

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

**Differenze di efficienza nel trasporto
ferroviario regionale italiano**



Relatore

prof. Carlo Cambini

Candidata

Angela Avignone

A.A. 2017/18

A mia madre, che mi ha insegnato a vivere, e a farlo con entusiasmo e positività;
a mio padre, che mi ha insegnato a lottare per i miei obiettivi nonostante ogni difficoltà;
a mia sorella, che è sempre stata un esempio per me e mi ha sostenuta in ogni momento;
a mio fratello, che in ogni situazione mi ha spinto a puntare al meglio e mi ha protetto.

Senza di voi non sarei mai riuscita a raggiungere questo traguardo.

Alle mie zie, ai miei zii, ai miei cuginetti e a mia nonna, che mi hanno sempre fatto sentire il calore
della famiglia.

A Federico, che mi fa sentire amata, che mi affianca nei momenti peggiori e in quelli di gioia.

Ai miei amici, che hanno fatto di questi anni universitari i più belli della mia vita.

A quelli storici, che mi hanno visto crescere;

a quelli nuovi, che hanno reso l'università un percorso divertente;

a quelli degli erasmus, con cui ho condiviso esperienze indimenticabili;

a quelli che sono stati solo di passaggio in tutti questi anni e spostamenti, ma che mi hanno lasciato
qualcosa.

Grazie a tutti per aver condiviso con me questa splendida fase della vita.

Sommario

Abstract	8
1. Il settore ferroviario	9
1.1 Il trasporto pubblico	9
1.2 Il trasporto ferroviario	10
1.3 Caratteristiche del settore	13
1.3.1 Quadro Normativo	15
1.3.2 Meccanismi di regolazione	17
1.3.3 Separazione verticale e liberalizzazione del mercato	21
1.4 Configurazione del sistema in Italia	27
2. Il settore ferroviario regionale	32
2.1 Il trasporto ferroviario regionale	32
2.2 Quadro Normativo Regionale	33
2.3 La domanda di trasporto ferroviario regionale	36
2.4 L'offerta di trasporto regionale ferroviario	37
2.4.1 Le gare	39
2.4.2 I bandi di gara	41
2.4.3 I Contratti di Servizio	42
3. La gestione dei servizi di trasporto regionale	44
3.1 Abruzzo	44
3.2 Basilicata	44
3.3 Calabria	45
3.4 Campania	46
3.5 Emilia Romagna	47
3.6 Friuli Venezia Giulia	49
3.7 Lazio	49
3.8 Liguria	50
3.9 Lombardia	51

3.10 Marche	52
3.11 Molise	53
3.12 Piemonte	53
3.13 Puglia	56
3.14 Sardegna.....	57
3.15 Sicilia	58
3.16 Toscana	58
3.17 Trentino Alto Adige.....	59
3.18 Umbria	60
3.19 Valle d’Aosta	60
3.20 Veneto	61
4. Il settore ferroviario in Europa.....	63
4.1 Francia.....	63
4.2 Germania.....	65
4.3 Regno Unito	66
4.4 Spagna.....	68
4.5 Svezia.....	69
5. Efficienza nel settore ferroviario	71
5.1 Modelli benchmark di efficienza	71
5.2 La yardstick competition.....	74
5.3 Fattori rilevanti nel calcolo efficienza	75
5.4 Metodi per il calcolo dell’efficienza	78
5.4.1 Modelli econometrici.....	79
6. Proposta di un modello	92
6.1 Definizione delle variabili.....	95
6.2 Il modello	97
6.3 Dati.....	98
6.4 Risultati	115
6.4.1 Modello Pooled Ordinary Least Squares (stimatore Pooled OLS).....	116
6.4.2 Modello Fixed Effects (stimatore within)	123
6.4.3 Modello Random Effects (stimatore GLS).....	129

7. Conclusioni.....	137
Bibliografia.....	140
Sitografia	144

Indice delle figure

Figura 1- Obiettivi pacchetti ferroviari	16
Figura 2 - Configurazione del sistema in Italia	28
Figura 3 - Estensione della rete	92
Figura 4 - Linee a doppio binario.....	93
Figura 5 - % Rete elettrificata	93
Figura 6 - Densità della rete e disponibilità dell'infrastruttura	94
Figura 7 - Proprietà dati Output e Prezzi degli Input	102
Figura 8 - Proprietà variabili non normalizzate	106
Figura 9 - Proprietà variabile Costo Totale.....	113
Figura 10 - Matrice di correlazione tra le variabili	113
Figura 11- Modello Pooled OLS	118
Figura 12 - Linear Prediction modello Pooled OLS	120
Figura 13 - Modello Pooled OLS modificato.....	121
Figura 14 - Linear Prediction modello Pooled OLS modificato	122
Figura 15 - Modello Fixed Effects	125
Figura 16 - Linear Prediction modello Fixed Effects.....	127
Figura 17 - Modello Fixed Effects modificato.....	128
Figura 18 - Linear Prediction modello Fixed Effects modificato	129
Figura 19 - Modello Random Effects.....	131
Figura 20 - Linear Prediction modello Random Effects	133
Figura 21 - Modello Random Effects modificato	134
Figura 22 - Linear Prediction modello Random Effects modificato	135
Figura 23 - Test di Hausman	136

Indice delle tabelle

Tabella 1 - Imprese operanti in Italia	30
Tabella 2 - Dati normalizzati Output e Prezzi degli Input	99
Tabella 3 - Dati normalizzati Caratteristiche della Rete, Manutenzione e Materiale Rotabile	103
Tabella 4 - Dati normalizzati costi operativi.....	107
Tabella 5 - Dati normalizzati costo del capitale.....	110

Abstract

Il presente lavoro ha lo scopo di analizzare le differenze di efficienza nel trasporto ferroviario regionale italiano. Nella prima parte viene effettuata un'analisi del settore, evidenziandone le principali caratteristiche e la sua evoluzione nel tempo. In particolare, viene fornito il quadro normativo con cui si è avviato il processo di liberalizzazione, sia a livello europeo che nazionale, volto alla separazione verticale tra gestore dell'infrastruttura e gestore del servizio di trasporto e all'apertura del mercato alla concorrenza. Successivamente, l'attenzione viene focalizzata sul trasporto regionale e sul sistema di funzionamento italiano, analizzando regione per regione quali imprese operano, i relativi contratti di servizio e l'eventuale ricorso a procedure concorsuali per l'aggiudicazione del servizio.

Nella seconda parte viene effettuata una rassegna della letteratura sul trasporto ferroviario. In particolare, vengono approfonditi diversi studi che forniscono modelli econometrici finalizzati ad effettuare una comparazione tra gestori a livello nazionale o internazionale, ad incentivare la yardstick competition e a fornire un benchmarking di riferimento. Partendo dall'analisi della letteratura, viene proposto un modello econometrico volto a comparare l'efficienza delle imprese regionali italiane. Viene usata una funzione di costo Cobb - Douglas, nella quale i costi totali delle imprese, calcolati come somma di costi operativi e costi del capitale, vengono messi in relazione ai prezzi degli input, alle caratteristiche della rete, alla manutenzione effettuata e alle caratteristiche del materiale rotabile. I dati utilizzati sono relativi a 15 regioni italiane per gli anni compresi tra il 2011 e il 2016. Il modello di regressione ritenuto preferibile per il processo di stima è quello Fixed Effects, ma le regressioni vengono effettuate anche con i modelli Random Effects e Pooled OLS, al fine di analizzare i coefficienti ottenuti. In tutti i casi, i risultati evidenziano degli scostamenti nei livelli di efficienza delle imprese rispetto ai valori predetti mediante le regressioni. I risultati più robusti, come previsto, sono quelli ottenuti con il modello Fixed Effects, e tale risultato viene confermato effettuando il test di Hausman.

Il modello proposto può rappresentare un punto di partenza per lo sviluppo della yardstick competition a livello regionale, che, oltre a rappresentare un incentivo per le imprese, rappresenta uno strumento utile al regolatore per monitorare i costi dei gestori del servizio di trasporto, che viene sussidiato dalle Regioni.

1. Il settore ferroviario

1.1 Il trasporto pubblico

I servizi pubblici sono quei servizi rivolti alla collettività al fine di garantire il soddisfacimento di alcuni bisogni basilari. In particolare il trasporto pubblico ha lo scopo di garantire il diritto alla mobilità agli individui della società. In genere l'autorità governativa affida la gestione del servizio di trasporto pubblico ad imprese pubbliche o private che sono però vincolati a regole prestabilite sulle modalità di erogazione del servizio, nell'interesse appunto della collettività.

Le forme organizzative generalmente utilizzate per la gestione del trasporto pubblico sono:

- gestione pubblica diretta, quando un'azienda pubblica eroga il servizio senza limiti di tempo;
- outsourcing tramite concessione diretta, in cui viene stipulato un contratto con una terza parte per la fornitura del servizio;
- conduzione mista, pubblica e privata, quando l'impresa privata è controllata tramite partecipazioni statali;
- concorrenza per il mercato, quando viene indetto un bando di gara per la fornitura del servizio;
- concorrenza nel mercato, quando gli operatori concorrono in un free entry market ma sono soggetti a standard da rispettare e norme giuridiche.

Il servizio di trasporto pubblico può essere suddiviso in tre macro aree: trasporto pubblico locale, trasporto regionale e trasporto ferroviario dell'operatore nazionale. A seconda del tipo di servizio l'offerta può avere differenti strutture: per il trasporto a livello nazionale l'offerta è accentrata, per il trasporto regionale e provinciale l'offerta è decentrata, per il trasporto municipale l'offerta è polverizzata.

1.2 Il trasporto ferroviario

Il trasporto ferroviario nasce in Inghilterra agli inizi del diciannovesimo secolo in sostituzione al trasporto a trazione animale. Con il passare degli anni il progresso tecnologico ha permesso l'espansione delle reti fino ad arrivare all'attuale configurazione delle linee europee. Inizialmente i sistemi industriali si andavano via via sviluppando in base alla vicinanza del trasporto ferroviario, ma nel ventesimo secolo ha iniziato a prevalere la concorrenza di trasporti alternativi. Ad oggi il progresso nel settore si basa sullo sviluppo e sull'ampliamento di reti ad Alta Velocità, sulla base della pianificazione europea di una rete unificata TEN (Trans European Network).

La caratteristica principale del settore del trasporto ferroviario è la dipendenza dei servizi dall'infrastruttura, rappresentata in questo caso dalla sede ferroviaria e dagli impianti. Questo comporta la presenza di un proprietario della rete e di imprese ferroviarie che gestiscono il servizio. I servizi ferroviari che possono essere offerti sono di tre tipi:

- trasporto di passeggeri a lunga distanza,
- trasporto di passeggeri locale,
- trasporto merci.

Per quanto riguarda il servizio di trasporto passeggeri si è reso necessario l'intervento governativo al fine di garantire il servizio pubblico, oltre che per fattori quali l'esistenza di monopoli naturali, di esternalità ambientali, di economie di rete e di scopo.

Storicamente in Italia il trasporto ferroviario e l'infrastruttura erano gestite da un unico operatore nazionale a partire dal XX secolo. Nel 1905 veniva infatti presentato un disegno di legge per la nazionalizzazione del trasporto ferroviario con la nascita delle Ferrovie dello Stato (FS). Vennero mano a mano incorporate le ferrovie della rete nazionale, mentre le linee locali rimasero attive sulla base di concessioni: sono le attuali reti regionali, chiamate "ferrovie concesse" poiché per lo più trasferite alle Regioni.

Nel 1986 l'azienda Ferrovie dello Stato si è trasformata in Ente Ferrovie dello Stato, ma nel 1982 quest'ultimo si è trasformato in società per azioni di proprietà interamente pubblica e con la concessione per l'esercizio del servizio ferroviario pubblico. FS ha costituito inoltre le nuove società:

- T.A.V. Spa;
- ITALFERR-SIS-TAV Spa;
- METROPOLIS Spa.

Questo ha rappresentato un primo passo di separazione tra gestore dell'infrastruttura e dei servizi che si è concluso nel 2001 con la creazione della Rete Ferroviaria Italiana (RFI), la quale amministra il funzionamento della rete, vendendo le tracce orarie sulla rete nazionale alle imprese ferroviarie, assicurando la circolazione in sicurezza dei treni e l'attuazione di servizi di manutenzione e ampliamento. L'infrastruttura permane però sussidiata dallo Stato, in quanto RFI non ha il vincolo di coprire integralmente i costi, non avendo quindi responsabilità economica (Cambini et al, 2005).

In particolare, come precisato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2017), "il Ministero non realizza direttamente le infrastrutture ferroviarie né effettua la loro manutenzione, ma affida questi compiti al Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane – Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. Attraverso un Contratto di programma il Ministero indica le attività

da realizzare e controlla l'utilizzo degli investimenti pubblici destinati ai progetti per la realizzazione e manutenzione delle ferrovie”.

La società RFI è controllata al 100% dal gruppo Ferrovie dello Stato Spa, a sua volta controllato al 100% dal Ministero dell'Economia e delle Finanze. RFI ha quindi acquisito gli effetti della concessione rilasciata a Ferrovie dello Stato Spa per la gestione dell'infrastruttura ferroviaria nazionale, e le aree di responsabilità delineate nel Contratto di programma 2016-2021 sono:

- garantire il coordinamento e la sicurezza della circolazione ferroviaria sull'intera rete;
- sviluppare la tecnologia dei sistemi e dei materiali;
- assicurare la piena fruibilità ed il costante mantenimento in efficienza delle linee e delle infrastrutture ferroviarie;
- destinare gli investimenti al potenziamento, all'ammodernamento tecnologico e allo sviluppo delle linee e degli impianti ferroviari;
- presidiare il comparto navigazione;
- provvedere alla sorveglianza sanitaria dei dipendenti, degli ambienti di lavoro, dei servizi offerti e dei luoghi aperti alla clientela;
- coordinare le attività di ricerca dell'Istituto sperimentale sui materiali, sui prodotti e sull'ambiente;
- promuovere l'integrazione dell'infrastruttura italiana nella Rete Ferroviaria Europea, coordinandosi con i Paesi dell'UE in merito agli standard di qualità, alle azioni e alle strategie di commercializzazione dei servizi.

Il Gestore dell'Infrastruttura elabora inoltre il Prospetto Informativo della Rete (PIR), che contiene un'esposizione dettagliata di:

- caratteristiche dell'infrastruttura disponibile e delle condizioni di accesso;

- modalità di accesso agli impianti merci di proprietà del gestore dell'infrastruttura;
- modalità di calcolo e riscossione relativi al canone di pedaggio ed ai corrispettivi dovuti per la prestazione di servizi;
- criteri per l'assegnazione della capacità di infrastruttura.

Il servizio di trasporto passeggeri nazionale è invece gestito da Trenitalia, nata nel 2000 e anch'essa controllata al 100% dal Gruppo FS. La società offre servizio di trasporto passeggeri nazionale secondo un Contratto di Servizio 2017-2026, servizio di trasporto merci e passeggeri internazionale sulla base di una licenza, e servizi di trasporto regionale e locale sulla base di Contratti di Servizio stipulati con le Regioni, sottoposta a obblighi di servizio pubblico e livelli tariffari prestabiliti. Per il trasporto regionale Trenitalia in quasi tutte le regioni opera sia su tratte di competenza regionale sia su tratte di competenza nazionale. In molte regioni è affiancata da gestori di proprietà prevalentemente regionale e provinciale.

1.3 Caratteristiche del settore

Il settore del trasporto ferroviario può essere definito come un monopolio naturale multi-prodotto con diversi livelli di produzione e varietà di output. Il primo livello di produzione è l'infrastruttura ferroviaria, in cui la rete fornisce output come i binari, i sistemi di segnaletica, le stazioni e i depositi. Il secondo livello è rappresentato dal servizio di trasporto passeggeri e merci. Per il servizio passeggeri esistono ulteriori segmentazioni, come le reti ad alta capacità, quelle ad alta frequenza e quelle ad alta velocità (Casullo, 2016).

L'input principale del servizio di trasporto è l'infrastruttura di rete. Secondo Bentivogli et al (2012) la ferrovia è caratterizzata da un basso consumo di territorio rispetto ad altre infrastrutture di trasporto ed il servizio offerto è molto meno inquinante di quello su gomma.

La dotazione dell'infrastruttura non dipende solo dalla lunghezza della rete, ma anche dal tipo di tecnologia usata: la rete può infatti essere elettrificata o meno, i binari possono essere unici o doppi, e le tecnologie possono essere più o meno omogenee dal punto di vista tecnico e normativo. La rete è caratterizzata da alti costi, economie di scala e di densità: la sostenibilità economica dipende dall'intensità di utilizzo ed è quindi favorita in aree densamente popolate o con ampia concentrazione dell'attività produttiva.

Oltre all'infrastruttura, gli input di produzione possono essere suddivisi in due categorie: capitale e lavoro. In particolare c'è un'elevata intensità di capitale e una limitata sostituibilità di capitale e lavoro. Gli investimenti necessari sono ingenti ed hanno lunghi tempi di ammortamento.

La produttività di questi input dipende dal capitale installato, da caratteristiche esogene della rete, dall'inefficienza manageriale e da fattori fuori dal controllo dell'impresa come la configurazione geografica del paese, la regolazione e l'organizzazione sindacale (Urdanoz et al, 2012).

Alcuni costi sono più sensibili ai tempi di percorrenza, come il costo del lavoro, ed altri alla distanza percorsa, come il costo della rete e dei meccanismi di controllo.

L'output diretto di produzione sono i treni-km, e quello indiretto, attraverso le imprese ferroviarie, i passeggeri-km e le tonnellate-km di merci, che possono essere considerati insieme con un indicatore globale di produzione denominato 'unità di traffico'.

Una particolare caratteristica del settore, che verrà trattata in seguito, è l'assetto di governance adottato, ovvero il livello di unbundling (separazione proprietaria, societaria o gestionale) tra gestione dell'infrastruttura e gestione del servizio di trasporto.

1.3.1 Quadro Normativo

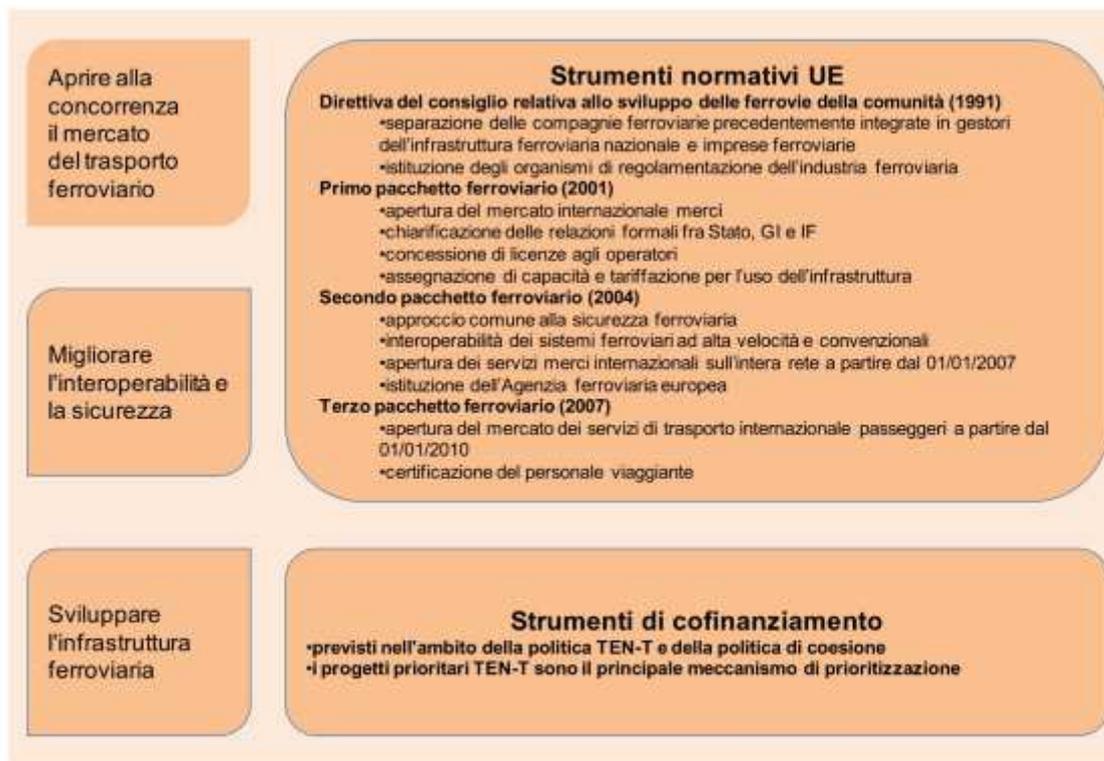
A partire dagli anni Novanta la Commissione Europea ha avviato un riassetto normativo volto alla liberalizzazione e alla privatizzazione del mercato. La nuova regolamentazione mirava alla realizzazione di un mercato unico, alla riduzione dei sussidi pubblici e alla promozione della concorrenza.

Secondo il CERTeT (Centro di Economia regionale, dei Trasporti e del Turismo, 2011) lo sviluppo del Trasporto ferroviario europeo era ostacolato da tre principali fattori:

- l'inadeguatezza dell'infrastruttura ferroviaria per i servizi transeuropei, dovuta agli scarsi collegamenti tra le reti nazionali, specialmente alle frontiere, e all'obsolescenza di buona parte dell'infrastruttura;
- l'assenza di interoperabilità tra le diverse reti ferroviarie nazionali, poiché il loro sviluppo è avvenuto con caratteristiche tecnico-operative e procedure amministrative non del tutto uguali;
- l'assenza, riconducibile principalmente a ragioni storiche, di un mercato competitivo dei servizi transeuropei.

A partire dal 2001 il legislatore comunitario ha emanato tre "pacchetti ferroviari" volti alla creazione di un mercato unico, al superamento dei regimi monopolistici, al controllo della concentrazione delle imprese e alla repressione degli abusi di posizione dominante.

Gli obiettivi delle norme e i relativi strumenti utilizzati sono elencati nel seguente schema:



Fonte: CERTeT su modello della Corte dei Conti Europea

Figura 1- Obiettivi pacchetti ferroviari

Successivamente, nel 2010 la Commissione Europea si è espressa in favore di una politica di “Recast” della normativa europea riguardo la liberalizzazione del mercato ferroviario. Infatti dopo circa 10 anni dall’inizio del processo di liberalizzazione del mercato risultavano ancora bassi livelli di concorrenza a causa delle condizioni di accesso al mercato sbilanciate a favore degli operatori storici. Risultavano esserci inoltre inadeguate vigilanze regolamentari da parte delle autorità nazionali, bassi livelli di investimenti, pubblici e privati, e una decrescente qualità delle infrastrutture (Baccelli et al, 2011). L’iter di approvazione della Direttiva «Recast» è durato circa due anni, concludendosi con il rafforzamento di regole sulla concorrenza e il chiarimento di alcuni principi, quali ad esempio la separazione societaria, la separazione dell’infrastruttura e delle attività di trasporto. In particolare si intendeva separare i bilanci delle attività connesse alla prestazione di servizi di trasporto e per la gestione dell’infrastruttura ferroviaria, affinché i fondi erogati per i servizi pubblici non potessero essere trasferiti ad altre attività di trasporto. Le disposizioni comunitarie prevedevano inoltre che l’organismo di regolazione fosse un’autorità indipendente sotto il profilo organizzativo,

funzionale, gerarchico e decisionale, oltre che giuridicamente distinto e indipendente da qualsiasi altro ente pubblico o privato, dai gestori dell'infrastruttura, dagli organismi preposti alla riscossione dei canoni, dai richiedenti e da qualsiasi autorità preposta all'aggiudicazione di un contratto di servizio pubblico.

Nel 2016 il Consiglio Europeo ha adottato formalmente il “IV pacchetto ferroviario”. L'obiettivo delle norme rivedute era quello di facilitare agli operatori l'accesso al mercato e l'offerta dei servizi, al fine di offrire una scelta più ampia, tariffe più economiche e una migliore qualità a vantaggio del consumatore. Le procedure di gara sono diventate obbligatorie per i contratti di servizio pubblico, a eccezione di quando si dimostra che l'aggiudicazione diretta permette una migliore qualità del servizio o efficienza in termini di costi. Inoltre l'accesso di un nuovo operatore può essere limitato dagli Stati membri nel caso in cui possa compromettere l'equilibrio economico di un contratto di servizio pubblico esistente. Gli obiettivi di efficacia e qualità riguardano, ad esempio, la puntualità e la frequenza dei treni. La riforma ha rafforzato inoltre l'indipendenza e l'imparzialità dei gestori dell'infrastruttura ferroviaria (Trasporti-Italia, 2016).

1.3.2 Meccanismi di regolazione

Nel settore dei trasporti l'intervento pubblico avviene a quattro livelli: europeo, nazionale, regionale, locale. Il regolatore deve definire le regole macroeconomiche (fiscali, monetarie, del lavoro, legali, ecc.) che riguardano gli investimenti privati e definire la strategia politica di medio-lungo periodo fissando obiettivi e traguardi (Danielis, 2012).

Oltre alle difficoltà date dalla necessità di coerenza dei piani regolatori sui diversi livelli, si aggiungono la natura multiprodotto dei servizi ferroviari, la particolare struttura dei costi, il ruolo dell'infrastruttura e della rete, l'indivisibilità degli input e degli output, le esternalità del sistema. Inoltre le caratteristiche del settore generano delle limitazioni nell'applicazione dei principi della competizione per il mercato, l'esistenza di asimmetrie informative tra regolatore

e operatori, la necessità di stimolare l'investimento privato e le difficoltà di raggiungere un'adeguata distribuzione dei rischi tra operatori privati ed ente pubblico. Tale contesto ha comportato storicamente la necessità di un intervento pubblico diretto e indiretto per le pianificazioni di medio-lungo periodo, per gli investimenti pubblici e per coinvolgere il capitale privato nelle operazioni di finanziamento delle infrastrutture e dei servizi (Danielis, 2012).

Il fatto che anche la gestione del servizio fosse storicamente gestita da parte di aziende pubbliche o controllate dalla Stato, ha comportato che proprietario e regolatore coincidessero nella stessa figura. Ciò ha rappresentato un'assenza di incentivi per le imprese ferroviarie, sfociato in un accumulo di debiti poi pareggiati dallo Stato, in inefficienze e scarsa qualità del servizio.

Secondo European House - Ambrosetti (2012), un Organismo di Regolazione per essere efficiente deve tutelare l'interesse generale ed essere dotato di:

- competenza tecnica, al fine di garantire l'autorevolezza dell'intervento;
- imparzialità, per garantire la neutralità dell'azione;
- trasparenza degli atti e dell'operato, per dimostrare la sua natura di organismo amministrativo tecnico *super partes*.

Fino al 2013 l'ente regolatore in Italia era l'Ufficio per la regolazione dei servizi ferroviari (URSF) responsabile della vigilanza sulla concorrenza nei mercati del trasporto ferroviario e della risoluzione dei relativi contenziosi. Le sue funzioni si ripartivano in due uffici dirigenziali non generali, uno principalmente incaricato delle funzioni di vigilanza e monitoraggio e l'altro responsabile delle attività di regolazione (Baccelli et al, 2011).

La normativa europea, per mezzo dei pacchetti ferroviari, ha imposto di istituire Organismi di regolazione indipendenti per quanto riguarda l'organizzazione, le decisioni di finanziamento, la struttura giuridica e i processi decisionali, da qualsiasi Gestore di infrastrutture, organismo

di tariffazione, organismo di assegnazione o Impresa ferroviaria (The European House - Ambrosetti, 2012).

L'URSF era invece un ente pubblico, e quindi non considerabile come indipendente dal gruppo Ferrovie dello Stato Spa, controllato al 100% dal Ministero dell'Economia e delle Finanze. In Italia è stata quindi istituita l'Autorità di Regolazione dei Trasporti, che si è insediata a Torino il 17 settembre 2013. Si tratta di un'autorità amministrativa indipendente, che "opera in piena autonomia, in conformità con la disciplina europea e nel rispetto del principio di sussidiarietà e delle competenze delle regioni e degli enti locali" (Autorità di Regolazione dei Trasporti, 2013).

Secondo Danielis (2012), nel passaggio dall'intervento pubblico diretto a quello indiretto, diventa cruciale la qualità della regolamentazione: è indispensabile che sia assicurata l'indipendenza, la trasparenza e l'accountability del regolatore.

Il passaggio inoltre è stato da un'autorità specificamente dedicata al settore ferroviario, ad una con compiti più estesi relativi alla politica e alla strategia dei trasporti in generale. Il vantaggio principale del primo assetto era quello di avere competenze di base ed esperienze del personale interno specifiche per il settore. Estendendo i ruoli dell'organismo di regolazione si rende però più facile il trasferimento di conoscenze ricavate dalla liberalizzazione e dalla regolazione delle diverse modalità di trasporto. Rimane tuttavia il rischio che, in questo contesto, le questioni del settore ferroviario passino in secondo piano rispetto a quelle legate ai trasporti in senso più ampio (The European House - Ambrosetti, 2012).

Come dichiarato dall'Autorità stessa (2013), le sue competenze includono, oltre alla regolazione nel settore dei trasporti e dell'accesso alle relative infrastrutture ed ai servizi accessori, "la definizione dei livelli di qualità dei servizi di trasporto e dei contenuti minimi dei diritti che gli utenti possono rivendicare nei confronti dei gestori. L'Autorità riferisce annualmente alle Camere evidenziando lo stato della disciplina di liberalizzazione adottata e la parte ancora da definire".

In dettaglio, l'Autorità di Regolazione dei Trasporti (2013) deve provvedere a:

- garantire, incentivando la concorrenza, l'efficienza produttiva delle gestioni, il contenimento dei costi e condizioni di accesso eque e non discriminatorie alle infrastrutture ferroviarie;
- definire i criteri per la fissazione delle tariffe, dei canoni e dei pedaggi;
- stabilire le condizioni minime di qualità dei servizi di trasporto nazionali e locali soggetti a servizio pubblico, basandosi su caratteristiche territoriali di domanda e offerta;
- definire il contenuto minimo dei diritti degli utenti nei confronti dei gestori dei servizi e delle infrastrutture di trasporto;
- definire gli schemi dei bandi delle gare per l'assegnazione dei servizi di trasporto e i criteri per la nomina delle commissioni aggiudicatrici;
- vigilare sulla corretta applicazione dei criteri per la determinazione dei pedaggi, per l'assegnazione delle tracce e della capacità da parte del gestore dell'infrastruttura;
- proporre il rinnovo o le variazioni dei singoli atti di concessione o di autorizzazione, delle convenzioni o dei contratti di programma al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;
- verificare che le condizioni e le modalità di accesso rispettino principi della concorrenza e della trasparenza;
- assicurare la più ampia pubblicità delle condizioni di servizio;
- valutare reclami, istanze e segnalazioni sul rispetto dei livelli qualitativi e tariffari da parte dei soggetti esercenti;
- controllare lo svolgimento dei servizi con poteri di ispezione, di accesso, di acquisizione della documentazione e delle notizie utili, irrogando sanzioni amministrative pecuniarie laddove non siano messi in atto i provvedimenti normativi.

L'istituzione di un organismo di controllo indipendente è fondamentale per l'apertura alla concorrenza, poiché la sua funzione di garante imparziale permette trasparenza normativa. Le imprese ferroviarie possono riporre una maggiore fiducia nel ruolo del regolatore e pianificare

meglio gli investimenti, rivolgendosi all'organismo di regolazione in caso di controversie per recepire delle indicazioni (The European House – Ambrosetti, 2012).

1.3.3 Separazione verticale e liberalizzazione del mercato

L'introduzione di elementi di concorrenza e processi di liberalizzazione nei settori caratterizzati dalla presenza di monopolio naturale è ostacolata dalle numerose imperfezioni del mercato, che generano la persistenza di forme di intervento pubblico diretto ma rendono difficile la regolamentazione (Danielis, 2012).

Tramite i "pacchetti ferroviari" l'Unione Europea ha manifestato in una prima fase la necessità di separare le funzioni di gestore dell'infrastruttura, e successivamente la volontà di aprire il mercato alla concorrenza, formalizzando le interazioni con le imprese ferroviarie attraverso procedure di allocazione trasparenti e non discriminatorie nei confronti dei new comers (The European House - Ambrosetti, 2012). La nuova configurazione del settore mira ad attrarre capitali privati che possano contribuire a stimolare l'innovazione e il miglioramento delle pratiche commerciali, prevedendo l'uscita dello Stato dalla gestione diretta del settore, pur mantenendo un ruolo primario nella pianificazione e nelle scelte di investimento di lungo periodo (Danielis, 2012).

Vista l'ampia discrezionalità consentita dalla normativa comunitaria, gli Stati dell'Unione Europea hanno adottato diversi modelli per quanto riguarda la separazione tra imprese ferroviarie e gestore dell'infrastruttura:

- la separazione gestionale;
- la separazione “parziale”, ovvero un modello di separazione “pseudo-proprietaria”;
- la separazione societaria;
- la separazione proprietaria.

La separazione verticale di fatto non favorisce lo sfruttamento di economie di scala e di densità. La gestione congiunta di infrastruttura e servizio permette un maggiore utilizzo delle risorse, umane e infrastrutturali, e lo sfruttamento di economie di scopo, poiché i servizi, il materiale rotabile, le caratteristiche tecniche della rete necessitano di una pianificazione congiunta. Inoltre nel caso di separazione esiste il rischio che nelle linee a minor domanda, e conseguentemente con minor concorrenza, ci siano bassi incentivi all'investimento infrastrutturale.

Secondo The European House - Ambrosetti (2012), la separazione genera inoltre un aumento dei costi di negoziazione tra gestore dell'infrastruttura e imprese ferroviarie, le quali relazioni possono comportare ingenti costi di gestione e amministrazione. Esiste peraltro un rischio di perdita di sinergia nella scelta degli investimenti e un aumento della distanza tra gestore dell'infrastruttura e consumatore finale.

Dalla teoria economica emerge un problema tipico dei rapporti tra imprese separate a monte e a valle chiamato "hold-up", il quale descrive l'opportunismo di un'impresa che cerca di accaparrarsi la quasi rendita che deriva da un investimento specifico dell'altra, tramite l'imposizione di prezzi più alti. Questo rischio per le imprese crea un disincentivo agli investimenti, che però in questo caso può essere mitigato da una regolazione governativa che stabilisce gli investimenti necessari nell'interesse pubblico (Nash, 2008).

Nel caso di integrazione verticale a gestione pubblica emerge invece un altro problema descritto dalla teoria economica, causato dalle asimmetrie informative: il "moral hazard", dato dal fatto che il comportamento di chi gestisce l'impresa non è osservabile, generando quindi incentivi a non agire in favore dell'impresa stessa. In questo caso, lo Stato non ha elementi sufficienti per controllare l'operatore monopolista, il quale può quindi esercitare un basso sforzo nella gestione poiché non corre il rischio di bancarotta. Infatti sia nel caso di abbassamento della domanda che nel caso di crescita dei costi oltre il prezzo, la ricapitalizzazione da parte dello stato è assicurata vista la necessità di continuità del servizio pubblico. Nel caso in cui l'operatore sia privato gli stakeholders non accetterebbero l'impatto

finanziario di qualsiasi evento, e l'operatore sarebbe quindi avverso al rischio (Leveque, 2004).

Poiché la separazione dell'infrastruttura e la liberalizzazione del settore hanno interessato diversi paesi europei e non, in letteratura esistono diversi studi su benefici e svantaggi della separazione. I risultati degli studi effettuati si basano però sul breve periodo, poiché si tratta di un processo abbastanza recente in Europa, e potrebbero quindi manifestarsi degli effetti diversi nel lungo periodo (Casullo, 2016).

Thompson (1997) elenca come vantaggi della separazione verticale la riduzione dei costi unitari, la creazione di concorrenza nel trasporto, la possibilità di focalizzarsi meglio sul servizio e la necessaria chiarificazione della public policy, per creare un equilibrio tra intervento pubblico e privato.

Secondo Nash (1997) tra i vantaggi della separazione c'è la conseguente specializzazione delle imprese in infrastrutture e operation.

Una gestione congiunta può però generare incentivi di cross-subsidization tra servizi pubblici e servizi a mercato, oltre che la possibilità di favorire un servizio piuttosto che un altro. Ad esempio, per il servizio di trasporto regionale Trenitalia in quasi tutte le regioni opera sia su tratte di competenza regionale sia su tratte di competenza nazionale, sovrapposizione che comporta incentivi per Trenitalia e per RFI a privilegiare quelli a mercato piuttosto che quelli sussidiati.

Il principale vantaggio derivante dalla separazione verticale è quello invece di incentivare gli operatori favorendo la concorrenza, che peraltro genera reperimento di capitale privato nella gestione dei servizi. L'introduzione di forme concorrenziali nel settore fornisce infatti incentivi per l'operatore storico a migliorare i servizi e a ridurre i costi, con benefici per gli utenti finali.

Dall'evidenza empirica però emergono casi di significativi aumenti dei costi in seguito alla separazione (Bitzan, 2003), perdita di efficienza tecnica (Ivaldi e McCullough, 2008), effetti negativi sull'efficienza allocativa della capacità (Merkert, 2009). In molti casi risulta che il

miglioramento dell'efficienza non deriva tanto dalla separazione verticale, quanto dal miglioramento delle policy di regolazione, quindi dalle strategie governative e dalle misure di controllo dell'efficienza degli operatori (Arrigo et al, 2013).

Ksoll (2004) elenca i seguenti vantaggi derivanti dall'integrazione verticale:

- minore complessità delle interfacce e quindi coordinamento operativo e stabilità semplificati;
- incentivi di investimento e sviluppo superiore (e più rapido) di capacità, qualità, sicurezza e innovazione;
- allocazione dell'infrastruttura guidata dal mercato;
- incremento di qualità e sicurezza derivanti dalla maggiore identificazione e dalle maggiori responsabilità dello staff in un'impresa integrata;
- aumento del welfare dei consumatori evitando la doppia marginalizzazione;
- comportamento strategico dell'impresa integrata volto a contrapporsi a eccessive entrate nel mercato;
- maggiore capacità finanziaria, esperienza e approccio d'insieme;
- minore complessità della regolazione.

Allo stesso tempo individua i seguenti svantaggi:

- rischio di comportamento discriminatorio di chi possiede l'infrastruttura a discapito dei concorrenti a valle;
- conflitto tra obblighi pubblici dell'infrastruttura e management privato;
- possibilità di incentivi interni bassi o fuorviati;
- minore flessibilità e maggiore complessità di gestione;
- minori possibilità di focalizzarsi su segmenti specifici.

Secondo l'autrice nella scelta di integrazione verticale occorre quindi attribuire un peso specifico ai vari fattori in base al caso nazionale in questione, poiché bisogna stabilire un trade off tra:

- coordinamento operativo, decisioni d'investimento, produttività dell'infrastruttura, economie nella condivisione delle facilities, plurali forme di innovazione e maggiore identificazione dello staff da un lato;
- accesso non discriminatorio e competizione, aggravamento dei compiti del regolatore, obbligazioni dell'infrastruttura pubblica e minori incentivi alla performance dall'altro.

Infine, come criteri generali, Ksoll (2004) suggerisce che l'integrazione sia preferibile nei seguenti casi:

- esistenza di grandi necessità di coordinamento, ad esempio in caso di reti e linee complesse, ad alta densità di traffico ferroviario, con traffico molto misto, con necessità di investimenti specifici;
- esistenza di un basso incentivo economico per la concorrenza intra-modale, dovuto a vantaggi di scala e alti costi d'entrata, o a bassi profitti nel periodo iniziale;
- esistenza di alta pressione per la concorrenza intermodale;
- presenza di un assetto istituzionale affidabile riguardo alla regolazione di accesso non discriminatorio;
- esistenza di bassi fondi pubblici, che non permettono un aumento del numero di imprese sussidiate.

Mizutani et al (2012) suggeriscono un modello per analizzare la convenienza dell'integrazione basato sul trade-off tra i costi associati al mercato derivanti dalla separazione verticale e quelli associati all'organizzazione interna, implicati dall'integrazione. In particolare definisce il differenziale di costo relativo alle due configurazioni come la somma dei differenziali dei costi di produzione e di governance nei due casi. Dalla sua analisi risulta che per asset poco specifici il mercato risulta essere conveniente, quindi per basse densità di treni e scheduling semplice. Nel caso contrario sono invece necessari interventi di

manutenzione quotidiani, per cui è preferibile possedere i macchinari e uno staff interno. I costi di governance del mercato includerebbero in questo caso i costi del lavoro relazionati al coordinamento delle divisioni delle organizzazioni, i costi dei materiali, i costi associati alla documentazione dei piani di manutenzione, i costi legali e assicurativi. Ci sarebbe inoltre in questo caso un rischio di comportamento opportunistico da parte delle compagnie esterne che forniscono i servizi.

Per quanto riguarda l'apertura del mercato la teoria economica suggerisce che la concorrenza in un settore genera efficienza produttiva. Il modello di accesso libero al mercato assume che la concorrenza, o anche la sola minaccia di entrata, permettono un'offerta di prodotto più creativa, l'innovazione tecnologica, pressioni sui costi e sui prezzi (Beckers et al, 2009). I vantaggi dati dalla concorrenza possono però essere contrastati in mercati con particolari caratteristiche, come nel caso del trasporto ferroviario in cui esistono diverse barriere all'entrata. Infatti attualmente, nonostante in molti paesi sia avvenuta l'apertura del mercato, non vengono ancora garantiti del tutto termini di accesso non discriminatori e la completa indipendenza tra gestore dell'infrastruttura e operatori del servizio, e questo può sfociare in costi più bassi nei paesi in cui il servizio è gestito in monopolio (Casullo, 2016). Ad esempio, Secondo Arrigo et al (2013), una barriera all'entrata per la concorrenza è rappresentata da un eccessivo prezzo di accesso all'infrastruttura, che genera prezzi più alti per i passeggeri.

Bouf, Crozet e Leveque (2005) argomentano che i conflitti tra gestore dell'infrastruttura e operatori del servizio si generano maggiormente riguardo i cambiamenti della rete, e quindi la scelta degli investimenti necessari, la definizione di accesso e orari, ritardi e soppressioni delle corse.

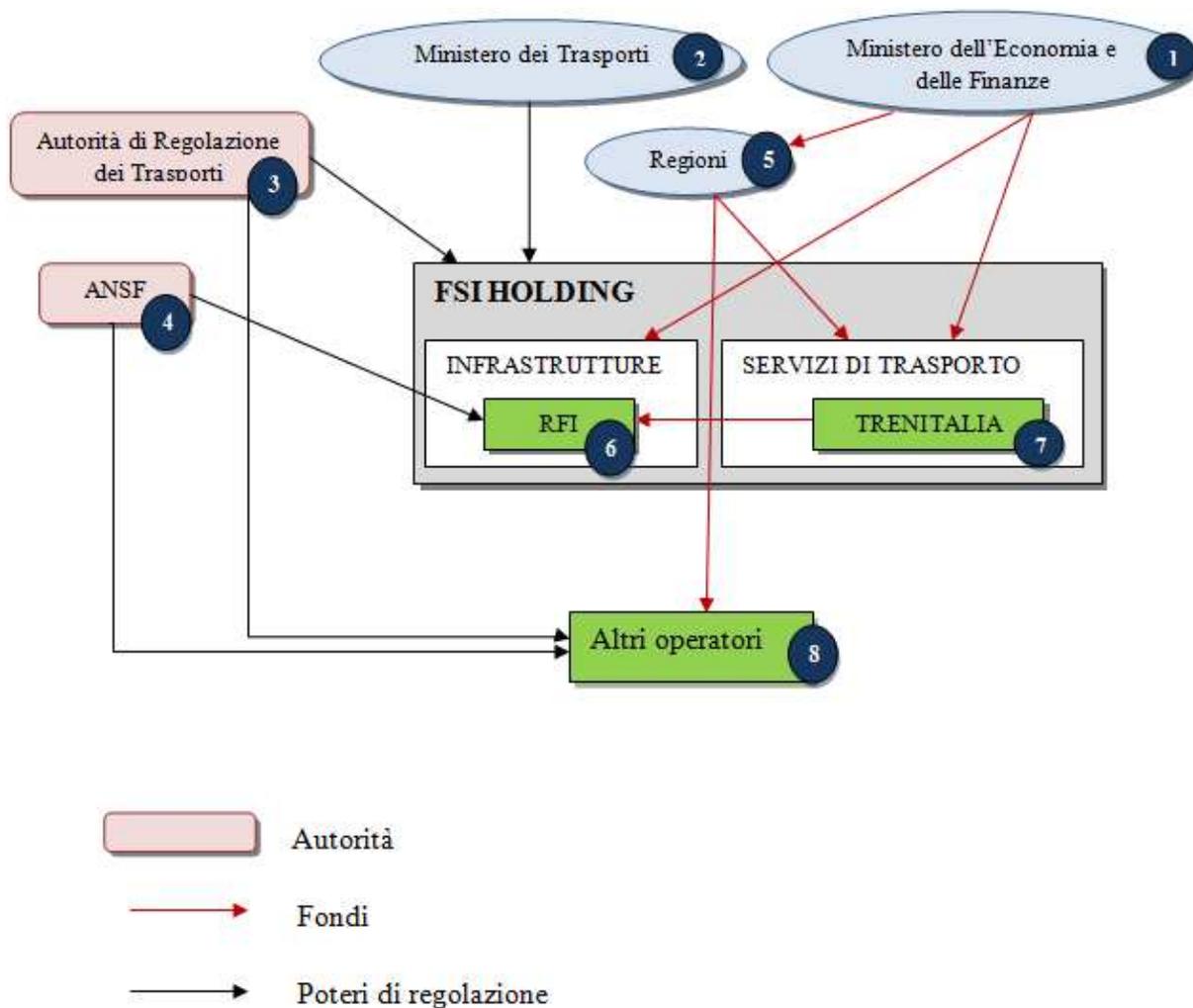
Gli operatori privati che entrano nel mercato offrono i servizi con obiettivi di massimizzazione del profitto, invece che con obiettivi di servizio pubblico, e questo comporta la massimizzazione di asset produttivi come treni più performanti, l'abbandono di stazioni che generano incrementi sproporzionati dei costi, l'uso maggiore di outsourcing, il miglioramento dell'efficienza dello staff, maggiori investimenti in tecnologia per ridurre i costi di servizi ausiliari come la vendita dei biglietti e il supporto al cliente (Casullo, 2016).

1.4 Configurazione del sistema in Italia

In seguito all'applicazione dei "pacchetti ferroviari", ad eccezione del IV che è ancora in fase di recepimento, oggi le imprese ferroviarie possono entrare nel mercato del servizio di trasporto merci e passeggeri se possiedono i seguenti requisiti:

- il certificato di sicurezza;
- lo status di indipendente dalla gestione, dall'amministrazione e dal controllo interno amministrativo economico e contabile della rete;
- la licenza, rilasciata dall'Autorità Statale ma valida su tutto il territorio dell'Unione, che consente l'espletamento di servizi internazionali di trasporto, sia merci che persone;
- accordi amministrativi, tecnici e finanziari con il gestore dell'infrastruttura.

Il sistema ferroviario italiano è configurato come rappresentato nel seguente modello di funzionamento, rielaborato da uno studio di European House - Ambrosetti:



Fonte: The European House – Ambrosetti

Figura 2 - Configurazione del sistema in Italia

I compiti dei soggetti coinvolti sono:

1. Il Ministero dell'Economia e delle Finanze (MEF) eroga i finanziamenti per gli investimenti, per i servizi di infrastruttura realizzati da RFI ed i corrispettivi per i servizi nazionali, e trasferisce le risorse alle Regioni per i servizi di trasporto pubblico locale.
2. Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) rilascia licenze e autorizzazioni alle imprese ferroviarie, con le quali sottoscrive contratti di Servizio Pubblico, e rilascia l'atto di concessione al Gestore dell'Infrastruttura nazionale con il quale definisce il canone di accesso all'infrastruttura ferroviaria e sottoscrive il Contratto di Programma.

3. La Nuova Autorità dei Trasporti che nel 2012 ha sostituito L'Ufficio per la Regolazione dei Servizi Ferroviari (URSF), ed ha il compito di garantire condizioni di accesso eque e non discriminatorie, definisce i criteri per la fissazione delle tariffe e le condizioni minime di qualità, regola l'accesso all'infrastruttura, definisce gli schemi per i bandi di gara e i criteri per la nomina delle commissioni aggiudicatrici, definisce gli ambiti del servizio pubblico e le relative modalità di finanziamento, analizza l'efficienza dei diversi gradi di separazione tra gestore dell'infrastruttura e gestori dei servizi.
4. L'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie (ANSF) definisce le norme nazionali in materia di sicurezza e ne controlla il loro rispetto, rilascia i certificati di sicurezza e omologa il materiale rotabile.
5. Le Regioni stipulano i Contratti di Servizio per i trasporti regionali con le imprese ferroviarie.
6. La Rete Ferroviaria Italiana (RFI) gestisce l'infrastruttura ferroviaria per concessione dello Stato, stipulando contratti d'utilizzo con le imprese ferroviarie che accedono alla rete italiana, alle quali viene assegnata la capacità dell'infrastruttura in termini di tracce orarie e servizi.
7. Trenitalia opera nei settori del trasporto passeggeri a media lunga percorrenza e regionale, di trasporto merci e della logistica.
8. Altri operatori sono attivi nel trasporto merci e passeggeri.

Le imprese che attualmente operano nel settore in Italia, dichiarate dal Mit e aggiornate a settembre 2017, sono in seguito elencate:

Tabella 1 - Imprese operanti in Italia

Denominazione	Tipologia trasporto	Stato licenza	Certificato sicurezza
Adriafer Srl	Merci	Inattiva	No
Arriva Italia Rail Srl	Passeggeri	Inattiva	Sì
Aw Rail Srl	Merci e Pass	Inattiva	No
BLS Cargo Rail Italia Srl	Merci	Inattiva	No
Busitalia Sita Nord	Passeggeri	Operativa	Sì
Cargo Rail Italy Srl	Merci	Inattiva	No
Captrain Italia Srl	Merci	Operativa	Sì
Compagnia Ferroviaria Italiana Spa	Merci e Pass	Operativa	Sì
DB Cargo Italia Srl	Merci	Operativa	Sì
Dinazzano Po	Merci	Operativa	Sì
Ente Autonomo Volturno Srl	Passeggeri	Operativa	Sì
Ferrottramviaria Spa	Merci e Pass	Operativa	Sì
Ferrovie del Gargano Srl	Merci e Pass	Operativa	Sì
Ferrovie della Calabria Srl	Merci e Pass	Inattiva	Sì
Ferrovie del Sud Est e servizi automobilistici Srl	Passeggeri	Inattiva	No
Ferrovie Udine Cividale Srl	Merci	Operativa	Sì
Fuorimuro Servizi portuali e ferroviari Srl	Merci	Operativa	Sì
GTS Rail Spa	Merci	Operativa	Sì
Gruppo Torinese Trasporti Spa	Passeggeri	Operativa	Sì
Hupac Spa	Merci	Operativa	Sì
InRail Spa	Merci	Operativa	Sì
Interporto Servizi Cargo Srl	Merci	Operativa	Sì
Mercitalia Rail Srl	Merci	Operativa	Sì
Nuovo Trasporto Viaggiatori Spa	Passeggeri	Operativa	Sì
Oceanogate Italia Srl	Merci	Operativa	Sì
Rail Cargo Carrier Italy Srl	Merci	Operativa	Sì
Rail Traction Company Spa	Merci	Operativa	Sì

Sad- Trasporto Locale Spa	Passeggeri	Operativa	Sì
SBB Cargo Italy Srl	Merci	Operativa	Sì
Serfer- Servizi Ferroviari Srl	Merci e Pass	Operativa	Sì
Sistemi Territoriali Trasporti Spa	Merci e Pass	Operativa	Sì
SNCF Voyages Italia Srl	Passeggeri	Operativa	Sì
Tper Spa	Passeggeri	Operativa	Sì
Trasporto Ferroviario Toscano Spa	Merci e Pass	Operativa	Sì
Trenitalia Spa	Merci e Pass	Operativa	Sì
Trenord Srl	Passeggeri	Operativa	Sì
Trentino Trasporti Esercizio Spa	Passeggeri	Operativa	Sì
TUA Spa	Merci e Pass	Operativa	Sì

2. Il settore ferroviario regionale

2.1 Il trasporto ferroviario regionale

Il trasporto ferroviario regionale fa parte di quella sottocategoria del trasporto pubblico che consente l'effettuazione di viaggi di piccola distanza, quindi a livello regionale e locale, denominata Trasporto Pubblico Locale (TPL).

La necessità di offrire un servizio pubblico e la conseguente imposizione di vincoli quali frequenze, copertura del territorio e livelli di prezzo, hanno reso compatibile storicamente il TPL con una gestione sussidiata.

La concessione del servizio è responsabilità delle Regioni, che stipulano dei Contratti di Servizio con le imprese ferroviarie, in cui vengono definite le quantità, i costi e gli standard di qualità dei servizi ferroviari erogati. In caso di asimmetrie informative i contratti contengono gli incentivi necessari per favorire efficienze qualità.

L'amministrazione regionale stabilisce un corrispettivo economico per l'erogazione di un quantitativo di treni-km. In particolare si richiede che i ricavi da traffico concorrano a coprire almeno il 35% dei costi operativi, mentre il rimanente 65% dovrebbe essere coperto grazie al corrispettivo pagato dalle Regioni (Cambini et al, 2005), le quali impongono inoltre determinati indici di qualità relativi a pulizia, comfort, informazione e puntualità delle corse, prevedendo della sanzioni nel caso di mancato rispetto di questi ultimi.

2.2 Quadro Normativo Regionale

Secondo Baldassarri (1998), alla fine degli anni '70 emergeva una situazione di decadimento della qualità del servizio pubblico, caratterizzato da tariffe basse, servizio scadente, scarsi investimenti, deficit di gestione crescenti, diminuzione della domanda, aumento del traffico privato e aumento della congestione. Per migliorare tale situazione veniva emanata la Legge 151 nel 1981, che aveva l'obiettivo di incentivare le aziende di trasporto pubblico locale a una migliore gestione, viste le perdite accumulate a causa di alti costi di gestione. Per conseguire l'equilibrio economico dei bilanci delle aziende di trasporto, venivano stabilite delle procedure per l'assegnazione dei contributi alle regioni. In particolare venivano definiti i seguenti parametri (Procopio, 2014):

- costo economico standardizzato, riferito a criteri di gestione efficiente;
- ricavi da traffico presunti dall'applicazione di tariffe minime;
- parametri per la copertura dei costi standard del servizio con i ricavi.

La legge risultò fallimentare per le seguenti ragioni (Procopio, 2014):

- la mancanza di una metodologia unica e di criteri generali per il calcolo del costo standardizzato ha determinato differenziazioni tra le regioni, tra le quali molte hanno adottato il metodo del costo storico;
- la mancanza di una separazione tra il regolatore, ovvero l'ente pubblico, e i gestori dei servizi;
- il fallimento del Fondo Nazionale Trasporti (FNT) nei meccanismi premiali per la ripartizione delle risorse.

Venne successivamente emanato il D.Lgs. 422/1997 (decreto Burlando), che prevedeva accordi di programma tra lo Stato e le Regioni per il trasferimento a quest'ultime, entro il 1° gennaio 2000, delle risorse finanziarie relative al trasporto locale dei passeggeri, delle

competenze di programmazione, amministrazione e controllo. Erano inoltre previste la concessione a titolo gratuito dei beni, delle infrastrutture e degli impianti di interesse regionale e locale che erano precedentemente concesse a FS o ad altri soggetti (Bentivogli et al, 2012).

Inoltre era prevista la separazione contabile tra gestore della rete e impresa ferroviaria. Per l'affidamento del servizio le Regioni erano tenute a ricorrere a procedure concorsuali, con successiva stipula di Contratti di Servizio non superiori ai 9 anni.

Gli affidamenti diretti furono però concessi per un ulteriore periodo: inizialmente fu fissata una scadenza al 31 dicembre 2003 (DLgs 400/1999), che però venne modificata più volte, divenendo prima il 31 dicembre 2005, con D.L. 355/2003 (art. 23), poi il 31 dicembre 2006, con L. 266/2005 (Finanziaria 2006, art. 1, comma 394) e, infine, il 31 dicembre 2007, con D.L. 300/2006 (art. 6 comma 4 bis). Nel frattempo la Commissione Europea ha emanato il Regolamento 1370/2007 il quale riconosceva alle Regioni e agli Enti Locali, nel caso in cui non fosse vietato dalla legislazione nazionale, la possibilità di aggiudicare direttamente i contratti di servizio ferroviario. La scelta di avvalersi delle gare risultava quindi rimandata alla normativa nazionale, e con la legge 99/2009 il legislatore ha permesso alle Regioni di non ricorrere alle procedure concorsuali per l'affidamento dei servizi, nel caso in cui queste avessero il controllo dell'impresa ferroviaria.

Il percorso di liberalizzazione non si è quindi avviato in via definitiva. Le maggiori difficoltà riscontrate dalle imprese per entrare nel settore sono state dettate principalmente da fattori quali:

- reperimento del materiale rotabile, che Trenitalia non ha trasferito nonostante fosse stato acquistato con contributi statali e regionali. Secondo Cambini et al (2005), l'Autorità Garante per la Concorrenza ed il Mercato ha ritenuto che il materiale rotabile, nonostante sia un bene essenziale per lo svolgimento dell'attività di trasporto, non sia qualificabile come essential facility, poiché duplicabile a costi socialmente sostenibili.
- disponibilità di impianti di manutenzione e di depositi;
- vincoli contrattuali delle nuove imprese ferroviarie con l'incumbent;

- minore conoscenza delle specifiche tecniche da parte delle nuove imprese ferroviarie rispetto all'incumbent per operare sulle reti.

Inoltre il decreto legge n. 185 del 2008 (e la legge .2 di conversione del 2009) prevedeva, per le Regioni che stipulassero i nuovi Contratti di Servizio con Trenitalia, l'erogazione di risorse statali di 480 milioni di euro rispettivamente per gli anni 2009, 2010 e 2011, favorendo quindi l'operatore storico (Bentivogli et al, 2012).

Successivamente la Legge 9 aprile 2009, n. 33, (conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 10 febbraio 2009, n. 5) modificava la durata minima dei contratti di servizio relativi all'esercizio dei servizi di trasporto pubblico ferroviario in sei anni rinnovabili di altri sei, con il fine di garantire un'efficace pianificazione del servizio, degli investimenti e del personale.

Nel 2013 è stato approvato un Regolamento sostitutivo di quello del 2007 che prevede la soppressione della norma che consente l'aggiudicazione diretta dei Contratti di Servizio a partire dal 2023, includendo però delle eccezioni, quali nei casi di contratti di modesto valore, in presenza di un solo operatore interessato, di preferibilità dell'aggiudicazione diretta per le caratteristiche strutturali e geografiche del mercato e della rete, per la gestione simultanea da parte di un operatore di tutta o gran parte dell'infrastruttura sulla quale vengono prestati i servizi (Boitani et al, 2017).

Allo stesso tempo, al fine di incentivare la concorrenza, nel nuovo Regolamento ci sono previsioni riguardo al materiale rotabile ferroviario, come l'acquisto da parte dell'autorità competente del materiale rotabile per metterlo a disposizione dell'operatore, o garanzie di finanziamento, o l'impegno di acquisire il materiale rotabile a condizioni finanziarie predefinite alla scadenza del contratto.

Come riportato da Boitani et al (2017), il decreto legge n. 50 del 24 aprile 2017 prevede numerose disposizioni quali:

- l'adozione della concorrenza per il mercato per tutti i servizi di trasporto locale e regionale, senza distinzione tra servizi minimi e servizi ulteriori, tra diritti esclusivi e diritti speciali. Inoltre non è prevista la definizione di obblighi e termini temporali;

- il superamento della spesa storica per la ripartizione del Fondo Nazionale, adottando progressivamente i costi standard e poi i fabbisogni standard;
- l’emanazione da parte del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti di un decreto che stabilisca su base regionale le soglie di costi operativi da ricoprire con ricavi da traffico, che non saranno più pari alla percentuale fissa del 35% ;
- la previsione di costituire società pubbliche o miste per la allocazione e la gestione dei beni immobili e strumentali al servizio ferroviario di interesse regionale;
- l’attribuzione all’Autorità di Regolazione dei Trasporti del compito di stabilire obblighi di separazione contabile tra attività di servizio pubblico e attività a mercato, di intervenire su requisiti di idoneità economico-finanziaria per la partecipazione alle gare, di garantire condizioni di accesso equo all’affidamento dei beni immobili e strumentali per l’esercizio dei servizi;
- l’obbligo della separazione tra la funzione di gestione e quella di regolazione, di indirizzo e controllo dei servizi di trasporto pubblico regionale e locale;
- la riduzione delle risorse del Fondo Nazionale da trasferire alle Regioni nel caso in cui i servizi di trasporto pubblico locale e regionale non risultino affidati con procedure di evidenza pubblica, o nei casi di gare non conformi alle delibere dell’Autorità di Regolazione dei Trasporti.

2.3 La domanda di trasporto ferroviario regionale

La domanda di trasporto ferroviario passeggeri a livello regionale è per lo più costituita dall’utenza pendolare e dipende quindi fortemente dai contesti lavorativi locali. Altri fattori che influenzano la domanda sono: la policy locale, il tipo di urbanizzazione, le misure restrittive al traffico privato e la disponibilità di servizi accessori. Risulta avere particolare rilevanza lo sviluppo di altre infrastrutture che permettano di completare gli spostamenti richiesti (strade, rete metropolitane, ecc.).

Secondo Bentivogli et al. (2012), nell'analisi economica della domanda di trasporto si è reso necessario introdurre il concetto di costo generalizzato per includere, oltre ai costi monetari, il costo-opportunità legato al tempo di trasporto relativo alle varie modalità. Da questo punto di vista la congestione delle aree metropolitane, la difficoltà di parcheggio e i costi dell'uso dell'automobile possono rendere conveniente l'utilizzo del treno sulle distanze medio-brevi piuttosto che dell'automobile (Danielis, 2012).

La domanda di trasporto ferroviario risulta essere variabile sia nel corso della giornata che della settimana e dei diversi mesi dell'anno. In particolare quella pendolare risulta concentrata verso il centro urbano più importante dell'area e nelle ore di punta. Questa variabilità della domanda e l'elevato investimento minimo necessario per aumentare l'offerta comportano oscillazioni tra capacità in eccesso e affollamento dei passeggeri.

A favore del Tpl giocano sicuramente la concorrenzialità rispetto al trasporto privato, la diffusione e la capillarità sul territorio, la convenienza economica, la sicurezza (meno incidenti), la velocità commerciale (nel caso di trasporto su ferro). Tra i contro sicuramente troviamo la mancanza/carenza di servizi in aree a domanda debole, il comfort inferiore rispetto a un mezzo privato, la mancanza di privacy sui mezzi di trasporto, la mancanza di autonomia nella pianificazione dello spostamento.

Uno dei difetti di tale servizio è quello di essere poco presente in particolari aree, siano esse quartieri periferici di città con difficile accesso, o piccoli paesi di vallata.

2.4 L'offerta di trasporto regionale ferroviario

Ad oggi Trenitalia gestisce i servizi di trasporto ferroviario in esclusiva nel Lazio, nelle Marche, in Molise, in Sicilia e in Valle d'Aosta. Nelle restanti regioni a Trenitalia si

affiancano una ventina di gestori di proprietà prevalentemente regionale e provinciale, in alcuni casi ad essa consorziati e che ne hanno quindi rafforzato il potere di mercato.

Le Regioni del Nord hanno sperimentato maggiormente l'introduzione di gare per la gestione del servizio, includendo inoltre condizioni specifiche di monitoraggio nella qualità del servizio e penalità collegate. In alcune delle gare bandite si sono avute manifestazioni di interesse da parte di alcune imprese estere, segnalando che il mercato regionale italiano, almeno in alcuni suoi segmenti, risulta appetibile.

Trenitalia risulta in vantaggio di posizione sia per la sua natura pubblica e per la sua appartenenza al gruppo di RFI, che per la sua posizione sul mercato nazionale, e ciò comporta non solo una discriminazione per i potenziali entranti sui mercati regionali, ma anche una limitazione della capacità contrattuale delle Regioni (Bentivogli et al, 2012).

Inoltre le imprese ferroviarie locali che sono state trasferite alle Regioni erano di piccole dimensioni e spesso in condizioni economiche dissestate. Le reti secondarie invece sono spesso scollegate tra loro e di qualità inferiore rispetto alla rete nazionale e non interoperabili. Molti operatori hanno riscontrato difficoltà nel reperimento del materiale rotabile, e le Autorità hanno dimostrato una certa inerzia, o carenza delle competenze necessarie, per la realizzazione dei bandi di gara migliorativi in termini di servizio e di costi.

L'intervento pubblico garantisce la sostenibilità economica del servizio ed è necessario poiché i ricavi derivanti dalla vendita di biglietti e abbonamenti coprono circa un terzo dei costi del trasporto ferroviario regionale. In particolare lo Stato effettua degli stanziamenti alle Regioni, e le Regioni possono finanziare ulteriormente il servizio con risorse proprie qualora lo ritengano necessario.

Le caratteristiche quali-quantitative del servizio sono definite nei contratti stipulati con le singole Regioni, nei quali vengono definiti i parametri di misurazione della qualità del servizio e le forme di monitoraggio, di competenza regionale, per consentire l'applicazione di sistemi di penalità-premio nei confronti del gestore. Ad esempio il gestore deve comunicare periodicamente alla Regione alcuni dati riguardanti la puntualità e la pulizia, e in alcuni casi vengono effettuate periodiche indagini sulla customer satisfaction. In pochi casi le indagini

vengono effettuate dalla Regioni e gli Enti che provvedono a pubblicare regolarmente i risultati dell'attività di monitoraggio sono in minoranza. In conclusione quindi il controllo risulta delegato al gestore stesso.

Come evidenziato da Bentivogli et al (2012) è necessario che le Regioni acquisiscano maggiori competenze nell'attività di scelta del gestore e nella definizione dei contenuti dei Contratti di Servizio. In proposito potrebbero essere attuate forme di collaborazione e consulenza fra le Regioni e la diffusione di informazioni sulle best practices attuate nel settore. Inoltre per la dotazione di materiale rotabile potrebbero essere creati dei gruppi d'acquisto per effettuare ordini di maggiore importo, soprattutto nei casi di domanda qualitativamente omogenea.

2.4.1 Le gare

In Italia l'attuazione di procedure competitive per l'affidamento di servizi di trasporto ferroviario locale ha avuto luogo nella seconda metà degli anni '00.

Secondo Boitani et al (2017) le amministrazioni locali si sono dimostrate poco propense ai meccanismi competitivi a causa dei loro conseguenti potenziali effetti destabilizzanti. Inoltre nella maggior parte dei casi si sono generati conflitti di interessi poiché l'ente responsabile dell'affidamento risultava essere proprietario di uno dei partecipanti alla gara. Le Regioni che hanno avviato procedure concorsuali sono state cinque: Veneto, Liguria, Lombardia, Emilia Romagna e Piemonte, ma solo in alcuni casi il processo è giunto fino alla conclusione.

La gara per la gestione del servizio rappresenta un forma di concorrenza per il mercato, ma il grado di effettiva concorrenza dipende da come i contratti sono effettivamente assegnati (The European House - Ambrosetti, 2012).

L'ente pubblico può effettuare una serie di scelte di dettaglio che influenzano la gara, come la relazione tra autorità pubblica e gestori del servizio, il meccanismo d'asta, il numero di tratte

da affidare a ciascun gestore, le caratteristiche del Contratto di Servizio, la definizione del livello delle tariffe e dei sussidi (Bentivogli et al, 2012). In particolare l'insieme dei servizi da offrire e l'estensione delle aree territoriali interessate rappresentano il "bacino di gara".

Con il fine di beneficiare della concorrenza sono preferibili i bacini di gara piccoli, affinché ci siano più aziende che possono partecipare e, conseguentemente, i comportamenti collusivi diventino più difficili. Secondo Boitani et al (2017) la dimensione ottimale dei lotti di gara è quella minima efficiente, ovvero la scala minima che permetta di beneficiare di economie di scala. L'autore non fornisce dei valori di scala ottimale, ma sottolinea che i bacini devono avere un'utenza minima di 350.000 abitanti, che può essere anche inferiore nel caso in cui si tratti di enti di area vasta o di città metropolitane (art. 48 del D.L. 50/2017, commi 1 e 2). In generale devono essere effettuate analisi della domanda considerando le caratteristiche socio-economiche, demografiche e comportamentali dell'utenza potenziale, della struttura orografica, del livello di urbanizzazione e dell'articolazione produttiva del territorio di riferimento.

Secondo Cabianca (2010), la definizione ottimale del bacino di gara ha il fine di consentire, oltre allo sfruttamento delle economie di scala e di scopo, una maggiore efficienza ed efficacia nell'erogazione dei servizi, l'integrazione di servizi a domanda debole con quelli più redditizi. Tuttavia in Italia vari enti regionali hanno stabilito dimensioni dei bacini di gara troppo ampie, elevando in modo significativo i requisiti d'ammissione alla gara, e quindi restringendo il numero di possibili concorrenti. L'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato in diverse segnalazioni ha dichiarato legittime queste situazioni soltanto quando i vantaggi derivanti dalla scelta di ampi bacini compensino i costi concorrenziali derivanti dall'impatto negativo di tali previsioni sul numero dei potenziali partecipanti alla gara.

Un altro elemento che favorisce la concorrenza è dato dai contratti di breve durata, i quali però generano un incremento dei costi amministrativi relativi alle procedure concorsuali e un disincentivo agli investimenti, soprattutto relativamente a capitali con lunghi periodi di ammortamento.

Un elemento critico invece è rappresentato dalla partecipazione alla gara di un concorrente di proprietà pubblica. Secondo Boitani et al (2017) questo può comportare la presentazione di offerte non coerenti con la reale efficienza aziendale, poiché l'ente pubblico si aspetta un ripiano in caso di disavanzo nel bilancio. Lo stesso avviene nel caso in cui un concorrente è monopolista in un settore contiguo, poiché ha la possibilità di effettuare sussidi incrociati diretti (per via tariffaria) o dal lato del finanziamento. Il trasporto regionale e locale è infatti l'unico servizio sussidiato e, a causa della presenza di asimmetrie informative, possono esserci incentivi a spostare la maggior parte possibile dei costi comuni sulla parte di servizio non finanziata (Cambini et al, 2005).

2.4.2 I bandi di gara

La procedura concorsuale inizia mediante la pubblicazione di un bando di gara. La Commissione Europea nel 2016 ha stabilito un modello di formulario per il documento di gara unico europeo (DGUE) al fine di semplificare gli oneri amministrativi che gravano sulle commissioni aggiudicatrici, sugli enti aggiudicatori e sugli operatori economici. Come dichiarato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2016), il documento deve essere suddiviso nelle seguenti sezioni:

- informazioni sulla procedura di appalto e sull'amministrazione aggiudicatrice o ente aggiudicatore;
- informazioni sull'operatore economico;
- caratteristiche generali dell'opera;
- motivi di esclusione;
- criteri di selezione;
- riduzione del numero di candidati qualificati;
- dichiarazioni finali.

I soggetti interessati all'affidamento della concessione presentano un'offerta, che rimane vincolante per tutto il tempo indicato dal bando. Da un punto di vista contenutistico, l'offerta contiene (Bruno, 2016):

- prezzo, corrispettivo eventualmente assicurato dall'amministrazione al concessionario;
- valore tecnico ed estetico dell'opera progettata;
- tempo di esecuzione dei lavori;
- rendimento;
- durata della concessione;
- modalità di gestione e criteri di aggiornamento delle tariffe assicurate agli utenti;
- ulteriori elementi derivanti dalla tipologia di intervento;
- eventuali varianti.

L'aggiudicazione del vincitore della gara e l'affidamento della concessione segue le procedure rese pubbliche nel bando di gara. Generalmente i requisiti di selezione si basano su principi di economicità, efficacia, tempestività e correttezza, nel rispetto dei principi di libera concorrenza, non discriminazione, trasparenza, proporzionalità e pubblicità. L'unica eccezione riguarda il principio di economicità, derogabile qualora esigenze sociali, della salute, dell'ambiente, del patrimonio e dello sviluppo sostenibile lo richiedano (Bruno, 2016).

2.4.3 I Contratti di Servizio

L'affidamento della concessione avviene tramite la stipulazione di un Contratto di Servizio, nel quale viene definita la ripartizione dei rischi fra l'ente e l'impresa aggiudicataria. In particolare si distinguono il rischio industriale, correlato ai costi di produzione relativi all'erogazione di un determinato ammontare di servizi, e il rischio commerciale, relativo ai ricavi derivanti dalla vendita del servizio offerto.

Esistono tre principali schemi contrattuali che si differenziano per la diversa allocazione dei rischi e forniscono quindi incentivi diversi per l'azienda concessionaria:

- Gross cost contract, nel quale l'ente si fa carico del rischio commerciale pagando un prezzo fisso per un determinato ammontare di servizi e incassando gli introiti dalle vendite dei biglietti, subendo quindi un costo pari alla differenza tra i ricavi di vendita e il prezzo pagato al gestore del servizio. L'azienda correrà invece il rischio industriale, ottenendo un profitto se riesce a contenere i costi al di sotto dell'ammontare ricevuto.
- Net cost contract, nel quale l'ente eroga un sussidio all'azienda sulla base di costi e ricavi preventivati. In questo caso l'azienda corre sia il rischio industriale che quello commerciale, ottenendo un profitto se a consuntivo registra un risparmio sui costi o un incremento dei ricavi rispetto a quanto preventivato.
- Management contract, nel quale l'azienda viene remunerata esclusivamente per il servizio di gestione, indipendentemente dai risultati conseguiti, mentre l'ente corre sia il rischio industriale che quello commerciale.

Un altro elemento importante definito nel Contratto di Servizio è l'eventuale richiesta da parte dell'ente che la società interessata all'erogazione del servizio abbia disponibilità di mezzi. In questo caso le società con limitate risorse sarebbero automaticamente impossibilitate a partecipare ad una eventuale gara. Per quelle società che possano invece effettuare un investimento di tale entità emerge un altro elemento fondamentale del contratto, ovvero la sua durata, poiché i tempi di ammortamento risultano essere lunghi.

La messa a disposizione del materiale rotabile da parte dell'ente genera il rischio che i gestori del servizio non effettuino un'adeguata manutenzione non essendo i veicoli di loro proprietà (Boitani et al, 2017). D'altra parte però si permette a un maggior numero di aziende di competere per la gestione del servizio, senza favorire gli incumbent nazionali. Si sono infatti registrate nelle gare effettuate delle difficoltà per i new comers nel reperimento del materiale rotabile. Secondo Cambini et al (2005), le principali cause sono state:

- specificità della domanda, essendo quest'ultima differenziata a livello regionale e gli standard tecnici diversi a livello europeo;
- assenza di un mercato secondario, poiché gli standard qualitativi da rispettare non rendono idonei i mezzi di vecchia produzione;
- tempi di produzione lunghi, che vanno dai 2 ai 4 anni.

3. La gestione dei servizi di trasporto regionale

3.1 Abruzzo

In Abruzzo il servizio di trasporto ferroviario regionale è offerto da Trenitalia e da Ferrovia Adriatico Sangritana, che opera con tale marchio nonostante sia stata incorporata nel mese di giugno 2015 dalla Società Unica Abruzzese di Trasporto (TUA) S.p.a.

Trenitalia opera secondo un Contratto di Servizio 2015-2023 per l'affidamento di servizi ferroviari di interesse regionale già in concessione a FS S.p.a. (Confconsumatori, 2017). I Contratti di Servizio della Divisione Ferroviaria di TUA vengono invece rinnovati annualmente. La società opera attraverso collegamenti ferroviari lungo la linea adriatica che va da Termoli a San Benedetto del Tronto, con diramazione Giulianova - Teramo. A ciò si aggiunge, nell'ambito della rete sociale, il tracciato ferroviario Lanciano - Marina San Vito, che offre la possibilità ai passeggeri della zona frentana e del Sangro-Aventino di raggiungere Pescara in poco meno di 40 minuti. TUA offre all'utenza ferroviaria un sistema tariffario integrato con quello di Trenitalia (TUA, 2017), la quale offre il servizio su tutte le tratte rimanenti.

3.2 Basilicata

In Basilicata il servizio di trasporto ferroviario è offerto da Trenitalia e da FAL (Ferrovie Appulo Lucane), nata come società autonoma il 1° Gennaio 2001.

A Trenitalia è stata affidata in forma diretta la gestione del servizio di trasporto con un Contratto di Servizio 2017-2023, nonostante nei precedenti contratti la Regione non prevedesse un rinnovo automatico poiché intenzionata ad avviare procedure concorsuali.

La società Fal ha invece stipulato Contratti di Servizio con le Regioni Puglia e Basilicata sia per l'affidamento di servizi di trasporto ferroviario che automobilistico, e per la gestione delle relative infrastrutture ferroviarie. La rete ferroviaria delle Ferrovie Appulo Lucane è a binario semplice ed a scartamento ridotto, e si estende lungo due direttrici interessanti la Puglia e la Basilicata:

- Bari – Altamura – Matera;
- Potenza – Avigliano – Altamura – Bari.

Nelle città di Bari, Matera e Potenza, viene soddisfatta anche una mobilità di tipo urbano/suburbano. Ad integrare e completare la rete ferroviaria vi è una rete automobilistica delle Ferrovie Appulo Lucane, che si estende per oltre 1000 km (FAL, 2017).

3.3 Calabria

In Calabria il servizio di trasporto ferroviario è offerto da Trenitalia, che ha stipulato l'ultimo Contratto di Servizio con la Regione per gli anni dal 2015 al 2017, e da Ferrovie della Calabria Srl, operativa dal 1° gennaio 2001 con socio unico il Ministero dei Trasporti, tramite un Contratto di Servizio 2016-2018.

Le Ferrovie della Calabria Srl servono le province di Reggio Calabria, di Cosenza e Catanzaro con le seguenti linee a scartamento ridotto:

- Cosenza – Catanzaro Lido;
- Cosenza – San Giovanni in Fiore;
- Gioia Tauro – Palmi.

Sulla tratta Gimigliano – Catanzaro Lido la ferrovia svolge inoltre servizio metropolitano di superficie (Ferrovie della Calabria, 2016).

3.4 Campania

In Campania il servizio di trasporto ferroviario è offerto da Trenitalia, con un Contratto di Servizio 2017-2023, e dall'Ente Autonomo Volturno, che ha come unico socio la Regione Campania e che nel 2012 ha incorporato le società Circumvesuviana, MetroCampania NordEst e Sepsa. L'ultimo Contratto di Servizio dell'EAV risulta scaduto nel 2016, e al riguardo nel 2017 sono state rese pubbliche diverse delibere delle Giunte Regionali che prevedono la stipulazione di un Contratto di Servizio con la società o due contratti separati per Gestione dell'Infrastruttura e per Gestione del Servizio.

L'Ente Autonomo Volturno inoltre esercita il servizio funiviario regionale, cura la realizzazione delle opere di manutenzione, ammodernamento e potenziamento della rete ferroviaria regionale, gestisce il patrimonio infrastrutturale, fornisce attività di supporto alla Regione Campania nelle attività di pianificazione, progettazione, programmazione e controllo dei progetti ed investimenti regionali nel campo della mobilità e del trasporto (EAV, 2016). Le linee interessate dal servizio sono:

- Linee Vesuviane:
 - Napoli – Pompei Scavi – Sorrento;
 - Napoli – Ottaviano – Sarno;
 - Napoli – Scafati – Poggiomarino;
 - Napoli – Nola – Baiano;
 - Napoli – Pomigliano – Acerra;
 - Napoli – San Giorgio (via Centro Direzionale).
- Linee suburbane:
 - ex FBN (Ferrovia Benevento-Napoli);
 - ex Alifana (Napoli-PiedimonteMatese);

- linea metropolitana che parte da Piscinola, dove si intercambia con la Linea 1 di MetroNapoli, e giunge ad Aversa attraverso Mugnano e Giugliano.
- Linee Flegree:
 - Napoli – Bagnoli – Pozzuoli – Torregaveta;
 - Napoli – Pianura – Quarto – Torregaveta.
 - Funivia del Faito: Castellammare - Faito – Castellammare.

3.5 Emilia Romagna

Nel 2005 l'Emilia Romagna ha bandito una gara per l'affidamento dei servizi ferroviari. Erano in vigore fino al 2007 un Contratto di Servizio con Trenitalia SpA, per l'erogazione dei servizi ferroviari di interesse regionale sulle linee nazionali, e dei Contratti di Servizio e Programma per l'affidamento delle attività di trasporto pubblico e per la gestione delle infrastrutture di proprietà regionale con le Società Ferroviarie FER Srl, Consorzio ACT di Reggio Emilia, ATCM SpA di Modena, ATC SpA di Bologna.

La gara per l'affidamento dei servizi ferroviari riguardava una produzione complessiva di 10,5 milioni di treni-km, un importo a base di gara pari a 93,8 milioni di euro all'anno e contratti di tipo net cost con durata di tre anni. Il criterio di aggiudicazione era quello dell'offerta economicamente più vantaggiosa, una condizione d'accesso era quella di aver effettuato nei tre anni precedenti servizi per un ammontare minimo pari al 50% di quello posto a base di gara in termini di treni-km e di fatturato, e successivamente era previsto l'obbligo di assumere il personale del gestore uscente (Boitani et al, 2017). Avevano manifestato interesse due società, ma l'unica offerta presentata è stata quella del Consorzio Trasporti Integrati costituito da Trenitalia SpA e Società Ferroviaria Passeggeri/S.F.P srl (a sua volta composta da Ferrovie Emilia Romagna srl, Consorzio A.C.T e A.T.C.M. SpA), che si è aggiudicata la gara con un ribasso dello 0,0025%.

Nel 2008 è stato sottoscritto il Contratto di Servizio con il Consorzio Trasporti Integrati, risultato vincitore della gara, della durata di tre anni ed eventualmente rinnovabile per altri tre.

Nel 2013, essendo terminato il periodo di affidamento relativo alla gara del 2005, la Regione ha affidato alla società in-house FER, allora gestore della rete ferroviaria regionale, il compito di bandire una gara per l'affidamento di tutti i servizi regionali.

La base d'asta è stata fissata in 153 milioni di euro (+27,5% rispetto al contratto in essere) con una produzione pari a 18 milioni di treni-km più 1,2 milioni di bus-km. Il contratto prevedeva una durata di quindici anni, prorogabili di altri sette e mezzo. Ai concorrenti si richiedeva di effettuare investimenti per rinnovare circa metà della flotta. Il criterio di aggiudicazione era quello dell'offerta economicamente più vantaggiosa. Per essere ammessa alla gara un'impresa doveva aver svolto servizi di trasporto ferroviario passeggeri per un minimo pari a 3,6 milioni di treni-km e 0,24 milioni di bus-km nei tre anni precedenti la data di pubblicazione del bando in GUCE. Il bando prevedeva inoltre l'obbligo di costituire un'unica società di capitali e di assorbire tutto il personale del gestore uscente, garantendo lo stesso trattamento economico e normativo previsto dai contratti nazionali ed aziendali vigenti (Boitani et al, 2017).

Sono stati invitati a presentare un'offerta Arriva Italia Rail (gruppo Deutsche Bahn) e il Consorzio Trasporti Integrati, Ferrovie dello Stato e TPER (Trasporto Passeggeri Emilia-Romagna), società di trasporti pubblici nata il 1° febbraio 2012 dalla fusione dei rami-trasporto di ATC, azienda di trasporti su gomma di Bologna e Ferrara, e FER, società regionale ferroviaria.

L'unica offerta pervenuta fu quella del Consorzio Trasporti Integrati, giudicata però non valida in quanto prevedeva un aumento sulla base d'asta dal 7 al 10% per i servizi su ferro e del 24% per quelli sostituivi su gomma. Si è effettuata una procedura negoziale alla quale sono stati invitati tutti i tre concorrenti, ma a cui ha partecipato solo il Consorzio Trasporti Integrati, con un'offerta economica coincidente con la base d'asta, che si è aggiudicato il servizio (Boitani et al, 2017).

Attualmente la fase contrattuale è transitoria in attesa dell'affidamento conseguente agli esiti della nuova procedura di gara, e il Consorzio Trasporti Integrati eroga il servizio sulla base di un Contratto di Servizio "ponte" 2016-2018 (Confconsumatori, 2017).

3.6 Friuli Venezia Giulia

In Friuli Venezia Giulia i trasporti ferroviari vengono effettuati da Trenitalia S.p.A. e dalla Società Ferrovie Udine Cividale a r.l., per la tratta ferroviaria di collegamento fra le due città. Fino al 2001, quando sono nate le S.p.A. di gestione dei servizi Ferrovie Venete poi confluite in Sistemi Territoriali S.p.A., la Ferrovia Udine Cividale era stata assegnata al controllo delle Ferrovie dello Stato, poi dal 1° gennaio 2005 la linea è gestita da Società Ferrovie Udine – Cividale s.r.l. a capitale interamente regionale (Ferrovie Udine Cividale, 2016).

La competenza regionale in ordine ai servizi ferroviari regionali è divenuta effettiva dal 1° gennaio 2008, per cui la Regione ha disciplinato i servizi con contratti specifici con la Società Ferrovie Udine Cividale s.r.l nel 2008, e con Trenitalia spa nel 2009 (Regione Autonoma Friulia Venezia Giulia, 2017). Il Contratto di Servizio con la prima società viene rinnovato annualmente, mentre quello con Trenitalia aveva durata di 6 anni e nel 2015 è stato prorogato per un massimo di tre anni al fine di garantire la continuità del servizio. Per il futuro la Regione ha manifestato l'intenzione di ricorrere a procedure di gara a evidenza pubblica.

3.7 Lazio

Il Lazio fa parte di quelle regioni in cui Trenitalia eroga il servizio in forma esclusiva. L'ultimo Contratto di Servizio stipulato con la Regione è quello relativo agli anni 2015-2020, e prevede un incremento degli investimenti su materiale rotabile e tecnologie, al fine di aumentare l'offerta di servizi forniti ai pendolari e a garantire migliori condizioni nelle 8 linee regionali e del Leonardo Express per l'aeroporto di Fiumicino (Regione Lazio, 2016).

3.8 Liguria

Nel 2004 la Regione Liguria ha bandito una gara per la totalità dei servizi sulla rete regionale per un totale di 6,9 milioni di treni-km ed un importo a base di gara di 65,6 milioni annui. Veniva offerto un contratto di tipo net cost con una durata di 9 anni. Per partecipare alla gara le imprese dovevano aver prodotto servizi ferroviari nel triennio precedente per un ammontare complessivo, in termini di treni-km che di fatturato, pari al 75% di quello previsto nel bando. Anche in questo caso le imprese dovevano disporre del materiale rotabile necessario per espletare il servizio. L'impresa vincitrice avrebbe dovuto assumere tutto il personale e rispettare i contratti ferroviari in vigore con il precedente gestore e poi, al termine del periodo contrattuale, cedere alla Regione i mezzi utilizzati per l'esercizio (Boitani et al, 2017). Il criterio di aggiudicazione si basava sull'offerta economicamente più vantaggiosa, valutata con elementi economici, tecnici e sulla base del soddisfacimento di requisiti tecnico-professionali ed economico-finanziari, ma la gara sarebbe stata annullata nel caso in cui il numero di concorrenti fosse stato inferiore a tre (Cambini et al, 2005).

I concorrenti che manifestarono interesse per la gara furono Trenitalia, Ferrovie Nord Milano, Arriva, Connex e Keolis, ma a presentare successivamente l'offerta furono solo Trenitalia, Ferrovie Nord Milano. L'offerta di Trenitalia era condizionata all'indisponibilità a restituire il materiale rotabile a fine affidamento, mentre quella di Ferrovie Nord Milano non risultava congruente con i livelli minimi di offerta richiesti, così la gara venne annullata e venne stipulato un nuovo contratto con l'incumbent (Boitani et al, 2017).

Ad oggi Trenitalia opera con un Contratto di Servizio 2009-2014 rinnovato per gli anni 2015-2017. Esiste inoltre la Ferrovia Genova Casella, gestita da Amt con un Contratto di Servizio 2010-2019, stipulato a seguito di una gara ad evidenza pubblica bandita dalla Regione Liguria per l'affidamento del servizio. Si tratta di una ferrovia storica a scartamento ridotto che collega Genova all'abitato del Comune di Casella, lungo un percorso attraverso le tre valli: Bisagno, Polcevera e Scrivia (Amt Genova, 2016).

3.9 Lombardia

Nel 2004 la Regione Lombardia ha bandito delle gare per le seguenti linee (Boitani et al, 2017):

- linea suburbana S5 del Passante (Varese - Gallarate - Milano Passante - Pioltello): il contratto offerto era del tipo net cost con durata di 9 anni, 1,6 milioni di treni-km, base d'asta 7,7 milioni € per anno, materiale rotabile messo a disposizione dalla Regione, pedaggio (3,6 milioni €) rimborsato dalla Regione;
- linea Milano - Lecco e Como - Lecco: anche in questo caso il contratto era del tipo net cost con durata 9 anni, 1 milione di treni-km, base d'asta 10,4 milioni € per anno, materiale rotabile messo a disposizione dal concorrente, pedaggio (2,7 milioni €) rimborsato dalla Regione. L'appalto aveva l'obiettivo di potenziare le infrastrutture e migliorare i servizi, prevedendo la sostituzione del materiale rotabile con mezzi più moderni;
- servizio bus e treno in Valcamonica (Brescia – Iseo - Edolo): anche in questo caso il contratto offerto era del tipo net cost ma con durata di 7 anni, 1 milione di treni-km + 2,8 milioni di bus-km, base d'asta 12,1 milioni di € per anno, materiale rotabile messo a disposizione dalla Regione. L'appalto aveva l'obiettivo di velocizzare i collegamenti tra i due capolinea, eliminando la duplicazione delle ferrovie e creando un sistema tariffario unico per treno e autobus.

Per la linea Varese – Gallarate - Milano Passante Pioltello hanno manifestato interesse nove imprese: Trenitalia, FNM, ATM Milano, CGEA Connex, Citypendeln, Arriva Italia, First Italia, l'Associazione Temporanea di Impresa di ATC Reggio Emilia e Sistemi Territoriali di Venezia. Per il lotto Milano – Molteno - Lecco e Como - Lecco. Il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti ha negato l'autorizzazione ad operare in Italia alle imprese francesi a causa del mancato rispetto del vincolo di reciprocità nell'apertura del proprio mercato.

La gara è stata aggiudicata nel marzo 2005, secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, all'ATI formata dalle imprese italiane Trenitalia, FNMT e ATM, escludendo

Connex per un vizio di forma (mancanza di ceralacca sulla busta di offerta). L'offerta vincente prevedeva un ribasso d'asta del 15% e l'incremento dell'offerta (due treni ed alcune corse aggiuntive) rispetto al minimo richiesto (Boitani et al, 2017).

Hanno manifestato interesse per il lotto Milano – Molteno - Lecco e Como - Lecco undici imprese, di cui tre straniere, mentre per la linea Brescia – Iseo - Edolo solo due imprese, ma le gare sono state interrotte prima della pubblicazione del capitolato.

Nel 2011 è nata la società Trenord dall'unione di Trenitalia (Divisione Regionale Lombardia) e Gruppo FNM (Lenord s.r.l), con partecipazione del 50% ciascuna, al fine di razionalizzare e ottimizzare il servizio ferroviario in Lombardia. La società opera attualmente sulla base di un Contratto di Servizio stipulato con la regione relativo agli anni 2015-2020.

Il servizio è organizzato in direttrici e offre 48 linee regionali (Linee R e Linee RE), 11 linee suburbane (Linee S) e 3 linee aeroportuali dedicate al collegamento con Milano Malpensa (da Milano Cadorna, Milano Centrale, Milano P.ta Garibaldi), mentre il servizio transfrontaliero Como - Chiasso e Malpensa - Bellinzona è gestito attraverso la società ferroviaria svizzera TILO, partecipata da Trenord al 50% (Trenord, 2017).

La linea Suburbana S5, che collega Varese a Treviglio, passando per Milano Certosa, Milano Porta Garibaldi e tutto il Passante Ferroviario, è invece gestita dall'Associazione Temporanea d'Impresa fra Trenord e Azienda Trasporti Milanese s.p.a., secondo un Contratto di Servizio 2008-2017.

3.10 Marche

Nelle Marche il servizio di trasporto ferroviario regionale è gestito in esclusiva da Trenitalia, secondo un Contratto di Servizio 2015-2023 che prevede l'acquisto di nuovi treni e mira a

migliorare la qualità e il comfort del servizio ferroviario lungo le tratte regionali (Regione Marche, 2016).

3.11 Molise

Anche il Molise è una delle poche regioni nelle quali il servizio di trasporto ferroviario regionale è gestivo in esclusiva da Trenitalia. Il Contratto di Servizio attualmente vigente è relativo agli anni 2017-2023, il quale punta ad incrementare la qualità dei servizi destinati ai pendolari e prevede l'acquisto di nuovi treni.

3.12 Piemonte

Nel novembre del 2009 la SCR Piemonte S.p.A. ha emesso un bando di gara per l'affidamento dei servizi ferroviari Regione Piemonte. La società, interamente partecipata, era stata istituita nel 2007 per razionalizzare la spesa pubblica ed ottimizzare le procedure di scelta degli appaltatori pubblici.

La gara riguardava circa la metà dell'offerta regionale, ed era suddivisa nei seguenti tre lotti (Boitani et al, 2017):

- Lotto 1, Nord-est (province di Vercelli, Novara, Biella e Verbania) con una produzione complessiva di circa 4 milioni di treni-km di cui 429 mila effettuabili con autobus;
- Lotto 2, Sud-est (linea Torino – Asti - Alessandria e province di Asti, Cuneo, Alessandria, nonché servizi verso la Liguria) con una produzione complessiva di circa 5,4 milioni di treni-km di cui 779 mila effettuabili con autobus;
- Lotto 3, Linea Torino - Milano con una produzione di 2,1 milioni di treni- km.

Il contributo al chilometro a base di gara era fissato intorno agli 11 euro per i primi due lotti ed a soli 0,47 euro per l'ultimo, poichè l'elevata utenza della linea Torino - Milano era tale da garantire la quasi totale copertura dei costi di esercizio. Inoltre l'aggiudicatario del lotto 3 avrebbe dovuto presentare un'offerta valida per almeno uno degli altri due lotti. Nel bando però non era specificata chiaramente la necessità di dotazione del materiale rotabile.

Le manifestazioni di interesse sono state quattro: Trenitalia in raggruppamento con GTT, SBB, Arriva e Veolia. SBB successivamente ha ritirato la propria manifestazione. La nuova giunta regionale, entrata in carica nel marzo 2010, ha deciso di sospendere la procedura di gara e di affidare direttamente il servizio a Trenitalia, stipulando un Contratto di Servizio 2011-2016.

Nel 2014 la Giunta Regionale ha previsto il riaffidamento dei servizi ferroviari regionali tramite procedura concorsuale alla scadenza dei contratti con Trenitalia e GTT. A tal fine è stata effettuata una suddivisione nei seguenti lotti:

- Lotto 1, SFM Torino: "bacino metropolitano";
- Lotto 2, SFR Piemonte: "bacino centro-nord" (Province di Novara, Verbania, Biella, Vercelli);
- Lotto 3, SFR Piemonte: "bacino centro-sud" (Province di Cuneo, Asti e Alessandria).

La gestione della procedure di gara per era stata affidata all'Agenzia della Mobilità Piemontese (AMP), la quale nel 2016 ha deciso di affidare il lotto 1 procedendo all'affidamento diretto del servizio attraverso procedure negoziali, mentre ha pubblicato gli avvisi di pre-informazione al mercato relativi ai lotti 2 e 3 (Regione Piemonte, 2016). La suddivisione dei lotti è stata quindi definita come segue:

- Lotto A: Servizio Ferroviario Metropolitano (SFM), identico al precedente lotto 1, con una produzione di circa 6,3 milioni di chilometri/annui;
- Lotto B: Servizio Ferroviario Regionale (SFR), comprendente tutti i restanti servizi regionali e ripartito a sua volta in tre ambiti:

- a) Ambito B1: servizi ferroviari veloci, costituito da tutti i treni classificati regionali veloci che operano sulle linee che collegano Torino con Milano, Genova, Cuneo e Savona, oltre ad alcuni treni su due linee di Chivasso - Ivrea e Santhià - Biella;
- b) Ambito B2: servizi ferroviari che organizzativamente possono essere più efficaci se trasferiti nei contratti delle Regioni limitrofe;
- c) Ambito B3: tutti gli altri servizi ferroviari regionali, non compresi nei precedenti raggruppamenti e che si ritiene possano essere prodotti con maggiore efficienza se affidati in abbinamento a quelli su gomma.

Nel 2016 è stato approvato lo Schema di Protocollo d'Intesa da stipulare congiuntamente fra la Regione, l'AMP e Trenitalia per la proroga del Contratto di Servizio fino al 2019, con possibilità di rinnovo per un ulteriore anno. Riguardo al Lotto A si ribadiva l'impegno di AMP a concludere l'affidamento del servizio ferroviario entro il 2017; per il Lotto B - ambito B1 la Regione e l'AMP hanno dichiarato l'impegno raggiungere un'intesa con Trenitalia su un programma di investimenti in materiale rotabile e sul miglioramento dei servizi regionali veloci, per un periodo di 10 anni, prorogabili di altri cinque; per il Lotto B – ambito B3 si prevedeva invece la possibilità per l'AMP, nel periodo di vigenza del contratto ponte, di procedere all'affidamento degli altri servizi integrati ferro-gomma.

L'Autorità Garante per la Concorrenza per il Mercato (AGCM) ha espresso nel dicembre 2016 un parere contrario all'affidamento diretto a Trenitalia del lotto B - ambito A1, poiché considerato come una in violazione dell'obbligo di prescrivere la pubblicazione, con almeno un anno di anticipo rispetto all'inizio della procedura di affidamento, di un avviso relativo al tipo di aggiudicazione ed ai servizi e territori interessati. Riguardo al Lotto B – ambito B3 l'AGCM ha osservato che la scelta di affidare congiuntamente i servizi ferroviari e quelli su gomma rischiava di discriminare soggetti interessati a partecipare a gare per l'affidamento dei servizi su gomma ma che non disponevano della licenza ferroviaria, che l'eventuale affidamento in via diretta sarebbe risultato una violazione della normativa europea, che non lo consente dopo il 2019, e che, anche per questo lotto, non era stata prevista la pubblicazione di un avviso di pre-informazione del mercato almeno un anno prima dell'inizio della procedura di affidamento (Boitani et al, 2017).

La Regione Piemonte ha informato l'Autorità di aver pubblicato gli avvisi di pre-informazione e di voler affidare i tre lotti in cui era stato suddiviso l'ambito B3 ferro/gomma tramite gara, di non considerare la licenza ferroviaria come requisito determinante per la

partecipazione e di voler garantire la massima trasparenza e parità di trattamento ai vari soggetti interessati nel caso di servizi affidati direttamente. L'Autorità ha in seguito disposto l'archiviazione del procedimento.

Nel gennaio 2017 è stato pubblicato un avviso di pre-informazione relativo al contratto di servizio pubblico dei servizi ferroviari denominato "Concessione della gestione del Servizio Ferroviario Regionale Piemonte — Servizio Ferroviario Regionali Veloci" che modifica e sostituisce i precedenti avvisi relativi al "bacino centro-nord" ed al "bacino centro-sud" pubblicati nel 2015. Il contratto previsto è di tipo net cost e riguarda una produzione annua di circa 10 milioni di treni-km annui, con una compensazione annua compresa tra 85 e 95 milioni (IVA esclusa).

Attualmente il sistema di trasporto pubblico regionale è articolato come segue:

- servizi regionali ferroviari, sottoposti al Contratto di Servizio con Trenitalia, basato sul sistema "a catalogo" in cui vengono distinti i servizi ferroviari regionali e le corse sostitutive a mezzo autobus;
- servizi regionali/metropolitani, Linee sfm1 (tratto Torino Chieri), sfm2, sfm3, sfm4, sottoposti al Contratto di Servizio 2011-2016 tra Agenzia per la mobilità metropolitana e Trenitalia S.p.A;
- servizi regionali/metropolitani, Linee sfm6, sfm7, sfmB, sottoposti a Contratto di Servizio 2011-2016 tra Agenzia della mobilità Piemontese e Trenitalia S.p.A
- servizi regionali/metropolitani, Linee sfm1 (tratto Torino - Pont) e sfmA, sottoposti a Contratto di Servizio 2012-2022 tra Agenzia per la Mobilità Metropolitana e GTT S.p.A. (comprensivo del servizio e degli oneri per la manutenzione dell'infrastruttura).

3.13 Puglia

In Puglia il servizio di trasporto ferroviario regionale è gestito come segue:

- Trenitalia offre servizio di interesse locale e regionale sotto un Contratto di Servizio 2010-

2017;

- la Ferrotramviaria S.p.A. opera sul territorio del nord barese, sotto un Contratto di Servizio 2010-2021. La società svolge inoltre servizio su gomma su un percorso parallelo alla ferrovia, da Bari a Barletta;
- le Ferrovie Appulo Lucane offrono servizio sulla linea Bari Matera, sotto un Contratto di Servizio 2010-2021;
- la Ferrovie del Sud Est, parte del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, collegano fra loro i capoluoghi di Bari, Taranto e Lecce, e 85 Comuni del loro circondario, sotto un Contratto di Servizio 2010-2021. Il servizio di trasporto pubblico viene assicurato anche con il vettore automobilistico, nella gran parte integrative e/o sostitutive del vettore ferroviario, a servizio di oltre 130 Comuni, da Bari sino a Gagliano del Capo;
- le Ferrovie del Gargano operano sulle Linee ferroviarie San Severo – Rodi - Peschici (Calenelle), Foggia - Lucera, Foggia - Manfredonia (servizio sostitutivo treni), sotto un Contratto di Servizio 2010-2021. La società fornisce inoltre servizi di trasporto su gomma a livello urbano, extraurbano e nazionale;
- le Ferrovie del Gargano operano sulla ferrovia Foggia - Lucera con un Contratto di Servizio stipulato nel 2009 e valido per 40 anni.

3.14 Sardegna

In Sardegna il servizio di trasporto ferroviario regionale è gestito da: Trenitalia, sotto un Contratto di Servizio 2017-2025; ARST spa, che rappresenta l'Azienda Unica di trasporto pubblico regionale dopo l'incorporazione delle ex Ferrovie della Sardegna, sulla base di contratti ponte per il servizio di trasporto pubblico ferroviario e per la manutenzione dell'infrastruttura che vengono rinnovati ogni anno, in attesa di un'aggiudicazione su gara a decorrere dal 2019. L'ARST spa, posseduta al 100% dalla Regione, rappresenta la maggior Azienda di TPL in Sardegna, e nel settore ferroviario opera sulle seguenti linee:

- Monserrato – Isili;
- Macomer – Nuoro;
- Sassari – Alghero;
- Sassari – Sorso.

L'Azienda opera inoltre nel ferroviario turistico attraverso i collegamenti de 'Il Trenino Verde della Sardegna'.

3.15 Sicilia

In Sicilia il servizio di trasporto ferroviario regionale è operato in esclusiva da Trenitalia. Nel 2015 la società ha stipulato con la Regione un Contratto di Servizio 2015-2016, che mirava a rilanciare il trasporto ferroviario attraverso investimenti in nuovi treni e sulla base di una logica europea riguardo l'interscambio nelle aree urbane, la frequenza nelle aree suburbane e la velocità per i servizi extraurbani, l'incremento e l'innalzamento degli standard qualitativi del servizio e il miglioramento delle connessioni tramite l'integrazione dei trasporti tra ferro e gomma (Mobilità Catania, 2015). Il contratto è propedeutico a quello decennale 2017-2026.

3.16 Toscana

In Toscana il servizio di trasporto ferroviario regionale è offerto da due operatori:

- Trenitalia opera sotto un Contratto di Servizio 2015-2020, con prolungamento di 3 anni data l'entità degli ingenti investimenti previsti;
- l'azienda Trasporto Ferroviario Toscano spa, creata in seguito allo scorporo societario del Gruppo LFI (La Ferrovia Italiana), eroga il servizio sulle Linee Arezzo - Portovecchio Stia e Arezzo - Sinalunga, secondo un Contratto di Servizio 2015-2020, anche in questo caso con prolungamento di 3 anni data l'entità degli investimenti previsti.

3.17 Trentino Alto Adige

In Trentino Alto Adige il trasporto ferroviario regionale è gestito in maniera indipendente nelle due provincie autonome di Trento e Bolzano.

La provincia di Trento ha stipulato un Contratto di Servizio 2016-2024 con Trenitalia ed un Contratto di Servizio 2009-2017 con Trentino Trasporti Esercizio S.p.A., società interamente pubblica operativa dal 1° gennaio 2009, finalizzata alla gestione dei servizi di trasporto pubblico in Provincia di Trento a fianco di Trentino trasporti S.p.A, proprietaria dei beni strumentali all'esercizio del servizio pubblico di trasporto. La società effettua anche servizi di trasporto su gomma e funivia. Le Linee ferroviarie servite sono:

- Trento – Malè - Mezzana;
- Trento - Borgo Valsugana - Bassano del Grappa.

La provincia di Bolzano ha stipulato un Contratto di Servizio 2016-2024 con Trenitalia ed un Contratto di Servizio 2017-2024 con Sad Trasporto Locale Spa, che opera anche nei settori del trasporto extraurbano su bus, dei trasporti urbani tramite CityBus e dei collegamenti funiviari pubblici. Le linee offerte con il servizio ferroviario sono:

- Sulla tratta di STA - Strutture Trasporto Alto Adige:
 - Malles - Merano;
- Sulla RFI - Rete Ferroviaria Italiana:
 - Merano - Bolzano;
 - Bolzano - Brennero;
 - Fortezza - San Candido;
- Sulla Rete austriaca:
 - Brennero - Innsbruck (in collaborazione con ÖBB);
 - San Candido - Lienz (in collaborazione con ÖBB).

3.18 Umbria

In Umbria il servizio di trasporto ferroviario regionale è affidato a Trenitalia con un Contratto di Servizio 2016-2024, ed a Busitalia Sita Nord s.r.l. con un Contratto di Servizio 2015-2019. Quest'ultima, parte del Gruppo FS Italiane, è attiva nei servizi di trasporto locale in Veneto, Toscana, Umbria e Campania, che gestisce direttamente o attraverso società controllate. In Umbria offre una diversificata rete di servizi di trasporto su gomma, navigazione sul Lago Trasimeno e mobilità alternativa, mentre su ferro opera sulla linea Sansepolcro – Terni .

Trenitalia invece effettua il servizio di trasporto ferroviario regionale sulle linee:

- Ancona – Foligno – Roma;
- Roma – Perugia – Firenze;
- Orte – Terontola.

3.19 Valle d'Aosta

In Valle d'Aosta Trenitalia gestisce il servizio di trasporto ferroviario regionale in esclusiva. La Regione non ha stipulato direttamente un Contratto di Servizio con Trenitalia, ma è subentrata in automatico al Contratto di Servizio Pubblico tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e Trenitalia, a seguito dell'acquisizione delle relative competenze nel 2015, ai sensi un decreto legislativo emanato ad hoc per la Regione Valle d'Aosta. È nato un contenzioso tra la Regione e Trenitalia a causa della mancanza di un contratto specifico che ne definisse i rapporti. La Regione ha pubblicato nel 2017 un bando di gara per l'affidamento del servizio di trasporto pubblico ferroviario, con criterio di aggiudicazione basato sull'offerta economicamente più vantaggiosa. Nel frattempo procederà a stipulare un contratto ponte con Trenitalia in attesa dell'aggiudicazione del servizio al termine della procedura concorsuale.

3.20 Veneto

Il Veneto nel 2004 è stata la prima Regione ad avviare una gara europea per la produzione dei servizi di trasporto ferroviario regionale e locale su tutto il territorio, con esclusione delle province di Venezia e Treviso. L'obiettivo della Regione era quello di migliorare la qualità del servizio ed aumentare il potere contrattuale nei confronti dei vincitori (Cambini et al, 2005).

Tra i requisiti di partecipazione alla gara c'era quello di aver prodotto nel triennio precedente servizi per un ammontare annuo medio di 10,4 milioni di treni-km e la disponibilità del materiale rotabile. Veniva offerto contratto di tipo net cost per 6 anni con un importo di 70,4 milioni per anno (Boitani et al, 2017), ai quali si sarebbero aggiunti gli introiti dei biglietti e delle iniziative commerciali.

Il criterio di aggiudicazione prevedeva un peso del 40% all'offerta economica, con la possibilità di offerta di treni-km aggiuntivi a totale carico dell'offerente, ed il restante 60% all'offerta tecnica, la quale comprendeva elementi per il miglioramento qualitativo e quantitativo del parco mezzi, i servizi connessi e fattori relativi al miglioramento dei servizi rivolti alla clientela. Ad esempio, si prevedeva una percentuale di mezzi dotati di impianti di condizionamento, di diffusione sonora per l'informazione alla clientela, di attrezzature per favorire l'accessibilità a utenti con ridotta capacità motoria, e inoltre di far viaggiare le motrici diesel solo sulle tratte non elettrificate, al fine di ridurre la congestione e l'inquinamento ambientale (Cambini et al, 2005).

Inoltre venivano imposti i seguenti obblighi alla società vincitrice della gara (Cambini et al, 2005) :

- realizzazione di un sito internet aziendale per interagire con la clientela;
- individuazione di un ufficio dedicato o un apposito call center per l'attenzione al cliente;
- istituzione di una sala operativa nelle stazioni per offrire servizi di informazione e assistenza alla clientela;
- istituzione di un'organizzazione per la gestione operativa di gravi anomalie o incidenti di esercizio;

- cura dell'informazione relativa alla offerte commerciali mediante comunicati stampa su due quotidiani a diffusione regionale e attraverso il sito Internet dell'azienda;
- adozione della Carta dei Servizi;
- assunzione di tutto il personale impiegato dal gestore in essere.

Sono state invitate a partecipare alla gara la società francese CGEA Connex S.p.A e due Associazioni Temporanee d'Impresa, la prima formata da Trenitalia e dalla società regionale Sistemi Territoriali, e la seconda da Ferrovie Nord Milano e dalla svedese Citypendeln S.p.A. Solo la prima associazione temporanea ha presentato un'offerta e si è aggiudicata la gara offrendo un ribasso dello 0,01% (Boitani et al, 2017), ma con un incremento circa dell'11% del servizio complessivo, garanzie di miglioramento della qualità del servizio in termini di comfort, pulizia e attenzione alla clientela. Il problema riscontrato dai gruppi stranieri per partecipare alla gara è stato il reperimento del materiale rotabile.

Il servizio è rimasto in affidamento a Trenitalia sotto un Contratto di Servizio 2009-2015, prorogato per altri otto anni sulla base dell'impegno assunto dal gestore ad effettuare investimenti per un ammontare complessivo pari a 100 milioni di euro (Boitani et al, 2017).

La Linea Adria – Mestre è invece servita da Sistemi Territoriali, partecipata dalla Regione Veneto per il tramite Veneto Sviluppo S.p.A. La società dal 2002 è subentrata alla Ferrovie Venete S.r.l. nella gestione dei servizi di trasporto su tale linea e della relativa rete ferroviaria regionale. Il Contratto di Servizio stipulato con la Regione è relativo alla gestione del servizio di trasporto pubblico locale e la gestione della rete e dei beni per il periodo 2015-2019.

4. Il settore ferroviario in Europa

Nel settore ferroviario le differenze nei livelli di sviluppo e liberalizzazione dei Paesi europei sono dovute principalmente a tre fattori:

- la struttura del mercato e la sua effettiva apertura alla concorrenza;
- i principali operatori del mercato;
- i fondi e gli incentivi forniti dallo Stato a supporto del settore ferroviario nel suo complesso.

Le relative scelte pubbliche sono fondamentali non solo nella strutturazione dei corrispettivi su alcuni segmenti di offerta, come il trasporto regionale, ma anche nella determinazione di distorsioni competitive di mercato (The European House - Ambrosetti, 2012).

In seguito vengono analizzate le configurazioni del settore in alcuni dei principali mercati ferroviari europei.

4.1 Francia

Il modello di funzionamento francese prevede il trasferimento delle linee guida delle politiche nazionali alle società ferroviarie attraverso il Ministero dello Sviluppo e della Pianificazione e il Ministero dei Trasporti. La gestione dell'infrastruttura è affidata a RFF (Réseau ferré de France), mentre il servizio di trasporto ferroviario è gestito da SNCF (Société Nationale des Chemins de fer Français), separata da RFF da un punto di vista gestionale. Lo Stato trasferisce delle sovvenzioni a SNCF per il servizio di trasporto universale di media e lunga percorrenza e ad RFF per il mantenimento delle infrastrutture. In questo caso i trasferimenti pubblici sono finalizzati a contribuire ai costi di rinnovo della rete e ai nuovi investimenti, ma anche ad ammortizzare il debito residuo derivante dalla costruzione delle linee.

La responsabilità dei servizi passeggeri locali è delle Autorités Organisatrices des Transports (AOT), finanziate dallo Stato centrale tramite i fondi regionali, che stabiliscono i pedaggi per l'utilizzo della rete dovuti a RFF dai treni regionali. Lo Stato in questo modo garantisce il servizio universale e nomina inoltre i membri del board dell'Autorità di Regolazione e di Controllo.

Il finanziamento, lo sviluppo e la valorizzazione delle infrastrutture sono quindi affidati a RFF, che definisce i principi e gli obiettivi della gestione della circolazione e del mantenimento della rete, attribuisce le tracce alle aziende e riceve i ricavi delle tariffe di accesso alle infrastrutture (The European House - Ambrosetti, 2012). Le linee che invece non sono di competenza di RFF sono: le linee in concessione quali l'Eurotunnel e la nuova linea ad alta velocità Perpignan-Figueras sul confine spagnolo; le reti minori (Corsica); le linee minori dedicate alle merci o a servizi passeggeri di tipo turistico (Arrigo et al, 2014).

SNCF è proprietaria delle principali stazioni del Paese e, su commissione di RFF, è unico responsabile del mantenimento, della ristrutturazione e della gestione delle infrastrutture, oltre che della gestione della circolazione ferroviaria. Le Regioni stipulano dei contratti con SNCF ogni 5 anni, offrendo sussidi per l'ammodernamento di materiale rotabile che, una volta acquistato, è di proprietà dell'operatore.

Esistono inoltre altre 10 società ferroviarie, che risultano però attive principalmente sul traffico merci. Alle singole società appartenenti a uno Stato membro dell'Unione Europea è infatti concesso il diritto di accesso all'infrastruttura nazionale solo per il servizio di trasporto merci. In generale l'apertura del mercato è limitata dalla presenza di elevate barriere all'entrata di carattere economico e amministrativo. Alle associazioni internazionali è infatti concesso il diritto di accesso all'infrastruttura per l'espletamento del servizio di trasporto internazionale passeggeri nel caso in cui abbiano almeno una sede principale in Francia, in caso contrario è concesso unicamente il diritto di transito (Baccelli et al, 2011).

Le funzioni di regolazione e controllo sono affidate all'Autorité de régulation des activités ferroviaires (ARAFER), che monitora le relazioni tra il gestore delle infrastrutture e gli operatori, l'accesso al mercato e alle infrastrutture accessorie e la determinazione dei costi di accesso (The European House - Ambrosetti, 2012).

Le certificazioni di sicurezza sono invece rilasciate dall'Etablissement Publique de Sécurité Ferroviaire (EPSF), che vigila su norme di sicurezza e sistemi di interoperabilità.

4.2 Germania

In Germania lo Stato Federale, attraverso il Ministero dell'Economia e delle Finanze e il Ministero dei Trasporti, è responsabile degli investimenti e del rinnovamento delle infrastrutture e ne affida in concessione la gestione, mentre attribuisce ai Länder i fondi per il finanziamento del servizio universale. I Länder sono responsabili dell'organizzazione e del finanziamento del trasporto regionale, e stipulano contratti di servizio pubblico in seguito a procedure concorsuali gestite da Autorità Regionali che pianificano e gestiscono il processo di attribuzione ed erogano finanziamenti.

La gestione dell'infrastruttura e del servizio risultano essere verticalmente integrate nella holding company Deutsche Bahn. La divisione DB Netz Ag gestisce l'infrastruttura insieme alle divisioni DB stazioni e DB energia, assegnando le tracce orarie e di capacità, gestendo le stazioni e sottoscrivendo i contratti di utilizzo con gli operatori. DB Netz opera secondo principi commerciali ed è tenuta a recuperare i suoi costi di esercizio esclusivamente attraverso i pedaggi ed altre entrate commerciali, mentre il governo centrale sostiene le spese derivanti dagli investimenti sulla rete. Questo implica che i Länder, nella definizione degli obblighi di servizio pubblico e delle relative compensazioni, devono includere gli oneri che le imprese ferroviarie assegnatarie del servizio dovranno versare a DBNetz per la circolazione, secondo una tariffazione al costo medio (Arrigo et al, 2014).

La divisione che si occupa di trasporto merci e passeggeri è DB Mobilità e Logistica, organizzata nelle 5 business unit media e lunga distanza, regionale, logistica, Arriva e servizi. Esistono altri 404 operatori nazionali attivi con licenza nel traffico passeggeri e merci, tra cui i principali sono Veolia, Verker, Netinera e Benex sul trasporto regionale passeggeri, e Connex sul trasporto merci. L'incumbent nazionale detiene però circa il 90% della quota di

mercato nel trasporto passeggeri e merci, e l'88% nei servizi di trasporto regionale e locale di competenza dei Länder (Baccelli et al, 2011).

L'adozione di procedure concorsuali per il trasporto regionale e locale si è diffusa nel tempo e non è obbligatoria. Nel 2011 interessava circa la metà dei servizi locali sia su linee secondarie che sulle S-Bahn nelle maggiori agglomerazioni urbane. I margini di libertà degli operatori risultano essere però limitati, poiché le più rilevanti caratteristiche del servizio e le tariffe sono definite dal soggetto pianificatore. I contratti utilizzati sono maggiormente di tipo net cost, e di tipo gross cost quando risultano necessari elementi incentivanti. La maggior parte delle Autorità si fa carico di incrementi di costo successivi alla stipula del contratto come conseguenza, ad esempio, dell'aumento del prezzo dell'energia o in presenza di rinnovi contrattuali di settore. Nella maggior parte dei casi viene richiesto all'operatore il possesso del materiale rotabile necessario, o in alternativa le Autorità locali acquistano singolarmente o in pool i mezzi e li noleggiavano al vincitore della gara. In alcuni casi viene invece fornito un contributo pubblico per l'acquisto che viene successivamente detratto dai corrispettivi per i servizi. I contratti possono inoltre contenere garanzie di riacquisto del materiale rotabile in caso di fallimento o di compensazione per il valore residuo in caso di mancato rinnovo e subentro di un nuovo operatore (Boitani et al, 2017).

La regolazione è affidata all'Authority ferroviaria federale (EBA) per quanto riguarda le licenze e le autorizzazioni tecniche, l'assegnazione delle tracce e il rispetto delle norme di unbundling. Le tariffe di accesso alla rete e la concorrenza in generale sono invece supervisionate dall'Authority Federale dei Servizi di Network (EBNA), che supervisiona la concorrenza nei servizi di rete tedeschi (elettricità, gas, telecomunicazioni, poste e ferrovie).

4.3 Regno Unito

Nel Regno Unito le responsabilità strategiche di settore sono affidate al Department of Transport (DPT), che gestisce i contratti con Network Rail Ltd, gestore dell'infrastruttura e delle 17 principali stazioni del Paese, e con le Train Operating Companies (TOCS), le quali

forniscono i servizi ferroviari di trasporto merci e passeggeri su linee urbane, regionali e intercity sotto il marchio comune National Rail.

Network Rail Ltd è proprietario della rete ferroviaria della Gran Bretagna che si estende sul territorio di Inghilterra, Scozia e Galles, e la gestisce tramite la società controllata Network Rail Infrastructure Ltd. La rete non comprende: l'infrastruttura ferroviaria dell'Irlanda del Nord, a gestione pubblica autonoma; la London Underground, metropolitana di Londra; la linea ad alta velocità High Speed 1, a gestione privata, che collega Londra con l'Eurotunnel.

Network Rail Ltd possiede e gestisce anche le diverse componenti dell'infrastruttura, quali binari, gallerie, ponti, passaggi a livello, segnali, linee aeree, e le oltre 2500 stazioni ferroviarie. Di quest'ultime gestisce direttamente solo le principali, mentre le rimanenti stazioni sono generalmente affidate alle compagnie ferroviarie che hanno conseguito tramite gare il diritto di servire le relative linee. La società è soggetta a servizio pubblico ed è di tipo no profit, avendo quindi l'obbligo di impiegare gli utili di bilancio per le proprie finalità istituzionali (Arrigo et al, 2014).

Network Rail assegna le tratte e sottoscrive i contratti con gli operatori ferroviari, ma le TOCS hanno l'esclusiva su determinate tracce per una durata tra i 7 e i 15 anni sulla base dei contratti di franchising con il DPT, con eccezione della Scozia e della città di Londra in cui sono direttamente le Autorità locali a gestire i contratti di franchising. Per le tratte a più alto traffico vi sono ulteriori operatori a contratto di "open access" (competition in the market), che forniscono servizi aggiuntivi. In particolare risulta che il 98% dei servizi di trasporto ferroviario è erogato secondo contratti di franchising che derivano dalla concorrenza per il mercato (Baccelli et al, 2011).

Esistono inoltre le Rolling Stock Companies (ROSCOs), società di leasing che affittano il materiale rotabile agli operatori e siglano i contratti con le società di trasporto.

La regolazione è affidata all'Office of Rail Regulation (ORR), che ha i compiti di: vigilare la concorrenza determinando le condizioni di accesso alla rete, assicurare che Network Rail gestisca la rete in modo efficiente, sviluppare politiche in materia di norme di sicurezza, vigilare al rispetto di tali norme e concedere le licenze agli operatori ferroviari.

4.4 Spagna

In Spagna le responsabilità strategiche nel settore dei trasporti ferroviari sono affidate al Ministerio de Fomento. La costruzione e l'amministrazione della rete è affidata ad ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), mentre il servizio di trasporto è gestito da RENFE (Red Nacional de Ferrocarriles Españoles). Le due imprese hanno personalità giuridica autonoma e risorse indipendenti.

Il Ministero pianifica e regola le questioni relative ad interoperabilità e sicurezza, definisce gli obiettivi di Adif e di Renfe dal punto di vista gestionale e finanziario, assegna formalmente le licenze e amministra larga parte dei contratti di trasporto pubblico locale ferroviario attraverso contratti di durata quadriennale.

Adif amministra e gestisce la rete di interesse nazionale, assegnando le capacità delle linee alle imprese ferroviarie ed effettuando la manutenzione, oltre ad essere responsabile della costruzione di nuove linee, attraverso finanziamenti statali o fondi autonomi sulle linee ferroviarie di sua proprietà. Inoltre la società vigila sul rispetto della libertà di accesso alla rete e sulla concorrenza, stabilendo i costi di accesso all'infrastruttura e vigilando sulle tariffe di accesso dei gestori locali dell'infrastruttura. Adif gestisce direttamente poco meno di 1.600 stazioni ferroviarie, nelle quali cura anche la vendita dei biglietti per le compagnie ferroviarie. Le stazioni ferroviarie delle cercanias, linee delle aree metropolitane, sono invece affidate in gestione a Renfe Operadora, trattandosi di segmenti di rete per i quali non è prevista l'apertura alla concorrenza. Risultano escluse dalla gestione Adif solo alcune reti minori, urbane e suburbane, conferite in passato alle Comunità autonome (Euskotren, Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Ferrocarrils de la Generalitat de Valencia) per un totale di circa 600 km di linee (Arrigo et al, 2014).

Renfe Operadora amministra il servizio universale con finanziamenti statali, quello di lunga distanza e il trasporto merci a mercato. Gli altri operatori hanno accesso all'infrastruttura spagnola dal 2006 ma sono ancora scarsamente sviluppati.

L'attività di regolazione è affidata al Comité de Regulacion Ferroviaria, interno al Ministero, il quale garantisce l'accesso libero alle infrastrutture e assicura che i meccanismi di attribuzione delle licenze siano equi e trasparenti.

Le Comunità Autonome hanno poteri riguardo l'assegnazione delle tratte agli operatori del trasporto regionale limitatamente alle infrastrutture di proprietà degli stati federali. La Catalogna e i Paesi Baschi sono gli unici Stati federali che amministrano il trasporto regionale e sub-urbano.

4.5 Svezia

In Svezia la pianificazione delle infrastrutture per tutte le modalità di trasporto (stradale, ferroviario, marittimo e aereo) è affidata all'amministrazione governativa Trafikverket, nata dalla fusione delle precedenti amministrazioni competenti sui singoli segmenti del trasporto e sottoposta al controllo del Parlamento e del Governo svedese. Trafikverket è responsabile della costruzione, della manutenzione e della gestione della rete ferroviaria. I miglioramenti della rete e gli investimenti in nuove linee sono a carico dello Stato, che sussidia anche i costi gestionali, coperti solo per il 10% dai canoni di accesso all'infrastruttura.

Il trasporto ferroviario passeggeri è invece esercitato in regime di concorrenza da circa 20 operatori, tra i quali l'ex incumbent SJ che detiene ancora la maggiore quota di mercato. Le diverse società per la manutenzione ferroviaria e stradale, un tempo integrate nei soggetti pubblici, sono state invece privatizzate (Baccelli et al, 2011), mentre è rimasta pubblica una divisione dedicata al noleggio di convogli e locomotori.

La detenzione e il mantenimento delle infrastrutture a livello regionale sono invece affidate alle Autorità Regionali, e a livello locale alle Autorità Municipali. I servizi di trasporto regionale e inter-regionale non profittevoli vengono messi a gara pubblica con contratti di tipo gross cost o net cost nel primo caso e net cost nel secondo caso. Per i servizi profittevoli sia su base regionale che inter-regionale gli enti territoriali hanno ampia autonomia nella scelta della

tipologia di contratto. Si registrano una prevalenza di contratti gross cost con incentivi correlati all'evoluzione dell'utenza, una durata che va dai quattro agli undici anni con possibilità di limitata estensione nel caso di raggiungimento di determinati standard, ed in alcuni casi il contratto prevede la gestione delle stazioni, mentre in altri casi tale attività è di competenza diretta dell'ente locale o viene affidata con un bando specifico. Nei contratti vengono specificate in dettaglio le caratteristiche del servizio quali il materiale rotabile, gli orari e le tariffe. Le società possono acquistare il materiale rotabile oppure noleggiarlo dalle Autorità locali, alle quali sono stati trasferiti i mezzi dell'ex monopolista e che hanno successivamente acquistato mezzi nuovi. Inoltre al committente spetta di norma il pagamento del pedaggio per l'utilizzo della rete (Boitani et al, 2017).

Anche le società di regolazione sono state unificate in un unico soggetto regolatore dei trasporti, Transportstyrelsen, che è responsabile della concessione delle licenze, della sicurezza e della supervisione del comportamento degli attori nel mercato.

5. Efficienza nel settore ferroviario

5.1 Modelli benchmark di efficienza

La teoria dell'efficienza di Farrell (1957) ha l'obiettivo di misurare la capacità di un'impresa di produrre in grandi quantità dati tutti i fattori produttivi. In particolare l'efficienza può essere di tre tipi:

- tecnica, quando misura le risorse consumate per produrre un determinato output;
- allocativa, quando misura l'aggiustamento proporzionale degli input;
- economica, quando vengono considerate sia l'efficienza tecnica che quella allocativa.

Esistono molti studi in letteratura volti a calcolare l'efficienza nel settore ferroviario europeo. In particolare si è resa necessaria la costruzione di modelli poiché senza un benchmarking di riferimento non è possibile fornire incentivi alle imprese ferroviarie per la minimizzazione dei costi (Farsi et al, 2005). Secondo Marletto (2006), infatti, l'inefficienza è dovuta all'insufficiente diffusione di modelli industriali di produzione dei servizi di trasporto delle merci e dei passeggeri, che siano in grado cioè di sfruttare tutte le economie di scala, di densità e di specializzazione. L'inefficienza può quindi essere ridotta riducendo non solo il deficit di innovazione tecnologica, ma anche organizzativa.

Secondo Stern (2013), lo sviluppo di modelli benchmark aiuta inoltre il regolatore a superare il problema delle asimmetrie informative, poiché le compagnie ferroviarie conoscono molto meglio i costi e l'efficienza rispetto al regolatore. Allo stesso tempo le imprese possono usare il benchmarking per migliorare la propria performance, facendo uso delle "best practices" delle altre compagnie. Tramite la costruzione di opportuni indicatori è infatti possibile effettuare una valutazione delle performance dei gestori.

A questo fine in letteratura sono stati sviluppati diversi modelli econometrici, ma in molti casi si sono riscontrati ostacoli derivanti dall'assenza di alcuni dati e, nei data set internazionali, da problemi di definizioni e misure che a volte hanno reso i dati incomparabili tra loro. In particolare risultano esserci delle differenze tra come i paesi classificano l'aumento degli investimenti relativi ai rinnovi, nella definizione dei cicli di investimento e dei livelli di stabilità, nella qualità delle reti, nei livelli di servizi nazionali offerti, nei tassi di cambio, etc (Stern, 2013).

Secondo Smith et al (2010) ci sono problemi nelle misure contabili del capitale e derivano dal fatto che la vita degli asset è lunga e soggetta a politiche diverse di deprezzamento e rivalutazione nei diversi paesi. Se le misurazioni vengono basate sulle spese di capitale, vi sono delle fluttuazioni che possono essere interpretate come misure di efficienza o inefficienza ma che invece riflettono semplicemente la natura lump sum delle attività di rinnovo.

Smith (2012) fa notare inoltre che in alcuni casi il valore del sussidio ricevuto dallo Stato viene sottratto al valore di libro dell'impresa.

Arrigo et al (2014) sottolineano che nei conti economici dei diversi gestori di rete gli ammortamenti e gli oneri finanziari sono presenti non solo in funzione del livello degli investimenti effettuati, ma anche delle modalità con le quali essi sono stati finanziati e del differente ruolo a tal fine svolto dal settore pubblico.

Oltretutto l'ammontare degli investimenti sulla rete ferroviaria è differente di paese in paese. Gli investimenti possono ad esempio riguardare programmi sul fronte dell'alta velocità, o l'adeguamento di una rete obsoleta, o manutenzioni straordinarie, dipendendo anche da come in precedenza la rete sia stata rinnovata o, al contrario, trascurata (Arrigo et al, 2014).

Bougna et al (2013) ritengono che l'efficienza economica sia determinata dagli indici di utilizzo dei treni e dagli indici di utilizzo delle infrastrutture. Secondo gli autori vi sono però anche altri fattori, quali il grado di intervento dello stato, il livello di sussidi e la tassazione, il management e la regolazione.

Secondo Oum et al (1994) l'ideale sarebbe esaminare l'efficienza tenendo in considerazione il tipo di sussidio e il modo in cui viene erogato: quest'ultimo può infatti essere a somma fissa oppure orientato a coprire le perdite in bilancio, può essere condizionato o meno al raggiungimento di determinate performance, etc. Gli autori sostengono infatti che i sistemi ferroviari con alta dipendenza dai sussidi pubblici sono significativamente meno efficienti, e che le compagnie con alta autonomia manageriale raggiungono livelli di efficienza maggiori.

Anche Cantos et al (2000) sostengono che i livelli di autonomia e indipendenza del management, dati da fattori quali la struttura proprietaria, la libertà nel pricing, il livello di servizio stabilito, la non imposizione del numero di linee considerato socialmente desiderabile, siano correlati positivamente con il livello di efficienza raggiunto dall'impresa.

Secondo Farsi et al (2005) nel calcolo dell'efficienza bisogna considerare che le reti ferroviarie sono caratterizzate da un alto livello di eterogeneità di costi e problemi di coordinazione ed organizzazione. Ad esempio, le reti più dense sono in genere collocate in aree con alta densità della popolazione, e le reti più complesse sono spesso gestite da management più efficienti poiché vengono coinvolti più esperti tecnici. I costi operativi sono inoltre influenzati da caratteristiche ambientali come clima e topografia, oltre che da differenze tra compagnie, e vi sono cambiamenti di costo annuali che dipendono da progressi tecnici o fattori specifici.

Quando l'eterogeneità è causata da fattori che non dipendono né dall'operatore né dal gestore si può definire come esogena. Oltre alla configurazione geografica del paese possono esserci ad esempio delle peculiarità sociali dell'ambiente in cui si opera, come gli assetti sindacali, o ad esempio un alto tasso di delinquenza che può tradursi in un grande numero di persone che viaggiano senza comprare il biglietto, o alcune differenze tra i servizi che dipendono da caratteristiche dell'infrastruttura, come la qualità delle piste o la struttura spaziale delle reti, che generano performance diverse nelle imprese (Leveque, 2004). Altri fattori esogeni elencati da Oum et al (1994) sono, oltre agli assetti istituzionali del paese ed il suo sviluppo

economico, la configurazione del mercato, l'estensione e lo sviluppo di altri mezzi di trasporto e la densità del traffico.

Arrigo et al (2014) evidenziano che anche i treni-km ospitati dipendono poco dalle scelte del gestore di rete, poiché derivano dal livello della domanda di trasporto ferroviario e dall'offerta effettivamente soddisfatta dalle altre imprese ferroviarie.

Secondo Arrigo et al (2014) nella comparazione tra gestori bisogna quindi tenere in considerazione che:

- costi unitari superiori alla media potrebbero non rappresentare delle inefficienze, poiché derivanti dall'influenza di variabili ambientali sfavorevoli, non modificabili attraverso scelte gestionali;
- costi inferiori alla media potrebbero, simmetricamente, non rappresentare una maggiore efficienza poiché derivanti da variabili ambientali favorevoli e non da scelte gestionali.

5.2 La yardstick competition

Molti modelli econometrici sono stati sviluppati nell'ottica della "yardstick competition", una forma di concorrenza virtuale tra imprese regolate simili che ha lo scopo di verificarne i livelli di efficienza. L'idea di base di questo tipo di concorrenza è quella di stimare quali possano essere i prezzi migliori e determinare i livelli di sussidio. Tali modelli sono volti non solo a superare l'asimmetria informativa, ma anche ad aumentare l'esperienza del regolatore, potendo in questo modo compensare le imprese efficienti e penalizzare le altre.

Un modello volto all'applicazione della yardstick competition è quello di Leveque (2004). Secondo l'autore, quest'ultima si basa su tre principali elementi:

- il settore ferroviario è caratterizzato da monopoli naturali ed è necessario regolarli al fine di prevenire gli abusi;
- una regolazione efficiente deve fronteggiare l'asimmetria informativa;
- quando imprese diverse gestiscono monopoli simili in mercati diversi emettono esternalità informative, dalle quali il regolatore può trarre vantaggio per valutare le performance delle imprese basandosi su paragoni tra queste, e inducendole quindi alla concorrenza.

Secondo Leveque (2004) lo sviluppo di tali modelli favorisce la concorrenza per fattori quali:

- la crescita dell'effetto della reputazione, poiché gli operatori non vogliono avere un'immagine peggiore rispetto agli altri;
- la crescita della minaccia di non rinnovo del contratto nel caso in cui non si raggiungano i risultati derivanti dal meccanismo comparativo;
- la mancanza di incentivi alla collusione, poiché la rendita derivante dal monopolio risulta minore.

Un problema della yardstick competition è che può ridurre gli incentivi agli investimenti nel caso in cui questi non vengano finanziati dalle autorità locali (Dalen, 1998). Inoltre le performance degli operatori dipendono anche dalla policy dei regolatori, e in caso di regolazioni diverse si è in presenza di fattori endogeni che influenzano l'efficienza degli operatori. Ad esempio il traffico risulta diverso a seconda delle scelte politiche di sviluppare il servizio in linee strutturalmente poco trafficate o su assi maggiori (Leveque, 2004).

5.3 Fattori rilevanti nel calcolo efficienza

Dalen et al (2003) complessivamente considerano rilevanti le seguenti variabili nel settore dei trasporti: i salari, compresi quelli amministrativi; la regolazione del settore; il capitale; la densità della popolazione a cui viene offerto il servizio, dalla quale dipendono il livello della

domanda e la densità del traffico; la industry e gli assetti proprietari. Cantos (1999) sostiene che il fattore con maggiore impatto è però la separazione verticale.

Per il calcolo dell'efficienza risulta di primaria importanza l'analisi dei costi. In particolare il costo del lavoro potrebbe essere scomposto in salari, pensioni e oneri sociali, mentre il costo del materiale consumato in carburante ed energia. Nei costi di produzione potrebbero includersi i costi di vendita, di servizi esterni, i costi amministrativi e i costi di manutenzione.

Casullo (2016) suggerisce una suddivisione dei costi delle train operation in: operating, manutenzione, amministrazione e marketing. Secondo l'autore i costi dell'infrastruttura dipendono invece dai costi di deprezzamento e dai costi del servizio offerto, senza considerare i costi di investimento. Per poter effettuare una comparazione tra reti di differenti grandezze e con flussi di traffico diversi, è necessario che questi costi vengano normalizzati.

Le variabili di input possono essere usate in termini fisici o monetari, ma secondo Casullo (2016) l'uso dell'opzione monetaria consente un'immediata osservazione dell'inefficienza relativa nel momento in cui, per uno stesso gruppo di studio, un operatore presenta un indice più elevato. La relativa analisi dei costi può essere effettuata sia su specifici item di costo, come ad esempio per passeggero treno-km, che sui costi totali. L'autore considera preferibile quest'ultimo metodo data la molteplicità degli output e quindi la difficile allocazione dei costi.

Per quanto riguarda gli output, Bougna et al (2013) classificano come maggiori indicatori di produttività quelli che misurano gli output in ricavi, quindi secondo il valore che deriva dalla produzione, e quelli che misurano gli output disponibili, quindi in termini di capacità offerta. Secondo Oum et al (1994) nelle misure basate sui ricavi bisogna però considerare l'eventuale esistenza di un controllo governativo sulla determinazione dei prezzi e delle frequenze.

La lunghezza della rete rappresenta un'altra variabile rilevante nell'analisi dell'efficienza. Tale variabile, però, non misura di per sé la qualità del servizio potenzialmente eseguibile su una determinata infrastruttura ferroviaria, e bisogna quindi tenere conto del tipo di tecnologia utilizzato. Secondo Smith et al (2010) fattori quali le percentuali di binari singoli e quelle di binari elettrici dovrebbero migliorare i livelli di efficienza, in quanto diminuiscono il consumo di lavoro ed energia.

Secondo uno studio sul trasporto ferroviario regionale italiano effettuato da Asstra (2013), la trazione elettrica presenta il vantaggio di garantire maggiore economicità di esercizio nelle ferrovie a traffico intenso, ha minore impatto ambientale e permette, attraverso l'uso di alcuni sistemi, un recupero di energia nelle discese e nelle fasi di rallentamento o frenatura. Una maggiore lunghezza delle linee elettrificate, considerata rispetto al totale della rete, rappresenta quindi un maggiore livello di sviluppo tecnologico.

Altri fattori che caratterizzano la tecnologia utilizzata possono essere i sistemi di segnalamento, l'armamento, la pendenza, la percentuale di linee a doppio binario. Quest'ultimo dato va però posto in relazione all'effettiva domanda di trasporto ed alla eventuale saturazione della linea.

Oltre alla dotazione infrastrutturale, per il consumatore finale i fattori che influenzano l'efficienza del servizio sono la puntualità, la frequenza, la comodità e la pulizia dei treni, l'organizzazione dell'intermodalità e l'accessibilità delle stazioni. L'insieme di questi fattori determina la sua attrattiva rispetto al trasporto individuale (Asstra, 2013).

5.4 Metodi per il calcolo dell'efficienza

Secondo Casullo (2016) tra gli indicatori più utilizzati per il calcolo dell'efficienza vi sono:

- l'abilità di attrarre più clienti, misurata rispetto alla competizione intra-modale;
- l'abilità a coprire i costi operativi con gli introiti commerciali;
- l'efficienza tecnica/operativa, misurata da unità di input per unità di output.

In uno studio effettuato da Nera (National Economic Research Associates, 2004), per valutare le performance di diversi operatori ferroviari europei vengono utilizzati, oltre che alcuni indicatori finanziari, i seguenti indicatori di produttività ed indici di copertura dei costi :

- fattore di carico, definito da passeggeri-km diviso i posti-km;
- ricavi per passeggero-km (escluse le compensazioni per obblighi di servizio pubblico);
- ricavi per passeggero-km (incluse le compensazioni per obblighi di servizio pubblico);
- produttività del lavoro, definita dal numero di passeggeri-km diviso il numero di impiegati (esclusi gli impiegati nell'infrastruttura);
- produttività dei macchinisti, definita dai treni-km per autista;
- produttività dello staff, definita dai treni-km per membro dello staff;
- costo del lavoro per impiegato, definito dal costo totale del lavoro diviso il numero di impiegati;
- cost recovery, definito dagli introiti commerciali, incluse le compensazioni per obblighi di servizio pubblico, diviso i costi operativi totali, inclusi i costi di infrastruttura;
- percentuale di sussidi pubblici (esclusi i sussidi relativi all'infrastruttura) sui ricavi totali, escluso il pagamento degli interessi;
- percentuale di sussidi pubblici (esclusi i sussidi relativi all'infrastruttura) sui ricavi totali.

Dati i vari fattori che influenzano i costi ferroviari, in letteratura sono emersi molti problemi relativamente agli indicatori basati su semplici unità di costo. Inoltre i risultati risultano essere molto diversi a seconda che si considerino come misure di output le rotte-km o i treni-km.

I metodi statistici invece permettono di ottenere delle misure di efficienza relativa anche usando diverse unità di misura dei costi (Smith, 2012). Per questa ragione nella maggior parte dei casi si fa uso dell'econometria per il calcolo dell'efficienza degli operatori ferroviari .

5.4.1 Modelli econometrici

Secondo Casullo (2016), un obiettivo chiave dei modelli econometrici è l'abilità di isolare ed osservare l'impatto di una variabile indipendente su una variabile dipendente di interesse. Il numero di variabili che possono essere potenzialmente correlate ai costi del settore ferroviario è molto alto, ed i modelli usati in letteratura sono vari.

Bougna et al (2013) hanno effettuato un esame dell'efficienza economica di 13 paesi europei dal 2000 al 2009 usando il metodo del costo stocastico di frontiera, ovvero definendo un punto geometrico di combinazione degli input che massimizza il livello di produzione, e studiando, per le varie imprese, la differenza tra il livello reale delle variabili studiate e il livello massimo fissato come frontiera. I fattori maggiormente influenti nella determinazione dell'efficienza economica sono stati identificati usando un modello di Tobit, il quale descrive le relazioni tra una variabile dipendente non negativa e una variabile indipendente.

La frontiera di costo utilizzata può essere scritta come segue:

$$\ln C_i = \ln C_i(Y_i, X_i, \beta) + \varepsilon \quad (5.1)$$

Dove:

C_i : costo osservato;

Y_i : vettore degli output;

X_i : vettore dei prezzi degli input;

β : vettore dei parametri da stimare;

$\ln C_i (Y_i, X_i, \beta)$: logaritmo dei costi stimati dell'impresa che minimizzano i costi di produzione;

ε : termine d'errore random;

$i = 1, 2, \dots, N$ denota la compagnia.

Come misura di produttività per il vettore degli output è stata usata una combinazione di treni-km per i servizi di passeggeri e merci. Per i prezzi degli input sono invece state definite le seguenti variabili:

- prezzo del lavoro, misurato dal costo del lavoro diviso il numero di dipendenti;
- prezzo dei materiali consumati, ottenuto come rapporto tra il prezzo dell'energia e il totale di treni-km sui quali viene effettuato il servizio.

I costi di produzione, dati dalla somma dei costi del lavoro, dell'energia, del materiale consumato, di vendita, di servizi esterni e da altri costi, rappresentano la variabile indipendente.

L'errore ε può essere suddiviso in due componenti: u_i , che rappresenta l'inefficienza economica, e v_i , che è il termine random. In particolare queste due variabili sono la componente idiosincronica dell'errore della parte stocastica, e corrispondono al disturbo nei modelli di regressione, dato da tutte quelle variabili inosservabili che hanno effetti sui costi. Questa scomposizione permette di individuare fattori che causano un allontanamento del costo dalla frontiera minima, ma che non rappresentano delle inefficienze.

I risultati dello studio mostrano una correlazione positiva tra l'efficienza economica e fattori quali: il numero di passeggeri per treno, l'indice di utilizzo dell'infrastruttura per servizi merci e il livello di tecnologia (misurato dalla percentuale di linee elettrificate). Risulta invece una correlazione negativa tra l'indice di efficienza economica e le tonnellate di merci per treno.

Leveque (2004) ha usato il metodo di costo stocastico di frontiera per comparare l'efficienza delle divisioni regionali dell'operatore storico nazionale francese. I dati utilizzati, relativi agli anni 1997 e 1998 per un totale di 22 regioni, sono i seguenti: velocità media, treni-km,

traffico, investimenti e costi. In particolare i costi operativi vengono definiti come la somma dei costi relativi alla guida, al controllo dei biglietti, al consumo di energia, alla manutenzione, alla vendita dei biglietti, al management e alle strutture. Non sono inclusi i costi di accesso all'infrastruttura poiché non dipendono dalle divisioni regionali.

Il modello di regressione di costo stocastico di frontiera iniziale viene formulato usando una funzione di costo di Cobb Douglas, come segue:

$$\ln C_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln TrK_{it} + \beta_2 \ln LL_{it} + \sum \beta_k \ln w_{k,it} + v_{it} + u_{it} \quad (k > 2) \quad (5.2)$$

Dove:

TrK_{it} : produzione (numero di treni-kilometro) dell'operatore i nell'anno t ;

LL_{it} : lunghezza della rete regionale;

$w_{k,it}$: costo unitario degli input;

β_0 , β_1 e β_k : parametri da stimare;

v_{it} : termine stocastico random;

u_{it} : logaritmo dell'inefficienza di costo;

$i = 1, 2, \dots, N$ denota la compagnia;

$t = 1, 2, \dots, T_i$ denota l'anno.

L'autore aggiunge sei ulteriori variabili Z_k per correggere l'eterogeneità esterna:

$$u_{it} = \delta_0 + \sum \delta_k Z_{k,it} + \varepsilon_{it} \quad (k \geq 1) \quad (5.3)$$

In particolare le variabili sono:

- tasso di delinquenza;
- fattore di carico;
- fattore di traffico;
- variabile dummy se l'operatore è sottoposto a una regolazione regionale;
- velocità media;

- capitale rappresentato dal materiale rotabile.

Inizialmente l'autore effettua una stima di tutti i coefficienti, ma molte variabili risultano non significative. Successivamente vengono analizzati i risultati di un secondo modello in cui vengono eliminate alcune variabili, ma si ottiene un coefficiente negativo relativamente alla variabile di traffico. Nel terzo modello viene inclusa unicamente la variabile Z_k relativa al tasso di delinquenza, dovuto al fatto che in alcune regioni della Francia questo fattore comporta maggiori costi per l'azienda, dati da un maggiore numero di impiegati addetti al controllo dei biglietti e delle stazioni. Dal terzo modello vengono ricavati i coefficienti di efficienza per ogni operatore regionale come media dell' $\exp(\varepsilon_i)$, normalizzati sul coefficiente ottenuto dall'operatore che risulta migliore. I risultati variano da coefficienti pari a 1 a coefficienti pari a 1.18, dimostrando quindi che in alcune regioni esiste un'eccedenza dei costi pari al 18%. L'autore sottolinea però che tale inefficienza può essere dovuta a vari fattori, quali l'organizzazione spaziale, una rotazione del personale sub-ottimale, treni operanti in regioni rurali con due operatori addetti quando uno sarebbe sufficiente, asimmetrie informative, scioperi locali, etc.

Farsi et al (2005) hanno usato invece modelli di costo stocastico di frontiera per misurare l'efficienza di 50 compagnie di trasporto svizzere per un periodo di 13 anni. La frontiera di costo totale è rappresentata dalla seguente funzione di costo:

$$TC = f(Y, Q, N, P_K, P_L, P_E, d_t) \quad (5.4)$$

Dove:

TC : costi annuali totali;

Y : passeggeri-km;

Q : tonnellate-km;

N : lunghezza della rete;

P_K : prezzo del capitale;

P_L : prezzo del lavoro;

P_E : prezzo dell'energia;

d_t : vettore che include 12 variabili dummy dal 1986 al 1997 (il 1995 rappresenta la categoria omessa), le quali catturano i cambiamenti di costo associati al progresso tecnico e ad altri fattori annuali specifici e non osservabili.

La precedente funzione è data dalla minimizzazione dei costi dati i prezzi degli input e gli output. Per stimarla è stata utilizzata una forma funzionale log-lineare di Cobb-Douglas, nella quale i costi e i prezzi degli input sono stati normalizzati per uno dei fattori di input. La funzione così ottenuta può essere scritta come segue:

$$\ln\left(\frac{TC_{it}}{PE_{it}}\right) = \alpha_0 + \alpha_Y \ln Y_{it} + \alpha_Q \ln Q_{it} + \alpha_N \ln N_{it} + \alpha_S \ln S_{it} + \alpha_K \ln\left(\frac{PK_{it}}{PE_{it}}\right) + \alpha_L \ln\left(\frac{PL_{it}}{PE_{it}}\right) + \sum_{t=1986}^{1997} \alpha_t d_t + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (5.5)$$

Dove, oltre alle variabili economiche sopra definite:

α_i : fattore specifico dell'impresa;

ε_{it} : termine d'errore;

$i = 1, 2, \dots, N$ denota la compagnia;

$t = 1, 2, \dots, T_i$ denota l'anno.

Come nel modello di Bougna et al (2013) l'errore viene scomposto in una parte che rappresenta l'inefficienza ed una parte che rappresenta l'errore random.

Gli autori concludono che applicando diversi metodi di misurazione dell'errore (Fixed Effects, Random Effects, Pooled, etc.), le stime ottenute risultano particolarmente sensibili alle specificazioni adottate. I dati mostrano infatti una notevole eterogeneità dovuta a fattori inosservabili delle imprese. In molti casi l'inefficienza che ne risulta può essere quindi sovrastimata, poiché comprende effetti derivanti altri fattori che non vengono osservati nel modello.

Cantos et al (1999) hanno utilizzato questo approccio per stimare non solo i livelli di efficienza, ma anche di produttività e di cambiamento tecnologico di diversi operatori ferroviari europei. In particolare i dati sono relativi a 15 compagnie per gli anni dal 1970 al 1990. Anche in questo caso il costo di frontiera viene calcolato utilizzando una funzione di costo del tipo:

$$\text{Ln}C_{it} = \text{Ln}C_{it}(Y_i, X_i, \beta) + v_{it} + u_{it} \quad (5.6)$$

Dove:

C_{it} : costo osservato;

Y_i : vettore degli output;

X_i : vettore dei prezzi degli input;

β : vettore dei parametri da stimare;

v_{it} : termine random che rappresenta i fattori inosservabili;

u_{it} : termine che rappresenta l'inefficienza;

$i = 1, 2, \dots, N$ denota la compagnia;

$t = 1, 2, \dots, T_i$ denota l'anno.

In particolare, in questo caso gli autori usano una funzione di costo di frontiera translogaritmica, la quale rappresenta un'approssimazione quadratica ottenuta come approssimazione di Taylor intorno a un dato punto (Cantos et al, 1999).

La funzione, nella quale viene incluso il trend T per catturare i cambiamenti derivanti dal progresso tecnologico, risulta essere la seguente:

$$\begin{aligned} \text{Ln}TC_{it} = & \alpha_0 + \sum_{j=1}^2 \alpha_j \text{Ln}Y_{jit} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \alpha_{jk} \text{Ln}Y_{jit} \text{Ln}Y_{kit} + \\ & + \sum_{l=1}^3 \beta_l \text{Ln}P_{lit} + \frac{1}{2} \sum_{l=1}^3 \sum_{m=1}^3 \beta_{lm} \text{Ln}P_{lit} \text{Ln}P_{mit} + \sum_{j=1}^2 \sum_{l=1}^3 \lambda_{jl} \text{Ln}Y_{jit} \text{Ln}P_{lit} + \\ & + \sigma_T T + \frac{1}{2} \sigma_{TT} T^2 + \sum_{j=1}^2 \sigma_{Tj} T \text{Ln}Y_{jit} + \sum_{l=1}^3 \sigma_{lT} T \text{Ln}P_{lit} + u_{it} + v_{it} \end{aligned} \quad (5.7)$$

La variabile dipendente è data dai costi operativi, che includono i costi del lavoro, del carburante e dell'energia, dei materiali consumati, di vendita e di servizi esterni. Il costo del capitale non è stato invece introdotto nel modello per problemi di omogeneità nel campione. Per calcolare l'indice di prezzo del lavoro (P_1) è stato diviso il costo del lavoro per il numero di dipendenti. Per ottenere invece l'indice di prezzo del carburante (P_2), il costo derivante dall'energia e dal carburante è stato diviso per il totale di treni-km relativi a ogni compagnia. Infine per ottenere l'indice di prezzo dei materiali e dei servizi esterni (P_3), i costi totali derivanti dal consumo di materiale e dai servizi esterni sono stati divisi per il totale di treni-km relativi a ogni compagnia.

Come variabili che rappresentano i diversi output sono state usate le misure di treni-km per i passeggeri (Y_1) e per le merci (Y_2).

L'inefficienza di ogni paese è stata stimata a partire dai residui della regressione. Il livello medio di efficienza stimata in aggregato per i paesi del campione indica che in alcuni casi è possibile una riduzione di costo fino al 13.5%, migliorando l'efficienza sia tecnica che allocativa.

Per spiegare le differenze nei livelli di efficienza delle diverse compagnia gli autori effettuano un'ulteriore regressione, includendo le seguenti variabili che possono essere esplicative:

- numero di passeggeri per treno e numero di tonnellate di merci per treno;
- numero di passeggeri per treno-km per km di rotta e di tonnellate di merci per treno-km per km di rotta, come indice di utilizzo dell'infrastruttura;
- percentuale di linee elettrificate;
- grado di autonomia finanziaria, definito come il rapporto tra gli introiti dell'impresa derivanti dall'attività ferroviaria ed i relativi costi;
- grado di indipendenza del management .

I risultati dello studio evidenziano come un maggiore grado di libertà e indipendenza del management nel "decision making" comporti una maggiore efficienza, così come una maggiore autonomia in generale ed una maggiore autonomia finanziaria. Questo significa che per maggiori sussidi ricevuti dalle imprese risultano esserci maggiori comportamenti inefficienti.

Dallo studio emergono come ulteriori fattori che possono ridurre l'inefficienza l'aumento dei passeggeri per treno, il volume di merci per treno-km ed un uso maggiore della rete da treni merci, poiché comportano una diminuzione dei costi per treno-km.

Mizutani et al (2012) hanno invece effettuato un studio volto ad analizzare una possibile riduzione di costo per le imprese ferroviarie derivante dalla separazione verticale tra gestore dell'infrastruttura e operatore ferroviario, e dalla separazione orizzontale tra servizi passeggeri e merci. I dati utilizzati sono relativi a 30 compagnie ferroviarie operanti in 23 Paesi OCSE (sia Europei sia Est-Asiatici) per gli anni dal 1994 al 2007.

Nel modello viene usata una funzione di costo translogaritmica, nella quale la variabile dipendente è rappresentata dai costi totali di un'impresa ferroviaria integrata, mentre le variabili indipendenti usate sono le seguenti:

- treni-km totali (in modello mono-prodotto);
- passeggeri-km e tonn-km (in modello multi-prodotto);
- prezzo degli input di produzione;
- km totali di rete;
- percentuali linee elettrificate.

Inoltre le seguenti variabili di controllo sono state utilizzate come caratteristiche dell'output:

- % ricavi da passeggeri su ricavi totali;
- ricavo medio per passeggero;
- load factor medio;
- ricavi medi per passeggero-km medio per viaggio;
- densità del servizio, calcolata come treni-km per km di rete al giorno.

Per quanto riguarda gli input, invece, i prezzi sono stati ottenuti come segue:

- il prezzo del lavoro è stato calcolato come il costo del lavoro diviso il numero di dipendenti totali;
- il prezzo del capitale è stato calcolato come la somma di costi dell'infrastruttura di rete, ammortamenti, oneri finanziari (esclusi i costi di infrastruttura), diviso i km di rete;

- il prezzo dei materiali è stato calcolato come la somma dei costi di materiali e servizi da terzi diviso il numero carrozze;
- il prezzo dell'energia è stato calcolato come il rapporto tra costi di energia e consumo di energia (in TOE = tons of oil equivalent).

Dallo studio effettuato emerge che la separazione orizzontale genera risparmi di costo, mentre la separazione verticale genera un aumento di efficienza in relazione alla densità del servizio ferroviario. In particolare la separazione risulta preferibile per densità basse.

Gautier et al (2013) usano invece il modello del costo stocastico di frontiera per analizzare gli incentivi alle riduzioni di costo derivanti da diverse forme contrattuali nel trasporto pubblico urbano. I dati sono relativi a compagnie di autobus francesi operanti su 165 reti per gli anni dal 1995 al 2002. Anche in questo caso viene usato un modello simile ai casi precedenti, con una funzione del tipo:

$$V C_{it} = V C (Y_{it}, X_{it}; \beta) + v_{it} + u_{it} \quad (5.8)$$

Dove:

Y_{it} : misura di output;

X_{it} : prezzi degli input;

β : parametri da stimare;

v_{it} : termine random che rappresenta i fattori inosservabili;

u_{it} : termine che rappresenta l'inefficienza;

$i = 1, 2, \dots, N$ denota la compagnia;

$t = 1, 2, \dots, T_i$ denota l'anno.

Dai risultati dello studio emerge che il livello ottimo di sforzo per la riduzione dei costi e la sua ripartizione durante il periodo contrattuale è influenzato sia dal tipo di contratto che dagli incentivi derivanti dalla possibilità di rinnovo di quest'ultimo.

Wheat et al (2015) modellano invece l'interazione tra ritorni di scala e di densità e l'eterogeneità dei servizi, per il calcolo della dimensione e della struttura ottime del servizio

passengeri. In particolare utilizzano dati relativi a 28 TOCs inglesi per gli anni dal 2000 al 2010. La funzione di costo utilizzata è di tipo translog, in cui le economie di scala variano in base alla dimensione del servizio. La variabile dipendente è data dai costi totali annuali, esclusi i costi di pedaggio. Le variabili indipendenti sono le seguenti:

- lunghezze delle linee in km;
- ore treno complessive;
- numero di stazioni servite;
- prezzo degli input di produzione;
- caratteristiche (edoniche) dei TOC:
 - lunghezza media dei treni: veicoli-km/treni-km;
 - velocità media (treni-km/ore treno);
 - load factor: passeggeri-km/treni-km;
 - numero dei rolling stock operati;
 - numero stazioni operate.

I prezzi degli input di produzione sono stati suddivisi in:

- prezzo del lavoro (payroll price), ottenuto come rapporto tra costo del lavoro e numero totale di dipendenti;
- non payroll price, dato dal rapporto tra la somma dei costi di affitto del materiale rotabile, dei costi di manutenzione, dei costi dell'energia e degli altri costi e il numero delle carrozze (rolling stock).

Vengono inoltre usate le seguenti variabili Dummies:

- Intercity TOC;
- dummy per treni operanti nel London & South Eastern;
- dummy per treni esclusivamente regionali.

Gli autori dimostrano che l'inclusione di caratteristiche che determinano l'eterogeneità tra le imprese giocano un ruolo fondamentale nei risultati ottenuti. Infatti la differenziazione dei servizi comporta livelli diversi di economie di densità e di scala.

Smith (2010) ha proposto diversi modelli econometrici per comparare i costi delle imprese ferroviarie a livello internazionale, variando le modalità di misurazione dell'output e l'inclusione di alcune caratteristiche delle reti. Il modello di costo che risulta preferito dall'autore da un punto di vista teorico è quello che usa una funzione di Cobb-Douglas e si focalizza sui volumi di output e non su altre variabili, come la densità delle stazioni, che potrebbero invece fornire maggiori informazioni relativamente ai dati di traffico.

Uno dei modelli di Smith (2012) compara i costi dell'infrastruttura per 13 gestori di infrastrutture ferroviarie europee. I dati sono relativi agli anni dal 1996 al 2006. Il modello può essere espresso in forma generale come segue:

$$C_{it} = f(Y_{it}, P_{it}, N_{it}, \tau_t; \beta) + v_{it} + u_{it} \quad (5.9)$$

Dove:

C_{it} : costo dell'infrastruttura, ottenuto come totale dei costi di manutenzione e di rinnovo;

Y_{it} : vettore degli output;

P_{it} : vettore dei prezzi degli input;

N_{it} : caratteristiche esogene della rete che influenzano l'efficienza del servizio;

τ_t : cambiamenti tecnologici;

v_{it} : termine random che rappresenta i fattori inosservabili;

u_{it} : termine che rappresenta l'inefficienza;

$i = 1, 2, \dots, N$ denota la compagnia;

$t = 1, 2, \dots, T_i$ denota l'anno.

La funzione utilizzata è una Cobb-Douglas e le variabili sono le seguenti:

- treni-km passeggeri per rotta km;

- treni-km merci per rotta km;
- rapporto tra km di binari singoli e rotta km;
- rapporto tra km di linee elettrificate e rotta km;
- salari medi.

Effettuando una regressione delle variabili risulta, come atteso, che i costi aumentano all'aumentare della lunghezza della rete, dei treni-km passeggeri e merci per rotta km. Allo stesso tempo dal coefficiente della variabile che denota la lunghezza della rete si evince un'elasticità dei costi rispetto alla scala che denota economie di scala, mentre dai coefficienti delle altre due variabili emergono delle economie di densità.

Nello studio dell'efficienza i risultati mostrano un gap di alcune imprese che si aggira intorno al 40% rispetto alle "best practices" europee.

Un altro studio di Smith et al (2011) propone invece un modello di inefficienza a due livelli per 5 gestori di infrastrutture ferroviarie: una componente che varia nelle divisioni dell'impresa, definita come inefficienza interna, e una componente persistente in tutte le divisioni dell'impresa, definita come inefficienza esterna. I dati considerati sono relativi agli anni dal 2002 al 2007. In questo caso il modello di costo di frontiera è il seguente:

$$\ln C_{its} = \alpha + f(X_{its}; \beta) + v_{its} + u_{its} \quad (5.10)$$

Dove:

C_{its} : costo della divisione s dell'impresa;

α : costante;

X_{its} : vettore dei prezzi di input e output;

β : vettore dei parametri da stimare;

v_{its} : termine random che rappresenta i fattori inosservabili;

u_{its} : termine che rappresenta l'inefficienza;

$i = 1, 2, \dots, N$ denota la compagnia;

$t = 1, 2, \dots, T_i$ denota l'anno.

Per considerare gli effetti dell'inefficienza a due livelli il termine u_{its} è stato decomposto come segue:

$$u_{its} = \mu_{its} + \tau_{its} \quad (5.11)$$

Dove:

μ_{its} : inefficienza persistente nelle divisioni della compagnia;

τ_{its} : componente residuale dell'inefficienza che varia nelle divisioni della compagnia.

Gli autori dimostrano che questo modello è preferibile a quelli in cui l'inefficienza non viene scomposta poiché si incrementano notevolmente il numero di osservazioni, visto che i dati di ogni impresa non vengono considerati in aggregato ma scomposti in tutte le sue divisioni. Inoltre questa procedura permette di analizzare i dati a livello geografico, rispecchiando l'effettiva organizzazione delle attività delle imprese e permettendo di studiare le proprietà di scala e di densità delle frontiere di costo stabilite.

6. Proposta di un modello

Nel presente studio si intende effettuare un confronto tra imprese operanti nel settore ferroviario regionale italiano. A tal fine si presenta un modello econometrico simile a quelli in letteratura precedentemente illustrati.

Tante problematiche riscontrate su benchmarking internazionali, date da differenze tra nazioni sia politiche che geografiche, e che impattano sulla gestione del servizio di trasporto sia a livello manageriale che tecnico, non sono rilevanti ai fini di una comparazione regionale, che risulta quindi essere semplificata. Variabili che emergono dalla letteratura, come gli assetti istituzionali e il livello di sviluppo economico del paese, non vengono ovviamente prese in considerazione, così come variabili quali la diversità di clima e la topografia.

Di seguito si presentano alcune tabelle con dati relativi alle reti regionali, nelle quali viene offerto il servizio ferroviario oggetto del presente studio. La prima tabella (Asstra, 2013) fornisce dati relativi alla lunghezza delle reti, differenziando le reti regionali da quelle nazionali:

Regione	Estensione complessiva	Estensione della rete nazionale	Estensione della rete regionale	% rete regionale complessiva
Abruzzo	522,00	512,00	10,00	1,92
Calabria	1.071,00	851,00	220,00	20,54
Campania	1.466,16	1.108,00	358,16	24,43
Emilia Romagna	1.634,00	1.284,00	350,00	21,42
Lazio	1.361,03	1.250,00	111,03	8,16
Liguria	524,32	500,00	24,32	4,64
Lombardia	2.004,86	1.678,00	326,86	16,30
Marche	386,00	386,00	0,00	0,00
Molise	270,00	270,00	0,00	0,00
Piemonte	2.007,00	1.895,00	112,00	5,58
Puglia Basilicata	1.641,88	822,00	819,88	49,94
Sardegna	1.036,60	429,00	607,60	58,61
Sicilia	1.493,60	1.378,00	115,60	7,74
Toscana	1.533,60	1.450,00	83,60	5,45
Trentino alto Adige	487,00	362,00	125,00	25,67
Umbria	521,00	368,00	153,00	29,37
Valle d'Aosta	81,00	81,00	0,00	0,00
Veneto e Friuli V.G.	1.264,02	1.192,00	72,02	5,70
TOTALE	19.305,05	15.764,00	3.489,05	18,07

Figura 3 - Estensione della rete

Fonte: ASSTRA, 2013

Nelle seguenti tabelle (Asstra, 2013) vengono invece presentati i dati relativi alle percentuali di linee a doppio binario e a quelle delle reti elettrificate, questi ultimi confrontati con quelli relativi alle linee che funzionano a diesel:

Regione	Lunghezza della rete	Doppio Binario
Valle d'Aosta	0,00	0,00
Piemonte	112,00	19,00
Lombardia	326,86	151,35
Trentino Alto Adige	125,00	0,00
Veneto e Friuli	72,02	0,00
Liguria	24,32	0,00
Emilia Romagna	350,00	0,00
Toscana	83,60	0,00
Umbria	153,00	0,00
Marche	0,00	0,00
Lazio	111,03	21,53
Abruzzo	10,00	0,00
Molise	0,00	0,00
Campania	358,16	94,70
Puglia e Basilicata	819,88	37,00
Calabria	220,00	3,00
Sicilia	115,60	0,00
Sardegna	607,60	0,00
Totale	3489,05	326,58

Figura 4 - Linee a doppio binario

Fonte: ASSTRA, 2013

Regione	Trazione		Totale	% elettrificata
	Elettrica	Diesel		
Valle d'Aosta	0	0	0	0,00
Piemonte	96	16	112	85,71
Lombardia	195,7	131,16	326,86	59,87
Trentino Alto Adige	65	60	125	52,00
Veneto e Friuli Venezia Giulia	9	63,015	72,015	12,50
Liguria	24,318	0	24,318	100,00
Emilia Romagna	125	225	350	35,71
Toscana	83,6	0	83,6	100,00
Umbria	142	11	153	92,81
Marche	0	0	0	0,00
Lazio	111,03	0	111,03	100,00
Abruzzo	10	0	10	25,00
Molise	0	0	0	0,00
Campania	316,911	41,245	358,156	88,48
Puglia e Basilicata	74,984	744,891	819,875	9,15
Calabria	0	220	220	0,00
Sicilia	3,8	111,8	115,6	3,29
Sardegna	0	607,6	607,6	0,00
<i>Italia Settentrionale</i>	<i>515,018</i>	<i>495,175</i>	<i>1010,193</i>	<i>50,98</i>
<i>Italia Centrale</i>	<i>346,63</i>	<i>11</i>	<i>357,63</i>	<i>96,92</i>
<i>Italia Meridionale e Insulare</i>	<i>395,695</i>	<i>1725,536</i>	<i>2121,231</i>	<i>18,65</i>
Totale	1257,343	2231,711	3489,054	36,04

Figura 5 - % Rete elettrificata

Fonte: ASSTRA, 2013

Nella seguente tabella (Asstra, 2013) vengono presentati due indicatori che riflettono l'utilità del servizio ferroviario: il primo calcola la densità della rete rispetto alla superficie territoriale, mostrando la capillarità del servizio; il secondo esprime la disponibilità dell'infrastruttura ferroviaria, espressa in km per milione di abitanti, indicando la potenziale capacità dell'infrastruttura ferroviaria di fornire servizi di trasporto per i locali bacini di popolazione.

Regione	Densità	km rete*mln abitanti
Piemonte	4,37	24,90
Valle D'Aosta	0,00	0,00
Lombardia	17,85	40,94
Trentino- Alto Adige	4,79	62,67
Veneto	3,10	11,54
Friuli-Venezia Giulia	2,04	12,14
Liguria	4,61	15,46
Emilia-Romagna	13,65	68,31
Toscana	3,64	22,40
Umbria	17,98	167,68
Marche	0,00	0,00
Lazio	8,08	24,26
Abruzzo	13,19	105,78
Molise	0,00	0,00
Campania	25,41	59,14
Puglia	32,23	172,48
Basilicata	18,31	172,48
Calabria	14,59	109,38
Sicilia	4,27	21,78
Sardegna	25,49	366,48

Figura 6 - Densità della rete e disponibilità dell'infrastruttura

Fonte: ASSTRA, 2013

6.1 Definizione delle variabili

La prima tappa necessaria per la definizione di un modello è l'individuazione dei costi e delle produzioni. In generale, secondo Farsi et al (2005), una compagnia ferroviaria può essere considerata come un'unità produttiva aggregata che opera in una data rete e trasforma lavoro, capitale ed energia in servizi di unità di trasporto. Arrigo et al (2014) sostengono che i gestori di reti ferroviarie possono essere considerati come mono-prodotto, ma il prodotto non può essere considerato omogeneo. Gli output possono infatti essere classificati in:

- treni merci, generalmente lunghi e pesanti, che circolano a velocità media o bassa;
- treni passeggeri regionali, generalmente corti, che servono brevi o brevissime distanze a bassa velocità e con molte fermate;
- treni passeggeri a media e lunga percorrenza, che sono generalmente lunghi e servono distanze maggiori, potendo circolare sulla rete normale oppure su reti dedicate ad alta velocità.

Focalizzando lo studio sul servizio a livello regionale, il prodotto viene considerato omogeneo. L'output può essere misurato basandosi sull'offerta, e quindi in treni-km, o sulla domanda, e quindi in passeggeri-km (Cambini, 2017). La misura che si è scelto di utilizzare nel modello è data dai treni-km circolanti, che rappresentano l'offerta effettiva dell'impresa.

Il sistema di tariffazione più utilizzato in Italia risulta essere quello a fascia chilometrica, il quale prevede che tutte le tariffe siano linearmente proporzionali ai km, cioè il costo al km è circa costante. Gli altri sistemi di tariffazione usati sono: a zone, in cui il costo del biglietto è legato a quante zone vengono attraversate dalla partenza all'arrivo, e il sistema tariffario integrato, il quale consente, in un certo ambito territoriale, di utilizzare indifferentemente vari mezzi di trasporto pubblico, anche di aziende diverse presenti al suo interno, con un unico titolo di viaggio.

Nel modello proposto non vengono però inclusi i ricavi per mancanza di dati. Allo stesso modo l'impatto che deriva dal tipo di sussidio ricevuto e dalle modalità di erogazione non

viene preso in considerazione, ma questo non rappresenta una restrizione poiché le tipologie di sussidio dovrebbero essere equivalenti di regione in regione.

Non viene inoltre analizzata l'efficienza nella gestione dell'infrastruttura, ma alcune caratteristiche di quest'ultima vengono inserite nel modello poiché possono influenzare i livelli di servizio offerto. Caratteristiche della rete che possono avere un forte impatto sul servizio sono: la qualità delle piste, la densità delle stazioni e la struttura spaziale della rete, che dipende dalla lunghezza della rete, dalla percentuale di binari singoli e di binari elettrificati. Nel modello sono state introdotte come variabili esplicative la lunghezza della rete, la percentuale di rete elettrificata e il numero di stazioni servite in rapporto ai km di rete.

Vengono considerate le variabili relative alle ore di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, poiché si ritiene una componente fondamentale per l'efficienza e la sicurezza del servizio. Per analoghe ragioni si considerano le variabili relative all'età media del materiale rotabile e alla percentuale di materiale rinnovato.

Per quanto riguarda gli input produttivi si effettua la seguente distinzione dei prezzi, poiché sono le variabili che influenzano maggiormente i costi:

- p_l rappresenta il costo del lavoro, calcolato come il rapporto tra il monte salari totale annuale e il numero medio annuo di lavoratori;
- p_m rappresenta il costo della manutenzione, calcolato come il rapporto tra il costo della manutenzione totale annuale diviso la lunghezza della rete servita;
- p_p rappresenta il prezzo degli altri fattori operativi, calcolato come il rapporto tra la somma dei costi di trazione (elettricità e carburante), costi di acquisizione servizi terzi e altri costi operativi, diviso la lunghezza della rete servita;
- p_k rappresenta il prezzo del capitale, calcolato come il rapporto tra la somma di ammortamenti, svalutazioni e oneri finanziari, diviso la lunghezza della rete servita.

6.2 Il modello

Il modello di costo creato per effettuare un confronto tra gli operatori ferroviari regionali rivisita i modelli suggeriti da Smith (2012), Bougna et al (2013), Wheat et al (2015), Gautier et al (2013), Cantos et al (2000) e Leveque (2004).

La funzione di costo ha una forma funzionale del tipo:

$$C_{it} = f(Y_{it}, P_{it}, N_{it}, M_{it}, T_{it}; \beta) + v_{it} + u_{it} \quad (6.1)$$

Dove:

C_{it} : totale dei costi di produzione;

Y_{it} : output espresso in passeggeri-km circolanti;

P_{it} : vettore dei prezzi degli input;

N_{it} : vettore delle caratteristiche esogene della rete che influenzano l'efficienza del servizio;

M_{it} : vettore delle ore di manutenzione ordinaria e straordinaria;

T_{it} : vettore delle caratteristiche del materiale rotabile;

β : vettore dei parametri da stimare;

v_{it} : termine random che rappresenta i fattori inosservabili;

u_{it} : termine che rappresenta l'inefficienza;

$i = 1, 2, \dots, N$ denota la regione;

$t = 1, 2, \dots, T_i$ denota l'anno.

Generalmente si assume che le funzioni di costo utilizzate siano il risultato della minimizzazione di costo dati l'output e i prezzi degli input, e che soddisfino le proprietà di non decrescenza, concavità, linearità omogenea nei prezzi degli input e non decrescenza negli output (Farsi et al, 2005). Per queste ragioni viene utilizzata una funzione di Cobb-Douglas (Log-Linear), in cui l'assunzione di concavità è automaticamente soddisfatta, le restrizioni di linearità omogenea sono imposte per mezzo delle normalizzazioni dei coefficienti di costi e

prezzi, e le rimanenti restrizioni vengono verificate una volta ottenute le stime. La funzione risulta formulata come segue:

$$\begin{aligned} \ln(C_{it}) = & \beta_0 + \beta_Y \ln Y_{it} + \beta_{PL} \ln P_{Lit} + \beta_{PM} \ln P_{Mit} + \beta_{PP} \ln P_{Pit} + \beta_{PK} \ln P_{Kit} + \\ & \beta_L L_{it} + \beta_E E_{it} + \beta_S S_{it} + \beta_{MO} MO_{it} + \beta_{MS} MS_{it} + \beta_E E_{it} + \beta_R R_{it} + v_{it} + u_{it} \quad (6.2) \end{aligned}$$

Dove, oltre alle variabili economiche sopra definite:

P_{Lit} : costi del lavoro della regione i-esima normalizzati sulla relativa mediana;

P_{Mit} : costi di manutenzione della regione i-esima normalizzati sulla relativa mediana;

P_{Pit} : altri costi operativi della regione i-esima normalizzati sulla relativa mediana;

P_{Kit} : costi del capitale della regione i-esima normalizzati sulla relativa mediana;

L_{it} : lunghezza della rete della regione i-esima;

E_{it} : percentuale di rete elettrificata della regione i-esima;

S_{it} : rapporto tra stazioni servite e lunghezza della rete per la regione i-esima;

MO_{it} : ore di manutenzione ordinaria per la regione i-esima;

MS_{it} : ore di manutenzione straordinaria per la regione i-esima;

E_{it} : età media del materiale rotabile per la regione i-esima;

R_{it} : percentuale di materiale rotabile rinnovato per la regione i-esima.

6.3 Dati

Le regressioni multiple possono essere effettuate con dati cross-sectional, ovvero relativi a una porzione della popolazione in un dato tempo, oppure con serie temporali. Quando si fa un uso congiunto delle precedenti dimensioni si possono costruire due tipi di data-set:

- pooled data, quando le osservazioni nel tempo vengono effettuate su campioni diversi e sono quindi considerate tra loro indipendenti. È possibile assumere che i dati siano di tipo

pooled anche quando il campione nel tempo è lo stesso, escludendo però l'ipotesi di una eventuale correlazione nei termini d'errore delle diverse osservazioni;

- panel data, quando le osservazioni nel tempo vengono effettuate sullo stesso campione, permettendo di stimare i parametri in maniera più precisa.

Nel presente studio i dati analizzati sono relativi a 15 regioni italiane per gli anni dal 2011 al 2016. Per ragioni di privacy non viene reso esplicito il nome delle regioni analizzate, ma i dati sono stati organizzati in formato panel, in quanto le osservazioni nel tempo sono relative alle stesse imprese regionali.

Nel data set che viene di seguito presentato i dati relativi ai treni-km operati e ai prezzi degli input lavoro, manutenzione, altri costi operativi e capitale, sono stati normalizzati per ogni regione sulla relativa mediana. I dati così ottenuti sono i seguenti:

Tabella 2 - Dati normalizzati Output e Prezzi degli Input

Regione	Anno	Output	Prezzi degli input			
		Treni-km circolanti	Prezzo lavoro	Prezzo manutenzione	Prezzo altri costi operativi	Prezzo capitale
Regione 1	2011	1,002301	0,958256	1,174705	0,995269	0,997265
Regione 1	2012	0,997699	0,982698	1,106735	0,966029	0,751653
Regione 1	2013	0,988686	1,017302	0,887147	1,004731	0,887589
Regione 1	2014	0,9648	1,047627	0,829884	0,992247	1,002735
Regione 1	2015	1,03834	0,97817	1,052053	1,049281	1,108283
Regione 1	2016	1,044636	1,052043	0,947947	1,038373	1,157896
Regione 2	2011	1,004368	0,822649	0,92083	1,502048	0,988876
Regione 2	2012	1,010004	0,917889	0,509871	0,985509	1,027902
Regione 2	2013	1,001088	1,051871	1,075342	0,806114	0,909256
Regione 2	2014	0,947903	1,003802	1,052377	0,913115	0,791782
Regione 2	2015	0,997886	1,030561	1,294319	1,015102	1,011124
Regione 2	2016	0,998912	0,996198	0,947623	1,014491	1,191339
Regione 3	2011	1,085266	0,89657	1,330896	1,098944	0,917793
Regione 3	2012	1,048689	0,928727	0,924912	1,087159	0,963663
Regione 3	2013	1,014701	0,995356	1,155457	1,039785	0,973975

Regione 3	2014	0,931716	1,004644	0,982456	0,960215	1,026025
Regione 3	2015	0,952671	1,040406	1,017544	0,931455	1,208091
Regione 3	2016	0,985299	1,072687	0,83856	0,943825	1,450688
Regione 4	2011	1,070635	0,881515	0,963843	1,023571	1,028004
Regione 4	2012	1,050577	0,929779	0,827049	0,995607	1,081713
Regione 4	2013	0,984047	1,001293	0,886542	0,96557	0,84478
Regione 4	2014	0,950695	0,998707	1,036157	0,978868	0,971996
Regione 4	2015	0,997186	1,067566	1,359033	1,004393	1,040003
Regione 4	2016	1,002814	1,086926	1,866508	1,007969	0,942685
Regione 5	2011	1,002969	0,917673	1,296183	1,040732	0,891948
Regione 5	2012	1,00335	0,943997	1,233879	1,075356	1,000962
Regione 5	2013	1,010291	0,98629	1,113332	1,041728	1,038977
Regione 5	2014	0,974166	1,01371	0,783878	0,927069	0,999038
Regione 5	2015	0,99217	1,04191	0,886668	0,934963	1,021094
Regione 5	2016	0,997031	1,033867	0,846056	0,959268	0,981169
Regione 6	2011	1,021394	0,878712	1,183762	0,644213	0,953884
Regione 7	2012	1,018191	1,043968	0,758776	1,068074	0,991261
Regione 8	2013	0,984163	1,039984	1,040988	0,948053	1,008739
Regione 9	2014	0,989444	0,99684	0,959012	0,980932	1,090797
Regione 10	2015	1,001031	0,987902	1,584624	1,019068	0,971495
Regione 6	2016	0,998969	1,00316	0,914297	1,179809	1,04032
Regione 7	2011	0,977617	0,891941	1,002592	0,997126	0,841217
Regione 7	2012	0,986069	0,934047	1,213939	0,99199	0,960235
Regione 7	2013	0,998373	0,985923	0,992743	0,964793	0,991954
Regione 7	2014	1,001627	1,014077	1,049502	1,002874	1,008046
Regione 7	2015	1,023378	1,017163	0,997408	1,039835	1,137809
Regione 7	2016	1,058412	1,028961	0,808575	1,093546	1,237736
Regione 8	2011	0,99565	0,903388	1,440986	1,013961	0,728636
Regione 8	2012	1,00435	0,943092	1,195909	1,012272	0,863364
Regione 8	2013	1,004825	0,996269	1,057611	1,048711	0,915146
Regione 8	2014	0,983167	1,003731	0,942389	0,966198	1,084854
Regione 8	2015	0,994001	1,010406	0,849292	0,953396	1,184013
Regione 8	2016	1,042681	1,018021	0,744216	0,987728	1,259964
Regione 9	2011	1,017973	0,876965	0,960392	0,965675	1,338699
Regione 9	2012	0,942555	0,906748	0,885512	0,840941	1,324813
Regione 9	2013	0,987698	0,998807	0,975805	0,990289	0,704916

Regione 9	2014	1,000776	1,001193	1,267162	1,179415	0,980479
Regione 9	2015	0,999224	1,040397	1,024195	1,160513	1,019521
Regione 9	2016	1,014559	1,003791	1,039426	1,009711	0,928212
Regione 10	2011	1,050971	0,912992	0,957186	1,002037	0,892845
Regione 10	2012	1,007751	0,948843	1,116891	1,056313	0,949355
Regione 10	2013	1,004537	0,994594	1,099163	1,004113	0,984477
Regione 10	2014	0,994402	1,005406	0,961183	0,990943	1,035292
Regione 10	2015	0,995003	1,02963	0,79928	0,989714	1,015523
Regione 10	2016	0,995463	1,037414	1,038817	0,997963	1,042296
Regione 11	2011	1,113948	0,947503	1,14575	1,008515	0,952449
Regione 11	2012	0,976677	0,946493	1,324873	1,0048	1,067997
Regione 11	2013	0,996588	0,996564	0,860102	1,007138	1,047383
Regione 11	2014	0,988236	1,003436	1,139898	0,935795	1,018734
Regione 11	2015	1,004608	1,013895	0,770945	0,9952	0,981266
Regione 11	2016	1,003412	1,045525	0,672922	0,971556	0,958186
Regione 12	2011	1,001734	0,945889	1,32544	1,008909	0,995546
Regione 12	2012	0,98042	0,930143	1,242272	0,9762	1,004454
Regione 12	2013	0,958845	0,990094	0,980138	1,019235	1,009489
Regione 12	2014	0,998266	1,009906	0,780477	1,01639	0,985268
Regione 12	2015	1,011607	1,022632	0,766291	0,945964	0,985081
Regione 12	2016	1,039743	1,052041	1,019862	0,991091	1,036568
Regione 13	2011	1,019632	0,919668	0,792372	0,996039	0,796085
Regione 13	2012	1,000153	0,946797	0,987413	1,022895	0,867794
Regione 13	2013	1,001137	0,993308	1,073896	0,981758	0,952912
Regione 13	2014	0,971485	1,006692	1,03659	1,004574	1,047088
Regione 13	2015	0,999324	1,025195	1,012587	1,002446	1,055285
Regione 13	2016	0,999847	1,016752	0,961646	0,997554	1,04999
Regione 14	2011	1,059725	0,948933	0,979665	0,731559	0,559203
Regione 14	2012	1,036021	0,963409	1,13416	1,031976	0,499362
Regione 14	2013	1,00925	1,012475	1,020335	1,020117	1,007547
Regione 14	2014	0,99075	1,012245	1,032101	1,065293	1,103147
Regione 14	2015	0,862015	0,987755	0,783732	0,884732	1,070703
Regione 14	2016	0,85114	1,012858	0,808543	0,979883	0,992453
Regione 15	2011	0,988456	0,902166	0,794962	0,950974	0,91731
Regione 15	2012	0,965276	0,907153	0,99128	1,000631	0,978499
Regione 15	2013	0,976003	0,987602	1,40566	0,999369	0,962983

Regione 15	2014	1,011544	1,012398	1,539628	1,016023	1,021501
Regione 15	2015	1,044496	1,037735	1,00872	1,116018	1,063219
Regione 15	2016	1,012972	1,035807	0,807491	0,961765	1,087192

I panel data della precedente tabella hanno le seguenti caratteristiche:

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
Trenik~i overall	1.000205	.0366675	.8511402	1.113948	N = 90
between		.0106309	.9681503	1.013911	n = 15
within		.0351829	.8831951	1.100241	T = 6
PLavoro overall	.9865347	.0522041	.8226495	1.086926	N = 90
between		.0092721	.9704951	1.006016	n = 15
within		.0514211	.8386891	1.079163	T = 6
PManut~e overall	1.024546	.2121766	.5098711	1.866508	N = 90
between		.0519033	.9597561	1.156522	n = 15
within		.2060978	.5676904	1.734532	T = 6
PAltri~i overall	1.000482	.0915595	.6442128	1.502048	N = 90
between		.0204896	.9522599	1.039397	n = 15
within		.0893695	.6713366	1.463134	T = 6
PCapit~e overall	.9974322	.1392182	.4993617	1.450688	N = 90
between		.0465244	.872069	1.090039	n = 15
within		.1316768	.6247249	1.358081	T = 6

Figura 7 - Proprietà dati Output e Prezzi degli Input

Le precedenti statistiche vengono proposte in tre versioni:

- relativamente al totale delle osservazioni (versione overall);
- relativamente alle unità cross-sezionali medie, cioè dopo aver calcolato le medie temporali per ciascuna unità (versione between);
- relativamente alle osservazioni temporali medie, cioè dopo aver calcolato le medie sulle unità cross-sezionali per ciascuna osservazione (versione within).

I dati relativi alla lunghezza della rete, alla % di rete elettrificata, al numero di stazioni servite in rapporto alla lunghezza della rete, alle ore di manutenzione ordinaria e straordinaria, all'età media del materiale rotabile e alla % di materiale rinnovato, sono invece stati analizzati nei loro valori reali. Nella seguente tabella i dati vengono presentati, anche in questo caso, normalizzati per ogni regione sulla relativa mediana, per ragioni di privacy.

Tabella 3 - Dati normalizzati Caratteristiche della Rete, Manutenzione e Materiale Rotabile

Regione	Anno	Caratteristiche della rete			Manutenzione		Materiale rotabile	
		Lunghezza rete	% Rete elettrificata	Numero di stazioni servite/Lunghezza rete	Ore manutenzione ordinaria	Ore manutenzione straordinaria	Età media materiale rotabile	Percentuale di materiale rinnovato
Regione 1	2011	1	1	1,088608	1,155206	0,789321	0	0
Regione 1	2012	1	1	1	0,965872	1,980489	1,023256	1
Regione 1	2013	1	1	1	0,995545	1,770323	1,069767	1
Regione 1	2014	1	1	1	1,031739	1,181243	1,116279	1
Regione 1	2015	1	1	1	1,004455	0,818757	0,976744	1,888889
Regione 1	2016	1	1	1	0,928789	0,188259	0,976744	2,055556
Regione 2	2011	1	1	0,972222	0,982436	11,55556	1,263158	0
Regione 2	2012	1	1	0,972222	1,009645	0	1,315789	0
Regione 2	2013	1	1	0,972222	1,044109	0	1,368421	0
Regione 2	2014	1	1	1,027778	0,981241	0	0,684211	2
Regione 2	2015	1	1	1,027778	0,990355	6,944444	0,736842	2,16
Regione 2	2016	1	1	1,027778	1,053577	2	0,736842	2,28
Regione 3	2011	1	1	1,063063	1,114145	0,870575	0	0
Regione 3	2012	1	1	1,063063	1,009675	2,551364	1	1
Regione 3	2013	1	1	1	0,913396	4,813697	1	1
Regione 3	2014	1	1	1	0,95779	1,129425	1,033333	1
Regione 3	2015	1	1	1	1,038959	0	1	1,333333
Regione 3	2016	1	1	1	0,990325	0	0,966667	0,166667

Regione 4	2011	1,010454	1,002768	1,046985	1,12843	0	0	0
Regione 4	2012	1,009553	1,002638	1,047919	1,067892	0,879834	0,959821	0,984127
Regione 4	2013	1,018565	1,005058	0,953385	0,999165	2,744199	1	1,003175
Regione 4	2014	0,990447	0,997362	0,97248	0,969919	1,841713	1,044643	1
Regione 4	2015	0,987383	0,996497	0,975498	0,988736	1,120166	1,089286	1
Regione 4	2016	0,986391	0,996215	1,024502	1,000835	0,723204	1	1,288889
Regione 5	2011	0,988971	0,999223	1,011408	1,024436	0,019395	0	0
Regione 5	2012	0,999747	0,999986	0,993509	1,001227	1,744049	0,976744	0,969697
Regione 5	2013	0,999747	0,999986	1,000505	0,994792	2,724655	1,023256	1,030303
Regione 5	2014	1,000253	1,000014	0,993007	0,998773	1,738466	1,069767	1,030303
Regione 5	2015	1,000253	1,000014	1	1,055866	0,261534	1,116279	0,666667
Regione 5	2016	1,000253	1,000014	1	0,990603	0,002939	0,976744	1,757576
Regione 6	2011	1	1	1	1,005969	0	0	0
Regione 6	2012	1	1	1	1,043605	0,297872	1,05	0,88172
Regione 6	2013	1	1	1	1,059158	11,19149	1,05	0,967742
Regione 6	2014	1	1	1	0,994031	0,170213	1,05	1,032258
Regione 6	2015	1	1	1	0,859601	1,702128	0,95	1,225806
Regione 6	2016	1	1	1	0,772578	3,212766	0,95	1,677419
Regione 7	2011	1,001123	1,000104	1,030324	0,923814	0	0	0
Regione 7	2012	0,99626	0,999652	1,017082	0,898196	1,826087	1,117647	0,880734
Regione 7	2013	0,99626	0,999652	1,010992	0,917812	0	1,117647	0,972477
Regione 7	2014	1	1	0,940468	1,076186	5,043478	1,058824	1,027523
Regione 7	2015	1	1	0,989008	1,111041	7,73913	0,941176	1,247706
Regione 7	2016	1,004731	1,000436	0,984351	1,240696	0,173913	0,823529	1,376147
Regione 8	2011	1	1	1	1,16421	0,022175	0	0
Regione 8	2012	1	1	1	1,147309	1,448056	1	0,933333
Regione 8	2013	1	1	1	1,011822	2,189854	1,043478	1,111111
Regione 8	2014	1	1	1	0,967545	1,79192	1	1,155556
Regione 8	2015	0,999946	0,999998	1,000054	0,988178	0,551944	0,956522	1,022222
Regione 8	2016	1,002866	1,000102	0,997142	0,988178	0,051033	1	0,977778
Regione 9	2011	1	0,896064	1	1,178266	0,682652	0,954447	0,388489
Regione 9	2012	1	0,896064	1	1,140844	0,811201	1,002169	0,561151
Regione 9	2013	1	1	1	1,010557	1,24401	1,019523	0,834532
Regione 9	2014	1	1	1	0,9481	1,123526	1,041215	1,165468
Regione 9	2015	1	1	1	0,989443	0,957498	0,997831	1,194245
Regione 9	2016	1	1	1	0,881994	1,042502	0,997831	1,179856

Regione 10	2011	0,994897	0,997752	1,326549	1,196391	0	0	0
Regione 10	2012	1,00011	1	1,269406	1,125883	4,157132	1,076923	0,816901
Regione 10	2013	1,00011	1	1,009132	1,05551	13,70557	1,128205	0,873239
Regione 10	2014	1,00011	1	0,990868	0,94449	1,610984	1,025641	1,126761
Regione 10	2015	0,99989	0,999905	0,922578	0,890279	0,170862	0,974359	26,73239
Regione 10	2016	0,99989	1,01308	0,922578	0,843716	0,389016	0,974359	1,521127
Regione 11	2011	0,999146	1,000505	1,063408	1,140535	1,898039	0	0
Regione 11	2012	0,999642	0,999497	1,000358	1,042355	2,686275	0,943396	1
Regione 11	2013	1	0,999637	1	1,00468	1,988235	0,981132	1
Regione 11	2014	1	0,999637	1	0,99532	0,05098	1,018868	1
Regione 11	2015	1,001868	1,000363	0,998135	0,908983	0,101961	1,018868	1,230769
Regione 11	2016	1,001868	1,000363	0,982539	0,85469	0,015686	1,09434	1,230769
Regione 12	2011	1	0	1	1,170407	1,527183	0	0
Regione 12	2012	1	0	1,02439	1,07828	1,560475	0,978723	0,933333
Regione 12	2013	1	0	0,95122	1,05696	1,253763	1,021277	0,977778
Regione 12	2014	1	0	1,02439	0,94304	0,746237	1,06383	1,022222
Regione 12	2015	1	0	1	0,841516	0,622277	0,978723	1,466667
Regione 12	2016	0,999823	0	0,975782	0,639318	0,357889	1,021277	1,511111
Regione 13	2011	1	1	1,01356	0,939168	0	0	0,192308
Regione 13	2012	1	1	1,002172	0,999696	0	1,157895	0,461538
Regione 13	2013	1	1	1,002172	1,000304	0	1,157895	0,692308
Regione 13	2014	0,998647	0,998277	0,997828	1,0122	0	1,052632	1,307692
Regione 13	2015	0,998647	0,998277	0,997828	0,972994	0	0,947368	2,076923
Regione 13	2016	1	1	0,996478	1,012071	0	0,947368	3,423077
Regione 14	2011	1	1	1	2,539564	0	0,827068	0
Regione 14	2012	1	1	1	1,552466	0	0,977444	0
Regione 14	2013	1	1	1	1,211583	0	1,12782	0
Regione 14	2014	1	1	1	0,788417	0	1,007519	0
Regione 14	2015	1	1	1	0,464736	0	0,992481	0
Regione 14	2016	1	1	1	0,508314	0	1,142857	0
Regione 15	2011	1,002431	1,001257	0,998973	1,036514	0,011976	0	0
Regione 15	2012	1,000373	1,000193	1,001027	1,035894	0,005133	1,25	0,851064
Regione 15	2013	1,000159	1,000082	1,001242	1,052459	1,767322	1,3125	0,808511
Regione 15	2014	0,999841	0,999918	1,00156	0,964106	6,176219	1	1,148936
Regione 15	2015	0,999841	0,999918	0,982049	0,872758	1,308811	1	1,255319
Regione 15	2016	0,999841	0,999918	0,884494	0,822736	0,691189	1	1,319149

I panel data relativi alle variabili presentate nella precedente tabella, non normalizzati, hanno le seguenti caratteristiche:

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
Lunghe~e overall	850.6866	478.8431	241.7	1897.5	N = 90
between		492.8696	241.7	1895.712	n = 15
within		4.178872	835.07	870.77	T = 6
Reteel~a overall	.6969988	.23803	0	1	N = 90
between		.2448404	0	1	n = 15
within		.0089024	.6489442	.721026	T = 6
Numero~h overall	.1269465	.0320719	.075018	.210604	N = 90
between		.0324834	.0769166	.2104942	n = 15
within		.0057201	.1095257	.15615	T = 6
OreMor~a overall	106190.1	63696.48	1621	220892	N = 90
between		64623.96	4107.167	191792.3	n = 15
within		10752.02	75603.59	140718.6	T = 6
OreMst~a overall	5477.233	14296.87	0	72193	N = 90
between		14290.34	0	56691.83	n = 15
within		3414.579	-11598.6	20978.4	T = 6
Etmedi~e overall	18.06778	8.796384	0	31	N = 90
between		4.281709	6.733333	25	n = 15
within		7.750695	-6.932222	24.73444	T = 6
percen~a overall	.4044667	.9996676	0	9.49	N = 90
between		.4291018	0	1.838333	n = 15
within		.9085986	-1.433867	8.056133	T = 6

Figura 8 - Proprietà variabili non normalizzate

Nella regressione econometrica, si è scelto di utilizzare come variabile dipendente i costi totali di produzione, dati dalla somma di costi del lavoro, costi di manutenzione, costi di accesso all'infrastruttura, costi di trazione, di servizi di terzi e altri costi operativi, ammortamenti, oneri finanziari e svalutazioni.

Nella seguente tabella si riportano i costi operativi, normalizzati per ogni regione sulla relativa mediana:

Tabella 4 - Dati normalizzati costi operativi

Regione	Anno	Costi del personale			Costi di manutenzione interna		Costi di accesso all'infrastruttura	Altri costi operativi		
		operativo (condotta scorta manovra)	adetto alla manutenzione	adetto ad altre mansioni	ordinaria	straordinaria	Pedaggio	costi di trazione (elettricità e carburante)	costi di acquisizione servizi terzi	altri costi operativi
Regione 1	2011	1,088622	1,010541	0,907679	1,050897	1,464482	1,009514	0,961502	1,014371	0,948024
Regione 1	2012	0,99666	0,970078	0,822528	1,126697	1,106988	0,990486	1,085076	1,173502	0,797768
Regione 1	2013	1,029486	1,0017	0,930983	0,962753	0,768339	0,961485	0,914449	1,223274	0,996002
Regione 1	2014	0,916739	0,971438	1,069017	0,938648	0,642795	0,930183	1,061787	0,985629	1,003998
Regione 1	2015	1,000041	0,9983	1,292202	1,007333	1,179472	1,021329	1,038498	0,973011	1,067411
Regione 1	2016	0,999959	1,019721	1,300568	0,992667	0,893012	1,041584	0,777091	0,966702	1,115946
Regione 2	2011	0,916261	0,869446	0,86084	2,059502	0,666174	1,026396	1,036798	0,618919	2,945446
Regione 2	2012	0,97977	0,889269	0,876062	0,754927	0,560444	0,99064	0,937379	0,972973	1,046232
Regione 2	2013	1,152369	0,976077	1,056197	2,200074	0,879852	0,972342	0,963202	1,3	0,343042
Regione 2	2014	0,772983	1,023923	0,986934	0,426181	1,719409	0,923336	1,041963	0,745946	0,921868
Regione 2	2015	1,02023	1,044429	1,013066	0,434362	2,159335	1,00936	1,346675	1,07027	0,953768
Regione 2	2016	1,037644	1,062201	1,019663	1,245073	1,120148	1,017983	0,910265	1,027027	1,096163
Regione 3	2011	1,171427	1,05282	1,049508	1,070627	1,54887	1,172533	1,088514	1,419728	0,879366
Regione 3	2012	1,111995	0,976272	0,925657	0,914146	0,885308	1,048677	1,25072	1,163434	1,000781
Regione 3	2013	1,049215	0,967983	0,950492	1,004418	1,260538	1,012704	1,101688	0,999175	1,014396
Regione 3	2014	0,925395	0,947668	0,940655	0,904901	1,014661	0,928646	0,911486	1,000825	0,966745
Regione 3	2015	0,925177	1,023728	1,107241	0,995582	0,985339	0,942489	0,721833	0,799009	0,999219
Regione 3	2016	0,950785	1,053795	1,176262	1,006322	0,603238	0,987296	0,579388	0,897235	1,011048
Regione 4	2011	1,077319	0,999139	1,010983	0,677768	1,118697	1,017602	0,928385	1,060388	1,069411
Regione 4	2012	0,985582	0,97787	0,961513	0,848228	0,687828	1,015304	0,998858	1,009526	0,945453
Regione 4	2013	0,97382	0,984931	0,987012	0,992757	0,667345	0,957415	1,035073	0,948059	1,002714

Regione 4	2014	0,964265	1,000861	0,989017	1,007243	0,881303	0,929188	1,035563	0,990474	0,997286
Regione 4	2015	1,02648	1,058038	1,136759	1,103143	1,369485	0,993565	1,001142	1,056254	0,924643
Regione 4	2016	1,014418	1,131491	1,213256	1,264227	2,13209	1,006435	0,706688	0,989216	1,045046
Regione 5	2011	1,091349	1,009052	0,972901	1,239128	1,293559	1,011061	1,053701	1,183931	1,049471
Regione 5	2012	1,0088	0,977947	0,921041	1,205694	1,231859	1,001482	1,002345	1,134988	1,226938
Regione 5	2013	1,011054	1,01406	0,965569	0,945279	1,25053	0,998518	0,786871	1,047978	1,200601
Regione 5	2014	0,963162	1,008763	1,027099	0,868399	0,683527	0,962189	0,997655	0,916235	0,900281
Regione 5	2015	0,9912	0,989599	1,356642	0,987419	0,768141	0,983237	1,109077	0,952022	0,858716
Regione 5	2016	0,979126	0,991237	1,323379	1,012581	0,664347	1,031946	0,753824	0,902552	0,950529
Regione 6	2011	0,956508	1,094711	0,921587	0,994092	1,104944	0,098459	1,089552	0,846341	1,382521
Regione 6	2012	1,028587	1,031168	0,924815	1,005908	0,514886	1,017909	0,930348	0,977236	1,149758
Regione 6	2013	1,109715	1,04444	1,011224	0,961212	0,926041	0,982091	0,931592	0,957724	0,825062
Regione 6	2014	1,056694	0,968832	0,991697	1,768302	0,390139	0,978426	1,068408	1,429268	0,73752
Regione 6	2015	0,971413	0,950332	1,008303	1,144105	1,57699	1,027905	1,322139	1,056911	0,850242
Regione 6	2016	0,963322	0,914136	1,032134	0,34729	1,073959	1,041066	0,910448	1,022764	1,4645
Regione 7	2011	0,955418	0,937818	0,945723	0,972399	1,057496	0,998504	1,015618	1,034272	0,982116
Regione 7	2012	0,974769	0,960999	0,877694	1,096139	1,403896	0,981141	0,984382	0,970061	1,009266
Regione 7	2013	0,9919	0,981616	0,957839	1,016119	0,942504	0,996288	0,833749	0,999956	0,902275
Regione 7	2014	1,0081	1,018384	1,042161	0,983881	1,162189	1,001496	1,126883	0,985451	0,990734
Regione 7	2015	1,021636	1,075388	1,101765	1,044291	0,91689	1,034204	1,262175	1,000044	1,027008
Regione 7	2016	1,05458	1,28906	1,152595	0,979581	0,525292	1,089334	0,872008	1,090612	1,158466
Regione 8	2011	1,079837	1,002116	0,895655	1,276059	1,638649	1,025105	1,02531	0,874569	1,083138
Regione 8	2012	0,984194	0,97167	0,886143	1,211698	1,176986	1,000337	0,97469	0,991206	1,06239
Regione 8	2013	0,999514	0,988596	0,952969	1,059695	1,055114	0,999663	0,831423	0,998804	1,19846
Regione 8	2014	0,988468	0,997884	1,047031	0,940305	0,944886	0,969739	1,093123	1,001196	0,93761
Regione 8	2015	1,000486	1,022344	1,190846	0,898841	0,789807	0,986653	1,201051	1,015406	0,846628
Regione 8	2016	1,02541	1,050003	1,232064	0,885757	0,579269	1,076953	0,857211	1,003447	0,887757
Regione 9	2011	1,197455	0,957146	1,008439	1,324509	0,918626	1,033372	1,002299	1,12552	1,555997
Regione 9	2012	1,002368	0,933472	0,886639	2,588047	0,783655	0,967853	0,999234	0,968135	1,742737
Regione 9	2013	0,997632	1,013262	0,990717	0,541516	0,970645	0,997489	0,993614	0,889443	1,072759
Regione 9	2014	1,021735	1,013043	0,991561	2,969114	1,155441	0,995408	1,000766	0,781934	0,070524
Regione 9	2015	0,974306	0,995068	1,2827	0,16446	1,037498	1,004348	1,047765	1,031865	0,466849
Regione 9	2016	0,92716	1,004932	1,232349	0,675491	1,029355	1,002511	0,699361	1,127182	0,927241
Regione 10	2011	1,013148	1,119093	1,017735	0,947237	0,935211	0,990011	1,049527	0,979483	0,990432
Regione 10	2012	1,058812	1,041512	0,918135	1,107298	1,100509	1,025112	1,057168	0,931554	1,141158
Regione 10	2013	1,045059	1,018752	0,982265	1,056432	1,11428	1,000714	1,019336	1,020517	0,995283

Regione 10	2014	0,986852	0,92552	0,981318	0,89833	0,998318	0,988207	0,980664	0,958577	1,004717
Regione 10	2015	0,965011	0,954858	1,025729	0,889866	0,695775	0,999286	0,967712	1,025188	0,966048
Regione 10	2016	0,945593	0,981248	1,040533	1,052763	1,001682	1,022139	0,732982	1,037531	1,035182
Regione 11	2011	1,157298	1,061654	1,117904	0,786754	1,450851	1,097599	1,092179	0,912775	0,892171
Regione 11	2012	1,020244	1,001504	0,965611	0,877351	1,702589	0,978024	1,07067	1,03859	1,011076
Regione 11	2013	1,000599	0,989064	1,008734	0,987081	0,799808	0,994829	0,934637	0,995595	1,074093
Regione 11	2014	0,979018	0,992618	0,991266	1,116926	1,200192	0,980148	1,005866	1,004405	0,82979
Regione 11	2015	0,981047	0,998496	1,122999	1,012919	0,625509	1,005171	0,994134	1,027313	0,988924
Regione 11	2016	0,999401	1,044429	0,978348	1,075388	0,405778	1,009326	0,71257	0,977269	1,053596
Regione 12	2011	1,044056	1,155097	0,982856	1,218452	1,429182	0,990086	0,952506	0,963663	1,121769
Regione 12	2012	1,050664	1,082992	0,932158	1,358349	1,048262	0,959066	1,108267	1,167151	0,827008
Regione 12	2013	1,016049	1,036901	1,054862	0,979107	0,951738	0,959866	1,257327	0,947674	0,913155
Regione 12	2014	0,983951	0,963099	0,945873	1,020893	0,43312	1,009914	1,047494	1,02907	1,007683
Regione 12	2015	0,93291	0,889863	1,017144	0,958716	0,483969	1,039815	0,765163	0,97093	0,992317
Regione 12	2016	0,91598	0,81804	1,121724	0,921946	1,120261	1,053086	0,800813	1,092297	1,068685
Regione 13	2011	0,999474	1,057836	0,997491	1,026559	0,609254	1,008061	0,872198	0,966298	1,017738
Regione 13	2012	0,98565	1,040656	0,885197	1,134745	0,870133	1,003331	0,96821	1,013622	1,075643
Regione 13	2013	1,000526	0,978504	0,916051	1,022623	1,10869	0,996669	1,03179	0,986378	0,898519
Regione 13	2014	0,990661	0,959028	1,002509	0,899916	1,134619	0,970662	1,122586	1,042371	0,982262
Regione 13	2015	1,015354	0,98468	1,119482	0,977377	1,032896	0,993259	1,085693	0,972136	0,967602
Regione 13	2016	1,022398	1,01532	1,101716	0,949213	0,967104	1,005861	0,831072	1,034233	1,021036
Regione 14	2011	1,046329	1,306122	0,944902	0,862143	9,649123	1,08165	0,247849	0,833333	0,699755
Regione 14	2012	1,094515	1,11146	0,828372	1,242289	1,216374	1,041242	1,3144	1,022876	0,891297
Regione 14	2013	0,986014	0,982732	0,881571	1,132979	0,467836	1,025547	1,434882	0,94281	0,752884
Regione 14	2014	1,013986	0,960754	1,055098	1,144169	0,549708	0,974453	1,223752	0,977124	1,32611
Regione 14	2015	0,846482	1,017268	1,614946	0,859848	0,783626	0,890633	0,776248	1,080065	1,108703
Regione 14	2016	0,829545	0,850863	1,687144	0,867021	1,625731	0,878611	0,590361	1,096405	1,824537
Regione 15	2011	0,963156	0,95874	0,962652	0,786361	0,767184	0,963609	0,948647	0,84634	0,951902
Regione 15	2012	0,948682	0,920967	0,926518	1,013471	0,915784	0,946938	0,866677	0,956522	1,12972
Regione 15	2013	0,996093	0,99477	0,979975	1,078875	1,696923	0,951363	0,894865	1,001486	1,097819
Regione 15	2014	1,028217	1,031846	1,020025	0,986529	2,074978	1,036391	1,202009	1,01858	0,928581
Regione 15	2015	1,012534	1,021618	1,077233	0,893523	1,084216	1,125092	1,519197	0,998514	1,048098
Regione 15	2016	1,003907	1,00523	1,090749	1,021336	0,527107	1,111176	1,051353	1,079339	0,602426

Nella seguente tabella si riportano invece i dati relativi al costo del capitale, anche in questo caso normalizzati per ogni regione sulla relativa mediana:

Tabella 5 - Dati normalizzati costo del capitale

Regione	Anno	Ammortamenti, Svalutazioni e Oneri Finanziari			
		ammortamenti beni materiali (escluso materiali rotabili)	ammortamenti beni materiali (solo per materiali rotabili)	Svalutazioni	oneri finanziari
Regione 1	2011	1,082519006	0,663576	15,26801	1,491176
Regione 1	2012	0,704806569	0,63281	0,619597	1,374333
Regione 1	2013	0,907242858	0,99285	3,342939	0,000118
Regione 1	2014	0,944705757	1,00715	1,126801	1,050931
Regione 1	2015	1,055294243	1,146546	0,873199	0,949069
Regione 1	2016	1,131512502	1,251947	0,302594	0,58307
Regione 2	2011	0,978013548	0,975425	1,401709	1,30303
Regione 2	2012	1,021986452	1,052244	0,384615	1,24403
Regione 2	2013	0,967814428	0,857191	2,393162	1,073174
Regione 2	2014	0,862106594	0,71353	4,031339	0,926826
Regione 2	2015	1,138844172	1,024575	0,598291	0,819508
Regione 2	2016	1,396501615	1,301964	0,290598	0,50391
Regione 3	2011	0,817109961	0,76182	2,431247	1,49378
Regione 3	2012	0,897896413	0,934984	0,078409	1,338014
Regione 3	2013	0,956989199	0,965007	0,558443	1,093454
Regione 3	2014	1,043010801	1,034993	1,441557	0,906546
Regione 3	2015	1,265590905	1,342592	0,133585	0,782416
Regione 3	2016	1,451479588	1,593616	7,080587	0,512687
Regione 4	2011	0,990322373	1,03406	1,156384	1,49973
Regione 4	2012	1,079286582	1,115786	0,164968	1,353883
Regione 4	2013	0,863612605	0,852989	0,843616	1,064485
Regione 4	2014	1,00383969	0,96594	1,418187	0,935515

Regione 4	2015	1,087500704	1,069391	0,205472	0,849082
Regione 4	2016	0,99616031	0,957557	3,155311	0,554256
Regione 5	2011	0,800377672	0,812952	2,745531	1,290437
Regione 5	2012	0,951696712	0,976286	0,295169	1,200807
Regione 5	2013	1,008388202	1,023941	1,098263	1,06046
Regione 5	2014	0,991611798	0,978607	1,158869	0,93954
Regione 5	2015	1,030026199	1,032522	0,248764	0,804654
Regione 5	2016	1,015969786	1,021393	0,901737	0,491699
Regione 6	2011	0,888114292	0,840047	5,159502	1,341213
Regione 6	2012	0,931573435	0,988057	0,798643	1,244584
Regione 6	2013	1,001399071	1,003863	1,049774	1,041935
Regione 6	2014	1,083552521	1,087965	3,892534	0,958065
Regione 6	2015	0,998600929	0,996137	0,252262	0,812798
Regione 6	2016	1,105713806	1,12381	0,950226	0,497911
Regione 7	2011	0,803365027	0,811966	0,88089	1,265717
Regione 7	2012	0,941453789	0,944352	0,294316	1,188434
Regione 7	2013	0,981994913	0,990975	1,11911	1,042208
Regione 7	2014	1,018005087	1,009025	1,457554	0,957792
Regione 7	2015	1,165754721	1,18322	0,274682	0,822168
Regione 7	2016	1,258188627	1,279853	9,856208	0,519422
Regione 8	2011	0,627787137	0,726667	1,458111	1,384588
Regione 8	2012	0,788708699	0,914815	0,155674	1,280079
Regione 8	2013	0,919112987	0,922591	0,541889	1,053173
Regione 8	2014	1,080887013	1,077409	4,472727	0,946827
Regione 8	2015	1,23544893	1,260209	0,123351	0,815163
Regione 8	2016	1,312057841	1,349378	3,096138	0,549593
Regione 9	2011	1,29188254	1,34466	2,279561	1,330938
Regione 9	2012	1,232714198	1,468104	0,25137	1,151437
Regione 9	2013	0,679344709	0,619141	1,139389	1,037356
Regione 9	2014	0,936471444	0,928314	6,265466	0,962644
Regione 9	2015	1,021773092	1,052031	0,268598	0,810016
Regione 9	2016	0,978226908	0,947969	0,860611	0,502381
Regione 10	2011	0,83863202	0,785501	3,021389	1,383193
Regione 10	2012	0,90191533	0,927924	0,222379	1,237529
Regione 10	2013	0,964659053	0,971272	1,042956	1,053716
Regione 10	2014	1,042654442	1,028728	0,957044	0,946284

Regione 10	2015	1,035340947	1,032692	0,246244	0,800834
Regione 10	2016	1,058281744	1,052117	6,82199	0,500492
Regione 11	2011	0,853312935	0,854623	2,079799	1,496104
Regione 11	2012	1,007599766	1,067963	0,13558	1,233972
Regione 11	2013	1,017169841	1,044932	0,81658	1,053144
Regione 11	2014	1,013580235	1,002218	1,18342	0,946856
Regione 11	2015	0,992400234	0,997782	0,196785	0,811709
Regione 11	2016	0,979558452	0,977371	3,370134	0,512582
Regione 12	2011	0,863481405	0,914774	20,34568	1,363289
Regione 12	2012	0,940137694	0,998393	0,524691	1,251524
Regione 12	2013	0,995023183	1,005828	3,277778	1,034212
Regione 12	2014	1,004976817	0,968248	1,151235	0,965788
Regione 12	2015	1,019840712	1,001607	0,848765	0,823021
Regione 12	2016	1,124302099	1,113093	0,299383	0,530154
Regione 13	2011	0,743887914	0,739441	4,68583	1,300279
Regione 13	2012	0,841283547	0,839252	0,535426	1,197892
Regione 13	2013	0,942331918	0,941455	2,296768	1,057915
Regione 13	2014	1,057668082	1,058545	0,762275	0,942085
Regione 13	2015	1,068867571	1,085766	0,537912	0,84339
Regione 13	2016	1,094452824	1,112437	1,237725	0,491714
Regione 14	2011	0,544586994	0,161089	8,98153	1,273569
Regione 14	2012	0,524521267	0,135545	0,585752	1,174438
Regione 14	2013	0,929659357	0,928008	10,3905	1,050011
Regione 14	2014	1,100897428	1,07455	1,255937	0,949989
Regione 14	2015	1,09998104	1,103683	0,744063	0,699711
Regione 14	2016	1,070340643	1,071992	0,263852	0,398486
Regione 15	2011	0,848630998	0,906544	3,037105	1,259466
Regione 15	2012	0,957990159	0,979304	0,318343	1,151936
Regione 15	2013	0,956313883	0,962257	1,248197	1,024592
Regione 15	2014	1,042009841	1,020696	0,751803	0,975408
Regione 15	2015	1,095853924	1,094156	0,310476	0,841441
Regione 15	2016	1,147971575	1,125043	4,505572	0,487835

I panel data relativi al costo totale CT, ottenuto per ogni anno e per ogni impresa regionale dalla somma dei costi operativi e dei costi del capitale, normalizzati sulla relativa mediana, risultano così caratterizzati:

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations	
CT	overall	.9996279	.0531617	.8655139	1.129076	N =	90
	between		.0115406	.9767866	1.016731	n =	15
	within		.0519659	.8855623	1.111972	T =	6

Figura 9 - Proprietà variabile Costo Totale

Le variabili appena descritte sono state utilizzate nel modello come segue:

- per le misure di costo totale, output e prezzi degli input, normalizzate sulle relative mediane, si è utilizzata la forma logaritmica;
- per le restanti variabili, si sono utilizzati i loro valori reali.

Per verificare la correlazione tra le variabili è stata costruita la seguente matrice di correlazione:

	lnCT	lnTrKm	lnPlav	lnPman	lnPalt	lnPcap	Lunghezze	Retelettra	Numeroh	Oreman..	Ostra	Etmedi	percMa
lnCT	1.0000												
lnTrKm	0.1800	1.0000											
lnPlav	0.1361	-0.0242	1.0000										
lnPman	0.4422	0.0468	0.0593	1.0000									
lnPalt	0.4271	0.2331	-0.1858	0.1214	1.0000								
lnPcap	0.5352	-0.1048	0.1572	-0.1621	0.1381	1.0000							
Lunghezze	0.0172	0.1003	0.0642	0.0849	0.0091	0.0684	1.0000						
Retelettra	0.0393	0.1006	-0.0335	0.0288	0.1033	0.0824	0.1557	1.0000					
Numeroh	0.0471	0.1479	-0.1154	0.0296	0.1186	0.1537	-0.2159	0.4539	1.0000				
Oordinaria	0.0655	0.1594	-0.0540	0.1235	0.0391	0.1545	0.8263	0.3301	0.1500	1.0000			
Oordinaria	-0.0257	-0.0163	-0.1002	0.0953	0.1026	-0.0388	-0.2543	-0.0531	0.2791	0.0468	1.0000		
Etmedi	0.0128	0.0595	0.1534	0.0325	0.1037	0.3044	-0.0171	0.0184	0.1559	0.0699	0.1761	1.0000	
percMatRin	-0.0288	0.0323	0.1417	-0.0601	0.0431	0.0653	0.2673	0.0247	-0.0166	0.1513	0.0330	0.0212	1.0000

Figura 10 - Matrice di correlazione tra le variabili

Dai coefficienti di correlazione ottenuti risulta che i costi totali aumentano in seguito a una variazione positiva delle variabili esplicative, tranne nei casi dell'aumento delle ore di manutenzione straordinaria e della percentuale di materiale rinnovato, che comportano una diminuzione dei costi totali.

Per quanto riguarda le misure di output e prezzo degli input nella maggior parte dei casi c'è una correlazione positiva tra le variabili, ovvero alla variazione positiva di una variabile corrisponde una variazione positiva dell'altra. I casi in cui risulta esserci una correlazione negativa sono i seguenti:

- prezzo del lavoro e output: all'aumentare dei treni-km offerti, il prezzo unitario del lavoro diminuisce;
- prezzo di altri costi operativi e prezzo del lavoro: all'aumentare del prezzo del lavoro, diminuisce il prezzo degli altri costi operativi;
- prezzo del capitale e output: all'aumentare dei treni-km offerti, il prezzo unitario del capitale diminuisce;
- prezzo del capitale e prezzo della manutenzione: all'aumentare del prezzo del capitale diminuisce il prezzo unitario di manutenzione.

La lunghezza della rete presenta un aumento proporzionale rispetto all'output e a tutte le variabili di prezzo degli input.

Per quanto riguarda le altre variabili, le correlazioni negative di maggiore rilevanza sono le seguenti:

- il numero di stazioni in relazione alla rete servita diminuisce all'aumentare della lunghezza della rete;
- le ore di manutenzione ordinaria e straordinaria diminuiscono all'aumentare del prezzo unitario del lavoro;
- le ore di manutenzione straordinaria diminuiscono all'aumentare dei treni-km offerti, del prezzo del capitale, della lunghezza della rete, della percentuale di rete elettrificata.

- l'età media del materiale rotabile diminuisce all'aumentare della lunghezza della rete;

In quasi tutti i casi restanti risulta esserci un aumento proporzionale dei fattori.

6.4 Risultati

L'assunzione più semplice che si può usare per trattare l'inefficienza nel tempo è quella di considerare i dati annuali delle imprese in maniera indipendente, come proposto da Pitt et al (1981), trattando ogni punto della serie di dati come se si trattasse di imprese diverse, secondo un modello stocastico di frontiera pooled. Se i dati vengono invece trattati come panel nell'analisi econometrica non è possibile assumere che le osservazioni siano indipendentemente distribuite nel tempo.

Tra i possibili metodi di analisi dei dati panel troviamo: il modello pooled OLS, il modello ad Effetti Fissi (Fixed Effects, FE) e il modello ad Effetti Casuali (Random Effects, RE).

La scelta dello stimatore si può effettuare in relazione alla natura del dataset. I modelli di regressione Fixed Effects e Random Effects raggruppano i dati in formato panel, e sono quindi preferibili rispetto alla regressione Pooled OLS, poiché catturano meglio i fattori di eterogeneità tra le imprese. Nel primo caso gli effetti relativi a ogni regione sono considerati fissi e vengono inclusi come costanti individuali, mentre nella stima Random Effects tali effetti sono una componente dell'errore.

Il modello Random Effects è preferibile nei casi in cui gli individui del campione possono essere pensati come estrazioni casuali di una popolazione, poiché le caratteristiche individuali vengono trattate come una componente della variabilità della popolazione.

Quando si ha un dataset ridotto e i campioni hanno una natura specifica il modello Fixed Effects risulta essere il più efficiente. In questo caso le regioni studiate non possono essere considerate come un campione casuale, ed è ragionevole supporre che le inferenze siano relative alle regioni incluse nel campione. L'uso di questo modello risulta inoltre più

appropriato nel caso in cui si ipotizzi che gli effetti individuali possano essere correlati ad alcune variabili.

In questo caso lo stimatore più adatto risulta essere quindi quello Fixed Effects, ma si è deciso di effettuare le regressioni utilizzando tutti e tre i modelli per analizzare i coefficienti che si ottengono. Di seguito vengono presentati i tre metodi ed i risultati ottenuti dalla loro applicazione.

6.4.1 Modello Pooled Ordinary Least Squares (stimatore Pooled OLS)

Il più semplice modello di stima è il modello pooled OLS, che sfrutta lo stimatore dei minimi quadrati ordinari. In questo modello si suppone che non vi sia eterogeneità tra i gruppi studiati o che l'eterogeneità sia stata eliminata in qualche modo.

La definizione del modello pooled OLS può essere scritta come:

$$y_{it} = x_{it} \beta + u_{it} \quad (6.3)$$

Dove:

y_{it} : osservazione della variabile dipendente per l'unità cross-sectional i al periodo t ;

x_{it} : vettore di variabili indipendenti osservate per l'unità i al periodo t ;

β : vettore di parametri;

u_{it} : errore o termine di disturbo specifico per l'unità i al periodo t .

Il termine d'errore u_{it} si può scomporre in due parti:

- α_i , chiamata unobserved factors o effetto fisso o eterogeneità non osservata. Il termine indica una costante caratteristica di ogni unità statistica i , che tiene conto dell'effetto sulla variabile dipendente di un insieme di variabili non osservate costanti nel tempo;

- ε_{it} , chiamata errore idiosincratico o time-varying error, perché rappresenta l'errore casuale che influenza y_{it} .

Per l'utilizzo del modello pooled è necessario assumere che l'effetto fisso α_i sia incorrelato con x_{it} :

$$E(x_{it}, \alpha_i) = 0 \quad (6.4)$$

Se tale correlazione sussiste il modello risulta inconsistente e distorto (fenomeno dell'heterogeneity bias).

Per effettuare la stima con il modello pooled OLS devono essere valide cinque assunzioni (Greene, 2008; Kennedy, 2008):

- linearità: la variabile dipendente è funzione lineare delle variabili indipendenti e del termine di disturbo;
- esogeneità: il valore atteso dei disturbi è nullo o gli errori non sono correlati con alcun regressore;
- omoschedasticità e non autocorrelazione: i disturbi hanno uguale varianza e non sono correlati tra loro;
- le osservazioni delle variabili indipendenti non sono stocastiche ma fisse in campioni ripetuti senza errori di misurazione;
- rango pieno: non c'è alcuna relazione lineare perfetta tra le variabili indipendenti (multicollinearità).

I risultati ottenuti dall'applicazione del modello Pooled sono riassunti nella seguente tabella:

Source	SS	df	MS				
Model	.169919334	12	.014159945	Number of obs =	80		
Residual	.052136896	67	.000778163	F(12, 67) =	18.20		
				Prob > F =	0.0000		
				R-squared =	0.7652		
				Adj R-squared =	0.7232		
Total	.22205623	79	.002810838	Root MSE =	.0279		

lnCT	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnTrKm	.3188612	.0972222	3.28	0.002	.1248048	.5129176
lnPlav	.0980118	.0710967	1.38	0.173	-.0438978	.2399214
lnPman	.14057	.0166787	8.43	0.000	.1072792	.1738607
lnPalt	.1783747	.0418949	4.26	0.000	.094752	.2619973
lnPcap	.2382724	.0237962	10.01	0.000	.190775	.2857697
Lunghეzzerete	-.0000149	.000018	-0.83	0.411	-.0000509	.0000211
Reteelettrificata	-.0016409	.0163032	-0.10	0.920	-.0341823	.0309005
NumerodistazioniserviteLungh	-.1861426	.1414622	-1.32	0.193	-.4685023	.096217
Oremanutenzioneordinaria	7.02e-09	1.32e-07	0.05	0.958	-2.56e-07	2.70e-07
Oremanutenzionestraordinaria	-8.58e-08	2.67e-07	-0.32	0.749	-6.18e-07	4.46e-07
Etmediamaterialerotabile	-.0020883	.0005377	-3.88	0.000	-.0031616	-.001015
percMatRinnovato	-.0017425	.0032786	-0.53	0.597	-.0082866	.0048016
_cons	.0830149	.0217255	3.82	0.000	.0396507	.1263791

Figura 11- Modello Pooled OLS

Il modello si riferisce al totale delle osservazioni e contiene una sola costante comune a tutte le regioni, come se i dati si riferissero quindi ad un'unica regione rappresentativa e non fossero raggruppati in una struttura panel.

La parte superiore sinistra della tavola presenta l'analisi della varianza. Le righe sono relative alla fonte di variazione spiegata dal modello (Model), residua (Residual) e totale (Total). Le colonne invece sono relative alla somma di quadrati (SS), ai gradi di libertà (df) e alla somma di quadrati divisa per il corrispondente numero di gradi di libertà (mean squares o MS).

La parte superiore destra contiene il numero totale delle osservazioni utilizzate nella procedura di stima, il calcolo del test F sotto l'ipotesi nulla che tutte le variabili esplicative, costante esclusa, siano congiuntamente non significative (o test F per zero slopes), il relativo P-value (Prob>F), il valore di R^2 e di R^2 aggiustato e, infine, la stima della deviazione standard della regressione (Root MSE, calcolato come radice quadrata di Residual MS o errore quadratico medio).

La parte inferiore della tavola presenta i risultati della procedura di stima, divisi come segue:

- nella prima colonna vengono descritte le variabili;

- nella seconda colonna vengono presentati i coefficienti stimati;
- nella terza gli errori standard;
- nella quarta le statistiche t sotto l'ipotesi nulla che il coefficiente corrispondente sia zero;
- nella quinta i relativi P-value ($P > |t|$);
- nella sesta gli intervalli di confidenza al 95%.

Analizzando la tabella è possibile verificare quali variabili risultano significative. In particolare viene effettuato un test d'ipotesi su ogni coefficiente, basato sull'ipotesi nulla che i coefficienti siano uguali a 0. Tale ipotesi può essere rifiutata solo per valori del modulo della statistica t superiori a 1,96, che rappresenta il valore di t al livello di significatività del 5% del test d'ipotesi. Basandosi su tale principio risultano significative le seguenti variabili:

- lnTrKm, che rappresenta la misura dei treni-km circolanti;
- lnPman, che rappresenta la misura del prezzo di manutenzione;
- lnPalt, che rappresenta la misura del prezzo degli altri costi operativi;
- lnPcap, che rappresenta la misura del prezzo del capitale;
- Etmediamaterialerotabile, che rappresenta la misura dell'età media del materiale rotabile.

La significatività di queste variabili permette di definirle come esplicative delle differenze di costo che si manifestano tra le imprese. La variabile lnPlav, che rappresenta la misura del prezzo del lavoro, risulta invece significativa ad un livello di significatività del test di circa il 18%.

La variabile relativa ai treni-km effettuati e tutte le variabili che rappresentano i prezzi degli input risultano correlate positivamente con i costi totali: ciò significa che un aumento dei prezzi degli input e un aumento dell'offerta generano un aumento dei costi totali. L'età media del materiale rotabile invece, diversamente da quanto atteso, risulta correlata negativamente con i costi totali. Per questa ragione verrà in seguito sviluppato un altro modello che non include tale variabile.

Non risultano invece significative le variabili relative alle ore di manutenzione effettuate e alle caratteristiche della rete, tranne il numero di stazioni servite in relazione alla lunghezza della rete che risulta significativa ad un livello del 20% circa.

Nel seguente grafico si mostra come i valori della variabile $\ln CT$, che rappresenta la misura dei costi delle imprese, si discostino dai valori stimati della regressione. Ogni punto rappresenta i costi sostenuti dall'impresa i -esima in un dato anno: se il punto si trova al di sopra della retta di regressione si è in presenza di inefficienza, nel caso contrario l'impresa risulta efficiente.

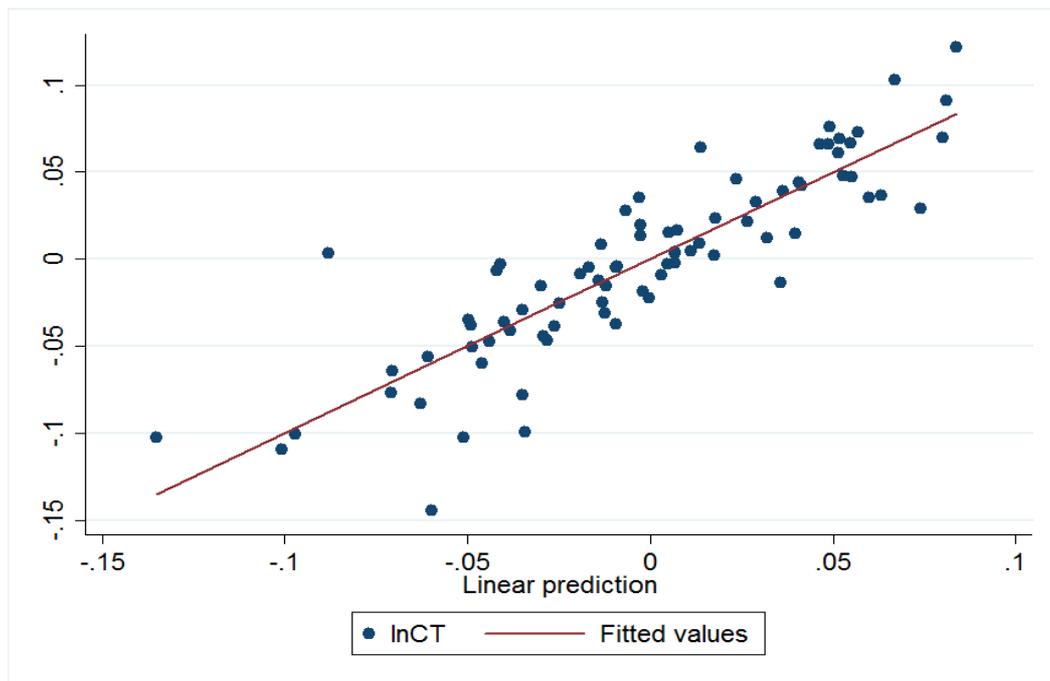


Figura 12 - Linear Prediction modello Pooled OLS

Come precedentemente anticipato, dato il risultato relativo all'età media del materiale rotabile, si è deciso di apportare alcune modifiche al modello proposto. Supponendo che il risultato dipenda da alcuna correlazione con altre variabili, come ad esempio dalle ore di manutenzione, che generalmente aumentano all'aumentare dell'età media del materiale

rotabile, si è provato ad eliminare iterativamente alcune variabili per studiare le variazioni sul coefficiente relativo all'età media del materiale rotabile. Tale variabile è risultata sempre significativa ma correlata negativamente con i costi totali, per cui si è deciso di eliminarla per evitare risultati distorti.

Dopo l'eliminazione di questa variabile, però, si è rilevato un altro risultato non coerente con la letteratura: la variabile relativa alla percentuale di rete elettrificata risulta correlata positivamente con i costi totali. Tale risultato appariva anche nelle tavole di correlazione analizzate al principio, ma poiché tale tecnologia comporta un risparmio e dovrebbe quindi generare una diminuzione dei costi, si è deciso di eliminare la variabile per evitare risultati distorti. Inoltre, visto il valore troppo basso di significatività della variabile relativa alle ore di manutenzione ordinaria, anche questa variabile è stata eliminata dal modello.

I risultati così ottenuti sono rappresentati nella seguente tabella:

Source	SS	df	MS				
Model	.158170541	9	.017574505	Number of obs =	80		
Residual	.063885689	70	.000912653	F(9, 70) =	19.26		
Total	.22205623	79	.002810838	Prob > F =	0.0000		
				R-squared =	0.7123		
				Adj R-squared =	0.6753		
				Root MSE =	.03021		

lnCT	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnTrKm	.2912065	.103992	2.80	0.007	.083801	.4986121
lnPlav	.0577167	.0748003	0.77	0.443	-.0914677	.2069012
lnPman	.1379482	.0179805	7.67	0.000	.1020873	.1738091
lnPalt	.1707669	.0445657	3.83	0.000	.0818835	.2596503
lnPcap	.2137074	.0241085	8.86	0.000	.1656245	.2617903
Lunghazzarete	-.0000145	7.89e-06	-1.83	0.071	-.0000302	1.28e-06
NumerodistazioniserviteLungh	-.2151564	.1191556	-1.81	0.075	-.4528047	.0224919
Oremanutenzionestraordinaria	-2.35e-07	2.45e-07	-0.96	0.341	-7.24e-07	2.54e-07
percMatRinnovato	-.0014285	.0034449	-0.41	0.680	-.0082991	.0054421
_cons	.043717	.0177862	2.46	0.016	.0082436	.0791904

Figura 13 - Modello Pooled OLS modificato

Anche in questo caso la variabile relativa ai treni-km effettuati e le variabili relative ai prezzi degli input, tranne il prezzo del lavoro che ha un livello di significatività alto, risultano significative e correlate positivamente con i costi totali. A queste si aggiungono, con un livello di significatività circa del 7% ma correlazione negativa, il numero di stazioni servite in

rapporto alla lunghezza della rete e la lunghezza della rete. Quest'ultimo dato conferma i risultati ottenuti in letteratura relativi alle economie di scala.

La retta di regressione ottenuta ed i punti in cui si posizionano le imprese negli anni considerati, sulla base del valore di $\ln CT$, sono rappresentati nel seguente grafico, dove la parte del piano al di sotto della retta rappresenta la regione di efficienza, mentre la parte al di sopra della retta rappresenta la regione di inefficienza:

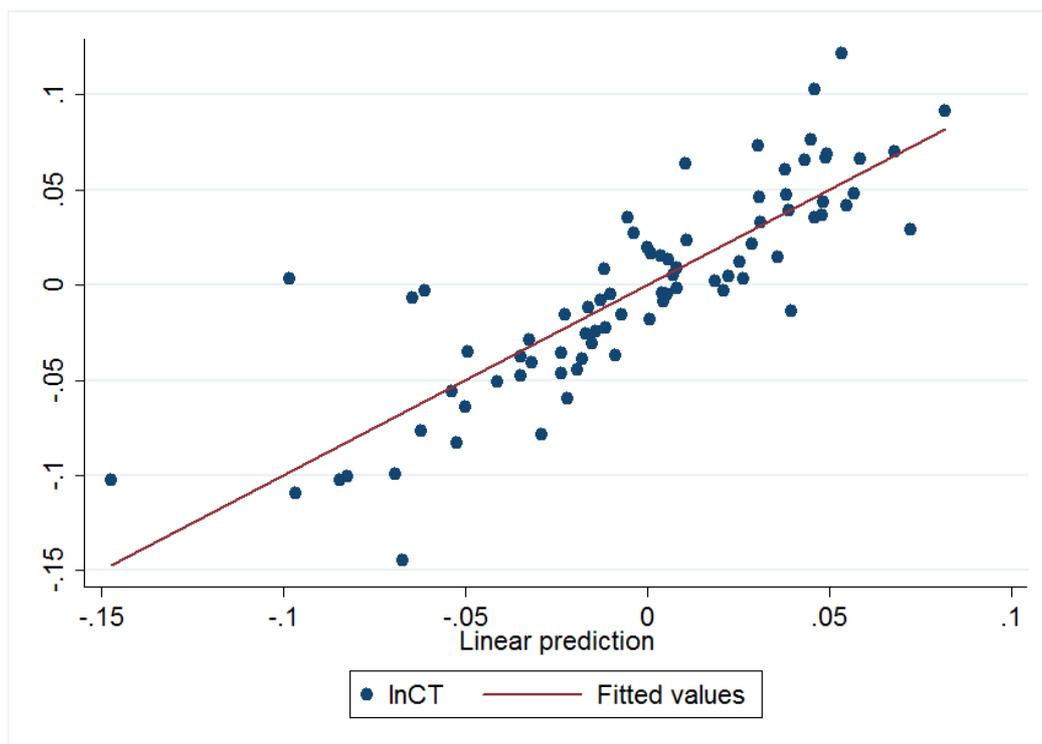


Figura 14 - Linear Prediction modello Pooled OLS modificato

6.4.2 Modello Fixed Effects (stimatore within)

Nel modello ad effetti fissi viene eliminata l'intercetta α_i , che rappresenta la parte dell'errore dipendente dall'unità osservata e indipendente rispetto al tempo. Quest'ultima contiene valori non osservabili, che quindi potrebbero essere correlati con le variabili esplicative x_{it} , restituendo una stima distorta.

L'eliminazione del termine α_i si basa sul procedimento di data-demeaning, che consiste, data un'equazione del tipo :

$$y_{it} = x_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_i \quad (6.5)$$

nelle seguenti operazioni:

- si calcola la media di gruppo per ognuna delle variabili indipendenti e si riscrive l'equazione utilizzando le medie delle variabili nel tempo:

$$\bar{y}_i = \beta\bar{x}_i + \alpha_i + \bar{\varepsilon}_i \quad (6.6)$$

- si sottrae la media di gruppo da ognuna delle variabili, ovvero si definisce la nuova variabile dipendente come segue:

$$\bar{y}_{it} = y_{it} - \bar{y}_i \quad (6.7)$$

- essendo α_i costante nel tempo, e quindi uguale nell'equazione iniziale e in quella ricavata utilizzando le medie delle variabili nel tempo, il termine si annulla. A questo punto, le variabili ottenute sono espresse in deviazioni dalle loro medie individuali ed è possibile procedere alla stima del modello senza intercetta attraverso lo stimatore pooled OLS sulle variabili time-demeaned (Wooldridge, 2006).

Lo stimatore che si ottiene tramite questo procedimento viene chiamato stimatore within, β , il quale tiene conto degli effetti individuali, ma li elimina dal modello utilizzando per ciascuna regione le informazioni derivanti dalle variazioni nel tempo, attraverso il procedimento di data demeaning.

Le assunzioni che devono essere valide nel caso di utilizzo dello stimatore within sono:

- per ogni i , il modello è:

$$y_{it} = \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_k x_{itk} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (6.8)$$

Dove:

$t = 1, \dots, T$;

β_k : parametri da stimare;

α_i : effetto fisso.

- si utilizza un campione casuale dalla cross-section;
- ogni variabile esplicativa cambia nel tempo (almeno per qualche i) e non esiste alcuna relazione lineare perfetta tra le variabili esplicative;
- per ogni t , $E(\varepsilon_{it}|X_i, \alpha_i) = 0$;
- $\text{Var}(\varepsilon_{it}|X_i, \alpha_i) = \text{Var}(\varepsilon_{it}) = \sigma^2 \varepsilon$ per ogni t ;
- per ogni $t \neq s$, gli errori idiosincratici sono incorrelati. $\text{Cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{is}|X_i, \alpha_i) = 0$;
- gli errori ε_{it} sono indipendenti e identicamente distribuiti come una normale $(0, \sigma^2 \varepsilon)$.

I risultati ottenuti dall'applicazione del modello Fixed sono riassunti nella seguente tabella:

```

Fixed-effects (within) regression           Number of obs   =       80
Group variable: Regione                   Number of groups =       15

R-sq:  within = 0.9213                    Obs per group:  min =       5
        between = 0.0249                  avg =       5.3
        overall = 0.0969                  max =       6

                                           F(12,53)       =       51.71
corr(u_i, Xb) = -0.9257                   Prob > F       =       0.0000

```

lnCT	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnTrKm	.4483486	.0665253	6.74	0.000	.3149158	.5817815
lnPlav	.104674	.0584395	1.79	0.079	-.0125409	.2218888
lnPman	.142521	.0121625	11.72	0.000	.1181262	.1669159
lnPalt	.2046705	.0311603	6.57	0.000	.1421707	.2671702
lnPcap	.2651462	.0193423	13.71	0.000	.2263504	.303942
Lunghezzarete	-.0002663	.0006204	-0.43	0.670	-.0015107	.0009782
Reteelettrificata	-.3147412	.3905475	-0.81	0.424	-1.09808	.4685978
NumerodistazioniserviteLungh	-.3827847	.5353515	-0.72	0.478	-1.456564	.6909945
Oremanutenzioneordinaria	6.53e-07	2.60e-07	2.51	0.015	1.31e-07	1.17e-06
Oremanutenzionestraordinaria	9.87e-07	9.55e-07	1.03	0.306	-9.28e-07	2.90e-06
Etmediamaterialerotabile	.0002685	.0006096	0.44	0.661	-.0009542	.0014912
percMatRinnovato	.0002179	.0022873	0.10	0.924	-.0043698	.0048057
_cons	.4160318	.5615394	0.74	0.462	-.7102735	1.542337
sigma_u	.13311955					
sigma_e	.01756843					
rho	.98288082	(fraction of variance due to u_i)				

```

F test that all u_i=0:   F(14, 53) =      8.28           Prob > F = 0.0000

```

Figura 15 - Modello Fixed Effects

Le stime sono effettuate su dati di tipo panel raggruppati per regione.

Nella parte superiore della tabella vengono mostrati tre valori calcolati di R^2 : within, between e overall. Viene mostrato inoltre il test F per zero slopes, che testa la significatività congiunta di tutti i regressori esclusa la costante. L'altro test F, che compare nella parte inferiore della tabella, è il test dell'ipotesi nulla secondo cui gli effetti individuali sono tutti uguali tra loro.

Nella parte inferiore vengono inoltre riportate le seguenti informazioni:

- la deviazione standard degli effetti individuali α_i che dipendono da i (sigma_u);
- la deviazione standard del termine di errore ε_{it} , che dipende tanto da i quanto da t (sigma_e);

- la percentuale di varianza del termine di errore composito $\alpha_i + \varepsilon_{it}$, imputabile alla varianza di α_i (rho);
- il coefficiente di correlazione tra la parte variabile degli effetti individuali, α_i , e i valori fittati ($\text{corr}(u_i, X_b)$).

Anche in questo caso analizzando la tabella è possibile verificare quali variabili risultano significative, verificando per ogni coefficiente che i valori del modulo della statistica t siano superiori a 1.96, ovvero il valore di t al livello di significatività del 5%. Basandosi su tale principio risultano significative le seguenti variabili:

- $\ln\text{TrKm}$, che rappresenta la misura dei treni-km circolanti;
- $\ln\text{Pman}$, che rappresenta la misura del prezzo di manutenzione;
- $\ln\text{Palt}$, che rappresenta la misura del prezzo degli altri costi operativi;
- $\ln\text{Pcap}$, che rappresenta la misura del prezzo del capitale;
- $\text{Oremanutenzioneordinaria}$, che rappresenta la misura delle ore di manutenzione ordinaria.

La variabile relativa al prezzo del lavoro risulta significativa ad un livello del 7.9%. Tali variabili risultano essere esplicative delle differenze di costo che si manifestano tra le imprese. Tutte le variabili risultano correlate positivamente con i costi totali, e quindi un aumento del loro valore genera un aumento dei costi totali.

Diversamente da quanto atteso non risultano significative, anche in questo caso, le variabili relative alle caratteristiche della rete e al materiale rotabile.

Nel seguente grafico si mostra, per ogni regione, come i valori della variabile $\ln\text{CT}$, che rappresenta la misura dei costi delle imprese, si discostino dai valori stimati della regressione, evidenziandone quindi l'efficienza o l'inefficienza relativa.

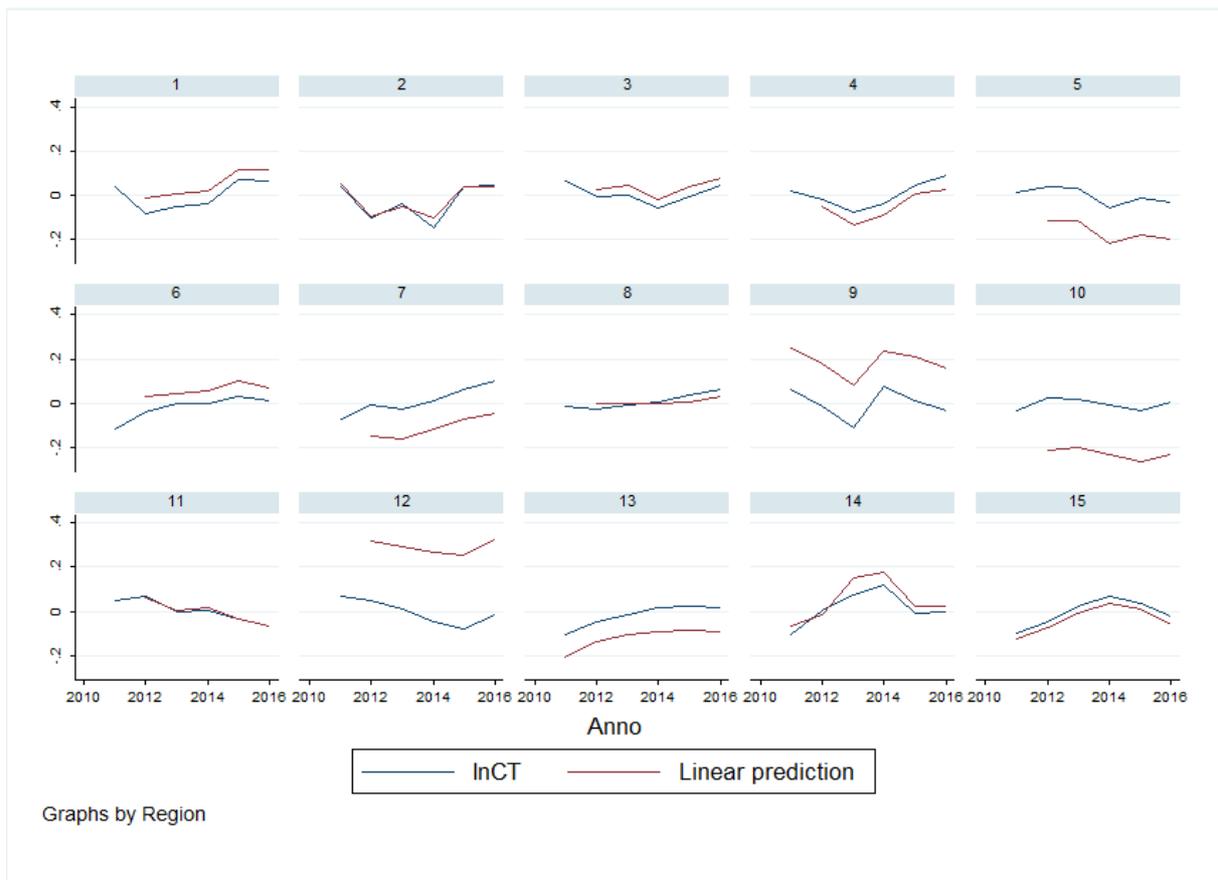


Figura 16 - Linear Prediction modello Fixed Effects

Nonostante in tale modello i segni delle correlazioni delle variabili siano coerenti con i risultati attesi, si è deciso di apportare alcune modifiche, poiché il livello di significatività risulta accettabile per la sola variabile di controllo relativa alle ore di manutenzione ordinaria.

Si è deciso di eliminare iterativamente alcune variabili, per analizzare le variazioni dei coefficienti. Il modello che fornisce i risultati più coerenti si è ottenuto eliminando le variabili relative alla lunghezza della rete e alla percentuale di materiale rinnovato, che corrispondono alle variabili con livelli di significatività troppo elevati nel modello appena descritto. I risultati ottenuti sono descritti nella seguente tabella:

```

Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =      80
Group variable: Regione              Number of groups =      15

R-sq:  within = 0.9210                Obs per group:  min =      5
      between = 0.0130                  avg   =      5.3
      overall  = 0.2017                  max   =      6

corr(u_i, Xb) = -0.8544                F(10,55)       =     64.13
                                          Prob > F        =     0.0000

```

	lnCT	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	lnTrKm	.4434758	.064506	6.87	0.000	.314203	.5727486
	lnPlav	.1099164	.0561703	1.96	0.055	-.0026514	.2224841
	lnPman	.1444585	.0110502	13.07	0.000	.1223133	.1666036
	lnPalt	.2063137	.0303831	6.79	0.000	.1454245	.2672028
	lnPcap	.2643131	.0188975	13.99	0.000	.2264416	.3021847
	Reteelettrificata	-.3356347	.3810771	-0.88	0.382	-1.09933	.4280609
	NumerodistazioniserviteLungh	-.3645628	.5071746	-0.72	0.475	-1.380963	.6518378
	Oremanutenzioneordinaria	6.21e-07	2.46e-07	2.53	0.014	1.28e-07	1.11e-06
	Oremanutenzionestraordinaria	9.31e-07	9.29e-07	1.00	0.321	-9.31e-07	2.79e-06
	Etmediamaterialerotabile	.0002874	.000595	0.48	0.631	-.0009049	.0014797
	_cons	.207149	.2671646	0.78	0.441	-.3282609	.7425588
	sigma_u	.08886474					
	sigma_e	.01727739					
	rho	.96357635	(fraction of variance due to u_i)				

```

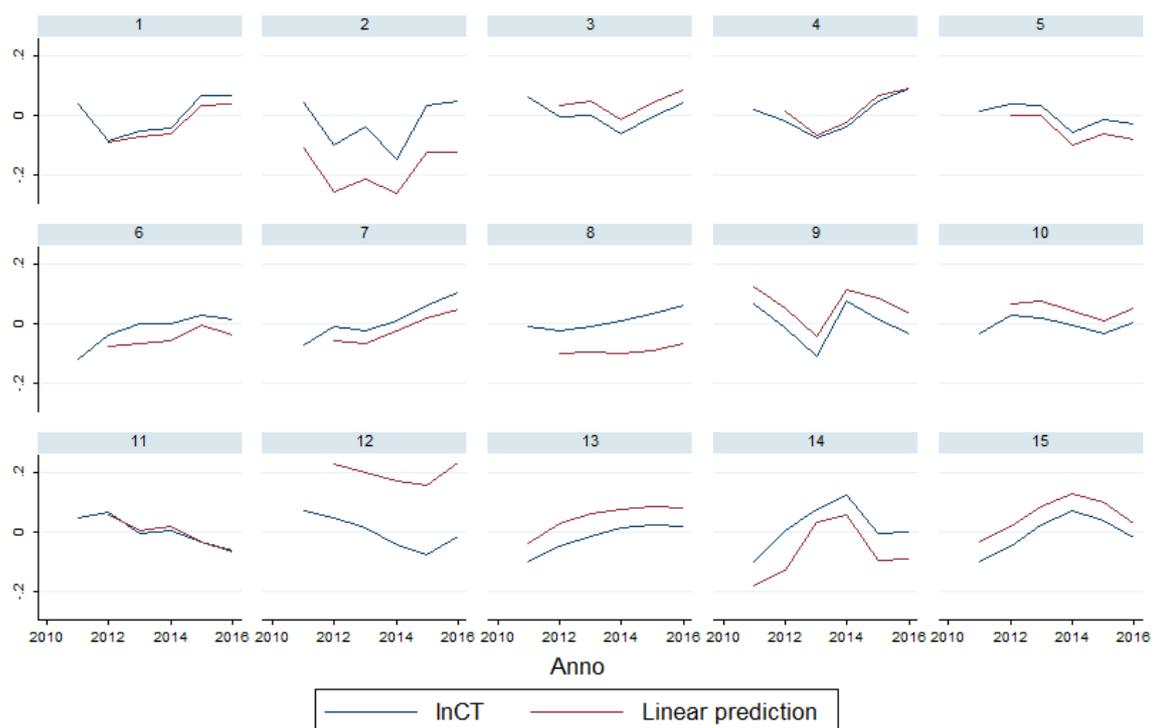
F test that all u_i=0:      F(14, 55) =      8.81          Prob > F = 0.0000

```

Figura 17 - Modello Fixed Effects modificato

Nonostante le variabili che risultano significative siano le stesse del modello precedente, quest'ultimo risulta preferibile poiché le restanti variabili raggiungono un livello di significatività minore. Inoltre le correlazioni delle variabili con i costi sono coerenti con i risultati attesi: i costi aumentano all'aumentare dei treni-km operati, dei prezzi degli input, delle ore di manutenzione effettuata e dell'età media del materiale rotabile, mentre diminuiscono all'aumentare della percentuale di rete elettrificata e del rapporto tra numero di stazioni e lunghezza di rete servita.

Il grafico che mette in relazione i valori stimati della regressione e i valori reali delle imprese viene esposto di seguito per ogni regione. Quando il luogo dei punti che descrive i costi sostenuti dall'impresa si trova al di sotto di quello relativo alla regressione, si è in presenza di efficienza dell'impresa, nel caso contrario di inefficienza.



Graphs by Region

Figura 18 - Linear Prediction modello Fixed Effects modificato

6.4.3 Modello Random Effects (stimatore GLS)

Nel modello ad effetti casuali le intercette individuali vengono trattate come componenti stocastiche, non come parametri fissi. Questo avviene sotto l'ipotesi che le intercette rappresentino la determinazione empirica di una variabile stocastica, la quale racchiude le caratteristiche non spiegate che possono essere attribuite ad ogni gruppo di studio e per le quali è possibile ipotizzare distribuzioni probabilistiche.

Nel modello viene quindi introdotta un'intercetta, come segue:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_k x_{itk} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (6.9)$$

Come nei modelli precedenti, il termine d'errore u_{it} viene scomposto nelle sue componenti ε_{it} e α_i , ma si effettua l'assunzione che $E(\alpha_i) = 0$.

Mentre nel modello ad effetti fissi il termine α_i viene eliminato poiché potrebbe essere correlato con una o più delle variabili esplicative, in questo caso si suppone che α_i sia incorrelato ad ogni variabile esplicativa in tutti i periodi t , ovvero che $\text{Cov}(x_{itj}, \alpha_i) = 0$ per ogni t e per ogni k . In questo caso, ogni trasformazione che elimina tale termine porta a stimatori inefficienti. Gli α_i non sono quindi trattati come parametri fissi, ma come realizzazioni di una variabile aleatoria (effetti casuali), non correlati ai regressori, e quindi nel modello si considerano parte del termine d'errore. Si effettua quindi una trasformazione dei dati che produce un dataset con errori non auto correlati.

Le assunzioni valide per il modello ad effetti fissi devono essere soddisfatte anche per quello ad effetti casuali, meno l'assunzione: $E(\varepsilon_{it}|X_i, \alpha_i) = 0$, per ogni t . A queste ultime si aggiungono le seguenti:

- non ci sono relazioni perfettamente lineari tra le variabili esplicative;
- $E(\alpha_i|X_i) = \beta_0$;
- $\text{Var}(\alpha_i|X_i) = \sigma^2 \alpha$.

I risultati ottenuti dall'applicazione del modello Random sono riassunti nella seguente tabella:

```

Random-effects GLS regression           Number of obs   =      80
Group variable: Regione                Number of groups =      15

R-sq:  within = 0.8836                  Obs per group:  min =      5
      between = 0.0412                    avg =      5.3
      overall = 0.7633                    max =      6

                                           Wald chi2(12)   =    267.78
corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Prob > chi2     =    0.0000

```

lnCT	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnTrKm	.341566	.0896423	3.81	0.000	.1658703	.5172616
lnPlav	.0895446	.0659944	1.36	0.175	-.039802	.2188911
lnPman	.1433211	.015384	9.32	0.000	.113169	.1734731
lnPalt	.1863551	.0385529	4.83	0.000	.1107928	.2619175
lnPcap	.2436287	.022121	11.01	0.000	.2002724	.286985
Lunghizzarete	-.0000193	.000019	-1.02	0.310	-.0000566	.0000179
Reteelettrificata	-.0020449	.0178828	-0.11	0.909	-.0370946	.0330048
NumerodistazioniserviteLungh	-.2122282	.1527188	-1.39	0.165	-.5115515	.0870951
Oremanutenzioneordinaria	4.01e-08	1.40e-07	0.29	0.774	-2.33e-07	3.14e-07
Oremanutenzionestraordinaria	-1.41e-07	2.89e-07	-0.49	0.626	-7.07e-07	4.26e-07
Etmediamaterialerotabile	-.0018046	.00055	-3.28	0.001	-.0028825	-.0007267
percMatRinnovato	-.0014906	.0030379	-0.49	0.624	-.0074448	.0044636
_cons	.0814069	.0231792	3.51	0.000	.0359766	.1268373
sigma_u	.00519069					
sigma_e	.01756843					
rho	.08028547	(fraction of variance due to u_i)				

Figura 19 - Modello Random Effects

Come nel modello Fixed Effects, le stime sono effettuate su dati di tipo panel raggruppati per regione.

In questo caso invece della statistica t viene calcolata la statistica z, data dai rapporti tra i coefficienti stimati e gli errori standard, in quanto tale stimatore è asintoticamente distribuito come una normale.

Il test per zero slopes viene effettuato sotto la forma di test di Wald, versione asintotica del test F la cui distribuzione è χ^2 con gradi di libertà pari al numero di restrizioni da sottoporre a test.

Visto che lo stimatore a Effetti Casuali ipotizza che gli effetti individuali siano variabili stocastiche non correlate con i regressori, viene esplicitato che la correlazione tra μ_i e i regressori è nulla ($\text{corr}(u_i, X) = 0$ (assumed)).

Il resto delle informazioni fornite hanno lo stesso significato del caso a Effetti Fissi illustrato in precedenza.

Come nei casi precedenti analizzando la tabella è possibile verificare quali variabili risultano significative. Questa volta viene utilizzata la statistica z , ma il valore di riferimento con il quale viene confrontata è sempre 1.96. In particolare si verifica per ogni coefficiente che i valori del modulo della statistica z siano superiori a 1.96, ovvero il valore di z al livello di significatività del 5%. Basandosi su tale principio risultano significative le seguenti variabili:

- $\ln\text{TrKm}$, che rappresenta la misura dei treni-km circolanti;
- $\ln\text{Pman}$, che rappresenta la misura del prezzo di manutenzione;
- $\ln\text{Palt}$, che rappresenta la misura del prezzo degli altri costi operativi;
- $\ln\text{Pcap}$, che rappresenta la misura del prezzo del capitale;
- $\text{Etmediamaterialerotabile}$, che rappresenta la misura dell'età media del materiale rotabile.

Il prezzo del lavoro risulta invece significativo ad un livello del 17.5% ed il numero di stazioni in relazione alla lunghezza della rete servita ad un livello del 16.5%.

Tali variabili sono esplicative delle differenze di costo che si manifestano tra le imprese. In particolare risulta esserci una correlazione positiva tra i costi totali, i treni-km effettuati dall'impresa ed i prezzi degli input. Invece, diversamente dai risultati ottenuti dalle tavole di correlazione, il numero di stazioni in relazione alla lunghezza della rete servita e l'età media del materiale rotabile risultano correlate negativamente con i costi totali. Quest'ultima correlazione rappresenta un risultato contro intuitivo.

Diversamente da quanto atteso, inoltre, non risultano significative le variabili relative alle caratteristiche della rete, quali la lunghezza della rete e la % di linee elettrificate, e alle ore di manutenzione effettuate, come nel modello pooled OLS.

Nel seguente grafico si mostra, per ogni regione, come i valori della variabile $\ln\text{CT}$, che rappresenta la misura dei costi delle imprese, si discostino dai valori stimati della regressione. Per ogni impresa regionale, la distanza del luogo dei punti che rappresenta $\ln\text{CT}$ da quello ottenuto con la regressione rappresenta una misura di efficienza o inefficienza in base alla posizione relativa.

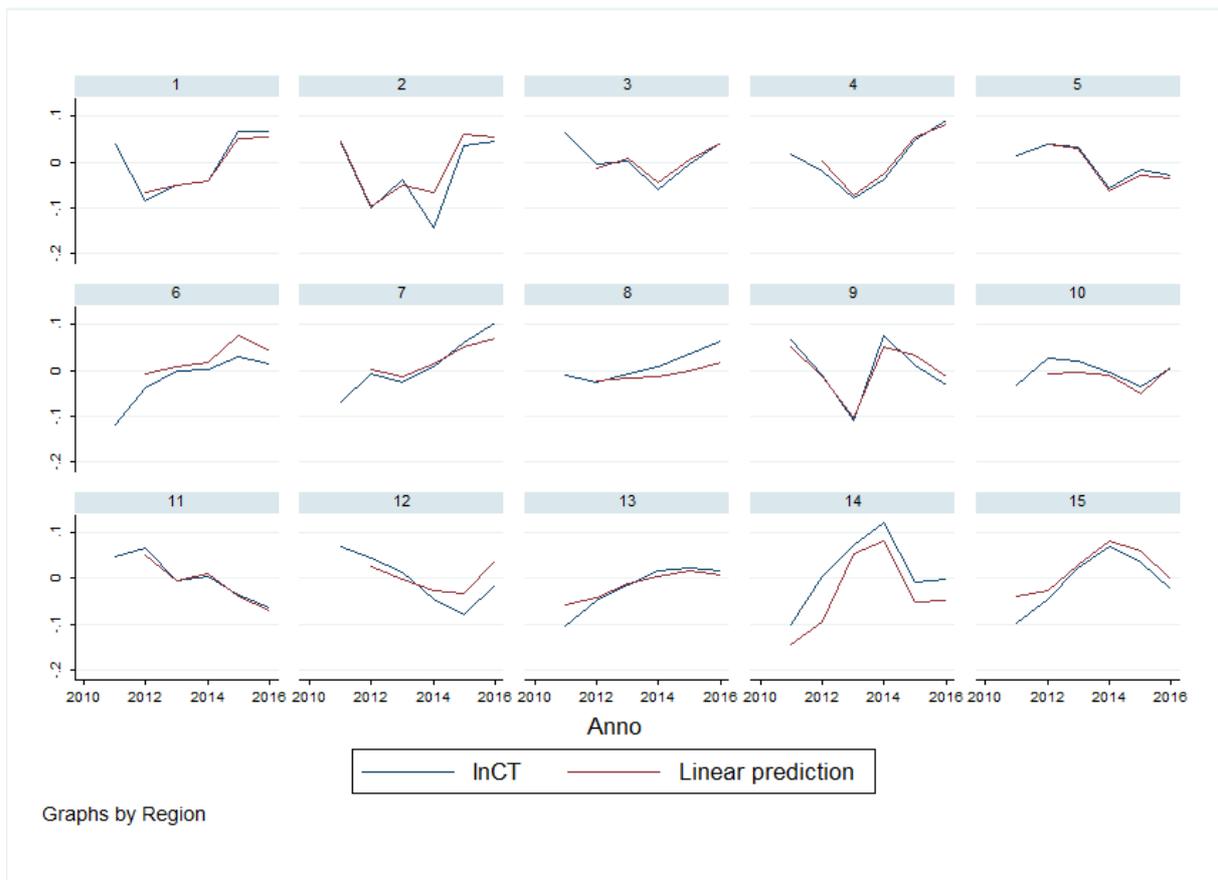


Figura 20 - Linear Prediction modello Random Effects

Anche in questo caso il modello iniziale viene modificato. Come nel caso pooled OLS, vengono eliminate le variabili relative all'età media del materiale rotabile e alla percentuale di rete elettrificata, poiché correlate negativamente con i costi totali, diversamente da quanto atteso. La variabile relativa alla percentuale di rete elettrificata risulta inoltre ad un livello di significatività estremamente alto.

I risultati del modello così modificato sono esposti nella seguente tabella:

```

Random-effects GLS regression              Number of obs   =      80
Group variable: Regione                   Number of groups =      15

R-sq:  within = 0.9126                     Obs per group:  min =      5
        between = 0.0039                    avg           =      5.3
        overall = 0.6975                    max           =      6

                                           Wald chi2(10)   =    501.80
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                 Prob > chi2     =    0.0000

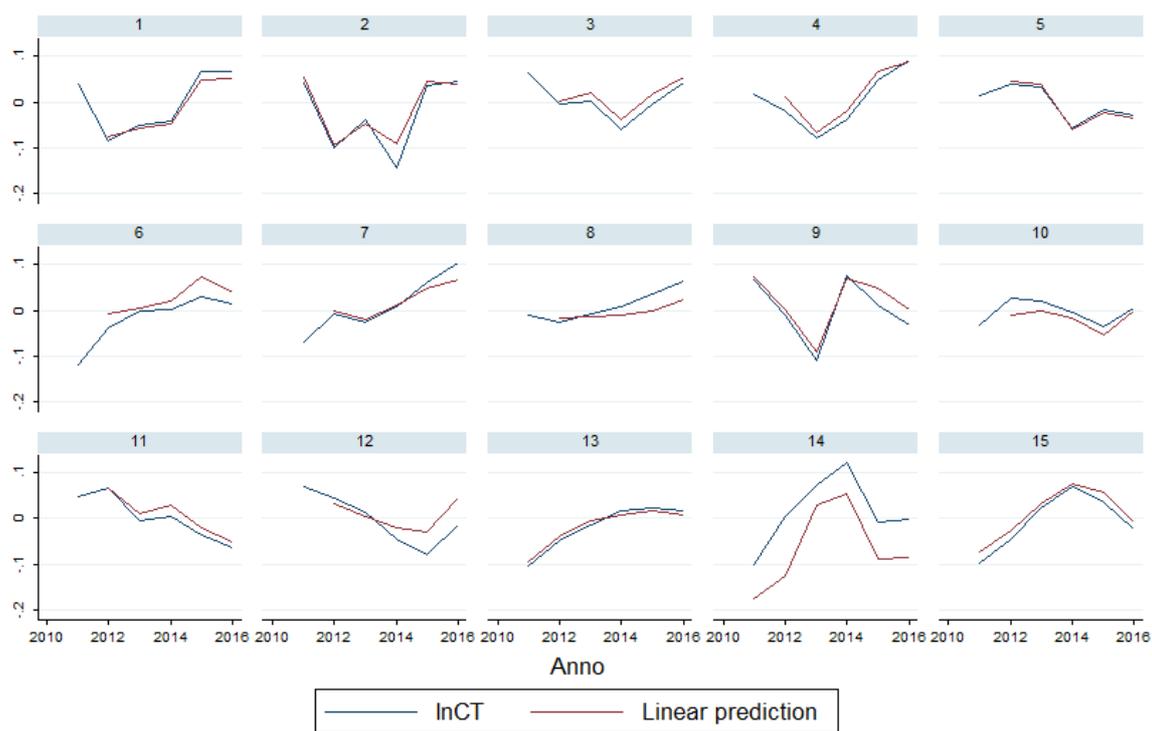
```

lnCT	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnTrKm	.4017477	.0690513	5.82	0.000	.2664096	.5370857
lnPlav	.0769032	.0517175	1.49	0.137	-.0244613	.1782676
lnPman	.1466471	.0117722	12.46	0.000	.123574	.1697201
lnPalt	.1984257	.0296611	6.69	0.000	.1402909	.2565604
lnPcap	.2533484	.017721	14.30	0.000	.2186157	.288081
Lunghzzarete	-.0000458	.0000252	-1.82	0.069	-.0000951	3.57e-06
NumerodistazioniserviteLungh	-.3710145	.2117061	-1.75	0.080	-.7859509	.0439219
Oremanutenzioneordinaria	2.51e-07	1.77e-07	1.42	0.155	-9.53e-08	5.97e-07
Oremanutenzionestraordinaria	-3.20e-07	4.03e-07	-0.79	0.427	-1.11e-06	4.70e-07
percMatRinnovato	-.00074	.0023548	-0.31	0.753	-.0053552	.0038753
_cons	.0641795	.0308728	2.08	0.038	.0036699	.1246891
sigma_u	.01894211					
sigma_e	.01739185					
rho	.54258923	(fraction of variance due to u_i)				

Figura 21 - Modello Random Effects modificato

Anche in questo caso le variabili relative ai prezzi degli input e ai treni-km offerti risultano significative e correlate positivamente con i costi totali. A queste si aggiunge la variabile relativa alle ore di manutenzione ordinaria, ad un livello di significatività più alto. Lo stesso vale per le variabili relative alla lunghezza della rete e al numero di stazioni in relazione alla lunghezza della rete servita, che però risultano correlate negativamente, denotando economie di scala.

Dal modello così modificato si ottiene il seguente grafico, che rappresenta, come in precedenza, la distanza tra i costi stimati delle imprese e quelli effettivamente sostenuti.



Graphs by Region

Figura 22 - Linear Prediction modello Random Effects modificato

Per comparare gli stimatori ottenuti con il modello Random Effects e quelli ottenuti con il modello Fixed Effects si effettua il test di Hausman. I modelli che vengono testati sono quelli iniziali e non quelli modificati poiché le variabili selezionate nei modelli modificati non sono le stesse nei due casi Fixed e Random Effects. In particolare si verifica quale regressore sia più adatto testando l'ipotesi nulla che non ci sia correlazione tra gli effetti individuali ed alcun regressore del modello. Se il test rifiuta l'ipotesi nulla si può affermare che gli effetti individuali siano correlati con almeno un regressore, e quindi il modello Random Effects non risulta adatto. Dello stimatore Fixed Effects si testa che sia consistente sia sotto l'ipotesi nulla di non correlazione che sotto l'ipotesi alternativa, mentre dello stimatore Random Effects si testa che sia consistente ed efficiente solo sotto l'ipotesi nulla e inconsistente sotto l'ipotesi alternativa.

Effettuando il test, che viene presentato nella seguente tabella, viene rifiutata l'ipotesi nulla che lo stimatore Random Effects sia appropriato, e quindi, come previsto, il modello Fixed Effects risulta preferibile.

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fe	(B) re		
lnTrKm	.4483487	.341566	.1067827	.
lnPlav	.1046739	.0895446	.0151293	.
lnPman	.142521	.1433211	-.0008001	.
lnPalt	.2046705	.1863551	.0183153	.
lnPcap	.2651462	.2436287	.0215175	.
LungRet~1000	-.2662795	-.019306	-.2469735	.6201503
Reteelettr~a	-.3147411	-.0020449	-.3126962	.3901378
Numerodist~h	-.3827846	-.2122282	-.1705564	.5131063
OMordin~1000	.0006529	.0000401	.0006127	.0002197
OMstrao~1000	.0009875	-.000141	.0011285	.00091
Etmediamat~e	.0002685	-.0018046	.0020731	.0002629
percMatRin~o	.0002179	-.0014906	.0017085	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(12) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
 = 84.82
 Prob>chi2 = 0.0000
 (V_b-V_B is not positive definite)

Figura 23 - Test di Hausman

Per effettuare tale test si è apportato un cambiamento alle variabili relative alla lunghezza della rete, alle ore di manutenzione ordinaria e straordinaria. Tali variabili causavano problemi di scala poiché di ordini di grandezza diversi rispetto alle altre variabili. Per ovviare a tale problema il valore di queste variabili è stato diviso per 1000, ottenendo conseguentemente dei coefficienti che differiscono dai modelli presentati in precedenza per lo stesso fattore di scala.

7. Conclusioni

Ognuno dei modelli proposti presenta valori di alcuni coefficienti molto diversi da quelli attesi. Sicuramente l'uso di un data set più ampio permetterebbe una migliore stima di quest'ultimi.

Nei modelli Fixed Effects e Random Effects i dati sono raggruppati in formato panel e catturano i fattori di eterogeneità tra le imprese, mentre nel modello Pooled OLS i dati relativi alle imprese vengono considerati come indipendenti, supponendo che non ci sia eterogeneità. Da un punto di vista teorico il modello preferito è quello Fixed Effects, poiché i dati non sono relativi a un campione casuale ed è ragionevole supporre che ci siano degli effetti fissi relativamente ad ogni gruppo. Tale previsione è stata confermata dal test di Hausman, effettuato per comparare i risultati dei due modelli Fixed Effects e Random Effects. Dal test risulta che il modello Random Effects non può considerarsi appropriato.

Risulta in ogni caso interessante analizzare i coefficienti ottenuti con entrambe le procedure di stima. I risultati più robusti sono quelli relativi ai modelli Fixed Effects e Random Effects modificati, ottenuti dopo aver apportato alcune modifiche ai modelli proposti inizialmente, ed in particolare eliminando alcune variabili con coefficienti non rappresentativi. In tutti i casi si è scelto di lasciare almeno una variabile di controllo per ogni area di interesse: caratteristiche della rete, manutenzione ed età del parco rotabile.

Per quanto riguarda le variabili che quantificano l'offerta e i prezzi degli input, si ottengono correlazioni positive e livelli di significatività molto bassi in ogni modello analizzato. Ciò significa che i costi aumentano all'aumentare dei prezzi degli input e all'aumentare dei treni-km effettuati. Si ottengono invece risultati diversi per i coefficienti delle altre variabili.

Nel modello Fixed Effects modificato l'unica variabile di controllo che presenta un livello di significatività soddisfacente è quella relativa alle ore di manutenzione ordinaria. Essendo il coefficiente positivo, ciò significa che i costi aumentano all'aumentare delle ore di manutenzione effettuate. Anche le ore di manutenzione straordinaria hanno un coefficiente

positivo, ma con un livello di significatività alto. Le variabili relative alla percentuale di rete elettrificata e al numero di stazioni servite in relazione alla lunghezza della rete presentano coefficienti di correlazione negativi, evidenziando quindi una diminuzione dei costi all'aumentare di tali fattori, ma i livelli di significatività sono troppo alti. Questo è l'unico modello in cui la variabile relativa all'età media del materiale rotabile ha una correlazione positiva con i costi, coerentemente con quanto atteso, dato che l'invecchiamento del materiale rotabile non può sicuramente migliorare l'efficienza del servizio. Anche in questo caso, però, la variabile non risulta significativa.

Nel modello Random Effects modificato, invece, le variabili relative alla lunghezza della rete e al numero di stazioni in rapporto alla rete servita risultano significative ad un livello dell'8% circa, ed anche in questo caso sono correlate negativamente con i costi totali, denotando nel primo caso la presenza di economie di scala. Le ore di manutenzione ordinaria presentano un coefficiente positivo con un livello di significatività del 15% circa. La non significatività questa volta riguarda le variabili relative alle ore di manutenzione straordinaria e alla percentuale di materiale rinnovato, entrambe correlate negativamente con i costi totali. Riguardo la correlazione negativa della percentuale di materiale rinnovato è corretto assumere che una maggiore percentuale di quest'ultimo generi dei risparmi, ma nel caso delle ore di manutenzione straordinaria la correlazione negativa non sembra essere coerente con la realtà.

Tali modelli presentano dei limiti di applicazione, sia per i fattori appena commentati, che per la dipendenza dei risultati dall'approccio metodologico scelto. I risultati potrebbero cambiare, ad esempio, adottando forme di normalizzazione dei dati diverse o utilizzando altri metodi di regressione.

Inoltre la scelta delle variabili di controllo è stata influenzata dai dati che si avevano a disposizione. Potrebbero essere state omesse, quindi, delle variabili rappresentative delle differenze di costo, così come potrebbero esserci dei fattori di eterogeneità che non sono stati rilevati. Alcune variabili che emergono dalla letteratura e si potrebbero includere nel modello sono: fattore di carico, velocità media, densità della popolazione, tipologia di contratto.

Vi sono inoltre elementi importanti nei servizi ferroviari, quali sicurezza e qualità, che non vengono considerati nel calcolo dell'efficienza economica, ma che sono di grande impatto per il consumatore finale e generano costi per le imprese.

Anche in letteratura emergono risultati diversi da modelli econometrici basati su assunzioni differenti. I modelli proposti, nonostante tali limiti, rappresentano un buon punto di partenza per un'analisi più approfondita delle performance delle imprese. Per quanto tali stime siano approssimate, denotano significativi discostamenti tra imprese che risultano più efficienti e imprese che possono essere classificate come inefficienti.

Nonostante in questo studio ogni gestore del servizio regionale sia stato considerato come un'impresa a sé stante, in realtà in Italia nella maggior parte dei casi il servizio è effettuato dalla stesso operatore nazionale, che opera nelle diverse regioni sulla base di Contratti di Servizio. Un'analisi più approfondita potrebbe essere effettuata basandosi sul modello di Smith et al (2011), che studia l'inefficienza a due livelli: una parte comune a tutte le divisioni dell'impresa, e una parte che varia per ogni divisione. Gli autori dimostrano infatti che l'inefficienza può essere sottostimata se non viene scomposta in questi due livelli.

L'uso di modelli econometrici da parte del regolatore rappresenta un buon metodo per implementare una yardstick competition a livello regionale ed incentivare le imprese a raggiungere determinati livelli di performance. Grazie ad una maggiore trasparenza il regolatore, come suggerito da Farsi et al (2005), può calcolare degli intervalli di confidenza per i costi di ogni impresa, che gli permetterebbero di prevedere i range di costo nei quali dovrebbero rientrare le imprese per essere considerate efficienti.

Oltre ad incentivare la concorrenza, che rappresenta l'obiettivo principale delle ultime riforme europee nell'ambito dei servizi ferroviari, questo metodo può essere utile per individuare le regioni nelle quali sono necessari maggiori investimenti e, di conseguenza, effettuare una migliore ripartizione dei sussidi statali.

Bibliografia

Arrigo , U., Di Foggia, G. (2013). Produzione, costi e performance delle principali reti ferroviarie dell'Unione Europea. *Rapporto Università degli Studi di Milano Bicocca*.

Bacelli, O., & Cattaneo, F. (2011). Scenari e prospettive del sistema ferroviario italiano nel contesto di liberalizzazione europea. *Rapporto CERTeT. Università commerciale Luigi Bocconi*.

Bentivogli, C. & Panicara, E. (2012). Regolazione decentrata e servizio concentrato: le ferrovie regionali viaggiano su un binario stretto? *Rivista di Politica Economica, 2012, issue 3, 51-100*.

Boitani, A. (2016). I costi standard del trasporto ferroviario e la concorrenza per il mercato. *Presentazione al Convegno SIPOTRA, 22 Gennaio 2016*.

Boitani, A., & Ramella, F. (2012). Arenaways e altre storie ferroviarie (poco edificanti). *Mercato concorrenza regole / a. XIV, n. 1, aprile 2012*.

Boitani, A., & Ramella, F. (2017). Competizione e aggregazioni nel trasporto pubblico locale. *Studio Università Cattolica del Sacro Cuore*.

Bosisio, S., Monari, C. & Sartori, M. (2012). Il contributo del trasporto ferroviario nella strategia di crescita in Italia e in Europa. *Rapporto The European House-Ambrosetti*.

Bougna E. & Crozet Y. (2013). Estimating technical and allocative efficiency using stochastic cost frontier: an application to railway. *European Transport Conference 2013*.

Bruno, G. (2016). Pianificazione e governo delle infrastrutture: il caso ferroviario. *Tesi di laurea in Diritto e Regolazione pubblica dell'Economia, Università Luiss Guido Carli*.

Cabianca, A. (2010). Il trasporto pubblico locale alla difficile ricerca di un “centro di gravità”, tra disciplina di settore, servizi pubblici locali e normativa comunitaria. *Giustamm, rivista di Diritto Amministrativo*, 2010, n.4.

Cambini, C. (2017). Analisi dell’efficienza delle imprese che forniscono servizi di trasporto ferroviario regionale: una sintesi della letteratura economica. *Relazione, Politecnico di Torino*.

Cambini, C., Buzzo Margari, B. (2005). Le gare nelle ferrovie locali. *Rapporto III – Ottobre 2005, HERMES*.

Cambini, C., Catalano, G., & Savoldi, A. (2009). L’intervento pubblico nel trasporto ferroviario tra liberalizzazione e esigenze di servizio pubblico. *Rivista Mercato Concorrenza Regole*, vol. 2, 249-281.

Cantos Sánchez, P. (2001). Vertical relationships for the European railway industry. *Transport Policy*, 8(2), 77–83.

Casullo, L. (2016). The efficiency impact of open access competition in rail markets. The case of domestic passenger services in Europe. *International Transport Forum, Discussion Paper No. 2016-07*.

Catoni, A., (2010). Analisi micro e macro del settore dei trasporti ferroviari. *Tesi di laurea in Economia aziendale, Università Luiss Guido Carli*.

Corgiolu, V. (2009). Regolamentazione e concorrenza nel settore del trasporto pubblico locale. *Tesi di Laurea in Economia Industriale, Università Luiss Guido Carli*.

Dalen, D.M., Gomez-Lobo, A. (2003). Yardstick on the road: Regulatory contracts and cost efficiency in the Norwegian bus industry. *Journal of Transportation*, 30: 371-386.

Danielis, R., (2012). I trasporti in Italia: mercati e politiche. *Working Papers SIET 2012 - ISSN 1973-3208, Università degli Studi di Trieste*.

Dodgson, J., Crompton, R., Bulman, E., Abegg, P., Maunder, S. & Condorelli, D. (2004). Study of the financing of and public budget contributions to railways. *Final Report for European Commission, NERA (National Economic Research Associates)*.

Dorato, L., (2013). Il processo di liberalizzazione del trasporto ferroviario. *Tesi di dottorato in Economia e Metodi Quantitativi, Università degli Studi Roma Tre*.

Farsi, M., Filippini, M., & Greene, W. (2005). Efficiency measurement in network industries: application to the swiss railway companies. *Journal of Regulatory Economics*, 28(1):69–90.

Gautier, A., & Yvrande-Billon, A. (2013). Contract Renewal as an Incentive Device. An Application to the French Urban Public Transport Sector. *Review of Economics and Institutions*, 4(1): 1-29.

Greene, W. H. (2008). *Econometric Analysis. 6th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice*.

Kennedy, P. (2008). *A Guide to Econometrics. 6th ed. Malden, MA: Blackwell Publishing*.

Ksoll, M. (2004). Integration of Infrastructure and Transport: an Assessment from Industrial Economics and Railways Perspectives. *Conference at the Northwestern University Transportation Center, Evanston 2004*.

Lévêque, J. (2004). An application proposal of yardstick competition for the regional markets of the french railway system. *AET European Transport Conference*.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2016). Linee guida per la compilazione dei DGUE. M_INF.REG.REG_DECRETI.R.0000003.18-07-2016.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2017). Contratto relativo ai servizi di trasporto ferroviario passeggeri di interesse nazionale sottoposti a regime di obbligo di servizio pubblico per la media e lunga percorrenza 2017 - 2026.

Mizutani, F. & Uranishi, S. (2013). Does vertical separation reduce cost? An empirical analysis of the rail industry in European and East Asian OECD countries. *Journal of Regulatory Economics*, 43(1):31–59.

Oum, T. H., & Yu, C. (1994). Economic efficiency of railways and implications for public policy: A comparative study of the OECD Countries' railways. *Journal of Transport Economics and Policy*, 28(2), 121–138.

Procopio, M., (2014). Il trasporto pubblico locale. La ricerca dell'efficienza attraverso le riforme. *Studio ISFORT - Competenze e risorse per la mobilità*.

Sánchez, P. C., & Villarroja, J. M. (2000). Efficiency, technical change and productivity in the European rail sector: A stochastic frontier approach. *International Journal of Transport Economics*, 27(1), 55–76.

Senato della Repubblica e Camera dei Deputati. (2017). Contratto di programma 2016-2021- Parte Servizi tra il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti e RFI Spa Atto del Governo 374.

Smith, A.S. (2010), 2010 LICB International Econometric M&R Cost Benchmarking of Network Rail (2008 UIC dataset update): Technical Support Paper. *Report for the Office of Rail Regulation*.

Smith, A.S. (2012). The Application of Stochastic Frontier Panel Models in Economic Regulation: Experience from the European Rail Sector. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(2): 503-515.

Smith, A. S. & Wheat, P. (2011). Estimation of cost inefficiency in panel data models with firm specific and sub-company specific effects. *Journal of Productivity Analysis*, 37(1):27–40.

Stern, J. (2013). Econometric Benchmarking and its uses by ORR: a review. *CCRP Working Paper No 21*.

Urdanoz, M. & Vibes, C. (2013). Regulation and cost efficiency in the European railways industry. *Journal of productivity analysis*, 39(3):217–230.

Wheat, P. & Smith, A. S. (2015). Do the usual results of railway returns to scale and density hold in the case of heterogeneity in output? a hedonic cost function approach. *Journal of Transport Economics and Policy*, 49(1):35–57.

Wooldridge, J.M. (2006). Introductory econometrics: a modern approach. *Mason, OH, Thomson/South-Western*.

Sitografia

Agenzia della mobilità piemontese: <http://mtm.torino.it/it/servizi-e-contratti/servizi-ferroviari/contratti-sfm>

Agenzia della mobilità piemontese: http://mtm.torino.it/it/servizi-e-contratti/servizi-ferroviari/Contratto_Servizio2011_16_Regione_TI.pdf

Agenzia Nazionale Sicurezza Ferroviaria: <https://www.ansf.it/certificati-2017-b>

AMT Genova: <https://www.amt.genova.it/amt/trasporto-multimodale/ferrovia-genova-casella/>

ARST S.p.A.: <http://arst.sardegna.it/azienda.html>

ASSTRA: <http://www.asstra.it/conoscenza/pubblicazione/il-trasporto-ferroviario-regionale-in-italia.html>

Busitalia–Sita Nord:

<http://www.fsbusitalia.it/cms/v/index.jsp?vnextoid=14798351fe1c8410VgnVCM1000008916f90aRCRD>

Camera dei Deputati: http://www.camera.it/leg17/465?tema=il_sistema_ferroviario

Confconsumatori. <http://www.confconsumatori.it/Trasporto.htm>

Confconsumatori. Notizie 1 giugno 2017: <http://www.confconsumatori.it/wp-content/uploads/2017/06/Giornalino-Speciale-Johnny-maggio-2017.pdf>

Ente Autonomo Volturino S.r.l.: <http://www.eavsrl.it/web/mission-aziendale>

Ferramatori:

http://www.ferramatori.it/ferramatori/index.php?option=com_content&view=category&id=35:reti&Itemid=43&layout=default

Ferrovie Appulo Lucane: <http://ferrovieappulolucane.it/>

Ferrovie Appulo Lucane: <http://ferrovieappulolucane.it/tratta/linee/>

Ferrovie Appulo Lucane: <http://ferrovieappulolucane.it/wp-content/uploads/2015/06/contratto-di-servizio-Fal-Regione-Puglia.pdf>

Ferrovie del Gargano: <http://www.ferroviedelgargano.com/servizi-ferroviari/>

Ferrovie della Calabria: <http://www.ferroviellacalabria.it/fdc/ferrovia/Ferrovie del Sud Est:>
<https://www.fseonline.it/chisiamo.aspx>

Ferrovie nord barese: <http://www.ferrovienordbarese.it/gruppo/il-servizio-ferroviario>

Ferrovie Udine Cividale: <http://www.ferrovieudinecividale.it/azienda>

Gruppo FS Italiane: <http://www.fsnews.it/fsn/Gruppo-FS-Italiane/Trenitalia/Nuovo-Contratto-di-Servizio-tra-la-Regione-Molise-e-Trenitalia>

Gruppo FS Italiane: <http://www.fsnews.it/fsn/Gruppo-FS-Italiane/Trenitalia/Trenitalia-Regionale-Basilicata-firmato-nuovo-contratto-di-servizio>

GTT:

http://www.gtt.to.it/cms/risorse/bdg/72.2016/Contratto_dei_servizi_Comune_di_Torino.pdf

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti:

<http://www.mit.gov.it/temi/infrastrutture/ferrovie>

Mobilita.org Catania: <http://catania.mobilita.org/2015/12/30/firmato-il-contratto-di-servizio-trenitalia-regione-durata-biennale-e-190-milioni-per-nuovi-treni/>

Proteo: http://www.proteo.rdbcub.it/article.php3?id_article=27&artsuite=2

Provincia Autonoma di Bolzano: [file:///C:/Users/win/Downloads/164857%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/win/Downloads/164857%20(1).PDF)

Provincia Autonoma di Bolzano: <file:///C:/Users/win/Downloads/167821.PDF>

Provincia Autonoma di Trento:

http://www.trasporti.provincia.tn.it/binary/pat_trasporti/normativa/Contratto_di_Servizio_Trenitalia_2016_2024.1497450867.pdf

Provincia Autonoma di Trento:

http://www.ttspa.it/c/document_library/get_file?uuid=08599d25-6766-40f0-b566-c80cf591faa9&groupId=10137

Regione Basilicata:

<http://www.regione.basilicata.it/giunta/site/giunta/department.jsp?dep=100059&area=111814&level=0>

Regione Calabria: <http://portale.regione.calabria.it/website/portalmedia/2017-05/Contratto-Servizio-Trenitalia-2015-2017.pdf>

Regione Calabria:

<http://portale.regione.calabria.it/website/portaltemplates/view/view.cfm?3942>

Regione Campania:

file:///C:/Users/win/Downloads/DELIBERA_DELLA_GIUNTA_REGIONALE_DIP53_7_N_164_DEL_28-03-2017%20(2).pdf

Regione Campania: *http://next.regione.campania.it/regione/it/news/primo-piano/firmato-il-nuovo-contratto-di-servizio-con-trenitalia?page=22*

Regione Friuli-Venezia-Giulia: *http://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/infrastrutture-lavori-pubblici/infrastrutture-logistica-trasporti/FOGLIA102/#id1*

Regione Friuli-Venezia-Giulia:

http://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/infrastrutture-lavori-pubblici/infrastrutture-logistica-trasporti/FOGLIA102/allegati/25012017_CONTRATTO_FUC_n144-2016.pdf

Regione Friuli-Venezia-Giulia:

http://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/infrastrutture-lavori-pubblici/infrastrutture-logistica-trasporti/FOGLIA102/allegati/25012017_PROROGA_TRENITALIA_REP_9708-2015.pdf

Regione Lazio: *http://www.regione.lazio.it/binary/rl_main/tbl_delibere/304653.pdf*

Regione Lazio: *http://www.regione.lazio.it/rl_main/?vw=newsdettaglio&id=3654*

Regione Liguria: *https://www.regione.liguria.it/component/content/article.html?id=14403*

Regione Lombardia: *http://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/5aec0b92-82ac-40c2-b492-344a6a72a6a8/CdS_ATI_S5+2008-2017.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=5aec0b92-82ac-40c2-b492-344a6a72a6a8*

Regione Lombardia: *http://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/7144d5b9-7e3c-4e44-82ad-30a1652e2642/DGR+3390_2015+CdS_TN_v15+completo.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=7144d5b9-7e3c-4e44-82ad-30a1652e2642*

Regione Marche: <https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Infrastrutture-e-Trasporti/Comunicati/id/25711/p/4/CONTRATTO-REGIONE---TRENITALIA-PER-I-SERVIZI-FERROVIARI-REGIONALI--CONFERENZA-STAMPA-DELLASSESSORE-ANGELO-SCIAPICHETTI>

Regione Piemonte: http://www.regione.piemonte.it/trasporti/tpl/servizi_tpl.htm

Regione Piemonte: <http://www.sipotra.it/wp-content/uploads/2017/03/AS1358.pdf>

Regione Puglia: <http://mobilita.regione.puglia.it/index.php/component/k2/itemlist/category/64>

Regione Sardegna: https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20150119085057.pdf

Regione Sardegna: http://www.sardegnamobilita.it/documenti/33_252_20170920121047.pdf

Regione Sicilia:

http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR_LaStrutturaRegionale/PIR_AssInfrastruttureMobilita/PIR_InfrastruttureMobilitaTrasporti/PIR_Trasportipubblici/Relazione%20art.%2034%20D%20Lgs%20179.2012%20art.%2034.pdf

Regione Toscana:

<http://www.consiglio.regione.toscana.it/upload/9/CM07/consultazioni/consu308.pdf>

Regione Toscana:

http://www.regione.toscana.it/bancadati/atti/Contenuto.xml?id=5148202&nomeFile=Decreto_n.7117_del_23-05-2017-Allegato-A

Regione Toscana:

<http://www.regione.toscana.it/documents/10180/12063107/Contratto+di+servizio+RegioneToscana-Trenitalia+2015-2020/5b6f7567-b398-4da3-9aa2-7476d2811361>

Regione Umbria: <http://www.regione.umbria.it/infrastrutture-e-trasporti/servizi-ferroviari>

Regione Valle d'Aosta:

[http://appweb.regione.vda.it/dbweb/bandigara/bandigar.nsf/\(vediTutti\)/DC3AEC166167439CC125818E002C20E7?opendocument&l=&](http://appweb.regione.vda.it/dbweb/bandigara/bandigar.nsf/(vediTutti)/DC3AEC166167439CC125818E002C20E7?opendocument&l=&)

Regione Valle d'Aosta:

<https://drive.google.com/file/d/0B0cEmrJ2ZGKBUDJUzk05RS1WTFU/view>

Regione Veneto:

<https://bur.regione.veneto.it/BurvServices/pubblica/DettaglioDgr.aspx?id=314723>

Regione Veneto: https://www.regione.veneto.it/c/document_library/get_file?uuid=800276c6-ca1f-465c-a82b-a5b185298f6c&groupId=10781

SAD: <https://www.sad.it/it/la-rete-dei-servizi-ferroviari>

Sistemi territoriali spa:

<http://www.sistemiterritorialispa.it/DatiFiles/PaginePersonalizzateHome/1/chisiamo.asp>

Società Unica Abruzzese di Trasporto (TUA): <http://www.tuabruzzo.it/index.php?id=55>

TPER: <https://www.tper.it/azienda/chi-siamo>

Trasporti Italia: <https://www.trasporti-italia.com/treno/l-ue-adotta-formalmente-il-iv-pacchetto-ferroviario/27158>

Trasporto ferroviario toscano: <http://www.trasportoferroviariotoscano.it/index.php/Chi-siamo/L-azienda>

Trenord: <http://www.trenord.it/it/chi-siamo/l-azienda.aspx>

Trentino Trasporti Esercizio: <http://www.ttesercizio.it/Treno/>