervalli temporali desiderati (cfr. par. 2.4). Per quanto riguarda la comunicazione di bordo (cfr. par.2.5) solo il protocollo INFO_NET2 (extraurbano) prevede la valorizzazione di un campo "codice corsa", assente invece nel caso del software AVM urbano.

Da ciò ne consegue che il protocollo BIPEX è stato pensato con un modello più aderente al servizio extraurbano che pone maggiormente l'accento sull'identificativo corsa. Tale centralità riferita all'ID corsa non è utilizzata, né può esserlo nel modello di programmazione attuale del servizio urbano a frequenza. Inoltre, la necessità di associare l'ID corsa per poter valorizzare il campo *dated Vehicle Journey Ref*, con il riferimento alla corsa interessata dalla validazione, non è possibile con il sistema AVM attualmente in uso. Vista, infatti, la vetustà dell'impianto AVM urbano risulterà comunque necessario nei prossimi anni valutare una sostituzione dello stesso ed attenersi alle regole imposte dal protocollo BIPEX.

In conclusione, la descrizione delle regole che permettono la comunicazione tra gli apparati di bordo e le tecnologie alla base del rispettivo funzionamento, sono state descritte al fine di poter evidenziare quanto sia importante ideare un'architettura stabile (e valida per tutti gli stakeholders) all'inizio di ogni progetto di integrazione dei dati su trasporto pubblico locale, altrimenti il rischio in cui si incorre è quello premesso all'inizio del paragrafo: troppi dati a disposizione e nessuna informazione.

Infine, in attesa di una normativa, almeno nazionale, che vincoli i fornitori alla realizzazione di piattaforme standard per la trasmissione dei dati, sarebbe auspicabile che le stesse aziende di trasporto puntassero a progettare “una modalità di comunicazione tra i dispositivi degli ITS che porti ad una reale condivisione dei segnali rilevati e ad una apertura massima alle diverse tecnologie, attuali e future”. (ASSTRA, 2012,p.22)

Capitolo 3: Obiettivi e metodologia

Come è stato premesso nel primo capitolo, il Contratto di Servizio tra l'Agenzia della Mobilità Piemontese (AMP) e l'azienda dei trasporti torinese è di tipo *net cost* e prevede un compenso economico, a consuntivo, distribuito sulla base dei km effettuati dalle diverse tipologie di veicoli. Si è visto, al paragrafo 1.6.3, come un meccanismo contributivo di questo tipo, basato sulla **diversa distribuzione dei compensi** in funzione della **tipologia di vettura** utilizzata, potrebbe condurre l'azienda a non erogare un'offerta di trasporto rivolta al pieno soddisfacimento della relativa domanda.

Nello specifico l'art. 29- *Corrispettivo Compensazioni economiche* del suddetto Contratto prevede, al comma 7, che le compensazioni unitarie (€/km) calcolate sul prezzo unitario di base offerto di €1,57 siano pari a:

- 6,908 €/km per la linea tranviaria 4;
- 6,751 €/km per le altre linee tranviarie;
- 3,528 €/km per le linee esercite con autobus articolati di lunghezza 18 m o superiore;
- 2,512 €/km per le altre linee esercite con autobus.

Per poter verificare l'aderenza tra il servizio consuntivato con quello pianificato, GTT calcola i km effettuati come la differenza tra quelli programmati e i disservizi registrati dagli operatori della Centrale SIS sul db CEDOLE (cfr. par. 2.3), aggiungendo il numero di km effettuati dai turni flessibili che coprono eventuali mancanze nel servizio.

Tuttavia, per potere avere una percezione completa sullo stato del proprio servizio, GTT ha recentemente approvato la decisione di redigere il consuntivo mensile, a partire dai dati condivisi dal 2014 con l'Agenzia della Mobilità Piemontese (AMP), anche in funzione della percentuale di corse effettuate per tipologia di veicoli rispetto a quelle previste dal Programma Pianificato di Servizio (PPdS).

L'importanza di conoscere l'informazione sulla percentuale di corse in funzione del veicolo che le ha percorse, trova le sue ragioni nel fatto che alcune linee di GTT sono gestite interamente con autobus da 18m che, come si è visto nel paragrafo 2.1, hanno una maggiore capacità di passeggeri a bordo e riescono a soddisfare una domanda di mobilità più elevata.

Tuttavia, può accadere che, per differenti ragioni legate alla regolarizzazione del servizio, alcune corse previste con vetture da 18m vengano effettuate con quelle da 12m.

Diventa quindi importante per l'azienda conoscere la percentuale di corse realmente fatte su queste linee con tali vetture rispetto a quelle programmate e monitorare la propria offerta di servizio qualora tale indicatore non fosse soddisfacente.

Per chiarezza espositiva si riporta l'elenco secondo il PPdS delle linee gestite con vetture da 18m (Tabella 3.1).

Alcune di queste, per far fronte alle variazioni del livello di domanda di trasporto, vengono gestite con vetture da 18m solo durante i giorni feriali o solo durante i giorni festivi. Altre, invece, come nel caso della linea 18 o della 35 sono erogate interamente con tale tipologia di veicoli.

Linea	Categoria	Gestite con vetture da 18m		
		Lun-Ven(%)	Sab (%)	Festivi (%)
2	A	100	100	100
5	B	100	100	100
5B	B	100	-	-
10	A	tram	tram	100
11	B	100	100	100
13	A	tram	tram	100
14	C	100	0	0
18	A	100	100	100
35	B	100	100	100
36	B	100	100	100
42	B	100	0	0
46	C	100	0	0
51	C	100	100	-
57	B	100	100	0
72	B	100	100	100
72B	B	100	100	-
75	B	100	0	0
SF1	N.C	27	0	-
W15	N.C	-	100	100

Tabella 3. 1 Linee e rispettiva classificazione gestite(%) per il 2018 con vetture da 18m in base al tipo di giorno, secondo il PPdS (Feriale, Sabato, Festivo)

Quasi la totalità di queste linee, inoltre, rientra nelle prime due categorie (A e B) della classifica GTT che, secondo i dati raccolti dalle validazioni elettroniche (cfr. par. 2.2.2) sono quelle che trasportano il maggior numero di passeggeri. Su tali linee, inoltre, nel mese di gennaio del 2018 sono state registrate il 32%⁴⁴ di validazioni sul totale delle linee urbane e suburbane.

Secondo tali considerazioni appare evidente che, a prescindere dall'aspetto puramente economico (derivante da un maggior compenso previsto da CdS per le vetture da 18m), monitorare l'indicatore delle corse sia importante soprattutto in fase di pianificazione per garantire un miglior servizio all'utenza. Il numero di corse garantite con vetture più o meno capienti, di fatto, comporta una maggiore influenza sulla percezione della qualità del servizio rispetto, ad esempio, ad un'informazione puramente chilometrica.

L'obiettivo del presente elaborato di tesi muove, quindi, dalle concrete esigenze dell'azienda di standardizzare una procedura più semplice e snella per evidenziare la percentuale di corse effettuate per

⁴⁴ Fonte: elaborazione su dati del BIP forniti da GTT

ciascuna linea con la tipologia di vettura prevista dal Programma Pianificato di Servizio e le eventuali difformità.

Il metodo proposto nella tesi si pone così come strumento a supporto della suddetta necessità aziendale in quanto offre a GTT la possibilità di estrarre mensilmente e in maniera quasi del tutto automatica, a partire dai dati forniti all'AMP, l'informazione sulla percentuale di corse effettuate per tipologia di mezzo. Tale dato sarà successivamente integrato con la parte di consuntivo per km.

Nel terzo capitolo, quindi, verrà descritta la metodologia adottata per il perseguimento di tale obiettivo e verranno evidenziate le problematiche riscontrate durante l'affinamento del metodo.

3.1 Procedura per l'analisi delle corse mensili

La procedura individuata nel lavoro di tesi, come si è detto, si basa sui dati forniti mensilmente all'Agenzia della Mobilità (secondo gli accordi previsti dal CdS) per la verifica dell'allineamento tra il servizio effettuato e quello pianificato. Tali dati, provenienti dall'AVM di bordo e registrati dal SIS, vengono salvati all'interno del database DBCONS (cfr. par. 2.3.) ed archiviati in un'apposita tabella: *servconsun*.

Per tale ragione la prima fase del metodo proposto verte sull'organizzazione dei dati estratti da tale tabella, mentre quelle successive faranno riferimento alla loro elaborazione.

Si anticipa, inoltre, che tutti gli esempi di seguito riportati faranno riferimento al mese di gennaio 2018, in quanto al momento di stesura della tesi rappresenta l'ultimo periodo del consuntivo effettuato dall'azienda.

3.1.1 Estrazione dei dati dalla tabella *servconsun*

I dati forniti all'Agenzia, come si è detto, vengono estratti mensilmente dalla tabella *servconsun* del DBCONS del SIS e sono rappresentati da tre file .csv di dimensioni pari a circa 40.000 KB ciascuno. Poiché contengono tante informazioni, risultano pesanti da gestire con un unico foglio di calcolo e, pertanto, GTT, in accordo con l'AMP, ha scelto di separare i dati sul servizio effettuato in tre blocchi, rispettivamente dal primo al decimo, dall'undicesimo al ventesimo, dal ventunesimo fino all'ultimo giorno del mese. Si riporta, in Figura 3. 1, un esempio della struttura di un file "originale" fornito da GTT ad AMP.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	timereg	timeevento	cinmaxarco	progpas	corsa	cinlinea	turnoveic	matrmezzo	tipo	timearriv	timearrivorario	ritardo	intertempo	interteorico	sosta
2	01/05/2017 3.19.11	01/05/2017 3.19.07	3628	4	1	110	1	2303	0	01/05/2017 3.18.26	01/05/2017 3.16.00	146	0	-29616	24
3	01/05/2017 3.20.17	01/05/2017 3.20.13	3622	2	1	109	1	831	0	01/05/2017 3.18.53	01/05/2017 3.16.00	173	0	0	31
4	01/05/2017 3.24.33	01/05/2017 3.24.29	3642	3	1	115	1	3378	2	01/05/2017 3.19.55	01/05/2017 3.25.00	-305	0	-28236	136
5	01/05/2017 3.30.35	01/05/2017 3.30.32	3639	4	2	115	1	3378	0	01/05/2017 3.29.24	01/05/2017 3.39.00	-576	0	-27936	15
6	01/05/2017 3.30.37	01/05/2017 3.30.32	4569	14	7	117	1	3329	2	01/05/2017 3.24.57	01/05/2017 5.25.00	-7203	0	-18876	240
7	01/05/2017 3.30.39	01/05/2017 3.30.36	3253	3	1	118	1	3372	2	01/05/2017 3.23.23	01/05/2017 3.22.00	83	0	-28476	373
8	01/05/2017 3.32.19	01/05/2017 3.32.14	1737	5	1	110	1	2303	2	01/05/2017 3.28.16	01/05/2017 3.22.00	376	0	-28776	293
9	01/05/2017 3.33.19	01/05/2017 3.33.13	626	5	2	115	1	3378	0	01/05/2017 3.32.30	01/05/2017 3.44.00	-690	0	-27936	15
10	01/05/2017 3.35.17	01/05/2017 3.35.14	670	4	2	118	1	3372	0	01/05/2017 3.34.48	01/05/2017 3.35.00	-12	0	-28476	18
11	01/05/2017 3.36.55	01/05/2017 3.36.52	1738	6	2	110	1	2303	0	01/05/2017 3.35.47	01/05/2017 3.35.00	47	0	-28476	21
12	01/05/2017 3.39.27	01/05/2017 3.39.23	3623	3	1	109	1	831	2	01/05/2017 3.26.30	01/05/2017 3.22.00	270	0	-28776	739

Figura 3. 1 Esempio di file estratto dalla tabella *servconsun*

Il contenuto della tabella, di seguito descritto, è organizzato in 15 campi con altrettanti significati:

- *timereg*: espresso in formato "GG/MM/AAA hh.mm.ss" contiene la data e l'ora in cui il segnale e la posizione del veicolo vengono registrati nel database;
- *timeevento*: espresso in formato "GG/MM/AAA hh.mm.ss", contiene la data e l'ora in cui, ad ogni evento significativo (apertura-chiusura porte, arrivo al capolinea, etc.), il segnale viene inviato dalla vettura;
- *cinmaxarco*: codice identificativo del maxiarco di una linea;
- *progpas*: è un numero sequenziale che indica il passaggio progressivo della vettura da un maxiarco a quello successivo;
- *corsa*: indica il numero progressivo delle corse effettuate da una vettura;
- *cinlinea*: codice aziendale identificativo della linea;
- *turnoveic*: rappresenta il numero del turno associato alla vettura in seguito alla qualifica dell'autista (cfr. par.2.2.1);
- *matrmezzo*: rappresenta la matricola identificativa delle vetture;
- *tipo*: indica lo stato del veicolo. Se è uguale a "0" indica che la vettura è in movimento lungo il percorso della linea; se è pari ad "1" o "2" a indica l'arrivo ad uno dei due capolinea estremi della linea;
- *timearriv*: espresso in formato "GG/MM/AAA hh.mm.ss", indica l'orario previsto di arrivo del veicolo al maxiarco o al traguardo;
- *timearrivorario*: espresso in formato "GG/MM/AAA hh.mm.ss", indica l'orario effettivo di arrivo di un veicolo al maxiarco o al traguardo;
- *sosta*: tempo di sosta di un veicolo al capolinea;
- *ritardo*: indica la differenza temporale (in secondi) tra *timearriv* e *timearrivorario*;
- *intertempo*: mostra il tempo (in secondi) di transito di un veicolo in un maxiarco;
- *interteorico*: mostra il tempo previsto (in secondi) di transito di un veicolo in un maxiarco;

Come si è detto, tali file contengono una grande quantità di dati, anche se non tutti sono stati ritenuti necessari ai fini della presente analisi. Per tale ragione è stata fatta la scelta di estrarre dal DBCONS solamente quei campi ritenuti di interesse ed alleggerire il successivo processo di calcolo.

Questi vengono mensilmente estratti dalla tabella *servconsun* dopo averla "interrogata" attraverso la seguente *query*:

```
select timereg, cinlinea, matrmezzo, tipo, corsa
from servconsun
where timereg
between '01/01/2018 03:00:00' and '01/02/2018 03:00:00'
and tipo <128
```

Nello specifico, con la clausola *select* vengono selezionati i campi di interesse (*timereg*, *cinlinea*, *matrmezzo*, *tipo*, *corsa*); con la clausola *from* la tabella da cui estrarre i dati e con la condizione *where* impostata per il

campo *timereg* si definisce l'intervallo temporale desiderato. Come si evince dall'interrogazione (o query), per poter estrarre i dati sul servizio relativi al mese di gennaio 2018 è stato necessario prendere come riferimento il periodo di validità di una giornata "tipo" di servizio GTT che normalmente termina alle 2 a.m. ed inizia circa verso le 4 a.m., ma per ragioni cautelari si è scelto di considerare i dati compresi tra le 3 a.m. del primo gennaio alle 3 a.m. del primo febbraio.

I dati, una volta scaricati dal DBCONS, sono stati archiviati all'interno di una cartella denominata *analisi_corse* (Figura 3. 2) condivisa tra alcuni utenti dell'azienda che dovranno provvedere al loro aggiornamento mensile.

Tale cartella contiene i seguenti file sul servizio effettuato:

- *mese_2018.csv*: contiene i campi di interesse estratti dalla tabella *servconsun*;
- *linee.csv*: contiene l'associazione tra il campo *cinlinea* e la rispettiva codifica nel nome comunemente attribuito alla linea (*codlinea*);
- *mezzi_modelli.csv*: contiene l'associazione tra la vettura e la classe di appartenenza stabilita in base alla lunghezza dei veicoli;

Name	Ext	Size	Changed	Rights	Owner
			08/02/2018 16:46:55	rwxr-xr-x	root
gennaio_2018.csv		47.199 KiB	08/02/2018 19:53:18	rwxr-xr-x	root
linee.csv		1.922 B	08/02/2018 16:55:00	rwxr-xr-x	root
mezzi_modelli.csv		28.737 B	08/02/2018 16:59:59	rwxr-xr-x	root

Figura 3. 2 Cartella "analisi_corse" contenente i file sul servizio effettuato da GTT

3.1.2 Creazione del Database Relazionale "corse_anno"

Dopo aver estratto ed archiviato i file necessari ai fini dell'analisi, è stato necessario progettare la struttura di un database che potesse contenere tutti e soli i dati relativi al servizio consuntivato e che non interferisse in alcun modo con i DB destinati alla regolarizzazione del servizio. Questo, denominato "corse_2018" è di tipo MariaDB, un Relational Database Management System (RDBMS) open source sviluppato principalmente per sistemi GNU/Linux, sulla base di MySQL, composto da un client a riga di comando ed inserito all'interno di un server virtuale Linux. Quest'ultimo, come si è detto, deve essere diverso da quelli su cui risiedono le informazioni utilizzate dalla centrale SIS.

Per creare un DB a base MariaDB è stato necessario richiamare, con i permessi *root* (amministratore), dal terminale Linux, il seguente comando che permette di accedere dalla *shell* Linux a quella del database MariaDB:

```
mysql -u root -h localhost
```

Una volta stabilita tale connessione è stato possibile creare il database con il seguente comando:

```
MariaDB [(none)] > create database corse_2018;
```

Dopo aver creato il database, si è proceduto con la strutturazione, al suo interno, delle tabelle di seguito descritte.

Tabelle mese_2018

La struttura di queste tabelle è stata progettata al fine di ricevere il contenuto dell'omonimo file *mese_2018.csv*, estratto mensilmente dalla tabella *servconsun*. In questo modo all'interno del db *corse_2018* ci saranno 12 tabelle, una per ogni mese del 2018. Nel caso di gennaio, ad esempio, la rispettiva tabella è stata creata attraverso l'esecuzione, nel terminale di MariaDB, di uno *script* la cui sintassi è la seguente:

```
CREATETABLE corse_2018.gennaio_2018 (  
data_2018 VARCHAR (12) NULL,  
ora_2018 VARCHAR (10) NULL,  
cinlinea VARCHAR (5) NULL,  
matrmezzo VARCHAR (8) NULL,  
tipo int null,  
corsa int,  
turnoveic int,  
FOREIGN KEY (cinlinea) REFERENCES corse_2018.linee(cinlinea),  
FOREIGN KEY (matrmezzo) REFERENCES corse_2018.mezzi(matrmezzo));
```

Come si può osservare, all'interno della tabella, sono stati previsti i seguenti campi:

- campi *data_2018* e *ora_2018*: estratti dalla colonna *timereg* della tabella *servconsun*, grazie all'utilizzo di un Batch Linux successivamente descritto (cfr. par. 3.1.3), per conservare l'informazione sulla data e sull'ora in cui la corsa è stata effettuata. Il tipo del campo è **VARCHAR**, ossia un formato alfanumerico. Questo è stato preferito in maniera cautelare rispetto al tipo **DATE** o **TIME** (teoricamente più adatti per entrambi i campi) per evitare possibili errori di importazione, in quanto il formato originale del campo *timereg* non è compatibile con quello anglosassone di tipo "YY-MM-DD hh:mm:ss" (previsto da MariaDB).
- campo *cinlinea*: identifica la linea GTT secondo un codice interno dell'azienda ed è necessario al fine di associare la corsa alla rispettiva linea. Anch'esso è espresso in formato **VARCHAR** ed è una chiave esterna (foreign key) riferita al campo *cinlinea* della tabella *linee*;
- campo *matrmezzo*: necessario per poter associare la corsa alla vettura che l'ha percorsa. E' espresso in formato **VARCHAR** ed è chiave esterna (foreign key) del campo *matrmezzo* della tabella *mezzi*;

- campo *tipo*: identifica l'arrivo della vettura al capolinea. E' stato inserito in quanto, per ragioni di diversa natura, può succedere che la corsa venga percorsa solo parzialmente e quindi per valutare quanti sono stati gli effettivi arrivi ai capolinea rispetto al totale delle corse effettuate. Come si è visto, i valori che questo può assumere sono "0", "1" o "2" e, pertanto, la colonna è stata formattata con il valore INT (numero intero);

- campo *corsa*: rappresenta, con un numero progressivo, il numero di corse effettuate da una vettura. E' stato inserito nella tabella *mese_2018* in quanto associa, ad ogni vettura, la corsa che questa sta percorrendo in un determinato momento. A differenza del campo *tipo*, il numero progressivo della corsa viene attribuito alla vettura anche se questa dovesse interrompere la corsa prima di giungere al capolinea.

- campo *turnoveic*: formattato come numero intero INT , rappresenta, con un numero progressivo, i turni effettuati all'interno di una linea ed il suo inserimento all'interno del DB *corse_2018* è stato necessario nella definizione dei criteri di ordinamento dei campi a supporto dell'analisi.

Tabella *linee*

E' una tabella con la funzione di transcodifica per campo *cinlinea* della tabella *mese_2018* ed è adatta a contenere l'omonimo file *linee.csv*. Anche in questo caso è stato previsto uno script che permettesse la sua creazione all'interno del DB *corse_2018*:

```
CREATETABLE corse_2018.linee (  
cinlinea VARCHAR (5) NULL,  
codlinea VARCHAR (12),  
lunglinea int (11),  
primarykey (cinlinea));
```

Come si evince dallo script, all'interno della tabella sono stati creati 3 diversi campi:

- campo *cinlinea*: indica il codice della linea così come riportato nella tabella *servconsun* ed è formattato come VARCHAR analogamente al campo *cinlinea* della tabella *mesi_2018*. Tale colonna, inoltre, è definita come la chiave primaria (primary key) della tabella *linee* riferita all'omonimo campo della tabella *mesi_2018*.

- campo *codlinea*: rappresenta la codifica del campo *cinlinea* con il nome esposto al pubblico della linea. E' espresso in formato VARCHAR;

- campo *lunglinea*: contiene la lunghezza delle linee per future integrazioni e confronti con il consuntivo per km;

Tabella *mezzi*

E' una tabella con la funzione di transcodifica per il campo *matrmezzo* della tabella *mese_2018* ed è adatta a contenere il file *mezzi_modelli.csv*. Lo script creato per il suo inserimento all'interno del DB *corse_2018* ha la seguente sintassi:

```
CREATETABLE corse_2018.mezzi (  
matrmezzo varchar(8) NOTNULLDEFAULT,  
classmezzo varchar(10) DEFAULTNULL,  
lungmezzo varchar(100) DEFAULTNULL,  
mezzo varchar(12) DEFAULT NULL,  
PRIMARYKEY (matrmezzo));
```

Tale tabella contiene le informazioni sui veicoli è composta da 4 campi:

- campo *matrmezzo*: rappresenta la matricola della vettura così come contenuto nella tabella *mese_2018*. Tale colonna è definita come la chiave primaria (primary key) della tabella *mezzi* permettendo, in tal modo, l'associazione con il campo *matrmezzo* della tabella *mese_2018*;
- campo *classmezzo*: indica se la vettura è un autobus con il valore "BS", oppure un tram con il valore "TR";
- campo *lungmezzo*: indica la lunghezza precisa, in metri, del veicolo;
- campo *mezzo*: rappresenta la classe del mezzo come previsto si debba riportare nel consuntivo mensile delle corse. Al suo interno sono state classificate le vetture da 12m ("*bus 12m*"), 18m ("*bus 18m*") e i tram ("*tram*").

Come è possibile osservare in Figura 3. 3, all'interno del database *corse_2018*, sono già state predisposte le 12 tabelle per ogni mese del 2018 che verranno popolate nel corso dell'anno e le tabelle *linee* e *mezzi*, che dovranno essere aggiornate in caso di alterazioni delle linee o di modifica nella composizione del parco veicolare con il quale GTT eroga il proprio servizio.

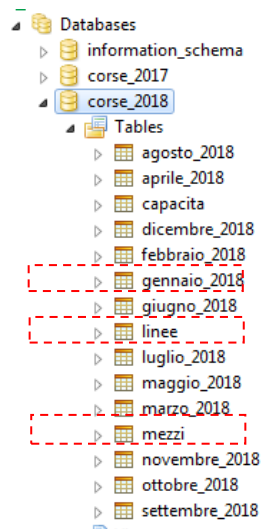


Figura 3. 3 Struttura tabellare del DB *corse_2018*

Relazioni tra tabelle

Con l'obiettivo di ottenere, partendo da dati complessi ed articolati, l'informazione semplice e sintetica sulle percentuali di corse mensilmente effettuate per tipologia di vettura, è stato necessario prevedere, durante l'organizzazione dell'architettura del DB, anche le relazioni che sarebbero dovute intercorrere tra le diverse tabelle.

Nel caso in esame, è stata definita una relazione c.d. *uno-a-molti* nella quale ad ogni record della tabella "lato-Uno", possono corrispondere "molti" record della tabella "lato-Molti", mentre non è mai vero il contrario. Normalmente, per poter realizzare questo tipo di relazione, si attribuisce ad uno o più campi della tabella "lato-Molti", una c.d. *chiave esterna* che corrisponde ad un campo della tabella "lato-Uno", comunemente denominato *chiave primaria*.

Nel caso analizzato, come già descritto, sono state definite due chiavi esterne all'interno della tabella *mese_2018* (tabella sorgente) che, in tal modo, può essere definita come la tabella "lato-Molti" e una chiave primaria in ognuna delle due tabelle "lato-Uno": *linee* e *mezzi*.

Ai fini di una migliore comprensione è stato realizzato l'*Entity Relationship (ER) model* per il database *corse_2018* (Figura 3. 4) che ne mostra schematicamente la struttura tabellare e le rispettive relazioni. Come si è detto, per la tabella *linee* la chiave primaria è il campo *cinlinea*, mentre il campo *matrmezzo* rappresenta la chiave primaria per la tabella *mezzi*. Entrambe le colonne sono chiavi esterne nella tabella *mese_2018*.

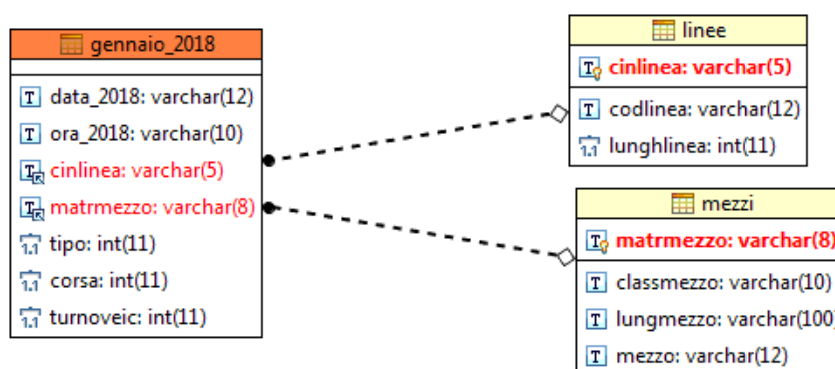


Figura 3. 4 Entity Relationship (ER) model del DB *corse_2018*

In sintesi, per ogni valore del campo "cinlinea" della tabella *linee* ci saranno "molti" record nella tabella *mese_2018* così come per ogni valore del campo "matrmezzo" della tabella *mezzi*, ci saranno "molti" record nella tabella *mese_2018*. La definizione a monte di tale legame ha permesso, come si vedrà, l'estrazione di un dato sintetico ed aggregato sul servizio consuntivato per corse.

3.1.3 La procedura automatica di importazione dei file

Dopo aver creato le tabelle del database *corse_2018*, è stato necessario "popolarle" con i tre file .csv di ogni mese contenuti nella cartella *analisi_corse*.

Nello specifico, il file *mese_2018.csv*, prima di essere inserito all'interno del db, deve essere mensilmente "pulito" e strutturato attraverso l'esecuzione di un file *Batch* di Linux creato appositamente per gli scopi dell'analisi. Uno dei problemi iniziali, infatti, ha riguardato la gestione di file aventi notevoli dimensioni difficilmente gestibili con i tradizionali fogli di calcolo e rappresenta la ragione per cui i dati forniti da GTT all'Agenzia della Mobilità Piemontese vengono suddivisi in blocchi da 10 giorni.

La scelta di utilizzare una procedura di *shell scripting* Linux, inoltre, comporta grandi vantaggi (rispetto ad una elaborazione manuale con i fogli di calcolo Excel) sia in termini di velocità del procedimento che di contenimento degli errori umani.

Avendo la necessità di semplificare ed organizzare suddetti file in modo snello e veloce è stata individuata una procedura che, attraverso il codice contenuto nel file di Batch *popolamento_db_mensile_corse.sh*, "agisca" rapidamente sui file originali (senza doverli aprire manualmente) e li organizzi in un formato adatto alla successiva importazione nel database. Questo rappresenta il fulcro dell'automatizzazione del processo di analisi delle corse ed è composto da quattro parti, il cui intero contenuto è riportato in Allegato.

Tale file di Batch viene eseguito da terminale LINUX con il seguente comando:

```
./popolamento_db_mensile_corse.sh /root/analisi_corse gennaio_2018
```

Nello specifico:

- con la sintassi *./popolamento_db_mensile_corse.sh* si esegue il file Batch dalla directory corrente.
- intervallato da uno spazio, si richiama il percorso della directory dove sono contenuti i file .csv estratti dal database del SIS (*/root/analisi_corse*, opzione richiamata all'interno del Batch con la sintassi \$1);
- intervallato da un ulteriore spazio si definisce il mese dell'anno per cui si esegue il Batch nel formato *mese_anno* (ad esempio **gennaio_2018**, opzione richiamata all'interno del Batch con la sintassi \$2).

Per una migliore comprensione della procedura si analizzano, nel seguito, le parti salienti del suddetto file *popolamento_db_mensile_corse.sh*.

Questo è composto da 4 blocchi: la prima parte è destinata alla pulizia e all'organizzazione dei file contenuti nella cartella *analisi_corse*. La seconda, la terza e la quarta parte, invece, sono destinate al popolamento del database.

Nel primo blocco di codice, il cui estratto è riportato in Figura 3. 35, si assegna alla variabile *\$directoryinput* il percorso della directory dove sono contenuti i file .csv. Alla variabile *\$meseinput*, invece, si assegna il mese dell'anno per cui si esegue il Batch.

Successivamente viene definita una variabile `$fileinput` che, a partire dalla variabile `$meseinput` individua il nome del file contenente i dati estratti dal SIS (*mese_2018.csv*). Tale file viene poi pulito con il comando `sed` di Linux, che sostituisce gli spazi " " presenti nel file con il ";" separando, in tal modo, la data dall'ora del campo *timereg*. Il file (`fileinput = $meseinput.csv`), così modificato, verrà inserito (>) in un file temporaneo *.tmp*, che andrà a sostituire (`mv`) il file originale, rimosso con il comando `rm-rf`.

```
#!/bin/bash

directoryinput=$1
meseinput=$2
filelineeinput=linee.csv
filemezziinput=mezzi_modelli.csv
fileinput=$meseinput.csv

#sostituisco spazio con punto_e_virgola per separare data da ora
sed s/" "/";"/ $1/$fileinput > $1/$fileinput.tmp

#elimino il file originario e lo sostituisco con il temporaneo
rm -rf $1/$fileinput
mv $1/$fileinput.tmp $1/$fileinput
```

Figura 3. 5 Estratto del file di Batch Linux per la strutturazione dei file

Per quanto riguarda l'importazione dei file all'interno del database è stata utilizzata la generica sintassi dello *Structured Query Language* (SQL):

```
load data localinfile /percorso/file.csv into table nome_tabella fields terminated by
"il_delimitatore_del_campo" lines terminated by "il_delimitatore_delle_stringhe";
```

Per poter automatizzare la procedura di importazione, si è deciso di integrare tale sintassi con quella interpretabile dal sistema operativo Linux e permettere allo stesso file Batch di inserire, nelle tabelle del db *corse_2018*, i tre file *.csv*.

Per tale scopo sono stati compilati il secondo, il terzo e il quarto blocco del file di Batch.

Nello specifico, all'inizio di ognuna delle tre parti, è stata definita la variabile `$nn1= `echo $1/$fileinput`` che traduce il generico `/percorso/file.csv` della *query* succitata, nel percorso e nome di ognuno dei tre file *.csv* da importare che sono stati definiti (nel primo blocco dello script) con le seguenti variabili:

- `fileinput = $meseinput.csv`: identifica il file *mese_2018.csv* così come precedentemente strutturato dal Batch e viene definita solo per il popolamento della tabella *mese_2018* (Figura 3. 6);
- `filelineeinput = linee.csv`;
- `filemezziinput= mezz_i_modelli.csv`

Si precisa, inoltre, che, al fine di evitare duplicazioni dei dati, dovuti a possibili errori umani durante l'esecuzione del file *popolamento_db_mensile.sh*, è stato previsto l'inserimento del comando SQL "*truncate table*" che svuota il contenuto presente in ciascuna delle tabelle e lo aggiorna ad ogni invio del file Batch con l'ultima versione dei file contenuti nella cartella.

```
#####
CORSE
#####

#creo comando sql per popolare tabella del mese (es.corse_2018.gennaio_2018)
nnl=`echo $1/$fileinput`
echo load data local infile \"$nnl\" into table $meseinput
fields terminated by \";\"; lines terminated by \"\\n\"; > infiletmp.sql

#svuoto tabella del mese
echo truncate table $meseinput > truncatetabletmp.sql
mysql -u root -h localhost corse_2018 < truncatetabletmp.sql

#popolo il db corse_2018 con il comando creato precedentemente
mysql -u root -h localhost corse_2018 < infiletmp.sql
```

Figura 3. 6 Estratto del file *popolamento_db_mensile.sh* per il popolamento della tabella *mese_2018*

Per quanto riguarda il popolamento delle tabelle *linee* e *mezzi*, la logica adottata è identica a quella descritta per la tabella *mese_2018* e, pertanto, si rimanda alla consultazione in allegato dell'intero codice contenuto nel file Batch.

Per la verifica dell'avvenuta importazione dei file, è stato utilizzato il *client* per database *DBeaver* che permette di accedere ed interfacciarsi con il database *corse_2018*, nonché di interrogare i dati contenuti all'interno delle rispettive tabelle.

Come si può osservare dalla Tabella 3. 2, il caricamento dei file relativi al mese di gennaio è avvenuto correttamente ed è possibile, quindi, vedere l'associazione tra i diversi campi all'interno della tabella *gennaio_2018*.

	data_2018	ora_2018	cinlinea	matrmezzo	tipo	corsa	turnoveic
1	01/01/2018	3.20.49	109	828	0	1	1
2	01/01/2018	3.30.34	112	2725	2	1	1
3	01/01/2018	3.31.52	109	828	2	1	1
4	01/01/2018	3.35.46	140	3378	0	1	1
5	01/01/2018	3.38.08	112	2725	0	2	1
6	01/01/2018	3.39.22	109	828	0	2	1
7	01/01/2018	3.42.06	137	2712	2	1	1
8	01/01/2018	3.47.10	109	828	0	2	1

Tabella 3. 2 Contenuto della tabella "gennaio_2018"

Anche nel caso della tabella *linee* il popolamento è avvenuto regolarmente e nella Tabella 3. 3 è possibile osservare la corrispondenza tra il campo *cinlinea* e quello *codlinea* (nome della linea così come riconosciuto dall'utenza). Si precisa che, attualmente, il campo *lunghilinea* non contiene le informazioni sulle lunghezze delle linee, ma si prevede che in futuro questo dato possa essere integrato tra i contenuti di tale tabella.

	cinlinea	codlinea	lunglinea
1	1	1	0
2	10	49SB	0
3	100	MAN	0
4	101	70	0
5	102	10N	0
6	103	18N	0
7	104	70SB	0
8	106	17	0

Tabella 3. 3 Contenuto della tabella "linee"

Per la tabella mezzi (Tabella 3. 4), infine, è possibile osservare l'associazione tra la vettura e la rispettiva classe di lunghezza (campo "mezzo") sulla base della quale verranno calcolate le percentuali di corse effettuate.

	matrmezzo	classmezzo	lungmezzo	mezzo
1	1	BS	7,48	bus 7m
2	10	BS	7,48	bus 7m
3	100	BS	7	bus 7m
4	1000	BS	17,98	bus 18m
5	1001	BS	17,98	bus 18m
6	1002	BS	17,98	bus 18m

Tabella 3. 4 Contenuto della tabella "mezzi"

3.2 Metodologia per il conteggio delle corse mensili

Una volta avvenuto il popolamento del database, è stato necessario individuare una metodologia per poter contare, per linea (così come riconosciuta dall'utenza), tutte le corse inserite nella tabella *mese_2018* ed associarle al tipo di veicolo che le ha percorse secondo lo schema seguente:

Linea → Tipologia di vettura → % di corse mensili effettuate per tipologia di vettura

Per far ciò, sono state intraprese due diverse strategie, successivamente descritte e validate, con alla base due logiche differenti per il computo del dato finale.

Nello specifico, nel primo metodo, si fa riferimento al campo "tipo" estratto dalla tabella *servconsun*, dal quale è possibile ricavare l'informazione dell'avvenuto completamento della corsa. Se ad esso, infatti, viene assegnato il valore "1" o il valore "2" significa che la vettura è arrivata correttamente ad uno dei due capolinea. Viceversa, se questo assume il valore "0", indica che il veicolo sta ancora percorrendo il tragitto della linea.

Il secondo metodo, invece, fa riferimento al campo "corsa" della stessa tabella nel quale viene registrato il numero progressivo della corsa che una vettura sta percorrendo in un determinato momento. A differenza

del campo "tipo", questa colonna viene sempre valorizzata con un numero intero e, pertanto, da sola, non fornisce l'informazione aggiuntiva sull'effettivo completamento della corsa.

Per maggior chiarezza si descrivono di seguito entrambi i metodi, evidenziandone potenzialità e criticità.

3.2.1 Metodo 1: arrivo al capolinea

Partendo dal presupposto che il database *corse_2018*, creato ai fini dell'analisi rispecchi, nelle sue parti essenziali, la struttura della tabella *servconsun* destinata all'Agenzia della Mobilità Piemontese per il consuntivo del servizio, è stata definita una *query* che estragga da tale db un'informazione sintetica sul numero di corse interamente completate per tipologia di vettura. Tale procedura, di fatto, si basa sul conteggio di tutti gli arrivi al capolinea per i quali il campo "tipo", come si è visto, assume valore "1" o "2". Nello specifico, per le corse effettuate il primo gennaio 2018, il Metodo 1 si basa sul seguente *script* SQL:

```
select codlinea,mezzo, count(gennaio_2018.tipo) as'Corse_totali'  
from gennaio_2018,linee,mezzi  
where (gennaio_2018.tipo='1'or gennaio_2018.tipo='2')  
and str_to_date(data_2018,'%d/%m/%Y') = '2018-01-01'  
and gennaio_2018.cinlinea = linee.cinlinea  
and gennaio_2018.matrmezzo = mezzi.matrmezzo  
group by linee.codlinea,mezzi.mezzo;
```

Come è possibile osservare, grazie alla funzione *count* di SQL è possibile, appunto, "contare" tutte le stringhe in cui il campo "tipo" assume valore "1" o "2" in base al loro raggruppamento (*group by*) per linee (codlinea) e per tipologia di veicolo (mezzo). Inoltre, con la condizione *where*, per poter far riferimento al campo "codlinea" (nome pubblico della linea) e quello del tipo di mezzo (campo "mezzo" della tabella *mezzi*) è stata assegnata la condizione di *join tabellare* tra le chiavi primarie delle tabelle *linee* e *mezzi* e quelle esterne della tabella *gennaio_2018*.

Con tale metodo, quindi, vengono esclusi tutti i valori "0" che, invece, identificano la vettura "in corsa" prima di giungere a destinazione.

Il risultato, riferito all' 1 gennaio 2018 riportato in Tabella 3. 5 Estratto del risultato dello script per il Metodo 1-*arrivo al capolinea*

, mostra il numero di corse contate dalla *query* e raggruppate per linea e per tipo di veicolo.

```
select codlinea,mezzo, count(gennaio_2018.tipc | Enter a S
```

T codlinea	T mezzo	Corse_totali
1	bus 12m	118
10	bus 12m	3
10	bus 18m	117
102	bus 12m	31
11	bus 12m	2
11	bus 18m	98
13	bus 18m	115
14	bus 12m	57
15	bus 12m	1
15	tram	125
16CD	tram	121
16CS	tram	106
17	bus 12m	97
18	bus 18m	114
19	bus 12m	79
2	bus 12m	8
2	bus 18m	103

Tabella 3. 5 Estratto del risultato dello script per il Metodo 1- *arrivo al capolinea*

Il Metodo 1- *arrivo al capolinea*, in tal modo, offre il vantaggio di contare ed associare rapidamente il numero delle corse alle tipologie di vetture che le hanno effettuate direttamente all'interno del db *corse_2018*.

Apparentemente, quindi, sembra che tale metodo possa condurre al risultato desiderato del tipo:

$$n^{\circ} \text{ di Corse_totali} = f(\text{tipo di mezzo})$$

Tuttavia, tale procedura ha il limite di escludere dal conteggio finale tutte quelle corse che non sono state terminate al capolinea a causa degli interventi di regolarizzazione del servizio descritti nel seguente paragrafo 3.2.3.

Per comprendere meglio gli errori che possono essere introdotti con il Metodo 1, si mostra in Tabella 3. 6 quello che è accaduto per la vettura 3024, esercente il turno 4 della linea 1. Questa, dopo aver terminato il proprio turno è rientrata in deposito e, pertanto, la corsa 44 è terminata prima del capolinea di destinazione.

T data_2018	T codlinea	turnoveic	T matrmezzo	T mezzo	corsa	tipo
07/01/2018	1	4	3024	bus 12m	40	2
07/01/2018	1	4	3024	bus 12m	41	0
07/01/2018	1	4	3024	bus 12m	41	1
07/01/2018	1	4	3024	bus 12m	43	0
07/01/2018	1	4	3024	bus 12m	43	1
07/01/2018	1	4	3024	bus 12m	44	0
07/01/2018	1	5	3019	bus 12m	1	0
07/01/2018	1	5	3019	bus 12m	1	2

Tabella 3. 6 Esempio di corsa non completata al capolinea

Con il Metodo 1- *arrivo al capolinea* questa corsa non viene considerata nel conteggio finale in quanto il campo "tipo" ad essa associato assume un valore pari "0".

Risulta, in tal modo, evidente che tale metodo potrebbe essere "in difetto" rispetto al totale delle corse effettuate.

3.2.2 Metodo 2: registrazione della corsa

La definizione del secondo Metodo parte anch'esso dall'assunto che i dati registrati nella tabella *servconsun* consegnati all'AMP siano stati replicati nella loro integrità (pur filtrando i dati di interesse ai fini dell'analisi) all'interno del *dbcorse_2018*. Tale metodo, fa riferimento al campo "corse" della tabella *mese_2018* che registra, con un numero progressivo, le corse effettuate dalle varie vetture.

Con la logica introdotta nel Metodo 2- *registrazione della corsa*, non vengono contate le singole occorrenze per un valore univoco (come nel caso del campo *tipo =1* o *tipo=2*), bensì una corsa effettuata è considerata tale se la tupla *data- ora-linea- turno-corsa- veicolo* è diversa per ogni numero progressivo riportato nella colonna "corsa".

Per rendere meglio l'idea si mostra il risultato di una *query* che prevede l'ordinamento dei campi per *data_2018*, *ora_2018*, *codlinea*, *turnoveic*, *corsa* e *matrmezzo*. Come è possibile osservare nell'esempio (Tabella 3. 7), la vettura 3020 compie un numero *n* di corse che si incrementa nel tempo.

T data_2018	T codlinea	1,1 turnoveic	T matrmezzo	1,1 corsa
01/01/2018	1		1 3020	1
01/01/2018	1		1 3020	2
01/01/2018	1		1 3020	3
01/01/2018	1		1 3020	4
01/01/2018	1		1 3020	5
01/01/2018	1		1 3020	6
01/01/2018	1		1 3020	7
01/01/2018	1		1 3020	8
01/01/2018	1		1 3020	9
01/01/2018	1		1 3020	10
01/01/2018	1		1 3020	11
01/01/2018	1		1 3020	12

Tabella 3. 7 Risultato dell'ordinamento dei dati per i campi *data_2018,ora_2018, codlinea, turnoveic, corsa e matrmezzo*

Per poter contare in maniera univoca una e una sola volta la corsa ed associarla prima alla linea e poi alla vettura (o al tipo di vettura) è necessario mantenere l'univocità e l'ordinamento (*order by*) per *data- ora- linea- turno- corsa- vettura* (tupla o stringa) e, sulla base di questo criterio, contare (*count (distinct)*) la ricorrenza della tupla ad ogni cambio del numero progressivo della corsa. Inoltre, come si ricorda, poiché il dato che si vuole estrarre dalla presente analisi prevede il raggruppamento per linea (*codlinea*) e tipologia di vettura (*mezzo*) è stato necessario prima definire la condizione di *join tabellare* con la clausola *where* e aggiungere, alla fine dello script SQL, la clausola *group by* che, nel caso del Metodo 2 assume la seguente sintassi:

```

select distinct linee.codlinea,mezzo,
count (distinct data_2018,corsa,turnoveic,mezzo)
as corse_totali
from corse_2018.gennaio_2018,corse_2018.linee,mezzi
where gennaio_2018.cinlinea = linee.cinlinea
and gennaio_2018.matrmezzo = mezzi.matrmezzo
and str_to_date(data_2018,'%d/%m/%Y') = '2018-01-01'
and tipo <'128'
group by linee.codlinea,mezzo
order by gennaio_2018.cinlinea,turnoveic,corsa, ora_2018,gennaio_2018.matrmezzo,tipo;

```

Anche in questo caso (Tabella 3. 8), i dati estratti per il primo gennaio 2018, sembrano soddisfare l'obiettivo perseguito e, pertanto, riportano una struttura analoga a quella risultante dal Metodo 1.

	codlinea	mezzo	corse_totali
1	1	bus 18m	199
2	1	bus 12m	4.079
3	70	bus 10m	1.056
4	70	bus 7m	1
5	70	bus 12m	65
6	17	bus 12m	3.795
7	40	bus 12m	2.040
8	40	bus 10m	15
9	62	bus 12m	5.533
10	W15	bus 12m	3
11	W15	bus 18m	29
12	W1	bus 12m	38
13	E68	bus 12m	15
14	S5	bus 12m	31
15	S4	bus 12m	21

Tabella 3. 8 Estratto del risultato dello script per il Metodo 2- registrazione della corsa

Tuttavia, la logica che sottende al secondo metodo analizzato potrebbe comportare degli errori nel caso in cui la stessa corsa venisse effettuata da due vetture differenti (cfr. par. 3.2.3). Il Metodo 2 in tal caso associa la stessa corsa a diverse vetture, così come riportato nell'esempio seguente (Tabella 3. 9).

	data_2018	codlinea	turnoveic	matrmezzo	corsa	mezzo
1	01/01/2018	10	3	951	2	bus 18m
2	01/01/2018	10	3	951	3	bus 18m
3	01/01/2018	10	3	951	3	bus 18m
4	01/01/2018	10	3	951	4	bus 18m
5	01/01/2018	10	3	951	4	bus 18m
6	01/01/2018	10	3	3029	4	bus 12m
7	01/01/2018	10	3	3029	5	bus 12m

Tabella 3. 9 Duplicazione dell'assegnazione della corsa nel caso in cui questa fosse completata da due vetture differenti

Come si può notare, la corsa 4 del turno 3 è stata eseguita con 2 vetture diverse (951 e 3029), alle quali però, nel campo "corsa", viene assegnato lo stesso valore.

Per comprendere in che modo situazioni come questa potrebbero influire sul conteggio finale delle corse è stato applicato alla *query* prevista per il Metodo 2, il filtro per la linea 10, il turno 3 e le vetture 951 e 3029, che, come si è visto, vedono la duplicazione della corsa 4.

In tal modo viene mostrato il numero di corse contate nei casi di duplicazione come questi. Nello specifico, come si può osservare, il Metodo 2 conta 5 corse effettuate, su un totale di 4 registrate.

	T codlinea	T matrmezzo	T mezzo	corse_totali
1	10	951	bus 18m	3
2	10	3029	bus 12m	2

Tabella 3. 10 Conteggio corsa con il Metodo 2 nel caso di duplicazione della stessa

Come era prevedibile, riconoscendo una vettura diversa associata alla stessa corsa, con il Metodo 2 si conta due volte la tupla e, di conseguenza, si assegna l'intera corsa a due vetture differenti anche se queste ne hanno percorso solamente una parte. In tale maniera, il numero sintetico risultante dall'analisi con il Metodo 2 potrebbe essere in eccesso rispetto al totale delle corse registrate indipendentemente dal veicolo che le ha compiute.

3.2.3 Gli effetti del monitoraggio del servizio sul conteggio delle corse

Al fine di comprendere la complessità dell'estrazione di un dato sintetico come quello del numero totale di corse associato alla vettura che le ha percorse, vengono di seguito mostrate le situazioni in cui gli interventi di regolarizzazione del servizio potrebbero condizionare la registrazione della corsa all'interno del DBCONS e, di conseguenza, influire sui risultati dei due metodi proposti.

Come si è visto nel paragrafo precedente, può accadere che, durante l'erogazione del servizio e per ragioni di varia natura, la vettura non riesca a completare la corsa dal punto di origine a quello di destinazione o che si inserisca in linea a partire da un certo momento in poi. Tali situazioni dipendono dalle decisioni prese in fase di pianificazione o durante la regolarizzazione del servizio da parte della centrale SIS.

Nello specifico, alcune soluzioni adottate da GTT prevedono l'inserimento in linea di **turni flessibili** (cfr. par. 2.3) volti a coprire grandi entità di ritardo tra due turni consecutivi. Questi, generalmente, si introducono in base alle necessità e difficilmente a partire da uno dei due capolinea. Pertanto, la registrazione della prima corsa effettuata dal flessibile potrebbe avvenire solo in maniera parziale all'interno del DBCONS del SIS, senza assegnare il valore "1" o "2" al campo "tipo" della tabella *servconun*.

Altri interventi come la **limitazione** o la **deviazione** del percorso di una linea (a causa di strada interrotta o di altri impedimenti lungo il tragitto) potrebbero, invece, comportare l'anticipazione del capolinea e anche in questo caso alla corsa potrebbero non essere assegnati i valori "1" o "2" all'interno del campo "tipo".

Poiché queste ed altre situazioni possono interferire con la qualità dei dati analizzati con le due metodologie proposte, si è ritenuto necessario fornire una breve descrizione del modo in cui tali interventi di regolazione potrebbero condizionare il conteggio finale delle corse compiute dalle vetture.

E' necessario, in tal senso, ricordare che il *Sistema Informativo del Servizio* (SIS) nasce con lo scopo di monitoraggio e gestione della flotta veicolare e solo successivamente è stato adattato agli scopi di consuntivazione. Pertanto, alcuni limiti imposti dalle condizioni al contorno non possono che essere accettati e controllati per evitare di incorrere in errori di valutazione finali.

Per una maggior chiarezza espositiva si riportano, a seguire, le diverse situazioni che possono verificarsi durante la percorrenza di una corsa, associando a queste i possibili effetti sulla percezione della qualità del servizio da parte dell'utenza.

Caso α : corsa completata con due vetture di pari lunghezza e capacità

Durante l'erogazione del servizio, può accadere che la stessa corsa da capolinea 1 a capolinea 2 venga completata da due vetture differenti con uguale lunghezza e capacità (Figura 3. 7). Tale situazione può verificarsi in caso di guasto del veicolo e comporta il rientro in deposito della prima vettura (nera) da un qualsiasi momento della linea in poi (cerchio rosso) ed il proseguimento della corsa da parte della seconda (verde).



Figura 3. 7 Caso α

I passeggeri che necessitano di proseguire la corsa saranno costretti a scendere dal primo veicolo e salire sul secondo. Gli effetti di una situazione come questa possono riversarsi anche nella fase di registrazione della corsa nella tabella *servconsun* e nell'associazione della stessa alla vettura che l'ha completata.

Come è possibile vedere nell'esempio seguente (Tabella 3. 11), la corsa 6 della turno 4 per la linea 11 è stata percorsa da due vetture differenti: Iniziata dalla vettura 992 e terminata dalla 1005.

01/01/2018	11	4	992	5	bus 18m	0
01/01/2018	11	4	992	3	bus 18m	2
01/01/2018	11	4	992	4	bus 18m	0
01/01/2018	11	4	992	4	bus 18m	1
01/01/2018	11	4	992	5	bus 18m	0
01/01/2018	11	4	992	5	bus 18m	2
01/01/2018	11	4	992	6	bus 18m	0
01/01/2018	11	4	1005	6	bus 18m	1
01/01/2018	11	4	1005	7	bus 18m	0
01/01/2018	11	4	1005	7	bus 18m	2

Tabella 3. 11 corsa 6 percorsa da due vetture

Con riferimento ai due metodi di analisi proposti, la corsa 6, con il Metodo 1, viene contata una volta sola ed associata alla vettura 1005 (in quanto vi è assegnato il tipo = "1"), mentre la corsa parzialmente servita dalla vettura 992 viene scartata dall'analisi. Con il Metodo 2, invece, la corsa viene contata due volte ed

associata ad entrambe le vetture. Nonostante l'evidente esistenza di un errore in entrambi i metodi, va precisato che in casi come questi, in cui la corsa viene effettuata da vetture della stessa tipologia, il risultato finale del Metodo 1 risulta più appropriato a descrivere la situazione reale, in quanto in questo caso conta "una corsa associata ad un bus da 18m" che, nella realtà dei fatti, è il servizio realmente offerto all'utenza.

Viceversa, con il Metodo 2, si contano "due corse associate a due bus da 18m", ma questo è un dato sovrastimato e non rispecchia l'offerta associata a suddetta corsa.

Ragionamento analogo può essere fatto nel caso in cui la corsa venga completata due vetture che hanno pari capacità, ma sono da 12m come nel caso riportato in Tabella 3. 12 in cui la corsa 16 è stata parzialmente eseguita con la vettura 3306, la quale è uscita dalla linea 17 prima di giungere al capolinea di destinazione (lo si può verificare in quanto il campo "tipo" è valorizzato con il numero "0") ed è stata, invece, terminata fino al capolinea "1" dalla vettura 3320.

T data_2018	T codlinea	turnoveic	T matrmezzo	T mezzo	corsa	tipo
07/01/2018	17		1 3306	bus 12m	13	2
07/01/2018	17		1 3306	bus 12m	14	0
07/01/2018	17		1 3306	bus 12m	14	1
07/01/2018	17		1 3306	bus 12m	15	0
07/01/2018	17		1 3306	bus 12m	15	2
07/01/2018	17		1 3306	bus 12m	16	0
07/01/2018	17		1 3320	bus 12m	16	0
07/01/2018	17		1 3320	bus 12m	16	1
07/01/2018	17		1 3320	bus 12m	17	0
07/01/2018	17		1 3320	bus 12m	17	2
07/01/2018	17		1 3320	bus 12m	18	0
07/01/2018	17		2 3307	bus 12m	1	0
07/01/2018	17		2 3307	bus 12m	1	2

Tabella 3. 12 Estratto dei dati contenuti nel db corse_2018 per il mese di gennaio

In questo caso la corsa è stata terminata da un autobus di pari capacità rispetto a quello precedente e, pertanto, i disservizi nei confronti dell'utenza sono limitati.

Caso β: corsa completata con due vetture di differente lunghezza e capacità

Contrariamente al caso α, può accadere che, durante il servizio, la stessa corsa da capolinea 1 a capolinea 2 venga percorsa da due vetture differenti con differenti lunghezza e capacità (Figura 3.8). Può verificarsi in caso di guasto del veicolo e comporta il rientro in deposito della prima vettura (nera) da un qualsiasi momento della linea (cerchio in rosso) ed il proseguimento della corsa da parte della seconda (gialla).



Figura 3. 8 caso β

I passeggeri che necessitano di proseguire la corsa saranno costretti a scendere dal primo veicolo e salire sul secondo. La situazione così descritta, inoltre, a differenza del caso α, può causare un disservizio sul

pubblico se la tipologia di vettura che termina la corsa ha una capacità minore rispetto a quella che l'ha iniziata.

Per quanto riguarda gli effetti del caso β sulle metodologie proposte, è possibile che, anche in casi come questi, si commettano degli errori nell'attribuzione della corsa alla vettura.

Nell'esempio riportato in Tabella 3. 13, si mostra come la stessa corsa 10 iniziata dalla vettura 1067 è stata poi terminata con il veicolo 2318. In situazione analoghe a queste, con il Metodo 1 verrebbero contate due corse ed assegnate una alla vettura 1067 e l'altra alla vettura 2318 e lo stesso avverrebbe secondo il Metodo 2.

	data_2018	codlinea	turnoveic	matrmezzo	corsa	mezzo	tipo
45	01/01/2018	5	2	1042	8	bus 18m	0
46	01/01/2018	5	2	1042	8	bus 18m	2
47	01/01/2018	5	2	1042	9	bus 18m	0
48	01/01/2018	5	2	1067	10	bus 18m	0
49	01/01/2018	5	2	1067	10	bus 18m	2
50	01/01/2018	5	2	2318	10	bus 12m	0
51	01/01/2018	5	2	2318	10	bus 12m	2
52	01/01/2018	5	2	1067	11	bus 18m	0

Tabella 3. 13 Esempio di corsa completata da veicoli con differenti lunghezze e capacità

Nonostante in questo caso entrambi i metodi contino lo stesso numero di corse, va precisato che, in altre situazioni, il Metodo 1 potrebbe assegnare la corsa alla categoria di veicolo che l'ha terminata e trascurare quella che, invece, l'ha iniziata. Nel caso del Metodo 2, la stessa corsa verrebbe comunque assegnata ad entrambe le tipologie di vetture. E' evidente che in casi come questi l'errore relativo al Metodo 1 sul conteggio delle corse per tipologia di vettura dipenda dal tipo di vettura che l'ha completata. Fattore del tutto ininfluenza nel caso del Metodo 2.

Caso γ : corsa completata con n vetture di differente lunghezza e capacità

Durante il servizio, la stessa corsa da capolinea 1 a capolinea 2 può essere percorsa da più vetture differenti, che possono avere differenti lunghezza e capacità (Figura 3.9). Tale situazione, nonostante sia molto rara, può verificarsi in caso di guasto del veicolo e comporta il rientro in deposito della prima vettura (nera) ed il proseguimento della corsa da parte della seconda (gialla) a partire da qualsiasi punto della linea. Quest'ultima, a sua volta, potrebbe dover interrompere la corsa che viene, infine, completata da un'ulteriore vettura (verde). In casi come questi valgono tutte le considerazioni fatte per il caso β , sia per i disservizi causati agli utenti che saranno costretti a scendere più di una volta dalle vetture e salire su quelle a seguire, che per gli errori del conteggio delle corse.

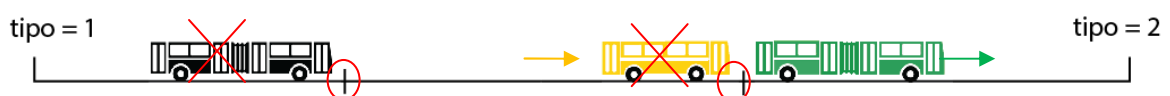


Figura 3. 9 caso γ

In casi come questi è possibile intuire che il Metodo 1 assegna una sola corsa al tipo di vettura che l'ha terminata (verde), mentre il Metodo 2 ne assegna 3 ad ognuna delle tipologie con la quale la corsa è stata erogata.

Casi δ - ϵ : Ingresso in linea di un veicolo

Questi casi rappresentano l'ingresso in linea in un qualsiasi punto del percorso (cerchio rosso in Figura 3. 10). Possono avvenire in seguito ad inserimenti di turni flessibili o a deviazioni di percorso a causa di lavori stradali o eventi particolari.

Tale situazione influisce sulla qualità del servizio in termini di rimodulazione dello stesso, oppure sulle variazioni di orario rispetto a quello programmato.

In riferimento, invece, alla tipologia di vettura inserita come turno flessibile, generalmente vengono previste quelle da 12m, salvo per gli orari di morbida in cui la maggior disponibilità di veicoli potrebbe permettere l'inserimento di un autobus da 18m (se è previsto che la linea venga gestita con tale modalità).

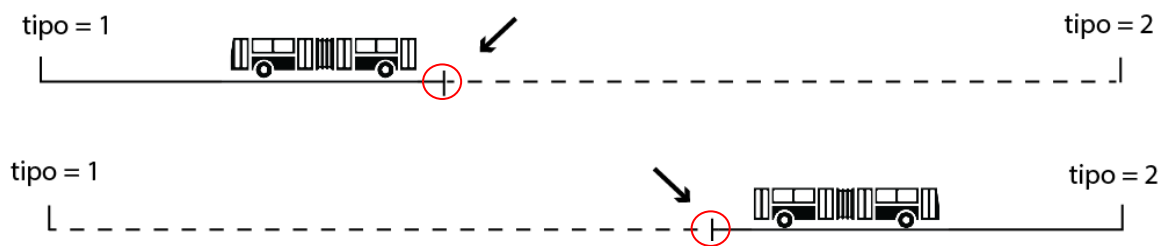


Figura 3. 10 casi δ - ϵ

Gli effetti di tale situazione sui metodi di analisi, vedono apparentemente in difetto il Metodo 1, in quanto l'inserimento di un veicolo flessibile non è previsto all'inizio del capolinea, ma varia a seconda della necessità. Per tale ragione il campo "tipo" viene valorizzato come "0" e, pertanto, tutta la parte di corsa in ingresso (tratto continuo nel disegno) viene esclusa dal conteggio complessivo.

Per quanto riguarda il Metodo 2, invece, in situazioni analoghe a questa, il campo "corsa" viene comunque valorizzato a partire dall'ingresso in linea del veicolo, quindi la corsa viene contata ed assegnata alla stessa vettura.

Casi ζ - η : uscita dalla linea di un veicolo

Questi casi rappresentano l'uscita dalla linea in un qualsiasi momento del percorso (cerchio rosso in Figura 3. 11). Possono avvenire in caso di turni accodati nella stessa linea, per i quali uno dei due viene fatto rientrare in deposito, oppure a causa di eventi straordinari che non permettono il corretto svolgimento della corsa.

Questo intervento, inoltre, viene previsto dal servizio pianificato con l'operazione "rientro in deposito" dell'intero turno. Ad inizio servizio e negli orari di punta, infatti, tutta la flotta veicolare esce in linea per

soddisfare una più alta domanda di mobilità e viene fatta rientrare progressivamente durante le fasce orarie di morbida per le quali la domanda tende ad attenuarsi.

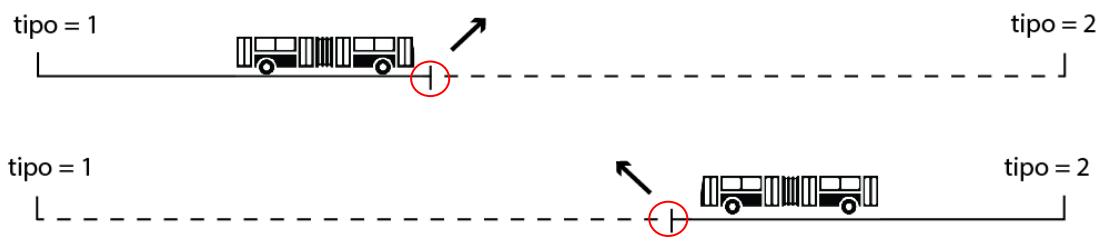


Figura 3. 11 casi ζ - η

Gli effetti sull'utenza sono analoghi a quelli evidenziati per i casi δ - ϵ e valgono le stesse considerazioni riguardo l'errore sul conteggio delle corse in quanto, come si è detto, situazioni come queste sono previste in fase di pianificazione del servizio e pertanto si tratta di un errore conosciuto, sistematico e gestibile.

Caso θ : Corsa saltata o erogata parzialmente

Potrebbe, inoltre, verificarsi un ultimo (e meno frequente) caso in cui una intera corsa o parti di essa non vengano erogate per guasti o mal funzionamenti delle vetture. In questi casi potrebbe accadere che una corsa venga iniziata da una vettura, si fermi perché impossibilitata a proseguire lungo il percorso e rientri in deposito. In questi casi, per poter comunque garantire il servizio, anche se in maniera parziale, viene inserita una vettura che completi la corsa a partire dal punto più vicino alla sua posizione nel momento dell'interruzione del percorso.

L'esempio riportato in Figura 3. 12, estratto dall'orario grafico del SIS, mostra quello che è accaduto nel caso del turno 2 della linea 35.

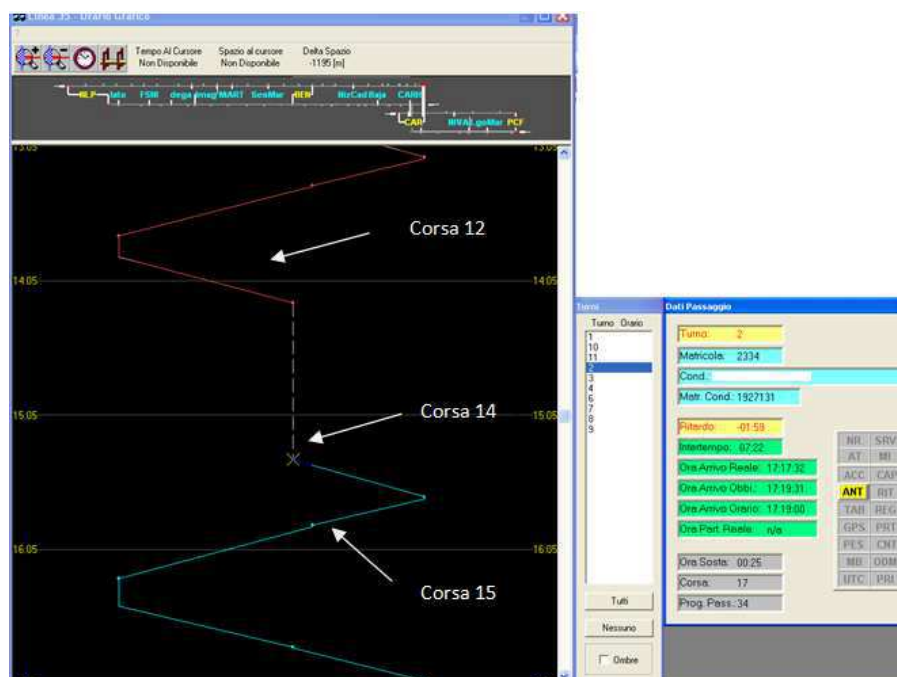


Figura 3. 12 Orario grafico del SIS: corsa mancante

Nello specifico, la corsa 12 (spezzata in rosso) è stata erogata dalla vettura 2570 per un certo periodo di tempo fino alla sua interruzione. La corsa 13 in questo caso non è stata erogata ed il servizio, dopo un certo intervallo di tempo è ripreso con la corsa 14 (dal punto indicato con una "X" in poi) erogata dalla vettura 2334 ed indicata dal segmento blu scuro in figura che completa la corsa nella sua parte finale e continua con la corsa 15.

In situazioni come queste il Metodo 2 potrebbe risultare il più adatto allo scopo in quanto conta le corse iniziali e quelle finali, mentre quella non erogata non viene considerata (come è giusto che avvenga).

Con il Metodo 1, invece, viene considerata solo $1/n$ corse (dove n è il numero dei veicoli lungo il tragitto) in quanto si associa la corsa solo all'ultima vettura che l'ha completata al capolinea, ossia quando il campo tipo assume valore "1" o "2".

Per una migliore comprensione si riporta, di seguito, la Tabella 3. 14 di sintesi nella quale si mostrano gli effetti degli interventi di regolarizzazione del servizio sul conteggio delle corse per i due metodi proposti.

Da questa si evince come, per il Metodo 1 riferito ai casi β e γ (nei quali le corse possono essere completate da vetture con lunghezze differenti), per le linee gestite con i 18m (v. Tabella 3.1) si ha il 50% di probabilità (bus da 12m e bus da 18 m) che la corsa venga assegnata ad una vettura differente da quella che l'ha iniziata. Pertanto, il verificarsi di tali casi potrebbe influire sul conteggio finale delle percentuali di corse effettuate con le diverse tipologie di veicoli. Inoltre il Metodo 1 non conta le entrate e le uscite dai capolinea e, quindi, appare in difetto rispetto al totale delle corse effettuate indipendentemente dal tipo di vettura.

Per il Metodo 2, invece, le corse contate risultano in eccesso rispetto al totale. Il secondo metodo risulta utile ad individuare gli ingressi in linea (casi δ - ϵ) e le uscite dalla linea (casi ζ - η) delle vetture, ma in tutti gli altri casi moltiplica il numero delle corse per le n vetture che le hanno effettuate. Per tali ragioni in questo caso il risultato delle analisi potrebbe essere sovrastimato.

		METODO 1		METODO 2	
Caso	Effetti sull'utenza	N° Corse contate	Descrizione	N° Corse contate	Descrizione
α	Trasferimento da un veicolo all'altro	1	Assegna la corsa alla vettura che la termina	n	Assegna la corsa ad ogni vettura che la percorre
β	Trasferimento da un veicolo all'altro + riduzione capacità di passeggeri trasportati	1	Assegna la corsa alla vettura che la termina	n	Assegna la corsa ad ogni vettura che la percorre
γ	Diversi Trasferimenti da un veicolo all'altro + variazione capacità di passeggeri trasportati	1	Assegna la corsa alla vettura che la termina	n	Assegna la corsa ad ogni vettura che la percorre
$\delta-\epsilon$	Variazione percorso e degli orari di arrivo.	0	Non la corsa in quanto il campo tipo = '0'	1	Conta la corsa in entrata in linea
$\zeta-\eta$	Variazione percorso e degli orari di arrivo.	0	Non la corsa in quanto il campo tipo = '0'	1	Conta la corsa in uscita dalla linea
θ	Riduzione de numero di corse	n	Assegna la corsa alla vettura che la termina	n	Pari al numero di vetture che inizia e termina n corse

Tabella 3. 14 Tabella di confronto tra i metodi di analisi e i casi di regolarizzazione del servizio

2.2.4 La validazione dei metodi

Alla luce delle considerazioni emerse nel precedente paragrafo, si è ritenuto necessario valutare la bontà dei dati risultanti da entrambi i metodi. Nello specifico, la validazione dei 2 metodi di analisi parte dall'assunto che contare le corse per tipologia di vetture, da dati che derivano dal sistema SIS (pensato per il monitoraggio e non per la consuntivazione), conduce in ogni caso a degli errori. Pertanto si è considerato importante validare le corse registrate con il Metodo 1 e con il Metodo2 sul totale delle corse registrate per la linea e per il turno indipendentemente dalla vettura che le ha percorse.

A tal fine sono state estratte, dal database *corse_2018*, tutte le corse registrate per la seconda settimana di gennaio escludendo dalla selezione i campi relativi al veicolo.

La scelta di analizzare i dati della seconda settimana di gennaio deriva dal fatto che gli stessi relativi alla prima settimana sarebbero potuto essere influenzati dalle vacanze natalizie, periodo in cui tendenzialmente si riducono i livelli di servizio dell'offerta GTT.

I dati, inoltre, sono stati estratti giornalmente, per avere un'informazione più dettagliata sull'entità dell'errore generato da entrambi i metodi.

Per l'estrazione del totale corse effettuate in un giorno è stata utilizzata la seguente query:

```
select distinct linee.codlinea,turnoveic,corsa
from gennaio_2018,linee
where gennaio_2018.cinlinea = linee.cinlinea
and linee.codlinea = '18'
and str_to_date (data_2018,'%d/%m/%Y') = '2018-01-01'
order by linee.codlinea,turnoveic,matrmezzo,corsa;
```

Come si evince dalla *query*, inizialmente viene introdotta la clausola *select distinct* per poter evitare casi di duplicazione dei dati dovuti all'associazione tra i diversi campi tabellari. In seguito vengono richiamati i campi ritenuti necessari: la linea (*codlinea*), il turno (*codlinea*) ed il progressivo della corsa. Con la clausola *where* si impone la c.d. "condizione di join tabellare", ossia si associa alla chiave esterna della tabella *gennaio_2018* la chiave primaria della tabella *linee*. In tal modo è possibile mostrare il risultato associato esclusivamente al campo *codlinea* che rappresenta, come si è detto, la nomenclatura pubblica delle linee GTT. Con l'*and* si aggiungono ulteriori condizioni o filtri al risultato. Nella *query* succitata si fa riferimento solo al primo gennaio 2018, ma, cambiando i parametri della data, è stato possibile estrarre tali dati per ogni giorno della seconda settimana dello stesso mese. Questo è stato possibile dopo aver trasformato il campo *data_2018* (si ricorda che è stato impostato come campo VARCHAR) in formato DATE grazie al comando *str_to_date*.

Come si è detto, nell'estrazione dei dati attraverso *queries* SQL, è stato decisivo scegliere correttamente i criteri di ordinamento dei campi, in questo caso avvenuto per linea (*codlinea*), turno (*turnoveic*) e per il progressivo numerico della corsa (*corsa*). Si riporta a seguire (Tabella 3. 15) l'esempio di risultato ottenuto dall'esecuzione della *query*. Questo non è né sintetico, né aggregato per tipologia di vettura e non conta il numero delle corse, ma le mostra semplicemente in maniera ordinata.

In tal modo si è cercato di estrarre il numero di corse totali che non fosse condizionato dalla vettura che le ha percorse e non riportasse gli errori osservati durante la descrizione della metodologia.

	data_2018	codlinea	turnoveic	corsa
1	01/01/2018	18		1
2	01/01/2018	18		2
3	01/01/2018	18		3
4	01/01/2018	18		4
5	01/01/2018	18		5
6	01/01/2018	18		6
7	01/01/2018	18		7
8	01/01/2018	18		8
9	01/01/2018	18		9
10	01/01/2018	18		10
11	01/01/2018	18		11
12	01/01/2018	18		12

Tabella 3. 15 Risultato della query applicata per la validazione dei metodi

Una volta selezionati i dati, il risultato della query è stato esportato in formato .csv e, successivamente, grazie all'utilizzo delle tabelle pivot di Excel, che permettono di applicare funzioni differenti per campi aggregati a scelta, sono state contate tutte le corse avvenute per linea.

Come si può osservare in Figura 3. 13, nelle etichette di riga è stato inserito il campo *codlinea* e nel campo "valori" la funzione "conta" per il campo *corsa*. Tali dati così strutturati rappresentano tutte le corse interamente registrate per linea a prescindere dal tipo di veicolo che le ha effettuate e pertanto, costituiscono la base sulla quale è stato valutato l'errore dei due metodi proposti

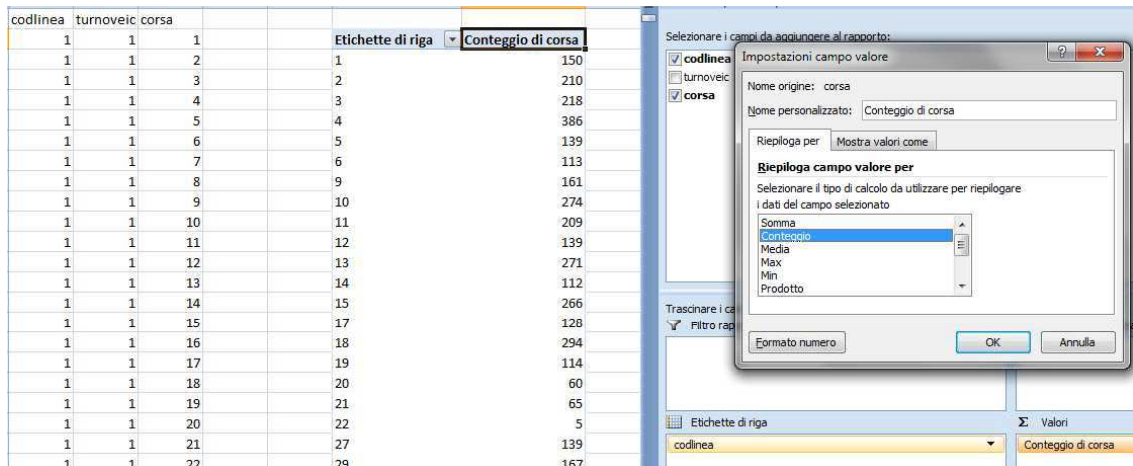


Figura 3. 13 Tabella Pivot per il conteggio delle corse effettuate per linea a prescindere dalla vettura che le ha compiute

Una volta estratti i dati per la seconda settimana di gennaio, questi sono stati copiati all'interno di un file .xls di confronto tra il totale delle corse registrate e quelle derivanti dal Metodo 1 e dal Metodo 2.

Inoltre, prima di procedere con il confronto delle corse aggregate per linea è stato necessario uniformare il contenuto e la struttura dei dati ricavati con i due Metodi, con quella dei dati usati per la loro validazione.

Nello specifico per il Metodo 2 è stato necessario sommare, grazie al supporto di un'altra tabella pivot, le corse estratte per linea nei giorni analizzati (e non "contarle" poiché i dati estratti dal Metodo2 sono già il frutto di una funzione "count")

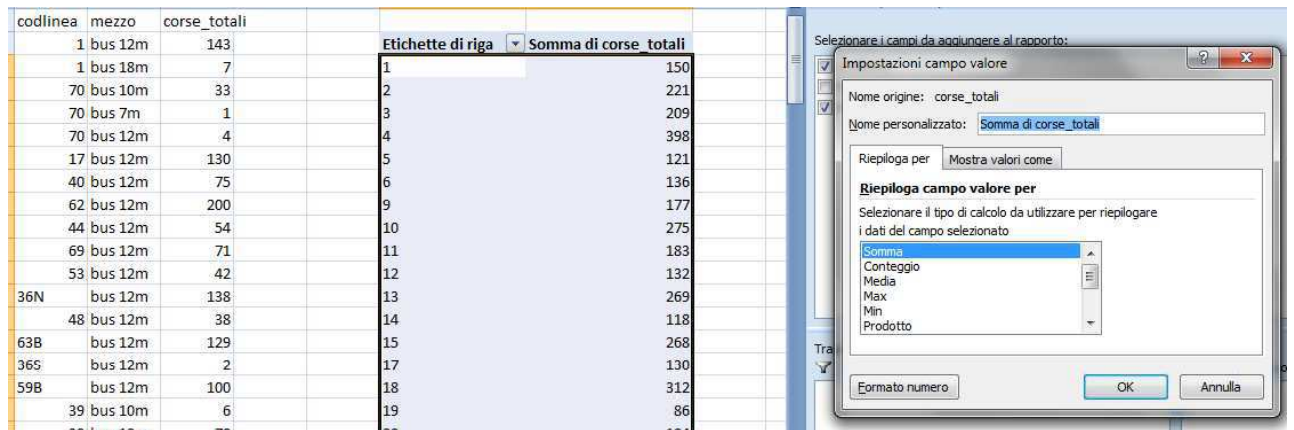


Figura 3. 14 Tabella pivot per il conteggio delle corse per l'uniformazione dei dati del Metodo 2 con quelli delle corse per linea e turno

Come è possibile osservare dalla Tabella 3. 16, per ogni linea sono state riportate rispettivamente le corse (colonna "totale") registrate senza tener conto delle vetture e sulla base di queste è stato calcolato il valore percentuale di corse contante (in esubero o in difetto).

08-gen					
LINEA	totale	Metodo 1	%sul tot	Metodo2	%sul tot
1	150	140	-7%	150	0%
2	221	188	-15%	221	0%
3	209	200	-4%	209	0%
4	386	336	-13%	398	3%
5	115	99	-14%	121	5%
6	136	130	-4%	136	0%
7	0	0		0	
9	167	150	-10%	177	6%
10	273	246	-10%	275	1%
11	181	163	-10%	183	1%
12	132	121	-8%	132	0%
13	266	243	-9%	269	1%
14	114	110	-4%	118	4%
15	268	239	-11%	268	0%
17	130	111	-15%	130	0%
18	307	273	-11%	312	2%

Tabella 3. 16 Esempio di confronto (8 gennaio 2018) tra i due metodi di analisi sul totale delle corse calcolate senza considerare la vettura

Rimandando la discussione dei risultati al capitolo 4, ci si limita a considerare che le tabelle di confronto evidenziano sin da subito valori in difetto per il Metodo 1, mentre mostrano valori perlopiù in eccesso con il Metodo 2.

Capitolo 4: Risultati

Nel seguente capitolo si riportano i risultati ottenuti dalla verifica dei dati estratti con i due metodi illustrati i nel Capitolo 3.

Dopo aver individuato e scelto quello che possa rappresentare al meglio lo stato del proprio servizio, GTT potrà contare su uno strumento di consuntivazione che evidenzii l'effettiva percentuale di veicoli da 18m utilizzata per servire le linee programmate con tale tipologia di vettura.

4.1 Il confronto tra i due metodi

Per poter decidere quale tra i due metodi proposti nella tesi (cfr. par. 3.2) fosse il più adatto agli scopi di consuntivazione dell'azienda, è stata inizialmente valutata la quantità di corse contate da questi rispetto al totale di quelle registrate dal SIS. La verifica è stata fatta per la settimana dall' 8 al 14 gennaio 2018, individuata come "settimana tipo" del servizio GTT.

L'analisi ha riguardato le linee gestite con vetture da 18m (v. Tabella 3. 1 in quanto è su queste che verrà applicato il metodo ritenuto migliore. Poiché l'offerta di TPL varia durante la settimana, si è scelto, inoltre, di prendere in considerazione un arco temporale che includesse sia i giorni feriali (lun-ven), che i pre-festivi (sabato) ed i festivi (domenica). In tal modo è stato possibile osservare anche la variazione del numero di corse effettuate durante la settimana analizzata.

Si riportano, a seguire, le sette tabelle (dalla Tabella 4.1 alla Tabella 4.7) di confronto tra il numero delle corse ricavate dai metodi proposti nella tesi e il totale delle corse offerte dall'azienda così come registrate dal SIS (a prescindere dalla tipologia di vettura che le ha percorse).

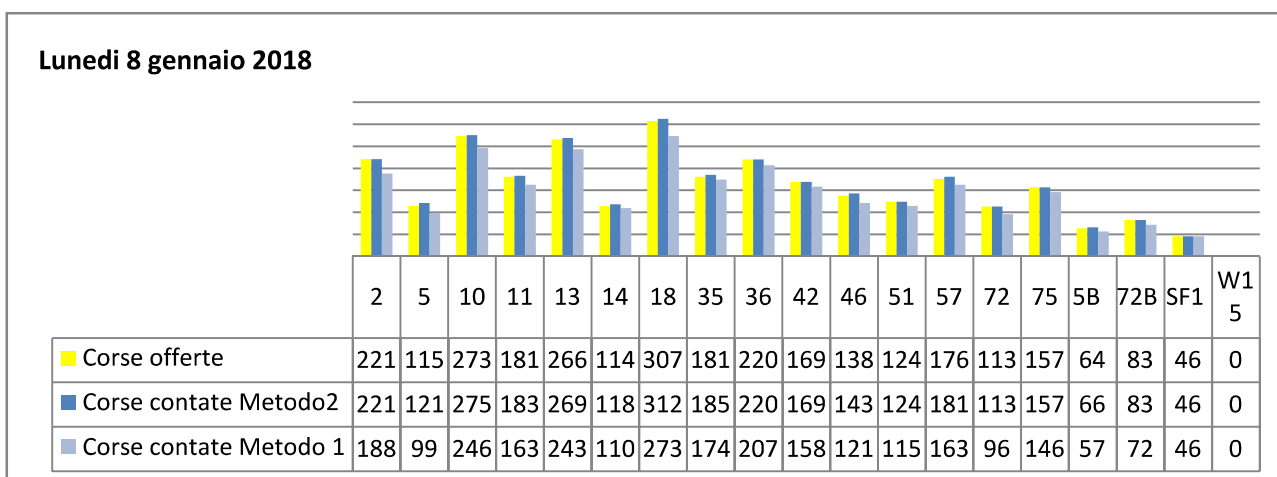


Tabella 4. 1 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte l'8 gennaio 2018 e quelle contate con i due metodi

Martedì 9 gennaio 2018

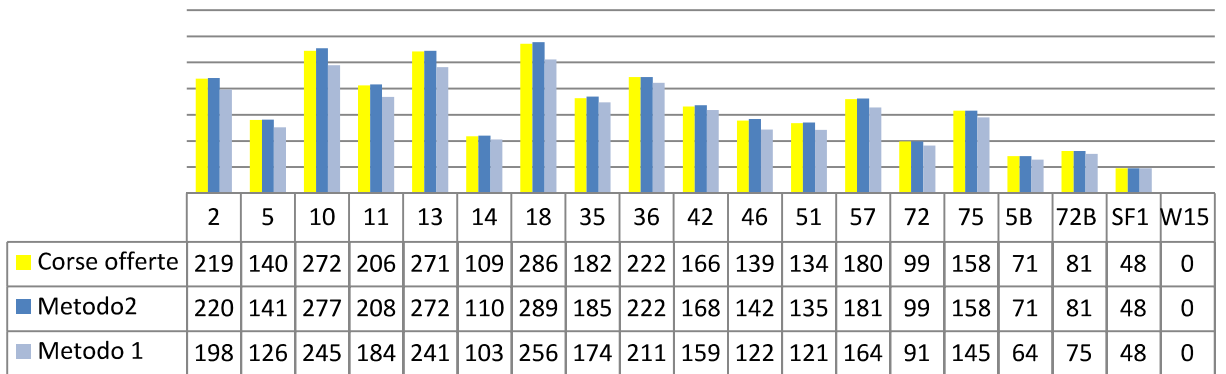


Tabella 4. 2 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte il 9 gennaio 2018 e quelle contate con i due metodi

Mercoledì 10 gennaio 2018

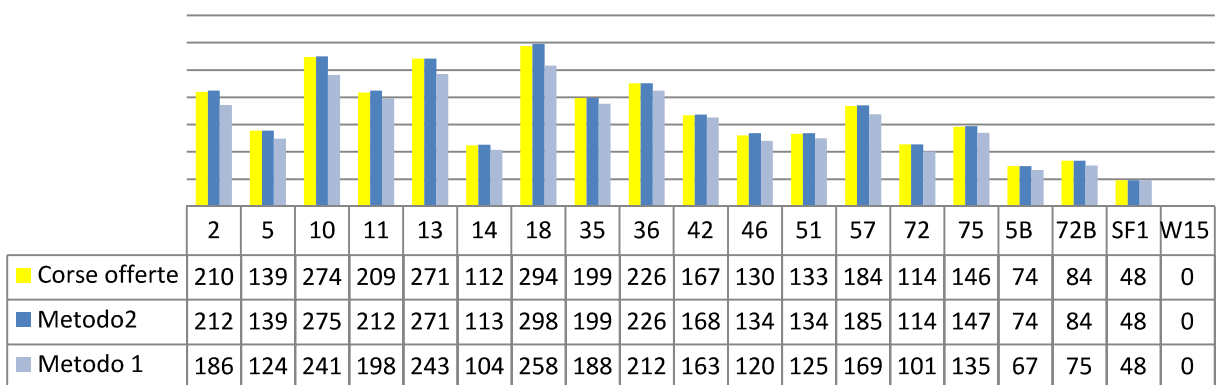


Tabella 4. 3 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte il 10 gennaio 2018 e quelle contate con i due metodi

Giovedì 11 gennaio 2018

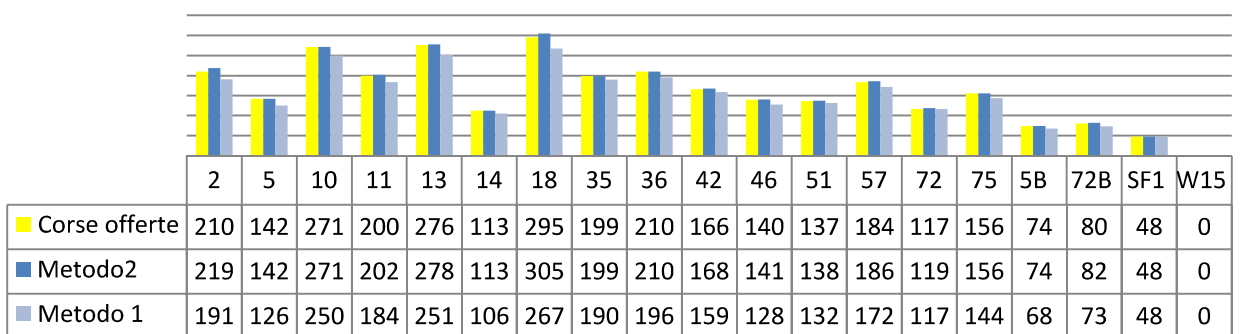


Tabella 4. 4 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte l'11 gennaio e quelle contate con i due metodi

Venerdì 12 gennaio 2018

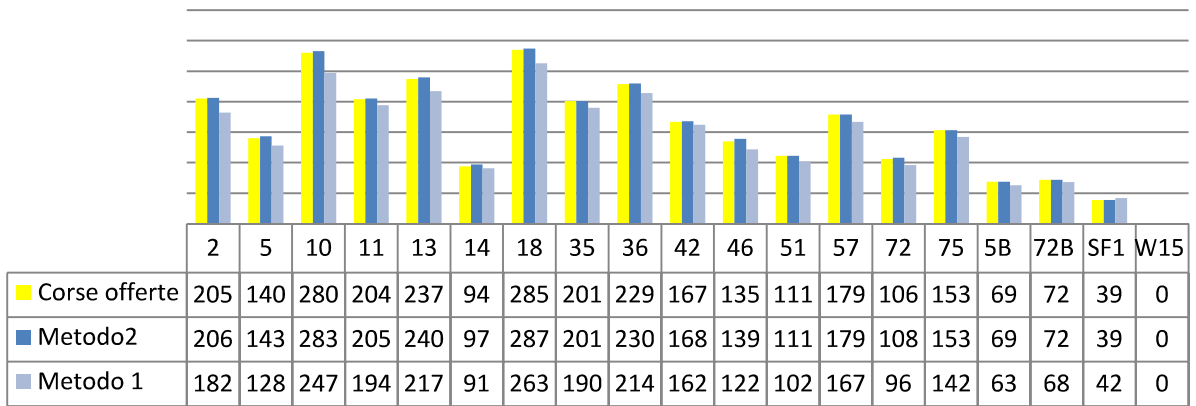


Tabella 4. 5 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte il 12 gennaio e quelle contate con i due metodi

Sabato 13 gennaio

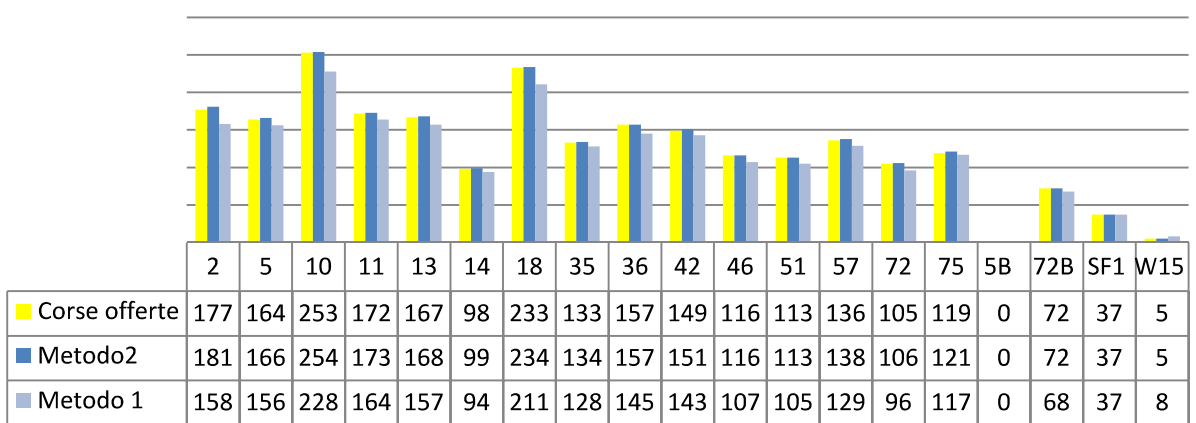


Tabella 4. 6 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte e quelle contate con i due metodi

Domenica 14 gennaio 2018

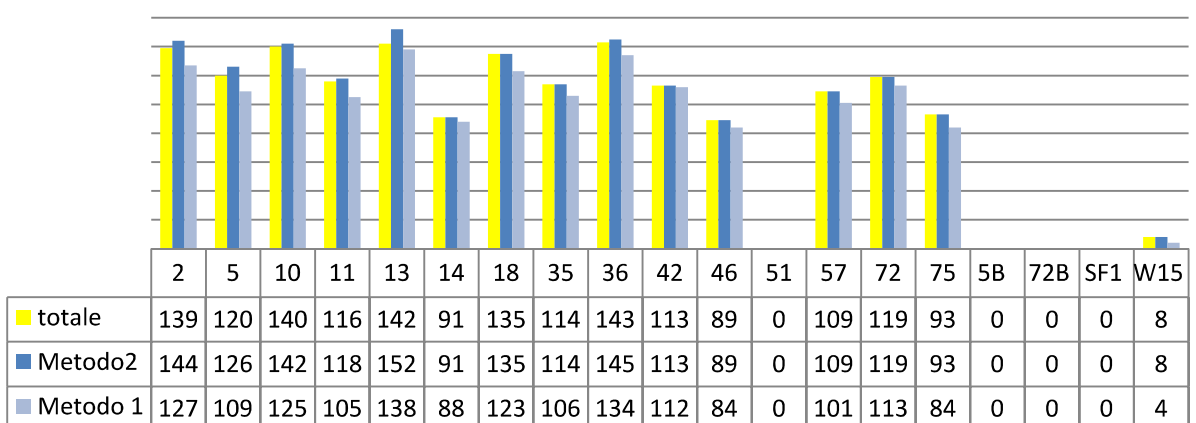


Tabella 4. 7 Confronto per linea (gestita con i 18m) tra il numero intero di corse offerte e quelle contate con i due metodi

Come si evince dalle succitate tabelle e dal seguente grafico di sintesi (Figura 4. 1), il servizio offerto da GTT tende a subire delle modifiche durante il corso della settimana. Nello specifico, la linea 5B non effettua corse il sabato e la domenica; la 10 viene erogata soltanto durante i giorni festivi; la 51, la 72B e la SF1 non effettuano il servizio solamente la domenica, mentre la linea W15, che fa parte del servizio notturno (cf. par. 2.3), viene erogata solamente il fine settimana. Per tutte le altre linee gestite con vetture da 18m, invece, il servizio viene garantito sette giorni su sette anche se si osserva una riduzione complessiva delle corse effettuate durante il weekend.

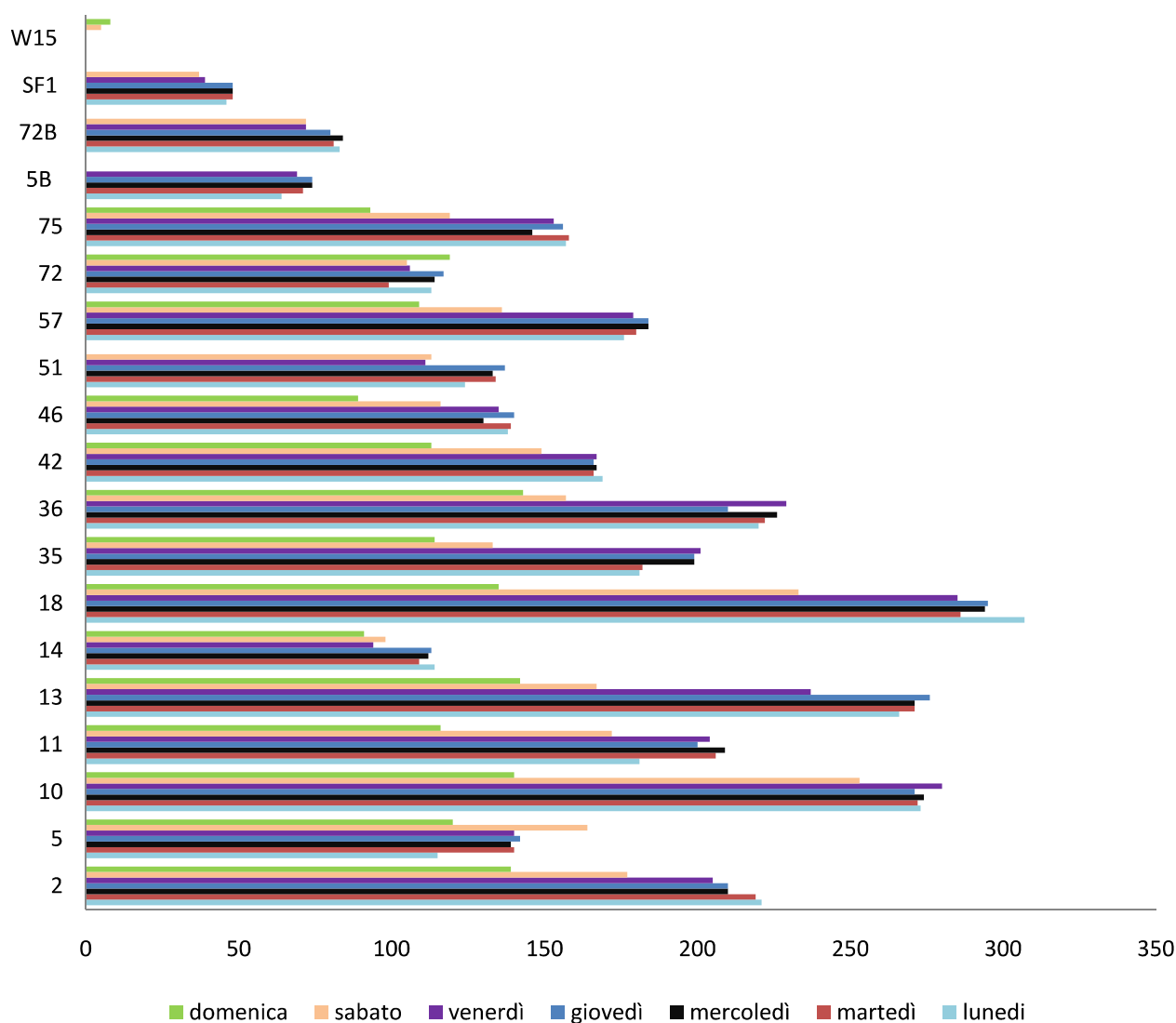


Figura 4. 1 Variazione del numero di corse per linea (gestita con i 18m) in funzione del giorno della seconda settimana di gennaio 2018

Per valutare la complessiva bontà dei due metodi proposti sono stati, inoltre, confrontati i dati riferiti ai 31 giorni del mese di gennaio 2008, dai quali è emerso che il Metodo 1, complessivamente, sottostimi il numero delle corse totali, riportando un errore del 6% rispetto a quelle registrate dal SIS. Il Metodo 2,

invece, tendenzialmente le sovrastima e, per lo stesso periodo di riferimento, si rileva uno 0,3% di corse in più rispetto al totale dell'offerta di TPL.

In relazione all'errore del Metodo 1 è necessario ricordare come questo derivi da situazioni in parte previste dalla pianificazione e dal monitoraggio dell'esercizio (cfr. par. 3.2.3).

Questo, infatti, esclude dal conteggio:

a) tutte le uscite dalla linea;

b) la corsa terminata da una vettura di tipo differente rispetto a quella che l'ha iniziata.

Nel primo caso si tratta di tutti quei turni che entrano in linea nelle ore di punta per soddisfare una maggiore domanda di mobilità e vengono fatti rientrare in deposito durante le ore di morbida, quando la domanda si riduce. Analogamente, dal conteggio finale potrebbe essere esclusa anche l'ultima corsa di un turno flessibile introdotto dalla centrale SIS per poter rimodulare l'offerta di TPL.

Il secondo caso, invece, fa riferimento ai guasti dei veicoli che, non potendo terminare il servizio, sono costretti a rientrare in deposito per la manutenzione, mentre la corsa viene terminata da una vettura sostitutiva. Se, in casi come questi, la corsa venisse percorsa da due tipologie di vetture differenti, nel caso b) questa verrebbe interamente assegnata solo al veicolo che l'ha terminata, trascurando dal conteggio finale quella che l'ha iniziata.

Il Metodo 2, invece, assegna una corsa alle n vetture che l'hanno completata a prescindere dalle cause che hanno influito sul corretto svolgimento del servizio. Ad esempio nel caso di inserimento di turni flessibili, oppure di sostituzioni in linea dei veicoli dovuti a guasti.

Eventi come questi, benché imprevedibili, sono rari e hanno un peso considerato trascurabile per il calcolo finale delle corse. In ogni caso i disservizi giornalieri che potrebbero influire sul conteggio delle corse con il Metodo 2 vengono registrati all'interno del database CEDOLE (cfr. par. 2.3.1) e quindi sono quantificabili dall'azienda. Inoltre il secondo metodo ha il vantaggio di contare tutte le entrate e le uscite dalla linea durante il servizio e garantisce l'estrazione di un dato più rappresentativo della realtà.

Pertanto si ritiene che l'errore introdotto dal Metodo 2 possa essere controllato e governabile in fase finale di elaborazione e per tale ragione è stato adottato a supporto dell'analisi delle corse mensili.

4.2 Analisi dei dati

Dopo aver individuato il metodo più affidabile per gli scopi dell'analisi, tramite questo (cfr. par. 3.2.2) sono state ricavate, per le linee gestite con veicoli da 18m, le percentuali di corse effettuate con tali vetture rispetto a quelle previste dal servizio pianificato.

I dati relativi al servizio esercito, estratti dal database *corse_2018* (cfr. par. 3.1.2), sono stati differenziati per i giorni feriali, il sabato ed i festivi, in quanto il Programma Pianificato di Servizio (PPdS) prevede che la modalità di gestione per tali linee vari a seconda del giorno della settimana (v. Tabella 3.1).

Nello specifico, nei giorni feriali (Tabella 4.) non è previsto l'esercizio della linea W15 che viene invece erogata durante i festivi. Per il resto delle linee analizzate, l'offerta registrata nel mese di gennaio è stata coerente con quella pianificata, registrando percentuali di corse con i 18m anche al di sopra del 90% di quelle previste. Tuttavia, per alcune linee come la 35 e la 5B è stata registrata una situazione di disallineamento tra il servizio pianificato e quello consuntivato, con circa la metà delle corse effettuate con vetture da 12m.

Tipo di giorno: Feriale				
Linea	Gestita con 18m	Corse effettuate (%) per tipologia di veicolo		
		bus 12m	bus 18m	Tram
2	SI	6,16%	93,84%	0,00%
5	SI	12,93%	87,07%	0,00%
10	tram	6,55%	93,45%	0,00%
11	SI	5,53%	94,47%	0,00%
13	Tram	0,95%	0,72%	98,34%
14	SI	14,06%	85,94%	0,00%
18	SI	6,01%	93,99%	0,00%
35	SI	66,22%	33,78%	0,00%
36	SI	2,97%	97,03%	0,00%
42	SI	15,60%	84,40%	0,00%
46	SI	16,74%	83,26%	0,00%
51	SI	3,58%	96,42%	0,00%
57	SI	3,21%	96,79%	0,00%
72	SI	1,58%	98,42%	0,00%
75	SI	3,12%	96,88%	0,00%
5B	SI	44,28%	55,72%	0,00%
72B	SI	4,28%	95,72%	0,00%
SF1	27	0,95%	99,05%	0,00%

Tabella 4. 8 Percentuale di corse effettuate (per le linee gestite con veicoli da 18m) con le diverse tipologie di vetture durante i giorni feriali del mese di gennaio

Nel caso della 10 e 13, si ricorda che dal lunedì al sabato vengono gestite come linee tramviarie. Tuttavia, durante il mese di gennaio la linea 10 è stata interamente erogata con le vetture da 18m a causa degli interventi di potatura dei viali in corso Agnelli. Ciò trova conferma anche nei dati registrati che, per i giorni feriali, mostrano un 93,45% di corse effettuate con autobus da 18m. La linea 13, invece è stata regolarmente gestita con i tram, registrando un 98,34% di corse effettuate con tali vetture. Contemporaneamente, circa lo 0,72% delle corse mensili di tale linea è stato servito con autobus sostitutivi da 18 metri e lo 0,95% con vetture da 12m, probabilmente turni flessibili.

Il sabato (Tabella 4.) invece, per far fronte ad un'inferiore domanda di mobilità, alcune linee che durante la settimana vengono gestite con vetture da 18m, vengono erogate con autobus meno capienti.

Questo è il caso della linea 14, della 42, della 46, della 75, le quali, come è possibile osservare dalla Tabella 4. , registrano la maggior parte delle corse effettuate con vetture da 12m. Tale dato, in questo caso, non deve rappresentare un indicatore di disservizio, ma è il risultato delle strategie attuate in fase di pianificazione dell'esercizio.

Anomalo, invece, appare il caso della linea 14 per la quale si registra il 60% di corse effettuate con autobus da 18 m, nonostante sia previsto che questa venga gestita con veicoli da 12m, con minore capacità di trasporto.

Tipo di giorno: Sabato				
Linea	Gestita con 18m	Corse effettuate (%) per tipologia di veicolo		
		bus 12m	bus 18m	Tram
2	SI	2,37%	97,63%	0,00%
5	SI	8,04%	91,96%	0,00%
10	Tram	0,57%	99,43%	0,00%
11	SI	1,74%	98,26%	0,00%
13	Tram	1,15%	0,00%	98,85%
14	NO	39,54%	60,46%	0,00%
18	SI	1,28%	98,72%	0,00%
35	SI	10,71%	89,29%	0,00%
36	SI	0,71%	99,29%	0,00%
42	NO	97,87%	2,13%	0,00%
46	NO	98,15%	1,85%	0,00%
51	SI	3,25%	96,75%	0,00%
57	SI	3,43%	96,57%	0,00%
72	SI	0,35%	99,65%	0,00%
75	NO	96,36%	3,64%	0,00%
72B	SI	0,00%	100,00%	0,00%
W15	SI	0,00%	100,00%	0,00%

Tabella 4. 9 Percentuale di corse effettuate (per le linee gestite con veicoli da 18m) con le diverse tipologie di vetture per i sabato del mese di gennaio

La situazione della linea 14 sembra, invece, riassetarsi sulle previsioni del PPdS durante i giorni festivi (Tabella 4. 8), mostrando un 92% di corse effettuate con vetture da 12m. La linea 10 e la 13 per questi giorni vengono gestite con i 18m e i dati lo confermano mostrando circa il 97% di corse effettuate con queste vetture. Ragionamento analogo può essere fatto per le linee 42, 46, 57 e 75 per le quali circa il 90% del servizio è stato erogato con le modalità previste da pianificato.

Per il resto delle linee gestite con i 18m, invece, si registrano valori compresi tra l'86% e il 99% delle corse effettuate con tale tipologia di veicoli.

Tipo di giorno: Festivo				
Linea	Gestita con 18m	Corse effettuate (%) per tipologia di veicolo		
		bus 12m	bus 18m	Tram
2	SI	4,56%	95,44%	0,00%
5	SI	6,15%	93,85%	0,00%
10	SI	2,97%	97,03%	0,00%
11	SI	3,47%	96,53%	0,00%
13	SI	2,29%	97,71%	0,00%
14	NO	92,45%	7,55%	0,00%
18	SI	2,08%	97,92%	0,00%
35	SI	13,78%	86,22%	0,00%
36	SI	2,31%	97,69%	0,00%
42	NO	98,60%	1,40%	0,00%
46	NO	98,64%	1,36%	0,00%
57	NO	89,39%	10,61%	0,00%
72	SI	0,17%	99,83%	0,00%
75	NO	98,11%	1,89%	0,00%
W15	SI	12,50%	87,50%	0,00%

Tabella 4. 8 Percentuale di corse effettuate (per le linee gestite con veicoli da 18m) con le diverse tipologie di vetture per i giorni festivi del mese di gennaio

5. Conclusioni e possibili implementazioni future

Come è stato possibile osservare, il metodo introdotto dal lavoro di tesi, a supporto della fase di consuntivazione dell'azienda, comporta il vantaggio di estrarre, in maniera quasi del tutto automatica ed immediata, le informazioni sul numero di corse effettuate per linea in funzione della tipologia di veicolo che le ha percorse. La metodologia proposta parte da dati complessi ed articolati, forniti da GTT all'Agenzia della Mobilità Piemontese per la verifica degli impegni presi nel CdS. Questi provengono dal sistema SIS, ideato negli anni '80 ai fini della regolarizzazione della flotta veicolare (cfr. par. 2.2), ma solo a partire dal 2014 sono stati adattati agli scopi della consuntivazione.

Per tale ragione, gli errori generati durante l'associazione delle corse alle vetture (cfr. par. 3.2.3) non dipendono dal metodo in sé, bensì dal modo in cui il SIS registra i dati provenienti dagli AVM di bordo all'interno del DBCONS (cfr. par. 2.3.1). Da ciò si desume che uno dei problemi di GTT, ma più in generale di tutte le aziende di trasporto che hanno adottato soluzioni ITS per la regolarizzazione dell'offerta, sia proprio quello di disporre di grandi quantità di dati dai quali è difficile (ed oneroso) trarre delle informazioni qualitative e sintetiche (cfr. par. 2.4.2).

Il Metodo proposto, invece, partendo da tale considerazione, seleziona dal DBCONS solamente i dati necessari agli scopi dell'analisi e, in tal modo, si pone come uno strumento di controllo sulla qualità del servizio del TPL urbano erogato nella città di Torino.

L'azienda, infatti, dopo aver estratto e valutato i dati sulla percentuale di corse effettuate con le diverse tipologie di vetture, ha la possibilità di intervenire in fase di pianificazione e rimodulare l'offerta per quelle linee non conformi con quanto previsto dal PPdS.

Per fare un esempio concreto, dall'analisi dei dati relativi al mese di gennaio 2018 è emerso come alcune linee che dovrebbero offrire una più elevata capacità di trasporto nella realtà dei fatti presentino un consistente numero di corse effettuate con veicoli da 12m. Questo può dipendere da cause non del tutto controllabili dall'azienda come i guasti degli autobus. In altre situazioni, invece, è stato osservato come determinate linee gestite con vetture da 12m abbiano registrato corse effettuate con quelle da 18m. Il presentarsi di eventi come questi potrebbe, in parte, dipendere dal meccanismo di retribuzione prevista dal contratto di servizio (maggiore per le vetture da 18m). Con tale sistema, infatti, l'azienda potrebbe non essere incentivata ad erogare un'offerta del tutto allineata con la domanda che, come si è detto, è concentrata "in spazi ristretti e tempi ridotti" (Cassa Depositi e Prestiti, 2013, p.32). Pertanto, un buon punto di partenza potrebbe essere quello di ripensare il meccanismo dei corrispettivi da parte dell'Ente regionale mentre, dall'altra parte, l'azienda dovrebbe adattare la propria offerta al variare della domanda di TPL. Se questa fosse elevata ed equamente distribuita durante l'intero arco della giornata, allora potrebbe essere opportuno continuare a garantire il servizio con vetture più capienti o

quantomeno più frequenti. Viceversa, se si dovesse verificare che la domanda di TPL tenda a ridursi nelle fasce orarie di morbida, potrebbe essere necessario adottare gestioni delle linee differenti anche all'interno di una stessa giornata di servizio.

Di fatto, la valutazione della qualità di un sistema di trasporto pubblico locale risulta complessa e dipende dai diversi punti di vista degli attori interessati. Le aziende, ad esempio, perseguono gli obiettivi di efficienza nonché di efficacia delle risorse impiegate in termini di vetture e personale di servizio. Gli utenti, invece, valutano in positivo o in negativo aspetti come la regolarità o l'affidabilità delle corse, così come il *confort* del viaggio e la disponibilità di posti a sedere (Cicchitelli, 2005).

Tali considerazioni, però, prescindono dagli obiettivi prefissati dalla tesi, che non ha la pretesa di valutare né giudicare la qualità del servizio TPL per la città di Torino. Tuttavia, lo strumento di analisi introdotto con il presente elaborato, unito ad altri sistemi di consuntivazione aziendali, garantisce a GTT la possibilità di conoscere la propria offerta e di adattarla in maniera puntuale alle necessità degli utenti. In tal modo, in previsione di implementazioni future del Metodo (differenti dalla consuntivazione), è stata predisposta, all'interno del db *corse_2018* (cfr. par. 3.1.2), anche una tabella "capacità" che associa alla tipologia di veicolo il numero massimo di passeggeri trasportabili. Tale informazione, se aggregata e livello di linea e di fascia oraria, trasformerebbe il dato sulle corse erogate in "corse * passeggeri potenzialmente trasportati". Se a questi dati venisse associato il numero per linea e fascia oraria di validazioni elettroniche provenienti dal CCA del BIP (cfr. par. 2.2.2), si potrebbe avere un primo indicatore sul *load factor* (cfr. par. 1.1.1) delle vetture GTT.

In conclusione si afferma che, per una corretta valutazione della qualità del servizio offerto da un'azienda di trasporto pubblico locale, quel che conta non è la quantità dei dati disponibili, ma il corretto utilizzo degli stessi. Ogni azienda, pertanto, dovrebbe essere in grado di attivare processi di selezione e organizzazione delle informazioni a sua disposizione ed utilizzarle a supporto delle decisioni di programmazione future. Ripensare l'offerta di TPL in termini di rete e di affidabilità delle corse e renderla più attraente nei confronti dell'utenza, di fatto, potrebbe comportare vantaggi economici e sociali per l'intera collettività. Faciliterebbe il rilancio delle finanze del settore, spingerebbe i cittadini ad abbandonare la propria auto privata a favore del trasporto collettivo e le aree urbane potrebbero cominciare ad essere sgravate dall'ingombro e dall'inquinamento causato dal traffico.

Si auspica pertanto che, a prescindere dai processi di liberalizzazione del settore (cfr. par. 1.4), l'introduzione dei sistemi di trasporto intelligenti, permettendo di ottenere dati puntuali ed informazioni precise sullo stato del servizio, possa realmente tradursi in politiche e strategie decisionali rivolte al miglioramento della qualità del TPL e che non si riducano, invece, all'ennesimo spreco di risorse pubbliche.

Bibliografia

Agenzia per la Mobilità Metropolitana e Regionale, Città di Torino, GTT S.p.A.(2013). *Contratto dei servizi di mobilità urbana e metropolitana di Torino*. Torino

ATM Servizi S.p.A (2014). *Bilancio 2014*. Milano

ATM Servizi S.p.A (2017). *Bilancio 2016*. Milano

ASSIMIR, (2011), III Conferenza Nazionale Servizi Pubblici Locali, I servizi tra aziende e cittadini: un caso di strabismo percettivo, Roma 21 Giugno 2011.

ASSTRA (2012), *Autobus e investimenti*.

Asstra, Hermes e Isfort (2009), *Alla ricerca di un punto di svolta, 6° rapporto sulla mobilità urbana in Italia*. Napoli.

Asstra, Hermes, Anav e Isfort (2013). *Una leva per la ripresa, 10° rapporto sulla mobilità in Italia*, Bologna.

Asstra, Hermes, Anav e Isfort (2015), *La svolta dietro l'angolo? La mobilità sostenibile e la sfida del cambiamento, 12° Rapporto sulla mobilità in Italia*

Asstra, Hermes, Anav e Isfort (2016), *14° Rapporto sulla mobilità in Italia*

AGCM, Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato, (2016). *Indagine Conoscitiva: IC47-Condizioni concorrenziali nei mercati del trasporto pubblico locale*.

Axteria (2008), *La Lombardia nel contesto italiano ed europeo del TPL*, Milano

Bain & Company (2007), *La produttività come leva per il miglioramento delle performance nel TPL. Elementi di analisi e riflessione per una nuova politica industriale*

Bain & Company (2013), *Piano industriale di evoluzione del settore del trasporto pubblico locale in Italia*

Boitani A., (2013), *Il trasporto locale e la legge del pendolo*

Boitani A., Cambini C.(2004). Le gare per i servizi di trasporto locale in Europa e in Italia: molto rumore per nulla, in "ECONOMIA E POLITICA INDUSTRIALE " 122/2004.

Boitani A, Ramella F. (2017). Competizione e aggregazioni nel tpl, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma.

Canonico P. et. al, 2015. *Modelli di governance nei servizi pubblici: il trasporto pubblico locale in Italia*, Impresa Progetto - Electronic Journal of Management, n. 1.

Cassa depositi e prestiti(2013). Studio di settore: Mobilità urbana, *Il trasporto pubblico locale. Il momento di ripartire*.

CHORUS Caspar G., MOLIN Eric J., VAN WEE Bert, (2005) Use and Effects of Advanced Traveller Information Services (ATIS): A Review of the Literature

Cicchitelli G. (2005). La qualità del trasporto pubblico urbano, Perugia.

Commissione Europea(2013).Comunicazione della commissione al parlamento europeo, al consiglio e al comitato delle regioni. *Insieme verso una mobilità urbana competitiva ed efficace sul piano delle risorse*, 17 dicembre 2013.

Commissione Europea (2004), European Interoperability Framework for Pan-European eGovernment Services, IDABC Program.

Commissione Europea (2001). Libro Bianco *“La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte”*.

Commissione Europea (2011). Libro Bianco *“Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti – Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile”*.

De Santis F. (2006).Tesi di Dottorato: *Il Contratto di Servizio nel settore del trasporto pubblico locale, potenziale strumento di attuazione e valorizzazione della riforma*.Napoli.

D'Uva P. (2013). *L'infomobilità in Piemonte. Il progetto Bip*. Seminario infomobilità intermodale interregionale, Genova.

European Metropolitan Transport Authorities (2015), Barometer, 11th edition, CRTM,Madrid

Fondazione Filippo Caracciolo (2012). Il trasporto pubblico locale in Italia. *Stato, prospettive e confronti internazionali*.

Fondazione Filippo Caracciolo (2012). *Muoversi meglio in città per muovere l'Italia*. Centro Studi ACI.

Furno L. (2014). *Valutazione della Qualità di Informazione all'Utenza dell'Azienda di Trasporto Pubblico Torinese GTT*, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria civile, Politecnico di Torino.

Gastaldi et al,(2012). Il trasporto pubblico locale e la concorrenza. Cambiare paradigma per salvare il servizio. Il caso ligure. Pubblicato in: IBL Special Report (23 luglio 2012).

Garlatti A. (2004). *Deregolamentazione e concorrenza nei servizi pubblici locali*, in R. Mele, R. Parente, P. Popoli (a cura di), I processi di deregolamentazione dei servizi pubblici, vol. I, Maggioli Editore, Rimini.

GTT S.p.A (2016). *Bilancio d'esercizio al 31 dicembre 2015, Torino*

ISFORT (2006). Lo stato di attuazione della riforma del TPL nelle Regioni Italiane.

ISFORT (2007), Lo stato di attuazione della riforma del TPL nelle Regioni Italiane, Rapporto di sintesi.

ISFORT (2011). Osservatorio sulle politiche per la mobilità urbana sostenibile.

ISFORT (2011), Un futuro in costruzione. Ottavo rapporto sulla mobilità in Italia.

ISFORT (2012). All'ombra della crisi. Nono rapporto sulla mobilità in Italia.

ISFORT (2013). Una leva per la ripresa. Decimo rapporto sulla mobilità in Italia.

ISFORT (2014). *Il trasporto Pubblico Locale. La ricerca dell'efficienza attraverso le riforme*. Franco Angeli Editore, Roma.

ISFORT (2015). Osservatorio sui comportamenti di mobilità degli italiani. *La domanda di mobilità degli italiani*, Rapporto congiunturale di fine anno.

Martino V. (2017). Effetti della validazione obbligatoria sulla velocità commerciale degli autobus: caso studio sulla Linea 18 della Città di Torino, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria civile, Politecnico di Torino.

Matarazzo V. (2017). Valutazione del servizio di trasporto pubblico esercito da GTT e riorganizzazione dell'informazione in fermata, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria civile, Politecnico di Torino.

Milotti, Patumi,(2008). La "cattura del valore" come metodo di finanziamento per le infrastrutture di trasporto: tre casi a confronto. Università Bocconi, Milano

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, (2016). *Conto nazionale infrastrutture e trasporti-CNIT Anni 2015-2016*, Roma.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT), (2014). Piano di Azione Nazionale sui sistemi intelligenti di Trasporto ITS.

Pieralice E., Trepiedi L., (2015). *Città europee e mobilità urbana: impatto delle scelte modali*, Rivista di Economia e Politica dei Trasporti, n.2.

Politecnico di Torino (2014). *Riorganizzazione della rete di TPL di superficie dell'Area Metropolitana di Torino*.

Tecnologie Telematiche Trasporti Traffico Torino (5T S.r.l),(2012). Linee guida rete veicolare di bordo e protocollo scambio dati flotte GTT ed EXTRATO, Torino.

Tecnologie Telematiche Trasporti Traffico Torino (5T S.r.l), (2017). Nota tecnica. Linee guida per la compilazione del protocollo BIPEX (v.1.0.1), Torino.

Tecnologie Telematiche Trasporti Traffico Torino (5T S.r.l), (2012). "Test procedures", Simulazione AVM di bordo, Torino.

Roffinella A. (2015). L'esercizio del trasporto pubblico urbano e l'informazione all'utenza: l'evoluzione del sistema informativo dell'azienda torinese, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria civile, Politecnico di Torino.

UNECE (2010). Transport Statistic Database.

Usai V.(2014), Il Trasporto pubblico nelle capitali Europee: un'analisi di benchmark

Vogli, Astrit (2015). Il diritto alla mobilità fra dimensione europea, costituzioni statali e autonomie territoriali, [Dissertation thesis], Alma Mater Studiorum Università di Bologna. Dottorato di ricerca in Stato, persona e servizi nell'ordinamento europeo e internazionale, 26 Ciclo. DOI 10.6092/unibo/ams dottorato/7092.

Redman et al, (2013). *Quality attributes of public transport that attract car users: A research review*. Transport Policy 25, pp. 119-127

Roy W., Yvrande-Billon A. (2007). "Ownership, Contractual Practices and Technical Efficiency: The Case of Urban Public Transport in France", Journal of Transport Economics and Policy, Volume 41, Part 2, pp. 257–282.

Yvrande Billon A. (University Paris Sorbonne e ARAF) Tendering urban public transport: what can we learn from a Franco-British comparison? Presentazione al workshop organizzato a Bruxelles da Steer Davies Gleave il 3 giugno 2015 sul Regolamento n. 1370/2007.

Sitografia

<http://www.spl.invitalia.it/site/spl/home/riforma-spl/trasporto-pubblico-locale.html>

MIT

<http://www.mit.gov.it/open-data-e-open-cantieri>

EUROSTAT (2015)- BANCA DATI:

<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

ISTAT -dati sulla mobilità urbana:

<https://www.istat.it/it/archivio/188348>