



**Politecnico
di Torino**

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

LAUREA MAGISTRALE

In Ingegneria Gestionale (Supply Chain Design)

ANALISI DI CONVENIENZA DELLA FLOTTA
AZIENDALE RISPETTO ALL'OUTSOURCING DEL
TRASPORTO: IL CASO GIESSEGI

Candidato:

Alessandro Saitta

Relatore:

Prof. Carlo Rafele

a.a. 2025/2026

Abstract

Questa tesi analizza la convenienza economica ed ambientale della gestione di una flotta aziendale di automezzi rispetto al ricorso a trasportatori terzi nel caso di Giessegi, impresa italiana del settore legno-arredo. L'obiettivo è supportare decisioni di make-or-buy logistico nel trasporto outbound, attraverso un modello di costo €/km ed una valutazione dell'utilizzo dei mezzi, integrando elementi operativi (stagionalità, composizione del parco veicoli, vincoli di servizio) ad una stima delle emissioni.

Dopo l'inquadramento teorico su gestione dei trasporti, costi logistici e scelte di outsourcing, il lavoro costruisce un modello di costo pieno per la flotta interna (costi fissi e variabili, consumi, pedaggi, manutenzione, personale, ammortamenti) e un modello di confronto per i vettori terzi basato su tariffe e meccanismi di equivalenza tra chilometri "tariffari" e chilometri effettivi. Il modello è applicato a scenari stagionali (alta: ott-dic; bassa: mar-mag) sulle principali macro-aree di consegna (Lombardia, Lazio, Emilia-Romagna, Puglia, Sicilia), considerando un mix di motrici da 55 m³ e bilici da 85 m³ e le relative configurazioni di viaggio.

I risultati evidenziano come distanza, saturazione e numero di viaggi incidano in modo determinante sul costo unitario e sull'assorbimento dei mezzi. L'analisi di scenario mostra che interventi di consolidamento carichi, riduzione dei km a vuoto e revisione mirata di alcune scelte di mezzo/rotta (inclusa l'integrazione di ritiri lungo tratte nel Nord Italia) possono generare risparmi significativi e migliorare l'affidabilità del servizio. La componente di sostenibilità quantifica le emissioni associate ai viaggi analizzati, individuando le direttrici a maggiore impatto e le leve operative più efficaci nel breve periodo.

In conclusione, la tesi propone una soluzione ibrida: mantenere una quota di flotta interna per tratte e flussi strategici, affiancandola a trasportatori terzi per assorbire picchi stagionali ed aumentare flessibilità. L'integrazione di KPI economici e ambientali (€/km, €/viaggio, tCO₂e) fornisce un quadro decisionale replicabile e aggiornabile per la pianificazione dei trasporti.

Sommario

1	Introduzione	1
1.1	Giessegi: storia e profilo aziendale	1
1.2	Il sistema produttivo e il modello di business.....	2
1.3	Il sistema logistico e il ruolo della flotta interna.....	3
1.4	Case study: motivazioni e analisi.....	5
1.5	Obiettivi e contributi attesi.....	6
2	Quadro teorico e metodologico.....	7
2.1	Il trasporto merci e il suo impatto sulla supply chain	7
2.2	Specificità del trasporto nel settore legno-arredo e nel caso Giessegi.....	8
2.3	La decisione make or buy nel trasporto merci	9
2.4	Modelli di costo e indicatori economici nel trasporto.....	11
2.5	Ottimizzazione delle tratte e Vehicle Routing Problem	13
2.6	Strumenti evoluti per la valutazione delle rotte: dalle TMA all'AI	16
2.7	Metodi di valutazione multicriteriale	18
2.8	Sostenibilità ambientale e strumenti di valutazione nel trasporto merci	19
3	Dati, fonti informative e costruzione del dataset	21
3.1	Obiettivi del capitolo e perimetro dell'analisi.....	21
3.2	La flotta oggetto di studio	21
3.2.1	Autocarri e cassoni da 55 metri cubi.....	22
3.2.2	Trattori stradali, semirimorchi da 85 metri cubi	22
3.3	Fonti informative sui costi della flotta interna	22
3.3.1	Costo di acquisizione e leasing	23
3.3.2	Spese amministrative e oneri burocratici	23
3.3.3	Manutenzione, usura e carrozzeria.....	24
3.3.4	Carburante e cisterna interna.....	24
3.3.5	Pedaggi e altre spese di transito	25

3.3.6	Autisti e costo del lavoro	25
3.3.7	Cassoni e semirimorchi	26
3.3.8	Multe	26
3.3.9	Ritiri di materiale	26
3.4	Struttura del database e orizzonte temporale	26
3.5	Dati su clienti, fornitori e consegne extra	27
3.5.1	Fatturato per regione lato clienti	27
3.5.2	Fornitori e spesa per regione	27
3.5.3	Consegne extra	28
3.6	Limiti, assunzioni e qualità dei dati	28
4	Modello di costo della flotta interna	30
4.1	Struttura del modello e perimetro temporale	30
4.2	Applicazione del modello al 2024	30
4.2.1	Perimetro e dati di base 2024	30
4.2.2	Ripartizione dei costi comuni 2024	31
4.2.3	Costi totali e indici €/km 2024	32
4.3	Applicazione del modello al 2025	33
4.3.1	Perimetro e novità 2025	33
4.3.2	Ripartizione dei costi comuni 2025	33
4.3.3	Costi totali e indici €/km 2025	35
4.4	Confronto sintetico tra 2024 e 2025	36
4.5	Analisi statistica degli outlier degli indici €/km	36
4.5.1	Analisi puntuale degli indici €/km - anno 2024	37
4.5.2	Analisi puntuale degli indici €/km - anno 2025	38
4.6	Posizionamento della flotta interna rispetto alle tariffe dei vettori terzi	39
4.6.1	Struttura delle tariffe dei vettori terzi	39
4.6.2	Livelli tariffari 2024 - 2025	40
5	Analisi geografica della domanda e delle fonti di approvvigionamento	42

5.1	Obiettivi e impostazione dell'analisi geografica.....	42
5.2	Province clienti a maggior fatturato.....	42
5.2.1	Considerazioni di sintesi sui bacini di domanda.....	45
5.3	Province di approvvigionamento a maggior valore di acquisto.....	45
5.4	Intersezioni tra bacini di vendita e bacini di approvvigionamento	47
5.5	Geografia delle consegne extra e potenziale di sostituzione con ritiri.....	48
5.6	Sinergie con la rete fornitori e la rete clienti.....	49
6	Modellizzazione dei costi di trasporto e analisi di ottimizzazione	50
6.1	Obiettivi del capitolo e impostazione generale	50
6.2	Funzione di costo della flotta interna.....	50
6.2.1	Componenti fisse.....	51
6.2.2	Componenti variabili: manutenzione, pedaggi, carburante	53
6.2.3	Confronto ex-post tra conto proprio e conto terzi	56
6.3	Funzione di costo dei vettori terzi e problema del chilometraggio tariffario.....	60
6.3.1	Tariffe chilometriche e chilometraggio di listino.....	60
6.3.2	Necessità di una funzione di costo generale	61
6.4	Costruzione di un coefficiente medio ponderato e verifica dell'approssimazione	61
6.4.1	Ponderazione per fatturato	61
6.4.2	Verifica della bontà dell'approssimazione: coefficiente di variazione.	61
6.5	Segmentazione per gruppi omogenei e identificazione delle tratte critiche	62
6.5.1	Costruzione dei gruppi e criteri di omogeneità.....	62
6.5.2	Utilizzo dei gruppi nel confronto conto proprio/conto terzi	62
6.5.3	Determinazione dei chilometraggi di break-even.....	65
6.5.4	Considerazioni sui risultati e implicazioni gestionali	68
6.6	Confronto aggregato per macro-area tra soluzione “solo flotta interna” e “solo terzisti” ..	68
6.6.1	Dati di input e ipotesi di calcolo	69
6.6.2	Calcolo del costo per viaggio.....	70
6.6.3	Estensione ai costi stagionali e semestrali	71

6.7	Conclusioni operative: adozione di una soluzione ibrida e criteri di allocazione tra le tratte	73
6.7.1	Soluzione ibrida: quando la distorsione tariffaria diventa leva di internalizzazione	73
6.7.2	Implicazioni sul dimensionamento	74
6.7.3	Estensioni operative della logica ibrida: configurazione dei mezzi e sinergie con i ritiri	75
7	Sostenibilità del trasporto: quadro teorico e applicazione al caso Giessegi	76
7.1	Sostenibilità, logistica e trasporto merci	76
7.2	Le principali leve di riduzione delle emissioni nel trasporto stradale	76
7.3	Perché misurare: finanza, reputazione e commesse pubbliche	77
7.4	Metodologia di calcolo delle emissioni per il caso Giessegi	77
7.5	Ordine di grandezza delle emissioni per scenario	78
7.6	Spunti di miglioramento coerenti con i risultati e con i vincoli operativi	79
8	Conclusioni	81
8.1	Obiettivi della ricerca e contributo della tesi	81
8.2	Evidenze chiave dell'analisi economica e degli scenari	81
8.3	Implicazioni manageriali	82
8.4	Investimenti in strumenti digitali di pianificazione e supporto alla decisione	82
8.5	Introduzione di una figura dedicata ai trasporti	83
8.6	Prospettive tecnologiche: elettrificazione e transizione energetica della flotta	84
8.7	Roadmap di implementazione	84
8.8	Limiti dell'analisi e sviluppi futuri	85
8.9	Conclusioni finali	85
9	Bibliografia	87

1 Introduzione

1.1 Giessegi: storia e profilo aziendale

Giessegi Industria Mobili S.p.A. trova le proprie radici nel territorio del comune di Appignano, in provincia di Macerata, la quale accoglie uno dei principali distretti italiani del settore dell'arredamento. L'azienda nasce nei primi anni Ottanta su iniziativa di un'azienda familiare già operante nel territorio con altra gamma di prodotti dello stesso settore.

La profonda crisi economica che caratterizza quel periodo, tuttavia, mette sotto pressione la struttura originaria dell'impresa e porta, nel 1986, al passaggio di proprietà al Gruppo Valentini, uno dei maggiori gruppi nazionali del settore del mobile per dimensioni e fatturato. La gestione operativa viene affidata all'ingegner Gabriele Miccini, che avvia un percorso di rilancio e di consolidamento industriale dell'azienda.

Nel 1993 un passaggio strategico importante è rappresentato dall'acquisizione di Mobilclass, azienda specializzata nella produzione di camere matrimoniali, che consente a Giessegi di ampliare il portafoglio prodotti e presidiare in modo più completo il segmento notte. Dopo circa trent'anni, nel 2015 il Gruppo Valentini decide di dismettere l'attività e cede all'ingegner Miccini l'intero pacchetto azionario. Giessegi diventa così un'azienda a socio unico, con una governance fortemente concentrata e una continuità gestionale che si mantiene fino a oggi. La guida viene ulteriormente rafforzata nel 2020 con la nomina del dottor Federico Miccini, figlio del socio unico, ad amministratore delegato.

Nel corso degli anni Giessegi è riuscita a fronteggiare la concorrenza e le fluttuazioni del mercato, affermandosi come uno dei principali produttori italiani di mobili in legno. Oggi l'azienda può contare su una superficie produttiva complessiva superiore ai 100.000 m², un organico di circa 600 addetti e un fatturato annuo che la colloca tra le imprese di maggiori dimensioni del comparto. Il core business è costituito dalla progettazione e produzione di camere per ragazzi, camere matrimoniali, soggiorni, armadiature, cabine armadio, arredi per ufficio e soluzioni contract.

Il posizionamento competitivo dell'impresa si fonda su alcuni tratti distintivi: una forte specializzazione nel segmento delle camere per ragazzi, l'ampiezza e profondità di gamma, la possibilità di combinare finiture, colori e moduli per ottenere un elevato livello di personalizzazione, nonché l'integrazione verticale delle fasi di progettazione e produzione, che consente di controllare qualità, tempi e costi lungo l'intero ciclo produttivo.

Negli ultimi anni Giessegi ha rafforzato il proprio impegno sui temi della sostenibilità ambientale e sociale, adottando pannelli ecologici in legno riciclato, vernici ad acqua e sistemi di recupero e riciclo

degli scarti di produzione. L'azienda ha inoltre investito in impianti fotovoltaici in grado di coprire una quota significativa del fabbisogno energetico, riducendo l'impatto ambientale delle attività produttive e allineandosi alle crescenti aspettative del mercato in ambito ESG.

Dal punto di vista commerciale, Giessegi serve prevalentemente il mercato domestico, con una presenza capillare sul territorio italiano. Parallelamente, l'azienda ha avviato un percorso di internazionalizzazione, supportato dalla nomina di un export manager dedicato e dalla partecipazione a fiere internazionali di settore. Il canale di vendita dell'azienda è caratterizzato da un mix composto da GDO e retailers, ovvero piccoli rivenditori specializzati. In questo modo l'azienda riesce ad avere una presenza capillare sull'intero territorio nazionale. Da segnalare la presenza di cospicuo numero di negozi di arredamento che hanno deciso di siglare un accordo commerciale con l'azienda divenendo rivenditori monomarca per i segmenti occupati da Giessegi. In aggiunta a ciò si segnala anche la presenza di realizzazioni e forniture gestite direttamente dall'azienda principalmente nei casi di grandi commesse pubbliche e/o del settore contract.

1.2 Il sistema produttivo e il modello di business

Per comprendere appieno le scelte logistiche ed, in particolare, il ruolo della flotta di trasporto, è utile inquadrare brevemente il sistema produttivo di Giessegi e il relativo modello di business. L'azienda opera come una manifattura integrata secondo un ciclo produttivo che può essere schematizzato in alcune macro-fasi: la produzione inizia dalla trasformazione di pannelli truciolari nobilitati, considerati materie prime a tutti gli effetti.

I pannelli nobilitati, con dimensioni e spessori diversi, vengono stoccati in magazzini dedicati e successivamente avviati alla sezionatura, dove sono tagliati in formati più piccoli secondo programmi di taglio ottimizzati. Seguono le operazioni di squadratura e bordatura, volte a rifinire gli spigoli e applicare i bordi decorativi.

A seconda della tipologia di semilavorato, i pannelli possono essere sottoposti a foratura automatica per la realizzazione delle predisposizioni di montaggio e, quando previsto, alla verniciatura con vernici a base d'acqua applicate tramite impianti automatici o cabine manuali.

Le fasi successive riguardano l'assemblaggio e l'imballaggio: le linee si differenziano tra mobili montati e mobili smontati. Nel primo caso, i semilavorati vengono incollati e pressati in appositi strettoi per garantire stabilità e geometria del mobile; nel secondo si procede prevalentemente all'applicazione della ferramenta e alla preparazione dei kit necessari per l'assemblaggio.

In entrambi i casi, i prodotti vengono poi imballati, identificati tramite etichette con codice a barre e convogliati verso il reparto spedizioni tramite trasportatori e rulliere automatizzate, dove sono

smistati secondo un piano di carico per destinazione. Accanto al flusso “standard”, Giessegi gestisce un importante volume di prodotti fuori misura, ossia soluzioni customizzate rispetto alle configurazioni di catalogo. Questi articoli transitano per un reparto dedicato, dotato di centri di lavoro a controllo numerico e attrezzature specifiche, prima di rientrare nel flusso ordinario di assemblaggio e spedizione.

Per quanto riguarda le modalità di carico, l’azienda utilizza prevalentemente una modalità di carico “sfuso” e non pallettizzato: i colli vengono caricati singolarmente a bordo dei mezzi, senza l’ausilio di pallet standardizzati. Questa scelta è legata alla natura stessa del prodotto (mobili e componenti di arredo con dimensioni, pesi e livelli di fragilità molto eterogenei) che rende spesso poco efficiente, o addirittura impraticabile, una pallettizzazione uniforme.

Il carico sfuso richiede una particolare attenzione in fase di pianificazione e di esecuzione delle operazioni di carico e scarico: è necessario ottimizzare la disposizione dei colli all’interno del cassone per sfruttare al meglio la capacità disponibile, ridurre il rischio di danneggiamento e garantire la corretta sequenza di scarico presso i diversi punti di consegna.

Il sistema produttivo è distribuito su più stabilimenti localizzati esclusivamente nel comune di Appignano. Gli impianti svolgono funzioni differenziate (uffici, lavorazioni iniziali, verniciatura, assemblaggio, magazzini di prodotto finito e semilavorato), la cui articolazione spaziale genera flussi interni significativi di materie prime, semilavorati e prodotti finiti, gestiti attraverso una combinazione di movimentazioni automatiche e mezzi di handling interni.

1.3 Il sistema logistico e il ruolo della flotta interna

La collocazione geografica degli stabilimenti di Giessegi nel distretto maceratese del legno-arredo implica la necessità di raggiungere quotidianamente clienti distribuiti su tutto il territorio nazionale, con una quota crescente di destinazioni estere, seppur ancora minoritaria. La consegna dei prodotti Giessegi avviene secondo tre modalità principali, scelte in funzione della tipologia di cliente servito e delle caratteristiche del territorio di destinazione. Una prima modalità prevede lo scarico unico presso i magazzini dei clienti appartenenti alla grande distribuzione organizzata (GDO), dove il mezzo effettua una sola fermata e consegna l’intero carico a un singolo centro logistico. Una seconda modalità è quella del c.d. “sistema a navetta”, in cui il veicolo effettua più scarichi nella stessa uscita, servendo i magazzini di clienti diversi situati all’interno di una medesima area geografica. Infine, una terza modalità prevede la consegna della merce a un deposito intermedio appartenente a corrieri e/o aziende logistiche locali, che successivamente si occuperà della distribuzione della merce verso le singole destinazioni finali. Si ricorre a questa modalità principalmente nelle aree in cui è impossibile

transitare con mezzi pesanti o verso destinazioni la cui localizzazione e/o le cui quantità da consegnare rendono il trasporto inefficiente.

Dal punto di vista operativo, l'azienda deve gestire un volume elevato di colli di dimensioni e peso eterogeneo, spesso appartenenti a ordini composti da più componenti da consegnare contestualmente al cliente finale. La complessità del servizio logistico è dunque legata non solo ai volumi, ma anche alla varietà e alla delicatezza degli articoli movimentati. La procedura di consegna è strettamente integrata con l'organizzazione produttiva: i piani di carico vengono elaborati a partire dalla quantità e dal volume degli ordini di vendita che si traducono in colli in uscita dai reparti di imballaggio, con l'obiettivo di minimizzare i tempi di giacenza del prodotto finito e di saturare il più possibile i mezzi in partenza.

Per rispondere a queste esigenze, Giessegi ha sviluppato nel tempo un sistema logistico misto. Storicamente, Giessegi ha fatto affidamento in modo pressoché esclusivo su trasportatori terzi per la distribuzione dei propri prodotti sul territorio nazionale. Fino al 2021 la gestione del trasporto era interamente esternalizzata a un numero limitato di vettori, con i quali l'azienda aveva sviluppato rapporti continuativi e consolidati. In alcuni casi tali rapporti avevano assunto forme di vera e propria quasi-esclusività, configurando una situazione prossima alla monocommittenza dal punto di vista del fornitore di trasporto. A partire dal 2022, anche alla luce dell'evoluzione del mercato e delle condizioni economiche, Giessegi ha avviato un percorso di parziale internalizzazione del servizio di trasporto, introducendo una propria flotta di mezzi. La scelta è stata motivata da più fattori. In primo luogo, la volontà di ridurre il potere contrattuale dei trasportatori terzi ricorrenti, attenuando il rischio di dipendenza da un numero ristretto di fornitori strategici. In secondo luogo, l'esigenza di mitigare il rischio connesso alla volatilità dei prezzi di servizio applicati dal mercato, in un contesto caratterizzato da forti oscillazioni dei costi di trasporto. Infine, l'azienda ha inteso rafforzare la propria capacità di gestione diretta delle procedure di consegna, sia in termini di servizio al cliente (puntualità, flessibilità, immagine) sia in termini di maggiore controllo sui flussi fisici.

L'introduzione di una flotta interna non ha sostituito completamente il ricorso ai vettori esterni, che vengono ancora utilizzati in modo complementare per servire determinate aree geografiche, gestire picchi di domanda o coprire tratte per le quali l'outsourcing risulta storicamente più conveniente. La disponibilità di una flotta interna non incide soltanto sulla distribuzione verso i clienti finali, ma apre anche opportunità di integrazione con i flussi in ingresso. In alcuni casi, infatti, i mezzi aziendali possono essere impiegati per effettuare direttamente i ritiri di materiale presso i fornitori, evitando il ricorso ai servizi di trasporto esterni di cui l'azienda si avvale attualmente. Quando tali ritiri vengono combinati con viaggi già programmati o con tratte che i veicoli avrebbero comunque percorso, essi

generano un risparmio sui costi specifici di consegna per la fornitura, poiché permettono di evitare il ricorso a ulteriori trasportatori terzi e di sfruttare in modo più efficiente la capacità di carico disponibile.

Dal punto di vista strategico, la gestione interna del trasporto ha consentito a Giessegi di offrire tempi di consegna più contenuti, di facilitare il coordinamento tra produzione e distribuzione e di presidiare direttamente il rapporto con alcuni clienti chiave. Allo stesso tempo, l'evoluzione del contesto competitivo e delle condizioni di mercato dei servizi di trasporto rende necessario interrogarsi sulla sostenibilità economica e organizzativa di questo modello, alla luce della crescente disponibilità di operatori terzi in grado di offrire servizi standardizzati a costi unitari competitivi.

La presente tesi si colloca esattamente in questo punto di tensione, proponendosi di analizzare in modo sistematico la convenienza relativa delle due opzioni, trasporto interno ed esternalizzato, sulla base dei dati economici, delle esigenze operative e degli obiettivi di sostenibilità perseguiti da Giessegi.

1.4 Case study: motivazioni e analisi

La gestione della flotta interna di camion sta rappresentando una componente consolidata del modello operativo di Giessegi, garantendo un elevato controllo sulle consegne, una buona capacità di risposta alle esigenze dei clienti e un collegamento diretto con reparti produttivi e rete commerciale. L'evoluzione dei volumi, della distribuzione geografica degli ordini e delle condizioni di mercato rende tuttavia necessario riconsiderare in modo critico questa scelta.

Le analisi preliminari condotte sui dati storici di esercizio della flotta in termini di costi sostenuti e chilometri percorsi, hanno messo in evidenza alcune criticità: il costo medio per chilometro dei mezzi interni risulta in diversi casi superiore alle tariffe offerte dai trasportatori terzi per servizi analoghi; il grado di utilizzo dei veicoli non è uniforme, con periodi e tratte caratterizzati da livelli di saturazione inferiori al potenziale; la struttura attuale delle rotte genera in alcuni casi viaggi di ritorno a carico parziale o a vuoto, con effetti negativi sia sui costi complessivi sia sulle emissioni associate alle attività di trasporto.

Questi elementi alimentano un interrogativo centrale per il management: la flotta interna di Giessegi è oggi competitiva rispetto al ricorso sistematico a trasportatori terzi? E, più in generale, in quali condizioni l'azienda dovrebbe privilegiare il trasporto interno e in quali, invece, risulta più conveniente esternalizzare?

Il case study affrontato in questa tesi può essere sintetizzato come segue: valutare la convenienza economica, organizzativa ed ambientale della flotta di camion aziendale rispetto all'utilizzo di

trasportatori terzi, analizzando lo stato attuale e simulando possibili scenari di ottimizzazione delle tratte e di riorganizzazione della rete distributiva.

1.5 Obiettivi e contributi attesi

L'obiettivo generale della tesi è analizzare e confrontare, nel caso di Giessegi, la gestione interna del trasporto e il ricorso a trasportatori terzi, proponendo scenari di ottimizzazione capaci di migliorare la convenienza complessiva della soluzione adottata.

Da questo obiettivo discendono i seguenti obiettivi specifici:

- analisi economica della flotta interna: ricostruire i costi complessivi associati alla flotta aziendale (costi fissi e variabili) e derivarne indicatori sintetici, quali il costo medio per chilometro e per viaggio, con riferimento ai diversi mezzi e alle principali tipologie di servizio svolte;
- confronto con i trasportatori terzi: confrontare i costi unitari della flotta interna con le tariffe offerte da operatori esterni per analoghe tratte e volumi, identificando le condizioni in cui il trasporto interno risulta più o meno competitivo;
- analisi spaziale e strutturale della rete logistica: analizzare la distribuzione geografica dei clienti serviti e dei fornitori, la struttura delle rotte e l'intensità dei flussi, al fine di evidenziare eventuali inefficienze (viaggi a vuoto, percorsi ridondanti, bassa saturazione);
- definizione e valutazione di scenari di ottimizzazione: proporre e valutare scenari alternativi di organizzazione della rete e delle tratte (rotte ottimizzate, introduzione di hub intermedi, combinazioni tra trasporto interno e terzi), stimandone gli impatti su percorrenze, utilizzo dei mezzi e costi stimati;
- valutazione economico-organizzativa e ambientale degli scenari: valutare gli effetti degli scenari proposti in termini di economicità, impatti organizzativi e sostenibilità ambientale, con particolare attenzione alle emissioni associate ai diversi assetti di rete;
- integrare le diverse dimensioni di valutazione attraverso un approccio multicriteriale, al fine di individuare le alternative più coerenti con gli obiettivi aziendali e formulare raccomandazioni operative per Giessegi.

I contributi attesi della tesi sono sia pratici sia metodologici. Dal punto di vista aziendale, il lavoro mira a fornire a Giessegi un quadro strutturato e basato su dati per orientare le scelte relative alla gestione della flotta e al ricorso a trasportatori terzi. Dal punto di vista metodologico, lo studio propone un approccio integrato che combina analisi dei costi, rappresentazione spaziale della rete ed elaborazione di scenari di ottimizzazione.

2 Quadro teorico e metodologico

2.1 Il trasporto merci e il suo impatto sulla supply chain

Il trasporto merci è una componente strutturale dei sistemi logistici e contribuisce in modo diretto alla creazione di valore lungo la supply chain, perché consente di rendere disponibili i prodotti nel luogo e nel momento richiesto dal cliente. In molte filiere manifatturiere la funzione trasporti non è soltanto un centro di costo, ma un driver di performance poiché influenza i lead time, la variabilità dei tempi di consegna, la possibilità di consolidare i flussi e la qualità percepita del servizio. Tali effetti si riflettono sui livelli di scorta necessari e sulla capacità dell'impresa di mantenere promesse di servizio coerenti. [1]

Per coerenza terminologica, nel seguito si richiama la distinzione proposta dal CSCMP tra logistica e supply chain management nelle definizioni e nel glossario di riferimento del settore. [2]

Dal punto di vista economico, il trasporto incide su più dimensioni. La prima è il costo diretto: nella gestione di una flotta di mezzi vanno considerate le spese relative a carburante, pedaggi, autista, manutenzione e ammortamenti, che crescono con la distanza e con la complessità operativa (multi-stop e finestre temporali). La seconda è il costo indiretto legato alle politiche di servizio e al disegno della rete: consegne frequenti e lead time ridotti possono ridurre la necessità di scorte lungo la catena, ma richiedono maggiore capacità di trasporto e più movimentazioni. Ne deriva un classico trade-off tra costo di trasporto, costo di inventario e livello di servizio. [1]

In ottica supply chain, trasporto, produzione e scorte sono quindi interdipendenti. Le scelte trasportistiche influenzano la struttura della rete distributiva: alla base ci sono scelte che possono privilegiare la spedizione diretta piuttosto che l'utilizzo di hub, cross-dock o depositi regionali, è importante dimensionare la capacità di risposta a picchi di domanda e urgenze. In generale, reti più snelle riducono handling e rischio di danno, mentre reti più capillari migliorano prossimità e reattività ma aumentano complessità e costi di coordinamento. [1]

Sul piano operativo, la pianificazione di rotte e carichi è il punto di sintesi tra vincoli fisici, vincoli temporali e vincoli economici. Tra i vincoli ricorrenti nel trasporto stradale si possono richiamare:

- limiti di capacità del veicolo (peso e/o volume);
- vincoli di guida e riposo;
- finestre temporali di consegna imposte dai clienti;
- tempi di carico/scarico;
- restrizioni infrastrutturali e urbane;

- disponibilità di mezzi idonei.

Questi fattori rendono il trasporto un problema decisionale con molteplici combinazioni da considerare e con impatti diretti su costi e qualità del servizio. [1]

Negli ultimi anni, la digitalizzazione dei processi logistici ha reso disponibili strumenti di gestione e ottimizzazione del trasporto (Transportation Management Systems, TMS) a supporto di pianificazione, esecuzione e monitoraggio. Un TMS è un sistema utilizzato per pianificare i movimenti di trasporto, effettuare freight rating e carrier shopping su più modalità, selezionare rotta e vettore e gestire fatture e pagamenti del trasporto. [3] L'adozione di tali strumenti consente di standardizzare i processi, ridurre i chilometri a vuoto, migliorare il controllo dei vincoli e introdurre una misurazione sistematica delle prestazioni (KPI). [4]

2.2 Specificità del trasporto nel settore legno-arredo e nel caso Giessegi

Le caratteristiche del prodotto e del mercato influenzano in modo significativo il modo in cui il trasporto impatta sulla supply chain. Nel settore legno-arredo le spedizioni sono spesso caratterizzate da colli voluminosi, con densità relativamente bassa (alto m³ rispetto al peso), fragilità e forte eterogeneità dimensionale. Questi aspetti spostano l'attenzione dalla capacità in tonnellate alla capacità in volume (m³) e rendono cruciale l'ottimizzazione del carico, perché anche piccole inefficienze di saturazione si traducono in un maggior numero di viaggi e in un aumento del costo unitario. [1]

La filiera del mobile presenta inoltre un elevato grado di varietà e personalizzazione e una domanda spesso influenzata da stagionalità e campagne commerciali. Ne deriva una variabilità dei volumi che può generare picchi di carico e richiedere maggiore flessibilità di capacità di mezzi e quindi autisti. La presenza di consegne con vincoli di accesso e di finestre temporali, tipiche dei punti vendita e dei centri logistici, aumenta la complessità di routing e di schedulazione. In tale contesto, il trasporto agisce come cuscinetto operativo tra produzione e mercato: una rete distributiva affidabile consente di ridurre scorte e tempi di attraversamento, mentre criticità nei trasporti tendono a propagarsi a valle in forma di ritardi, rotture di stock e costi extra. [1]

Nel caso di Giessegi (come descritto nel Capitolo 1), alcune specificità operative rendono particolarmente rilevante la componente trasportistica: copertura territoriale nazionale a partire dallo stabilimento nelle Marche, coesistenza di scarichi unici presso hub della GDO e giri multi-stop verso piccoli rivenditori, e gestione di colli che richiedono attenzione in carico e movimentazione per ridurre danni e contestazioni. La flotta interna opera con mezzi a diversa capacità (motrici circa 55

m³ e bilici circa 85 m³), e la scelta del mix mezzi, delle aree servite e delle politiche di consolidamento incide direttamente sui chilometri percorsi.

Queste caratteristiche rendono la valutazione delle alternative di rete e la scelta tra flotta interna e trasportatori terzi un problema non solo di confronto tariffario, ma di disegno complessivo del servizio: sulla base delle aree di consegna è nell'interesse dell'azienda fare una scelta tra viaggi diretti e multi-stop, combinare consegne e ritiri e studiare possibili punti di appoggio nelle aree più complesse. Per questo, i modelli di costo e gli strumenti di ottimizzazione discussi nei paragrafi successivi devono essere letti alla luce delle specificità del settore e del caso aziendale.

2.3 La decisione make or buy nel trasporto merci

Nel contesto della gestione della supply chain, la decisione make or buy riguarda la scelta se svolgere un'attività all'interno dell'azienda (insourcing) oppure affidarla a soggetti esterni specializzati (outsourcing). Nel caso del trasporto merci, ciò si traduce nella scelta tra trasporto in conto proprio effettuato tramite veicoli e dipendenti dell'azienda, e trasporto in conto terzi, affidato a operatori logistici o vettori specializzati.

Dal punto di vista economico-organizzativo, la decisione viene spesso interpretata alla luce della Transaction Cost Economics (TCE), secondo cui l'impresa non confronta solo i costi produttivi diretti, ma anche i costi di transazione associati al coordinamento con fornitori esterni: costi di ricerca e selezione, negoziazione e redazione dei contratti, monitoraggio delle prestazioni, gestione dei conflitti e rischio di opportunismo. In questa prospettiva, la configurazione più efficiente è quella che minimizza la somma dei costi di produzione e dei costi di transazione. [5]

La scelta di mantenere il trasporto in house è generalmente favorita quando:

- l'attività di trasporto è considerata strategica per il posizionamento dell'azienda, ad esempio perché il contatto diretto tra autista e cliente finale rappresenta un elemento distintivo del servizio o perché la logistica è fortemente integrata con la promessa di valore dell'impresa;
- i flussi sono caratterizzati da elevata incertezza e frequenza, rendendo difficile e costoso definire a priori tutte le condizioni in un contratto di outsourcing e aumentando il rischio di dover continuamente rinegoziare accordi [5];
- il trasporto non richiede asset specifici, non richiede competenze particolari e avviene con elevate frequenze;
- la sua realizzazione consente di ridurre la dipendenza e il potere contrattuale verso i fornitori;
- è necessario maggiore controllo sulla merce e sui tempi di consegna, con la possibilità di adattare le modalità di servizio alle esigenze dei clienti chiave;

- si ha bisogno di integrare la pianificazione produttiva e la distribuzione. Gestendo le consegne con i propri mezzi si possono coordinare i piani di carico con i cicli di produzione e si può reagire più rapidamente ad urgenze e imprevisti;

Al contrario, l'outsourcing del trasporto tende a risultare più conveniente quando:

- il trasporto non è percepito come un'attività core rispetto alle competenze distintive dell'impresa, che preferisce concentrarsi su progettazione, produzione e sviluppo del prodotto delegando la distribuzione a operatori specialisti;
- l'azienda intende evitare il rischio di sottoutilizzo degli asset con conseguente abbassamento dei valori di performance;
- esiste un mercato maturo di operatori logistici terzi in grado di offrire economie di scala, totale copertura territoriale, saturando i mezzi su più clienti, ottimizzando i percorsi e investendo in tecnologie di pianificazione e monitoraggio che difficilmente sarebbero sostenibili per un singolo committente;
- possono verificarsi picchi di domanda o variazioni improvvise dei volumi occasionali, gestibili grazie alla maggiore flessibilità di capacità offerta dagli operatori logistici senza che l'azienda debba investire in nuovi mezzi e personale;
- l'azienda preferisce deresponsabilizzarsi dalla gestione di ulteriore personale e di imprevisti legati alla manutenzione degli automezzi.

Nella pratica, molte imprese adottano configurazioni ibride, mantenendo una flotta interna per alcune tipologie di clienti, aree o servizi (ad esempio consegne ad alto contenuto di servizio o ritiri presso fornitori strategici) e affidando il resto dei volumi a vettori terzi. Il problema decisionale non è quindi dicotomico, ma riguarda la definizione di un mix ottimale tra conto proprio e conto terzi, alla luce di obiettivi economici, operativi e strategici [5].

Alla luce di questo quadro teorico, il caso di Giessegi rientra in una configurazione ibrida della decisione make or buy: l'azienda utilizza infatti sia trasportatori terzi sia una flotta interna di automezzi. In termini quantitativi, le consegne avvengono ancora per circa l'80% in conto terzi e per il 20% tramite mezzi propri. L'acquisto della flotta interna non è stato il risultato di un progetto di lungo periodo, pianificato sulla base di un'analisi economica preventiva, bensì una decisione opportunistica, presa in un momento di discontinuità del rapporto con un fornitore strategico. Le valutazioni economiche più approfondite sono state sviluppate solo in un secondo momento, con l'obiettivo di capire come far rendere al meglio l'attività internalizzata e quale debba essere il ruolo ottimale della flotta rispetto ai trasportatori terzi.

Alcuni vettori storicamente fidelizzati, sui quali Giessegi faceva forte affidamento, hanno infatti cessato l'attività, di cui uno nello specifico che ricopriva un ruolo particolarmente importante all'interno del portafoglio fornitori di trasporto. Di fronte a questa situazione, l'azienda si è trovata esposta a un duplice rischio:

- da un lato, la difficoltà di sostituire rapidamente un fornitore strategico, in un contesto in cui non è immediato trovare operatori equivalenti per copertura, affidabilità e conoscenza delle specifiche esigenze aziendali;
- dall'altro, la possibilità di un ulteriore aumento del potere contrattuale dei vettori ricorrenti rimasti, potenzialmente in grado di imporre condizioni economiche e operative meno favorevoli.

In questo contesto, la proposta di acquistare il pacco automezzi del vettore uscente è stata letta come un'occasione da cogliere, avendo per l'azienda una duplice valenza:

- ha permesso di garantire continuità operativa, evitando di trovarsi improvvisamente senza capacità di trasporto sufficiente su alcune direttrici;
- ha contribuito a ridurre la dipendenza da un numero limitato di fornitori esterni, riequilibrando il rapporto di forza negoziale e aumentando il proprio potere contrattuale.

Un ulteriore elemento che ha guidato la scelta di internalizzare una quota del trasporto è stata la volontà di rafforzare il legame con il cliente. Attraverso l'utilizzo di mezzi propri, l'azienda punta a costruire, nell'immaginario del cliente, l'idea di un servizio più diretto e presidiato, in cui il camion e l'autista sono percepiti come una vera e propria estensione dell'impresa produttrice. In questa prospettiva, la flotta interna non è solo uno strumento operativo, ma anche un fattore di immagine e di relazione, coerente con la logica per cui il trasporto può diventare parte integrante della value proposition.

2.4 Modelli di costo e indicatori economici nel trasporto

Per confrontare in modo rigoroso il trasporto interno con quello esternalizzato è indispensabile disporre di un modello di costo chiaro e coerente, che distingua le diverse componenti e permetta di calcolare indicatori sintetici comparabili. Nel caso del trasporto con flotta interna, i costi vengono generalmente classificati in costi fissi, variabili e, in alcuni casi, semi-variabili.

I principali costi fissi comprendono:

- l'acquisto o il leasing dei veicoli, inclusi eventuali allestimenti specifici richiesti dai prodotti trasportati;

- l'ammortamento dei mezzi, che ripartisce nel tempo l'investimento iniziale in funzione della vita utile stimata;
- le assicurazioni e le tasse di proprietà e di circolazione, che gravano sui veicoli indipendentemente dal loro effettivo utilizzo;
- i costi del personale autista nella loro componente stabile (retribuzione base, contributi previdenziali fissi), insieme ai costi di struttura e di pianificazione legati all'organizzazione del servizio.

I costi variabili sono invece principalmente legati all'intensità d'uso dei mezzi e includono:

- il carburante, spesso la voce più rilevante tra i costi variabili, direttamente proporzionale ai chilometri percorsi e alle condizioni di guida;
- i pedaggi autostradali e altre tariffe di utilizzo delle infrastrutture, che dipendono dai tragitti effettivamente percorsi;
- la manutenzione ordinaria e straordinaria connessa all'usura dei veicoli, il cui fabbisogno aumenta con l'aumentare dei chilometri e delle condizioni di carico;
- l'usura degli pneumatici e dei materiali di consumo;
- indennità di trasferta, straordinari e altre componenti variabili della retribuzione degli autisti, connesse alle ore di guida e alle giornate fuori sede.

Alcune voci presentano una natura mista, o semi-variabile: ad esempio interventi di manutenzione programmata che devono essere effettuati comunque dopo un certo tempo, ma la cui frequenza è accelerata da un utilizzo più intenso del veicolo. In questi casi è necessario definire criteri di imputazione coerenti per ripartire i costi tra chilometri e periodi.

Un modello di analisi di tipo full cost consente di imputare tutte le voci ai chilometri percorsi. In termini semplificati, si può definire un costo totale annuo del mezzo (C_{tot}) dato dalla somma di costi fissi e variabili e calcolare il costo medio per chilometro come:

$$C_{km} = C_{tot} / km_{tot}$$

dove km_{tot} rappresenta i chilometri complessivi percorsi dal veicolo in un anno.

Accanto al costo medio per chilometro, risultano particolarmente utili altri indicatori economici, quali:

- il costo per tonnellata-km, che tiene conto congiuntamente della distanza percorsa e del peso trasportato, consentendo un confronto più significativo tra tratte con livelli di carico diversi;
- il costo per consegna e/o per tratta;

- l'incidenza del costo di trasporto rispetto al valore del trasportato;
- la quota di costi fissi sul totale, che evidenzia il grado di rigidità della struttura di costo e la sensibilità del costo medio ai cambiamenti nei volumi e nei chilometri percorsi.

Oltre agli indicatori di costo, è essenziale monitorare alcune grandezze operative, tra cui:

- il load factor o saturazione del veicolo, inteso come rapporto tra peso o volume effettivamente utilizzato e capacità massima del mezzo, che segnala il grado di sfruttamento della capacità disponibile;
- la percentuale di chilometri a vuoto o con carico parziale, indicativa di inefficienze nella progettazione delle tratte e nella gestione dei ritorni, nonché di opportunità di consolidamento dei flussi;
- l'indice di utilizzo del mezzo, misurato ad esempio in chilometri annui per veicolo o in ore di guida rispetto alle ore di disponibilità.

Nel trasporto in conto terzi, il costo per il committente coincide con il corrispettivo fatturato dal vettore, tipicamente espresso in euro per chilometro o in fasce di prezzo per scaglioni di distanza, peso e volume. Dal punto di vista economico complessivo, il vettore sostiene però costi analoghi a quelli di una flotta interna, che ripartisce su più clienti sfruttando economie di scala, livelli di saturazione più elevati e una più spinta ottimizzazione delle tratte.

Una comparazione corretta tra conto proprio e conto terzi richiede quindi di:

- calcolare il costo pieno della flotta interna, includendo tutte le componenti rilevanti di costo;
- confrontare tali costi con le condizioni economiche praticate dai vettori esterni per tratte, volumi e requisiti di servizio comparabili;
- considerare, oltre al costo, anche indicatori di servizio (tempi di consegna, puntualità, flessibilità) e vincoli operativi relativi a disponibilità di mezzi idonei, restrizioni di accesso e finestre temporali imposte dai clienti.

2.5 Ottimizzazione delle tratte e Vehicle Routing Problem

La progettazione delle rotte di distribuzione rappresenta uno dei problemi più classici e complessi dell'ottimizzazione combinatoria. In termini generali, il Vehicle Routing Problem (VRP) può essere descritto come il problema di determinare un insieme di percorsi per una flotta di veicoli che partono da uno o più depositi, visitano un insieme di clienti con domanda nota e ritornano al deposito, minimizzando un certo costo complessivo, ad esempio la distanza percorsa o il tempo di viaggio. [6]

Nella sua forma più semplice, il VRP nasce come estensione del Traveling Salesman Problem e assume alcune ipotesi di base:

- esiste un unico deposito dal quale partono e al quale ritornano tutti i veicoli;
- la flotta è composta da veicoli omogenei con capacità limitata, espressa in termini di peso o volume;
- ogni cliente deve essere servito esattamente una volta e ha una domanda nota;
- i costi di viaggio tra due punti sono proporzionali alle distanze o ai tempi di percorrenza.

In questo caso si parla di Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP). A partire da questa formulazione base, la letteratura ha sviluppato numerose varianti per rappresentare meglio i problemi reali [6]:

- VRP con finestre temporali (VRPTW), in cui ciascun cliente può essere servito solo entro un intervallo temporale prefissato, introducendo vincoli aggiuntivi sulla sequenza e sugli orari di visita;
- VRP multi-deposito, in cui la flotta è distribuita su più depositi e occorre decidere, per ciascun cliente, da quale deposito servirlo, tenendo conto della capacità dei depositi e dei costi di collegamento;
- problemi di pickup and delivery, in cui i veicoli devono prelevare merci in alcuni punti e consegnarle in altri rispettando vincoli di precedenza (prima il prelievo, poi la consegna) e compatibilità tra carichi;
- varianti con flotte eterogenee, che considerano veicoli con capacità, costi e caratteristiche differenti, e vincoli di turno per gli autisti, come durata massima del giro o orari di lavoro.

Dal punto di vista della modellizzazione matematica, il VRP viene generalmente formulato come un problema di programmazione lineare intera, con:

- una funzione obiettivo che minimizza il costo totale, espresso in termini di chilometri, tempi o costi monetari;
- vincoli di assegnazione che garantiscono che ogni cliente sia servito esattamente una volta;
- vincoli di capacità che impediscono ai veicoli di superare il carico massimo consentito;
- vincoli di connessione e di eliminazione dei sotto cicli, che assicurano la fattibilità dei percorsi e l'assenza di cicli indipendenti dal deposito. [6]

Poiché il VRP è un problema NP-hard, la ricerca della soluzione ottima esatta diventa rapidamente impraticabile all'aumentare del numero di clienti e di veicoli. Per questo motivo, in applicazioni reali si ricorre a diverse famiglie di metodi [6] [7]:

- metodi esatti, utilizzati per istanze di dimensione contenuta o come benchmark per valutare la qualità di soluzioni approssimate;
- euristiche costruttive che costruiscono rapidamente soluzioni accettabili partendo da regole semplici. Alcuni esempi sono il metodo dei savings di Clarke e Wright e gli algoritmi di sweep;
- metaeuristiche, che consentono di esplorare in modo sistematico lo spazio delle soluzioni per migliorare progressivamente le rotte.

Nel caso di Giessegi, la pianificazione delle tratte non è supportata da un Transport Management System (TMS) o da strumenti avanzati di ottimizzazione, ma viene effettuata in modo prevalentemente manuale. I responsabili della logistica definiscono quotidianamente rotte, carichi e partenze avendo una panoramica generale degli ordini da spedire, delle destinazioni da servire e dei vincoli operativi (disponibilità mezzi, orari di carico, specifiche dei clienti).

In pratica, il processo si basa su una combinazione di esperienza, conoscenza del territorio e regole operative consolidate. Tipicamente, i pianificatori:

- raggruppano gli ordini per area geografica o per direttrici principali, cercando di costruire giri coerenti dal punto di vista territoriale;
- cercano di saturare i mezzi disponibili, compatibilmente con i vincoli di tempo di carico e scarico e con le priorità dei clienti;
- provano a limitare, per quanto possibile, i chilometri a vuoto, ad esempio combinando consegne in andata con ritiri o altre consegne in ritorno;
- tengono conto di abitudini e preferenze operative, come orari più favorevoli per consegnare a determinati clienti o tratte considerate più critiche.

È verosimile che la maggior parte dei dipendenti coinvolti in queste attività non utilizzi il linguaggio formale del VRP e non conosca i dettagli dei modelli matematici descritti dalla letteratura. Tuttavia, il problema che affrontano ogni giorno è, di fatto, una forma concreta di Vehicle Routing Problem: dato un insieme di clienti da servire, una flotta di mezzi con capacità limitata e una rete stradale, occorre decidere quali clienti assegnare a ciascun veicolo e in quale sequenza visitarli, con l'obiettivo implicito di contenere i chilometri percorsi e i costi, garantendo al contempo il livello di servizio richiesto.

Queste regole permettono di ottenere soluzioni operativamente accettabili, ma non garantiscono che le tratte siano ottimali dal punto di vista dei costi. Inoltre, il fatto che la pianificazione sia manuale rende più difficile:

- valutare in modo sistematico scenari alternativi (ad esempio, ridisegnare le aree di consegna o introdurre giri diversi);
- quantificare l'effetto di modifiche organizzative (nuovi mezzi, nuovi clienti, diversi punti di carico);
- misurare con precisione quanto margine di miglioramento esista in termini di chilometri percorsi, saturazione dei mezzi e riduzione di viaggi a vuoto.

L'obiettivo è rendere più trasparente il trade-off tra chilometri percorsi, saturazione dei mezzi, costi e livello di servizio, e fornire al management indicazioni quantitative su come la riorganizzazione delle tratte, anche solo parziale o progressiva, possa contribuire a ridurre il costo medio per chilometro e a valorizzare maggiormente la flotta interna rispetto al ricorso ai trasportatori terzi.

2.6 Strumenti evoluti per la valutazione delle rotte: dalle TMA all'AI

Oltre ai modelli analitici (ad esempio i VRP) presentati nel paragrafo precedente, le aziende adottano strumenti operativi per la valutazione e la pianificazione delle rotte che variano per livello di maturità: da pianificazioni manuali supportate da fogli di calcolo e mappe fino a piattaforme integrate per la gestione dei trasporti. In letteratura e nella prassi aziendale si osserva una progressione in cui l'ottimizzazione non è un esercizio "una tantum", ma un processo continuo alimentato da dati aggiornati quali ordini, tempi di servizio, vincoli del cliente e traffico.

Nel contesto dei sistemi informativi logistici, si possono ricondurre tali soluzioni alle Transport/Transportation Management Applications (TMA), spesso implementate come moduli o sistemi completi di Transportation Management System (TMS). Un TMS integra tipicamente funzioni di pianificazione, esecuzione e controllo del trasporto: secondo Gartner, supporta attività quali pianificazione dei movimenti, selezione di rotta e vettore e gestione amministrativa (freight bills e pagamenti). [3] In modo coerente, le definizioni industriali evidenziano l'integrazione con i processi end-to-end, dal booking al tracking e alla fatturazione. [4]

Le principali funzionalità di una TMA/TMS, rilevanti ai fini della valutazione delle rotte e della scelta make-or-buy, includono:

- acquisizione e normalizzazione degli ordini (indirizzi, vincoli, finestre temporali) e costruzione del piano di spedizione (consolidamento e allocazione a viaggi);
- selezione del vettore e/o del mezzo (in house o terzi) sulla base di costi attesi, vincoli e livelli di servizio;

- ottimizzazione delle rotte e sequenziamento delle consegne (vincoli di capacità, tempi di guida, tempi di servizio, multi-stop, ritorni/ritiri);
 - tracking & trace e gestione delle eccezioni (ritardi, ripianificazione, notifiche al cliente);
 - freight audit e settlement: si intende il processo di verifica, revisione e correzione delle fatture di trasporto emesse dai fornitori (corrieri, spedizionieri) per garantirne l'accuratezza rispetto ai contratti stipulati;
 - reporting e KPI (puntualità, saturazione, km a vuoto, emissioni, costo per km/viaggio/cliente).
- [3] [4]

Dal punto di vista algoritmico, molti sistemi incorporano motori di ottimizzazione che risolvono problemi assimilabili ai VRP tramite euristiche e metaeuristiche (come quelle discusse al paragrafo 2.5) e, in alcuni casi, tramite approcci ibridi che combinano regole operative e ottimizzazione. Il valore pratico di queste soluzioni risiede nella capacità di gestire vincoli reali (finestre temporali, priorità, compatibilità dei colli, accessibilità, tempi di carico/scarico) e di produrre piani eseguibili in tempi rapidi, condizione essenziale in contesti con variabilità giornaliera.

L'evoluzione recente riguarda l'integrazione di tecniche basate sull'intelligenza artificiale. In particolare, il machine learning viene utilizzato per stimare parametri che alimentano l'ottimizzazione (ETA, tempi di servizio, probabilità di ritardo, domanda attesa), mentre approcci di reinforcement learning e di neural combinatorial optimization sono oggetto di crescente attenzione per supportare o accelerare la costruzione di soluzioni a problemi VRP complessi. Una rassegna dedicata al rapporto tra machine learning e VRP evidenzia come tali approcci vengano spesso impiegati in modo complementare alla ricerca operativa: il modello predice input e scenari, mentre l'ottimizzazione genera piani sulla base di vincoli preesistenti. [8] In termini più generali, la letteratura sulla combinazione tra machine learning e ottimizzazione combinatoria sottolinea come gli step siano learn to predict/guide, poi optimize. [9]

Per un'azienda come Giessegi, l'adozione di strumenti TMA/TMS e di componenti AI va letta come un percorso a livelli:

1. strutturazione dei dati di trasporto (anagrafiche clienti geocodificate, tempi standard di carico/scarico, vincoli e finestre di disponibilità di scarico);
2. misurazione sistematica dei KPI (km, saturazione, puntualità, costi a consuntivo);
3. introduzione di un motore di route planning che permetta scenari comparativi (flotta interna vs terzi; 55 m³ vs 85 m³; consegna diretta vs multistop);
4. componenti avanzate per previsione e ripianificazione dinamica.

In questa logica, i modelli sviluppati nei capitoli successivi possono costituire una base quantitativa per alimentare, validare e governare tali strumenti.

2.7 Metodi di valutazione multicriteriale

Le decisioni relative alla gestione del trasporto, come la scelta tra flotta interna e trasportatori terzi o la selezione tra diversi scenari di rete, difficilmente possono essere ricondotte a un unico criterio. Accanto alla dimensione economica entrano in gioco aspetti di qualità del servizio, flessibilità operativa, rischio, impatto ambientale e coerenza strategica con il modello di business. Per gestire in modo sistematico questa complessità, la letteratura propone l'uso di metodi di valutazione multi-criteriale (Multi-Criteria Decision-Making, MCDM). [10] [11]

Nonostante la varietà di approcci disponibili, molti metodi multi-criteriali condividono una struttura logica comune articolata in alcune fasi principali:

- definizione del problema decisionale e identificazione delle alternative da confrontare (ad esempio, scenario attuale, scenario con rotte ottimizzate, scenario con hub intermedi, scenario misto interno/terzisti);
- individuazione e strutturazione dei criteri di valutazione, che possono includere costi, livello di servizio, flessibilità, rischio operativo, impatto ambientale e altri aspetti rilevanti per il decisore;
- assegnazione dei pesi ai criteri, tramite giudizi di esperti, analisi dei dati storici o metodi formali specifici;
- valutazione delle alternative rispetto a ciascun criterio, utilizzando misure quantitative o scale qualitative opportunamente codificate;
- aggregazione delle valutazioni per ottenere un punteggio complessivo o un ordinamento delle alternative;
- analisi di sensibilità, per verificare la robustezza dei risultati rispetto a variazioni nei pesi o nelle valutazioni.

Tra i metodi MCDM più diffusi si possono ricordare:

- il Weighted Sum Model (WSM) o metodi di scoring semplice, in cui ogni criterio viene normalizzato su una scala comune, pesato in base alla sua importanza e sommato per ottenere un punteggio complessivo dell'alternativa. Il metodo è intuitivo e di facile applicazione, ma richiede attenzione nella normalizzazione e nella scelta dei pesi;
- l'Analytic Hierarchy Process (AHP), che scompone il problema decisionale in una gerarchia di obiettivi, criteri e alternative e determina i pesi dei criteri tramite confronti a coppie. Il

metodo consente di verificare la coerenza dei giudizi espressi e risulta particolarmente adatto quando i criteri sono numerosi o di natura qualitativa; [10]

- TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), che valuta le alternative in base alla loro distanza da una soluzione ideale (che massimizza i benefici e minimizza i costi) e da una soluzione anti-ideale: l'alternativa migliore è quella più vicina all'ideale e più lontana dall'anti-ideale; [11]
- i metodi di tipo outranking, che si basano sul concetto di superamento tra alternative: un'alternativa A “supera” B se risulta sufficientemente migliore su un numero adeguato di criteri, senza essere eccessivamente peggiore sugli altri; questi metodi sono particolarmente utili quando esistono conflitti forti tra criteri e quando il decisore preferisce ottenere relazioni di preferenza parziali piuttosto che un ranking completo. [11]

Nel campo della logistica e, in particolare, della green logistics, i metodi multicriteriali sono ampiamente utilizzati per la selezione di fornitori logistici, la localizzazione di centri distributivi, la scelta di tecnologie di trasporto a minore impatto ambientale e la valutazione di scenari di rete. In questa tesi, un approccio multicriteriale sarà impiegato per integrare le valutazioni economiche, organizzative e ambientali dei diversi scenari di gestione del trasporto. [10] [11]

2.8 Sostenibilità ambientale e strumenti di valutazione nel trasporto merci

Il trasporto merci è responsabile di una quota significativa delle emissioni di gas a effetto serra, in particolare anidride carbonica, e contribuisce anche all'emissione di inquinanti locali, alla congestione del traffico e all'inquinamento acustico. Le attività di distribuzione urbana e di ultimo miglio sono particolarmente critiche, poiché avvengono in aree densamente popolate e con elevata esposizione dei cittadini. [7] [12]

Per valutare l'impatto ambientale del trasporto si utilizzano tipicamente alcuni indicatori chiave:

- le emissioni di CO₂ (o CO₂ equivalente) per chilometro percorso dal veicolo, che consentono un confronto diretto tra tipologie di mezzi e soluzioni alternative;
- le emissioni per tonnellata-km, che tengono conto sia della distanza sia del carico trasportato e permettono di confrontare configurazioni con diversi livelli di saturazione;
- le emissioni per spedizione o per ordine, utili per valutare l'impronta carbonica associata a un singolo cliente, canale o progetto logistico.

A livello normativo, lo standard europeo EN 16258:2012 definisce una metodologia comune per il calcolo e la dichiarazione dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra associate ai servizi di trasporto, sia merci sia passeggeri. Lo standard specifica i confini del sistema da considerare, i metodi

di calcolo e le regole di ripartizione delle emissioni tra diverse spedizioni, favorendo la comparabilità dei risultati e la trasparenza nella comunicazione verso clienti e stakeholder. [12]

Organizzazioni di settore e associazioni professionali hanno sviluppato linee guida operative che traducono tali principi in strumenti pratici per gli operatori logistici e i committenti. Tra queste, la guida CLECAT fornisce indicazioni per il calcolo delle emissioni lungo diverse modalità di trasporto e per la comunicazione standardizzata dei risultati. [13]

Le principali leve di riduzione dell'impatto ambientale nel trasporto merci possono essere sintetizzate come segue [7] [12]:

- riduzione dei chilometri percorsi, attraverso l'ottimizzazione delle tratte, il consolidamento dei carichi e l'eliminazione dei viaggi a vuoto, con effetti positivi sia sui costi sia sulle emissioni;
- aumento del load factor dei veicoli, migliorando il tasso di utilizzo della capacità disponibile e riducendo il numero di viaggi necessari per trasportare un certo volume di merce;
- miglioramento della velocità commerciale, ad esempio tramite consegne in fasce orarie meno congestionate o tramite una migliore gestione del traffico, riducendo tempi di sosta, code e accelerazioni/frenate, che aumentano i consumi;
- adozione di veicoli a minore impatto, come mezzi elettrici, ibridi o alimentati con carburanti alternativi, compatibilmente con i vincoli di autonomia, capacità e costo;
- spostamento di parte dei flussi verso modalità di trasporto meno emissive, come il trasporto ferroviario o il cabotaggio marittimo sulle lunghe distanze, integrati con il trasporto stradale per le tratte di raccolta e distribuzione.

La valutazione ambientale degli scenari di rete e delle configurazioni di trasporto richiede quindi di definire fattori di emissione per tipologia di veicolo, carburante e contesto operativo (urbano, extra-urbano, autostradale), stimare i chilometri percorsi per ciascuno scenario e ripartire correttamente le emissioni tra diversi clienti, canali o aree geografiche. [7] [12] [13] Questi strumenti verranno utilizzati nei capitoli successivi per confrontare l'impatto ambientale della flotta interna con quello delle soluzioni alternative.

3 Dati, fonti informative e costruzione del dataset

3.1 Obiettivi del capitolo e perimetro dell'analisi

Questo capitolo descrive in modo sistematico i dati utilizzati per l'analisi empirica e il perimetro informativo entro cui si colloca l'analisi effettuata.

L'obiettivo è duplice: da un lato, documentare quali informazioni sono state rese disponibili dall'azienda e con quali caratteristiche (livello di dettaglio, orizzonte temporale, grado di pulizia), dall'altro, illustrare come tali informazioni siano state rielaborate in un insieme di dati strutturato, idoneo a:

- ricostruire il costo pieno della flotta interna e calcolare indicatori sintetici (€/km ecc.);
- caratterizzare i flussi logistici in termini di domanda per area geografica (lato clienti) e di provenienza delle forniture (lato fornitori);
- supportare, nei capitoli successivi, la definizione di scenari alternativi di utilizzo della flotta e di organizzazione delle tratte.

L'analisi si concentra su un sottoinsieme della flotta aziendale composto da diciassette targhe e su un orizzonte temporale limitato agli anni 2024 e 2025. Le targhe in questione indicano dodici autocarri, due trattori stradali e tre semirimorchi. In realtà, per ciascun mezzo sono disponibili informazioni a partire dalla data di acquisizione, in alcuni casi risalente anche al 2021, fino a settembre 2025; tuttavia, la scelta di focalizzarsi sugli ultimi due anni consente di lavorare su un periodo omogeneo e rappresentativo.

3.2 La flotta oggetto di studio

La flotta di Giessegi comprende diverse tipologie di veicoli destinati al trasporto sul territorio nazionale. Gli elementi selezionati per l'analisi appartengono a tre categorie principali:

- autocarri, costituiti da un telaio con cabina di guida e cassone integrato, idonei al trasporto della merce in modo autonomo;
- trattori stradali, veicoli motrici destinati esclusivamente al traino di semirimorchi;
- semirimorchi, ossia cassoni privi di motore e di organi di trazione, che diventano operativi solo se agganciati a un trattore stradale.

Nel linguaggio operativo dell'azienda, la combinazione di trattore stradale e semirimorchio viene indicata come bilico: si tratta, di fatto, di un autoarticolato ad elevata capacità di carico, impiegato sulle direttrici che richiedono volumi più significativi.

3.2.1 Autocarri e cassoni da 55 metri cubi

Gli autocarri analizzati sono dotati di cassoni con portata di 55 metri cubi. La peculiarità rilevante ai fini dell'analisi dei costi riguarda il fatto che i cassoni da 55 metri cubi sono compatibili esclusivamente con gli autocarri. Le spese sostenute dall'azienda per l'acquisto e la manutenzione di questi cassoni non sono tracciate a livello di singola targa, ma riguardano un insieme di attrezzature intercambiabili tra i diversi autocarri. In coerenza con questa caratteristica tecnica, tali costi vengono ripartiti solo all'interno del parco autocarri, escludendo i trattori stradali.

3.2.2 Trattori stradali, semirimorchi da 85 metri cubi

La seconda famiglia di mezzi studiata è composta da trattori stradali e semirimorchi con portata di 85 metri cubi, che insieme costituiscono i bilici utilizzati da Giessegi sulle tratte che richiedono capacità maggiori.

I trattori stradali sono veicoli motorizzati dotati di cabina e ralla posteriore, progettati per il traino di semirimorchi. Da soli non dispongono di superficie di carico utile: il loro compito è fornire trazione e supporto strutturale al semirimorchio. I semirimorchi, a loro volta, sono cassoni privi di motore ma dotati di 2 o 3 assi. Pur essendo dotati di una propria targa ai fini identificativi, non percorrono chilometri in modo indipendente e non generano direttamente costi legati alla trazione (carburante, pedaggi, ecc.).

Le spese sostenute per l'acquisto e la manutenzione di questi semirimorchi vengono trattate in modo analogo a quelle dei cassoni da 55 metri cubi: non essendo imputate a una targa specifica, vengono partizionate tra i due trattori stradali che li trainano, in funzione dei chilometri percorsi e dell'utilizzo effettivo dei bilici.

3.3 Fonti informative sui costi della flotta interna

Il database principale utilizzato per ricostruire i costi della flotta interna è costituito da un insieme di documenti in formato PDF messo a disposizione dall'azienda riportante fatture relative alle diverse voci di spesa sostenute nel tempo per ciascun veicolo.

Per ogni targa inclusa nel perimetro di analisi, è stato intrapreso un lavoro di data entry manuale: le informazioni presenti nelle fatture sono state estratte e registrate in un foglio di calcolo, organizzato per targa del veicolo, mese e anno di competenza della spesa e categoria di costo, secondo una classificazione comune a tutta la flotta.

Questo processo ha consentito di trasformare un insieme eterogeneo di documenti amministrativi in un struttura dati organizzata, sulla quale poter effettuare elaborazioni temporali e confronti tra mezzi.

Le principali categorie di costo considerate sono le seguenti:

- a) costo di acquisizione e leasing;
- b) spese amministrative e oneri burocratici;
- c) manutenzione, usura e carrozzeria;
- d) carburante e cisterna interna;
- e) pedaggi e altre spese di transito;
- f) autisti e costo del lavoro;
- g) cassoni e semirimorchi
- h) multe
- i) ritiri di materiale.

3.3.1 Costo di acquisizione e leasing

Per ciascun veicolo è stato identificato il costo di acquisto sostenuto dall'azienda, ovvero il prezzo di acquisizione risultante dai documenti contabili, fatta eccezione per un veicolo utilizzato mediante contratto di leasing. In questo caso, al posto di un esborso iniziale unico, sono state registrate le rate periodiche riportate nelle fatture lungo l'intero arco temporale considerato.

Queste informazioni saranno in seguito utilizzate per stimare l'ammortamento annuo e imputare ai singoli anni la quota di costo capitale associata a ciascun mezzo.

3.3.2 Spese amministrative e oneri burocratici

Un secondo gruppo di voci riguarda i costi amministrativi connessi alla messa su strada e alla gestione formale dei veicoli, tra cui:

- spese per il passaggio di proprietà;
- costi per la licenza conto proprio;
- spese di iscrizione al PRA e di immatricolazione;
- tassa di possesso (bollo);
- premi assicurativi e relativi adeguamenti;
- altri oneri legati a pratiche amministrative, revisioni periodiche, verifiche presso la Motorizzazione e diritti di segreteria.

Anche queste spese sono state ripartite su base mensile, secondo la competenza delle fatture, in modo da poterne valutare l'incidenza nei diversi anni.

3.3.3 Manutenzione, usura e carrozzeria

La terza macrocategoria riguarda le spese di manutenzione, che sono state ulteriormente articolate per cogliere la natura dei diversi interventi:

- manutenzione ordinaria e consumabili (cambi olio, filtri, controlli periodici, piccole sostituzioni);
- manutenzione straordinaria e usura da guida (sostituzione di componenti rilevanti, guasti imprevisti, interventi su motore, trasmissione, impianto frenante, ecc.);
- danni accidentali e carrozzeria, comprendenti riparazioni dovute a urti, incidenti, danneggiamenti estetici o strutturali derivanti dall'utilizzo quotidiano.

Questa distinzione permette, nei capitoli successivi, di analizzare non solo il peso complessivo della manutenzione, ma anche la sua composizione, con possibili implicazioni sulle scelte di rinnovo della flotta e sulle politiche di utilizzo.

Al di là della loro incidenza economica, le voci di manutenzione rappresentano anche una fonte informativa sullo stile di guida e sull'affidabilità dei mezzi. A parità di chilometri percorsi, un livello di spesa particolarmente elevato per usura da guida o per danni accidentali può segnalare modalità di conduzione poco prudenti da parte di alcuni autisti oppure la presenza di difettosità su specifici veicoli. L'analisi sistematica dell'andamento della manutenzione nel tempo consente quindi all'azienda di individuare eventuali criticità sia sul piano tecnico sia su quello comportamentale e di valutare l'opportunità di interventi correttivi mirati (formazione degli autisti, campagne di manutenzione preventiva, sostituzione di mezzi particolarmente problematici).

3.3.4 Carburante e cisterna interna

Una voce particolarmente rilevante tra i costi variabili è rappresentata dal carburante. Nel database sono state distinte due tipologie di approvvigionamento:

- rifornimenti effettuati presso stazioni di servizio esterne, documentati da fatture o ricevute intestate all'azienda;
- prelievi di carburante dalla cisterna interna installata all'interno del perimetro aziendale, alimentata tramite acquisti all'ingrosso.

In entrambi i casi, la spesa è stata attribuita al veicolo di riferimento e aggregata su base mensile. La presenza di una cisterna interna implica dinamiche di costo leggermente diverse rispetto al solo utilizzo di distributori esterni (ad esempio, per quanto riguarda il prezzo medio al litro e le modalità di controllo dei consumi), che potranno essere approfondite nell'analisi economica.

Oltre ai costi correnti di rifornimento è stato considerato anche il costo di investimento della cisterna interna. Tale attrezzatura è stata acquistata proprio per alimentare la flotta aziendale: in uno scenario in cui l'azienda non avesse posseduto mezzi propri, questo costo non si sarebbe manifestato. Per questa ragione il costo di acquisto della cisterna è stato incluso nel modello di analisi e ripartito tra le diverse motrici (autocarri e trattori stradali), secondo criteri analoghi a quelli adottati per gli altri costi fissi legati ai veicoli.

Le fatture relative agli approvvigionamenti di gasolio per la cisterna presentano, per uno stesso mese, più carichi a prezzi unitari differenti. Per rappresentare in modo coerente il costo del carburante prelevato dai singoli mezzi, per ciascun mese è stata calcolata una media dei prezzi derivanti dalle diverse fatture. Successivamente, utilizzando i dati di dettaglio per ogni veicolo sui prelievi mensili in litri effettuati dalla cisterna, è stato imputato un costo specifico per targa: il volume prelevato da ciascun mezzo è stato moltiplicato per il prezzo medio del gasolio del mese corrispondente. In questo modo si è ottenuta una stima del costo del carburante associato a ciascun veicolo e a ciascun periodo più puntuale e coerente con le effettive quantità consumate.

3.3.5 Pedaggi e altre spese di transito

Le spese di pedaggio rappresentano un ulteriore elemento del costo variabile. Nel foglio di calcolo sono confluite le fatture relative a:

- pedaggi autostradali;
- eventuali tasse e oneri specifici connessi a collegamenti verso la Sicilia, la Sardegna o altre isole minori (ad esempio traghetti o tariffe speciali di attraversamento).

Anche in questo caso, i costi sono stati imputati per targa e per mese, in modo da consentire il confronto tra mezzi con diverso profilo di utilizzo.

3.3.6 Autisti e costo del lavoro

A differenza delle voci finora citate, il costo degli autisti non è stato tracciato dall'azienda a livello di singolo veicolo. I dati disponibili riguardano il costo complessivo del personale viaggiante per ciascun mese, includendo retribuzioni, contributi e oneri correlati.

Tali valori sono stati registrati come serie temporale aggregata, che verrà successivamente ripartita tra i mezzi e i chilometri percorsi secondo criteri espliciti (ad esempio, pro-quota sui chilometri annui di ogni veicolo). La logica di allocazione del costo del lavoro, essenziale per completare il modello di full cost, sarà discussa nel capitolo 4.

3.3.7 Cassoni e semirimorchi

Come anticipato, le spese per i cassoni da 55 metri cubi (associati agli autocarri) e per i semirimorchi da 85 metri cubi (utilizzati con i trattori stradali) non sono imputate a una targa specifica, ma riguardano insiemi di attrezzature intercambiabili.

Nel foglio di calcolo è stata quindi creata una sezione dedicata, in cui sono stati registrati i costi di acquisto di cassoni e semirimorchi e le spese di manutenzione ad essi riferite, distinte quando possibile tra manutenzione ordinaria, straordinaria e interventi straordinari.

Queste voci verranno in seguito ripartite tra i veicoli che effettivamente utilizzano tali attrezzature, secondo criteri coerenti con la loro compatibilità tecnica (solo autocarri per i cassoni da 55 metri cubi, solo trattori per i semirimorchi da 85 metri cubi).

3.3.8 Multe

Tra le ulteriori voci rilevate nel database rientrano anche le multe e le sanzioni amministrative legate alla circolazione dei veicoli. Tali importi sono stati registrati e imputati ai periodi e alle targhe di riferimento. Pur non rappresentando una componente strutturale del costo operativo, le multe costituiscono un segnale importante in termini di disciplina di guida e possono fornire indicazioni utili anche per eventuali azioni di prevenzione e formazione.

3.3.9 Ritiri di materiale

Oltre alle spese, nel database sono stati considerati anche alcuni ritiri di materiale effettuati direttamente dai mezzi aziendali, che hanno generato un risparmio per Giessegi rispetto all'ipotesi di affidare tali trasporti a terzi. Le relative fatture evidenziano importi che, di fatto, rappresentano costi evitati grazie all'utilizzo della flotta interna. Tali benefici sono stati trattati come valori da detrarre dal costo complessivo della flotta e sono stati ripartiti in maniera proporzionale tra tutte le motrici, in funzione del loro impiego. In questo modo, il confronto tra conto proprio e conto terzi prende in considerazione non solo i costi aggiuntivi, ma anche i risparmi ottenuti quando i mezzi aziendali sostituiscono servizi di trasporto che sarebbero altrimenti acquistati all'esterno.

3.4 Struttura del database e orizzonte temporale

L'insieme delle informazioni descritte è stato organizzato in un database di tipo panel, in cui ogni osservazione è caratterizzata da una targa di veicolo (o, nel caso di cassoni e semirimorchi, da una voce di attrezzatura), da un periodo temporale identificato da mese e anno e da una serie di variabili quantitative (importi di costo, chilometri percorsi, ecc.).

Il database consente di confrontare, a parità di periodo, mezzi diversi in termini di chilometri percorsi e costi sostenuti, di aggregare le informazioni per anno e per tipologia di veicolo (autocarri vs bilici) e di integrare, in un secondo momento, le informazioni sui costi dei trasportatori terzi, per effettuare un confronto coerente in termini di €/km.

3.5 Dati su clienti, fornitori e consegne extra

Oltre ai dati relativi alla flotta interna, l'azienda ha messo a disposizione una serie di file Excel riguardanti i flussi economici verso clienti e fornitori e alcune spese di trasporto "extra" non direttamente comparabili con i contratti dei vettori principali.

3.5.1 Fatturato per regione lato clienti

Per quanto riguarda i clienti, sono stati forniti per gli anni 2024 e 2025 i valori di fatturato per regione italiana. Il file non contiene il dettaglio dei singoli clienti né gli indirizzi puntuali, ma fornisce una distribuzione geografica delle vendite, utile per identificare quali aree del Paese generano i volumi economici più significativi, per collegare in modo qualitativo la redditività delle diverse regioni al ruolo della flotta interna e dei trasportatori terzi ed infine per supportare, nei capitoli successivi, ragionamenti sulla priorità delle tratte e sulla convenienza di presidiare direttamente determinate zone con i mezzi aziendali.

La mancanza di informazioni a livello di singolo punto di consegna costituisce un limite rispetto alla possibilità di modellare un Vehicle Routing Problem completo. Tuttavia, la vista per regione rappresenta comunque un elemento informativo importante per comprendere la geografia della domanda servita.

3.5.2 Fornitori e spesa per regione

Sul fronte fornitori, il file a disposizione è più dettagliato: per ciascun fornitore sono presenti il nome e l'indirizzo dell'azienda, oltre alla spesa complessiva sostenuta da Giessegi. A partire da queste informazioni è stato possibile ricavare, per il periodo 2024-2025, una distribuzione della spesa per regione, che consente di mappare le principali aree di approvvigionamento, individuare potenziali direttrici di ritorno lungo le quali i mezzi aziendali potrebbero effettuare ritiri in backhauling, riducendo i chilometri a vuoto, e valutare, in prospettiva, l'interazione tra flussi in uscita verso i clienti e flussi in entrata dai fornitori.

La presenza di indirizzi puntuali rende questi dati particolarmente preziosi in un'ottica di futura modellizzazione spaziale e di analisi delle opportunità di combinazione tra consegne e ritiri.

3.5.3 Consegne extra

Infine, tra i file forniti rientrano alcune fatture relative a “consegne extra”, ossia servizi di trasporto acquistati dall’azienda per farsi consegnare materiale o beni specifici. Si tratta di operazioni che non rientrano nei normali contratti con i trasportatori terzi che gestiscono la distribuzione dei prodotti Giessegi ai clienti finali e ai punti vendita.

Queste spese non sono collegate agli indici €/km praticati dai vettori terzi principali, che verranno utilizzati per il confronto con la flotta interna, ma rappresentano piuttosto servizi logistici accessori o episodici, con natura e struttura di costo non sempre confrontabili con i flussi di distribuzione standard.

Per questo motivo, nel prosieguo dell’analisi, le consegne extra verranno considerate separatamente rispetto al confronto diretto tra conto proprio e conto terzi, pur contribuendo a completare il quadro complessivo dei costi logistici sostenuti dall’azienda.

3.6 Limiti, assunzioni e qualità dei dati

Come in ogni analisi basata su dati aziendali storici, anche il database costruito presenta alcuni limiti e richiede assunzioni esplicite, che è opportuno evidenziare sin da subito:

- il costo degli autisti è disponibile solo in forma aggregata mensile e non per targa; sarà quindi necessario definire una regola di riparto tra i mezzi (ad esempio proporzionale ai chilometri percorsi o alle ore di utilizzo);
- le spese relative ai cassoni da 55 metri cubi e ai semirimorchi da 85 metri cubi non sono tracciate per singolo veicolo ma per insiemi di attrezzature: anche in questo caso si richiederà un criterio di allocazione coerente con la compatibilità tecnica e con l’intensità di utilizzo;
- i dati lato clienti sono disponibili solo a livello di fatturato per regione, senza informazioni su destinazioni puntuali e volumi fisici, il che limita la possibilità di formulare un modello di routing completamente aderente alla realtà operativa;
- l’orizzonte temporale dell’analisi è limitato a due anni (2024–2025), sebbene l’azienda disponga di informazioni anche per periodi precedenti. La scelta, in questo caso, risponde all’esigenza di concentrarsi su un assetto di flotta e di rapporti con i terzisti considerato rappresentativo della situazione attuale.

Nonostante questi vincoli, il livello di dettaglio raggiunto, in particolare sul fronte dei costi per targa e per mese e sulla geografia dei flussi con fornitori e clienti, è sufficiente per costruire un’analisi

approfondita della convenienza economica della flotta interna e per esplorare scenari alternativi di utilizzo e di organizzazione delle tratte.

4 Modello di costo della flotta interna

4.1 Struttura del modello e perimetro temporale

In questo capitolo viene illustrato il modello di costo adottato per la valutazione economica della flotta interna di Giessegi e per il confronto con l'utilizzo di vettori terzi. L'analisi è condotta separatamente per gli anni 2024 e 2025, applicando gli stessi principi di classificazione e di imputazione dei costi, così da poter disporre di indicatori comparabili nel tempo.

Per ciascun anno il modello consente di:

- ricondurre a singolo veicolo tutte le principali voci di costo connesse all'impiego della flotta (carburante, pedaggi, manutenzione, ammortamenti ecc.);
- imputare in modo coerente i costi comuni (cassoni intercambiabili, semirimorchi, costi di flotta);
- calcolare per ogni motrice un indice sintetico di costo specifico per chilometro (€/km), da utilizzare nel confronto con le tariffe praticate dai trasportatori terzi.

Nel prosieguo, per motrici si intendono gli autocarri e i trattori stradali che percorrono effettivamente chilometri. I semirimorchi non vengono dotati di un indice €/km autonomo, poiché non si muovono in modo indipendente, e i loro costi vengono imputati alle rispettive motrici.

4.2 Applicazione del modello al 2024

4.2.1 Perimetro e dati di base 2024

Nel 2024 il perimetro di analisi comprende 14 targhe: undici autocarri, un trattore stradale (targa 5) e due semirimorchi (targhe 13 e 14). Le motrici oggetto di calcolo dell'indice €/km sono gli undici autocarri che hanno effettivamente percorso chilometri nel 2024 e il trattore stradale.

I dati di costo sono stati ricavati dalle fatture e dalla contabilità analitica, rielaborati tramite tabelle pivot in Excel e ricondotti a ciascuna targa. Nel costo annuo 2024 di ogni veicolo rientrano:

- i costi correnti sostenuti nell'esercizio (carburante, pedaggi, manutenzione, multe, ecc.);
- le quote di ammortamento del 2024 relative agli investimenti pluriennali (acquisto del veicolo, spese relative ai cassoni, manutenzioni ammortizzabili, spese relative ai semirimorchi e altri beni ammortizzabili).

Per ciascun mezzo è stato quindi calcolato un primo valore di costo totale diretto su cui poi state innestate le quote dei costi comuni, descritte nel paragrafo seguente.

4.2.2 Ripartizione dei costi comuni 2024

I costi comuni considerati per il 2024 possono essere ricondotti a tre insiemi principali:

- a) costi relativi ai cassoni da 55 m³ intercambiabili tra gli autocarri;
- b) costi relativi ai semirimorchi da 85 m³ utilizzati con il trattore stradale;
- c) costi di flotta validi per l'insieme delle motrici (autocarri e trattori).

a) Cassoni da 55 m³ - autocarri

Nel 2024 i costi relativi ai cassoni da 55 m³ sono sintetizzati nella Tabella 1:

Voce	Importo 2024 (€)
Ammortamento ordinario cassoni	26.015,00
Manutenzione cassoni non ammortizzata	15.392,40
Totale costi cassoni (da ripartire)	41.407,40

Tabella 1 - Costi cassoni 2024

Poiché non è possibile risalire a una corrispondenza univoca tra singolo cassone e singola targa, il totale di 41.407,40 € è stato ripartito in parti uguali tra gli undici autocarri che hanno percorso chilometri nel 2024, attribuendo a ciascun mezzo una quota annua pari a circa 3.764,31 €. Questa quota viene aggiunta al costo diretto di ciascun autocarro prima del calcolo dell'indice €/km.

b) Semirimorchi da 85 m³ - trattore stradale

Per i semirimorchi da 85 m³, nel 2024 risultano attive le targhe 13 e 14. Le relative quote di costo sono riportate in Tabella 2.

Semirimorchio	Quota di costo 2024 (€)
Targa 13	1.600,00
Targa 14	5.213,02
Totale imputato alla motrice (targa 5)	6.813,02

Tabella 2 - Costi semirimorchi 2024

Il totale di 6.813,02 € è stato imputato interamente al trattore stradale (targa 5), che è l'unica motrice ad aver percorso chilometri con questi semirimorchi nel 2024. L'indice €/km del trattore incorpora quindi anche la quota di costo dei semirimorchi effettivamente utilizzati.

c) Costi di flotta 2024

Sono stati infine considerati i costi di flotta comuni a tutte le motrici:

- costo del personale viaggiante (autisti);
- costo del carburante AdBlue;
- canone del servizio Telepass;
- costi di adesione al programma di sconto accise sul carburante;
- con segno negativo, il beneficio economico dei ritiri effettuati con mezzi propri, che ha permesso di evitare servizi di trasporto esterni.

Voce di costo flotta 2024	Importo (€)
Costo autisti	726.877,40
Carburante AdBlue	2.190,00
Costi fissi di flotta – Telepass	771,77
Costi fissi di flotta – programma sconto accise	864,00
Beneficio da ritiri con mezzi propri (costo evitato)	-6.400,00
Totale costi di flotta (da ripartire)	724.303,17

Tabella 3 - Costi di flotta 2024

Le motrici complessive sono dodici (undici autocarri e un trattore stradale). Il totale di 724.303,17 €, visualizzabile nella Tabella 3, è stato ripartito in parti uguali tra queste dodici motrici, attribuendo a ciascun veicolo una quota annua pari a circa 60.358,60 €.

4.2.3 Costi totali e indici €/km 2024

Sommando ai costi diretti di ciascuna motrice le quote relative ai cassoni, ai semirimorchi e ai costi fissi di flotta, si ottengono i costi annui complessivi e i corrispondenti indici €/km per le dodici motrici analizzate.

Targa	Tipo mezzo	Costo annuo base (€)	Quota cassoni (€)	Quota semirimorchi (€)	Quota costi fissi flotta (€)	Costo annuo complessivo (€)	Km 2024	€/km
1	Autocarro	47.499,86	3.764,31	0,00	60.358,60	111.622,77	76.127	1,4663
2	Autocarro	41.441,08	3.764,31	0,00	60.358,60	105.564,00	60.748	1,7377
3	Autocarro	54.209,24	3.764,31	0,00	60.358,60	118.332,10	93.116	1,2708

4	Autocarro	50.250,19	3.764,31	0,00	60.358,60	114.273,10	76.903	1,4872
5	Trattore stradale	58.428,39	0,00	6.813,02	60.358,60	125.600,01	87.987	1,4273
6	Autocarro	57.545,37	3.764,31	0,00	60.358,60	121.568,30	62.954	1,9319
7	Autocarro	57.154,18	3.764,31	0,00	60.358,60	139.377,50	80.995	1,7214
8	Autocarro	68.125,84	3.764,31	0,00	60.358,60	132.248,90	90.810	1,4563
9	Autocarro	71.819,74	3.764,31	0,00	60.358,60	140.970,70	97.376	1,4478
10	Autocarro	74.448,04	3.764,31	0,00	60.358,60	125.890,70	76.957	1,6369
11	Autocarro	41.359,70	3.764,31	0,00	60.358,60	105.653,90	58.088	1,8189
12	Autocarro	39.311,81	3.764,31	0,00	60.358,60	103.254,70	51.948	1,9877

Tabella 4 - Indici €/km 2024

4.3 Applicazione del modello al 2025

4.3.1 Perimetro e novità 2025

Per il 2025 l'analisi è stata condotta sui dati disponibili da gennaio a settembre. In questo periodo il perimetro si amplia a 17 targhe complessive: ai veicoli già presenti nel 2024 si aggiungono un nuovo autocarro (targa 15), un nuovo trattore stradale (targa 16) e un nuovo semirimorchio (targa 17).

Considerando solo i veicoli che hanno effettuato percorrenze nel 2025, le motrici risultano essere dodici autocarri e due trattori stradali. Come per il 2024, il costo di ciascun veicolo include sia le componenti correnti, sia le quote di ammortamento 2025 degli investimenti pluriennali. L'indice €/km viene calcolato a partire dal costo sostenuto nel periodo gennaio-settembre 2025 e dai chilometri percorsi nello stesso intervallo.

4.3.2 Ripartizione dei costi comuni 2025

Anche per il 2025 i costi comuni vengono distinti in tre insiemi:

- a) cassoni da 55 m³ per gli autocarri;
- b) semirimorchi da 85 m³ per i trattori stradali;
- c) costi di flotta comuni a tutte le motrici.

a) Cassoni da 55 m³ - autocarri

Nel 2025 i costi relativi ai cassoni da 55 m³ sono:

Voce	Importo 2025 (€)
------	------------------

Ammortamento ordinario cassoni	26.877,50
Consumi e manutenzione ordinaria cassoni	3.035,00
Totale costi cassoni (da ripartire)	29.912,50

Tabella 5 - Costi cassoni 2025

Nel 2025 risultano avere percorrenza dodici autocarri. Il totale di 29.912,50 € è stato ripartito in parti uguali tra questi mezzi, attribuendo a ciascun autocarro una quota annua pari a circa 2.492,71 €.

b) Semirimorchi da 85 m³ - trattori stradali

Per i semirimorchi da 85 m³, nel 2025 risultano attive le targhe 13, 14 e 17. Le relative quote di costo sono:

Semirimorchio	Quota di costo 2025 (€)
Targa 13	7.240,13
Targa 14	5.272,09
Targa 17	3.520,00
Totale imputato ai trattori (targhe 5 e 16)	16.032,22

Tabella 6 - Costi semirimorchi 2025

Il totale di 16.032,22 € è stato ripartito in parti uguali tra i due trattori stradali attivi (targhe 5 e 16), attribuendo a ciascuno una quota annua di circa 8.016,11 €.

c) Costi di flotta 2025

Per il 2025 sono stati identificati i seguenti costi di flotta comuni a tutte le motrici:

- costo del personale viaggiante (autisti);
- costo del carburante AdBlue;
- canone del servizio Telepass;
- costi di adesione al programma di sconto accise sul carburante;
- con segno negativo, il beneficio economico dei ritiri effettuati con mezzi propri, che ha permesso di evitare servizi di trasporto esterni.

Voce di costo flotta 2025	Importo (€)
Costi di flotta – sconto accise	1.008,00
Carburante AdBlue	1.260,00

Costi fissi di flotta – Telepass	633,71
Costo autisti	494.166,58
Ritiri (beneficio economico, costo evitato)	-9.400,00
Totale costi di flotta (da ripartire)	487.668,29

Tabella 7 - Costi di flotta 2025

Le motrici complessive con percorrenza nel 2025 sono quattordici (dodici autocarri e due trattori stradali). Il totale di 487.668,29 €, visibile nella Tabella 7, è stato ripartito in parti uguali tra questi veicoli, attribuendo a ciascuna motrice una quota annua pari a circa 34.833,45 €.

4.3.3 Costi totali e indici €/km 2025

Per ogni motrice, il costo complessivo gennaio–settembre 2025 è dato dalla somma di:

- costo diretto della targa;
- quota di costi relativi ai cassoni (per gli autocarri) o ai semirimorchi (per i trattori);
- quota dei costi fissi di flotta.

Il relativo indice €/km è ottenuto dividendo tale costo complessivo per i chilometri percorsi nel medesimo periodo.

Targa	Tipo mezzo	Costo base 2025 (€)	Quota cassoni (€)	Quota semirimorchi (€)	Quota costi fissi flotta (€)	Costo complessivo 2025 (€)	Km 2025	€/km
1	Autocarro	54.499,80	2.492,71	0,00	34.833,45	91.825,96	74.192	1,2377
2	Autocarro	31.123,10	2.492,71	0,00	34.833,45	68.449,26	49.159	1,3924
3	Autocarro	40.417,20	2.492,71	0,00	34.833,45	77.743,35	69.293	1,1220
4	Autocarro	35.266,67	2.492,71	0,00	34.833,45	72.592,83	44.942	1,6153
5	Trattore stradale	43.634,87	0,00	8.016,11	34.833,45	86.484,43	78.435	1,1026
6	Autocarro	42.583,06	2.492,71	0,00	34.833,45	79.909,21	32.401	2,4663
7	Autocarro	59.929,54	2.492,71	0,00	34.833,45	97.255,70	75.162	1,2939
8	Autocarro	52.097,85	2.492,71	0,00	34.833,45	89.424,01	68.892	1,2980
9	Autocarro	55.071,23	2.492,71	0,00	34.833,45	92.397,39	70.485	1,3109
10	Autocarro	46.428,17	2.492,71	0,00	34.833,45	83.754,33	50.359	1,6631

11	Autocarro	59.697,57	2.492,71	0,00	34.833,45	97.023,73	71.110	1,3644
12	Autocarro	55.714,52	2.492,71	0,00	34.833,45	93.040,68	71.569	1,3000
15	Autocarro	42.892,02	2.492,71	0,00	34.833,45	80.218,18	71.190	1,1268
16	Trattore stradale	30.528,34	0,00	8.016,11	34.833,45	73.377,90	34.323	2,1379

Tabella 8 - Indici €/km 2025

4.4 Confronto sintetico tra 2024 e 2025

L'applicazione dello stesso modello di costo ai due esercizi permette un confronto omogeneo dell'efficienza economica della flotta interna nel tempo. Dal 2024 al 2025 si osserva, in primo luogo, un ampliamento del perimetro: entrano in servizio un nuovo autocarro (targa 15), un nuovo trattore stradale (targa 16) e un nuovo semirimorchio (targa 17). Di conseguenza, il numero di motrici passa da dodici a quattordici e il numero di semirimorchi da due a tre.

La ripartizione dei costi comuni risente di tale ampliamento:

- i costi dei cassoni vengono suddivisi tra un numero maggiore di autocarri, con una conseguente riduzione della quota unitaria (da circa 3.764,31 € a 2.492,71 € per autocarro);
- i costi dei semirimorchi vengono distribuiti tra due trattori invece che su uno solo, riducendo l'incidenza unitaria pur a fronte di un valore complessivo più elevato;
- i costi fissi di flotta aumentano in valore assoluto, ma vengono ripartiti su un numero più elevato di motrici, determinando una quota unitaria pari a 34.833,45 € nel 2025 contro i 60.358,60 € del 2024.

4.5 Analisi statistica degli outlier degli indici €/km

Oltre all'analisi tabellare, gli indici di costo specifico €/km sono stati esaminati anche dal punto di vista grafico e statistico, al fine di individuare eventuali mezzi con comportamenti anomali (outlier) rispetto al resto della flotta. A tal fine sono stati costruiti, per ciascun anno, grafici a dispersione che riportano in ascissa il chilometraggio percorso e in ordinata il corrispondente indice €/km.

Parallelamente è stata calcolata, per ciascun anno, la deviazione standard campionaria degli indici €/km, interpretando i valori osservati come un campione del comportamento potenziale della flotta nel tempo. Per ogni veicolo è stato determinato uno scostamento standardizzato (z-score) rispetto alla media:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

dove x_i è l'indice €/km del veicolo i , \bar{x} è la media degli indici €/km nell'anno considerato e s è la deviazione standard campionaria. In linea con la prassi statistica, sono stati considerati outlier i veicoli con z_i superiore a 2, mentre valori compresi tra 1 e 2 sono stati interpretati come semplici scostamenti "alti" o "bassi" ma ancora compatibili con la variabilità fisiologica del sistema.

4.5.1 Analisi puntuale degli indici €/km - anno 2024

Con riferimento al 2024, l'analisi congiunta dei grafici a dispersione e delle tabelle permette di chiarire le ragioni alla base di alcuni scostamenti degli indici €/km rispetto alla media di flotta. La distribuzione degli indici €/km risulta relativamente compatta: la maggior parte dei veicoli si colloca in un intervallo ristretto attorno alla media, senza che emergano outlier marcati secondo la soglia. Alcune targhe presentano valori leggermente più elevati della media, ma tali differenze appaiono riconducibili a combinazioni di chilometraggi moderati e di una maggiore incidenza di alcune voci di costo (manutenzione, pedaggi, ecc.), senza configurare situazioni strutturalmente anomale.

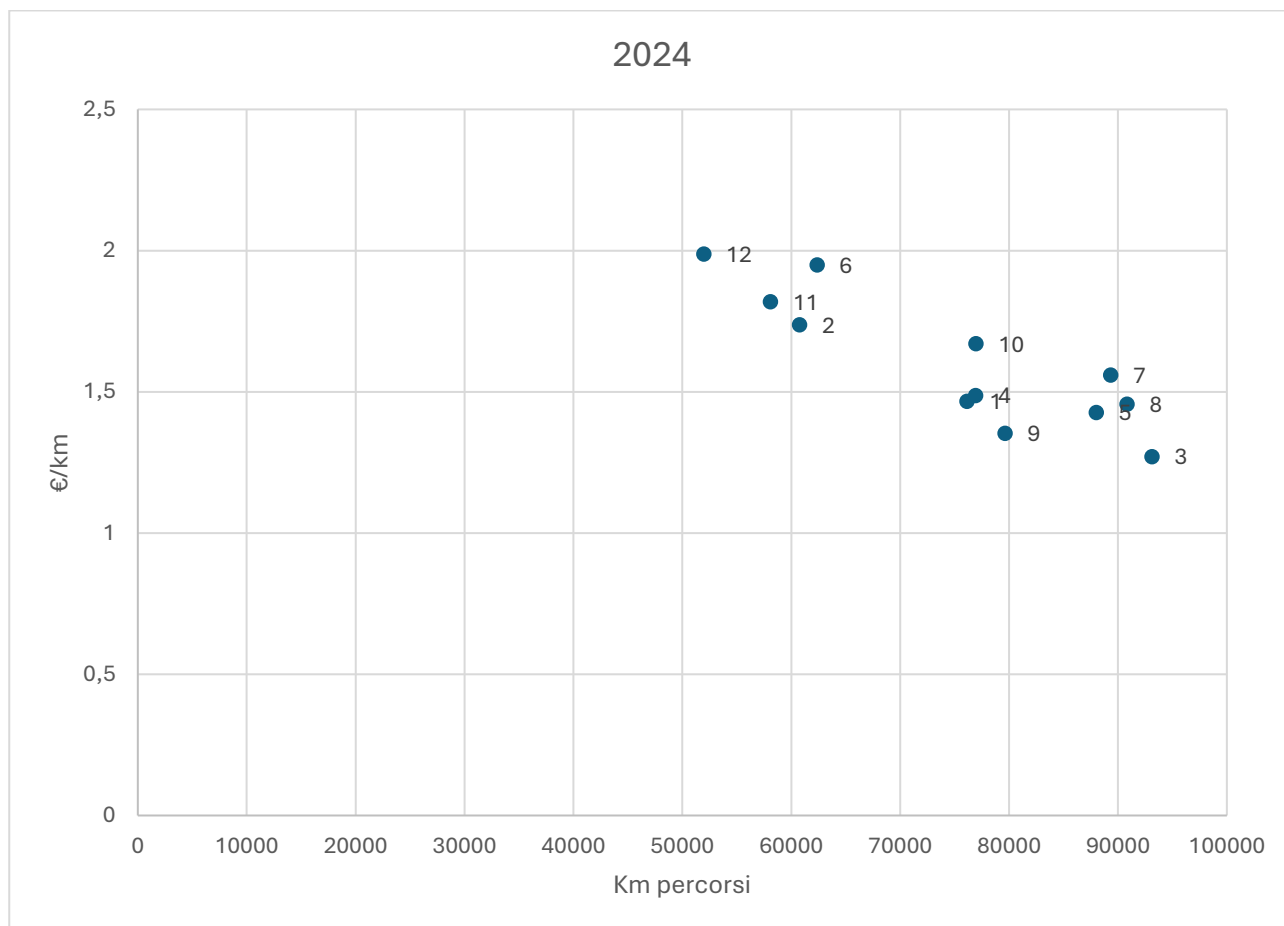


Figura 1 - Indici €/km in rapporto ai km percorsi nel 2024

La targa 2 e la targa 6 presentano costi complessivi relativamente contenuti, ma a fronte di un chilometraggio annuo anch'esso inferiore alla media. In questo caso l'elevato valore dell'indice €/km non è legato tanto a una particolare anomalia nelle singole voci di costo, quanto al fatto che costi in

buona parte fissi o semi-fissi vengono ripartiti su un numero limitato di chilometri, facendo emergere un costo unitario più elevato.

Infine, le targhe 11 e 12 presentano indici €/km elevati principalmente perché il loro contributo in termini di chilometri percorsi nel 2024 è limitato: si tratta infatti di mezzi entrati in operatività solo intorno alla metà dell'anno. L'elevata incidenza del costo specifico è quindi da leggere come un effetto transitorio legato al periodo di osservazione parziale, più che come indicatore di un problema strutturale nella gestione o nelle caratteristiche tecniche dei veicoli.

4.5.2 Analisi puntuale degli indici €/km - anno 2025

Per il 2025, invece, è evidente come in generale tutti gli indici siano in valore assoluto più bassi. Questo miglioramento rispetto al 2024 è in realtà solo apparente, la motivazione per cui si trovano degli indici inferiori è che l'analisi per il 2025 prende in considerazione dati fino a settembre. L'aumento delle voci di costo che si avrebbe nei mesi successivi relativo al costo del carburante, ai pedaggi e al costo degli autisti incide maggiormente, in maniera negativa, rispetto al vantaggio, in termini di abbassamento degli indici, dato dall'aumento del kilometraggio per ogni motrice nei mesi successivi. Ad ogni modo, l'analisi grafica e lo scostamento standardizzato mettono in evidenza alcuni mezzi con indici sensibilmente superiori alla media di flotta.

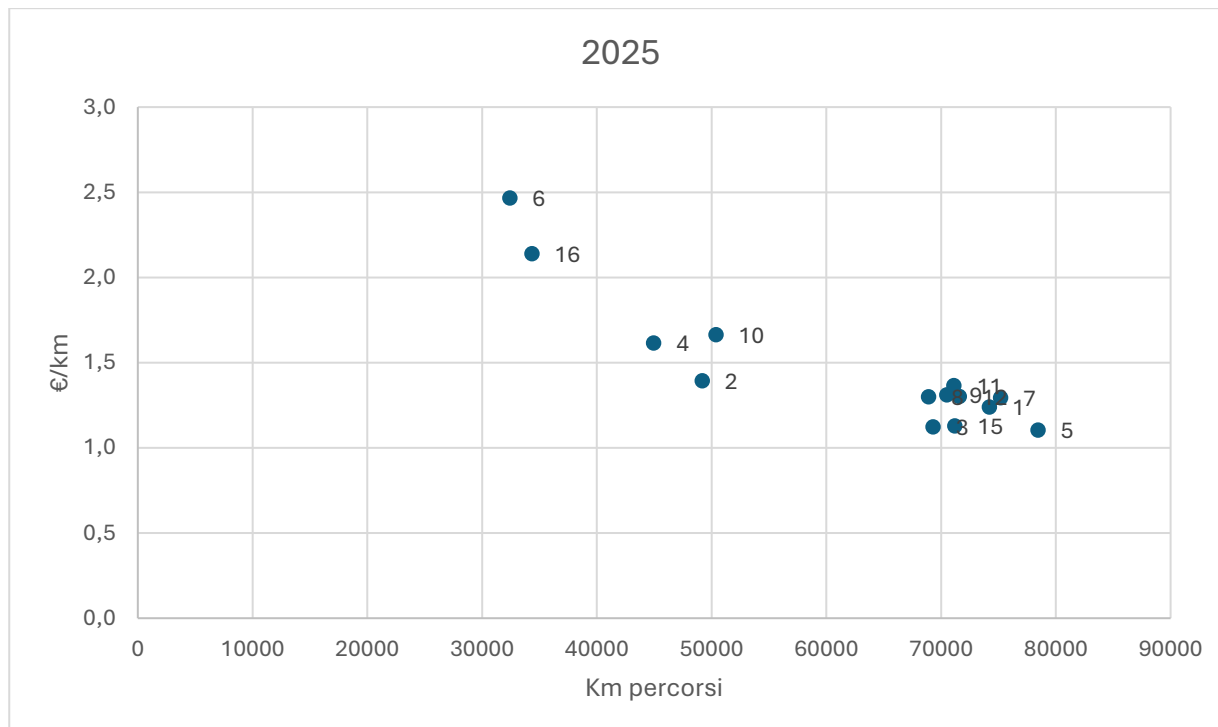


Figura 2 - Indici €/km in rapporto ai km percorsi nel 2025

La targa 4 presenta un kilometraggio relativamente basso rispetto agli altri autocarri, ma soprattutto una struttura di costo caratterizzata da una componente di manutenzione significativamente superiore

alla media. In particolare, risultano rilevanti le spese riconducibili all'usura da guida, già discusse nel capitolo 3, che suggeriscono da un lato l'inizio di un processo di obsolescenza tecnica del mezzo, dall'altro possibili criticità nello stile di guida dell'autista assegnato. La combinazione di chilometraggio limitato e incidenza anomala delle manutenzioni determina un indice €/km più elevato rispetto agli altri.

La targa 6 evidenzia nuovamente un chilometraggio molto basso, a fronte di costi complessivi dati dall'utilizzo del mezzo sostanzialmente in linea con quelli degli altri autocarri. Ciò che incide in questo caso rispetto agli altri mezzi è la somma degli importi delle rate mensili relative all'acquisto in leasing del mezzo, che incidono in maniera molto rilevante sul totale facendo aumentare la voce di costo più che proporzionalmente rispetto alle altre voci di costo. Il mezzo risulta comunque utilizzato in maniera costante nel corso dell'anno, ma su tratte di entità ridotta, con il risultato che i costi vengono ripartiti su pochi chilometri.

Per il trattore stradale targa 16 l'indice €/km risulta tra i più elevati dell'intero campione. Il veicolo è stato acquistato nel corso del 2025 ed è entrato effettivamente in operatività solo a partire da giugno, accumulando nel periodo considerato un chilometraggio estremamente ridotto. A ciò si aggiunge l'imputazione delle quote di costo fisso di flotta e della quota relativa ai semirimorchi, che incidono in misura rilevante su un volume di chilometri ancora limitato. L'elevato valore dell'indice €/km è quindi legato in larga misura alla fase iniziale del ciclo di vita del mezzo e alla ridotta saturazione nel periodo osservato, più che a un problema strutturale di efficienza.

4.6 Posizionamento della flotta interna rispetto alle tariffe dei vettori terzi

Dopo avere analizzato in dettaglio la struttura dei costi e gli indici €/km della flotta Giessegi, è opportuno confrontare tali valori con le tariffe applicate dai vettori terzi, allo scopo di valutare il posizionamento economico del conto proprio rispetto alle alternative di mercato. In questa fase l'analisi rimane descrittiva: si limita a mettere in relazione i livelli di costo specifico interno con il benchmark esterno, senza ancora trarre conclusioni operative in termini di ottimizzazione della ripartizione tra conto proprio e conto terzi.

4.6.1 Struttura delle tariffe dei vettori terzi

Come anticipato nel Capitolo 1, i vettori terzi offrono servizi di trasporto sia per Giessegi sia per Mobil Class, applicando tariffe differenziate in funzione del cliente servito e della configurazione di veicolo impiegata. In particolare, la struttura tariffaria può essere descritta lungo due dimensioni principali:

- Cliente servito

- servizi per Giessegi (GSG);
- servizi per Mobil Class (MCL), caratterizzati in media da un numero maggiore di scarichi per viaggio. A parità di configurazione di veicolo, le tariffe applicate a Mobil Class risultano quindi più elevate, in quanto riflettono un maggiore impegno operativo (tempi di sosta, movimentazioni, complessità di consegna).
- Tipologia di veicolo e livello di carico
 - autocarro con cassone da 55 m³ (“55”);
 - bilico da 85 m³ (trattore stradale + semirimorchio, “BIL 85”);
 - bilico parzialmente caricato a 55 m³ (“BIL 55”), cioè il caso in cui si impiega un bilico da 85 m³ con un volume utile pari a 55 m³. In tale configurazione la tariffa €/km è definita in modo intermedio tra quella dell’autocarro 55 m³ e quella del bilico 85 m³, poiché il vettore sostiene i costi di impiego di un bilico ma trasporta un volume inferiore di merce.

Le tariffe sono espresse in euro per chilometro, ma è importante notare come vengono applicate non ai chilometri effettivamente percorsi, bensì a un chilometraggio standard per tratta definito dal vettore (chilometraggio “a tariffario”). Per una data relazione origine-destinazione, il fornitore stabilisce che la tratta corrisponde a un certo numero di chilometri e calcola il corrispondente importo fatturato moltiplicando tale distanza standard per la tariffa €/km, indipendentemente da eventuali differenze rispetto ai chilometri reali percorsi dal mezzo.

4.6.2 Livelli tariffari 2024 - 2025

La Tabella 9 e la Tabella 10 riportano i livelli tariffari €/km praticati dai vettori terzi nel 2024 e nel 2025 per le principali configurazioni rilevanti ai fini di confronto con la flotta interna.

Configurazione veicolo	Cliente servito	Tariffa 2024 (€/km)
Autocarro 55 m ³	Giessegi (GSG)	1,00
Bilico 85 m ³	Giessegi (GSG)	1,30
Bilico 85 m ³ caricato a 55 m ³ (BIL 55)	Giessegi (GSG)	1,10
Autocarro 55 m ³	Mobil Class (MCL)	1,05
Bilico 85 m ³	Mobil Class (MCL)	1,35

Bilico 85 m ³ caricato a 55 m ³ (BIL 55)	Mobil Class (MCL)	1,15
---	-------------------	------

Tabella 9 - Tariffario 2024

Configurazione veicolo	Cliente servito	Tariffa 2025 (€/km)
Autocarro 55 m ³	Giessegi (GSG)	1,05
Bilico 85 m ³	Giessegi (GSG)	1,35
Bilico 85 m ³ caricato a 55 m ³ (BIL 55)	Giessegi (GSG)	1,15
Autocarro 55 m ³	Mobil Class (MCL)	1,10
Bilico 85 m ³	Mobil Class (MCL)	1,40
Bilico 85 m ³ caricato a 55 m ³ (BIL 55)	Mobil Class (MCL)	1,20

Tabella 10 - Tariffario 2025

Nel passaggio dal 2024 al 2025 tutte le tariffe mostrano un incremento nominale di 0,05 €/km, indipendentemente dal cliente servito e dalla configurazione del veicolo. L'aumento ha natura sostanzialmente generalizzata e può essere interpretato come adeguamento ai maggiori costi operativi sostenuti dai vettori (carburante, manodopera, pedaggi) e come parziale riallineamento alle condizioni di mercato.

5 Analisi geografica della domanda e delle fonti di approvvigionamento

5.1 Obiettivi e impostazione dell'analisi geografica

Questo capitolo introduce una prospettiva complementare, di natura geografica, volta a comprendere dove si concentra dal punto di vista territoriale il valore economico generato e assorbito dalla rete logistica.

L'obiettivo è duplice: da un lato analizzare le province che generano il maggior fatturato lato clienti, così da individuare i bacini di domanda più rilevanti sui quali l'efficientamento del sistema distributivo avrebbe un impatto particolarmente significativo, dall'altro esaminare la localizzazione dei principali fornitori di materie prime e semilavorati e delle province associate alle spese per consegne extra, al fine di identificare possibili corridoi logistici in cui valutare scenari di ottimizzazione dell'utilizzo della flotta interna, inclusa la possibilità di sfruttare i viaggi di ritorno per effettuare ritiri in alternativa a servizi di trasporto acquistati ad hoc.

5.2 Province clienti a maggior fatturato

Un primo passo consiste nell'analizzare la distribuzione geografica del fatturato lato clienti, con riferimento alle province italiane che nel biennio 2024/2025 hanno generato i volumi di vendita più significativi.

Provincia	Fatturato (€)
Milano	10.229.701
Roma	8.247.886
Bologna	5.266.918
Torino	4.458.365
Napoli	4.271.809
Caserta	4.225.550
Bari	3.963.325
Brescia	2.975.202
Brindisi	2.559.953

Lodi	2.447.830
Catania	2.366.911
Verona	2.247.681
Salerno	2.195.644
Palermo	1.990.609
Monza-Brianza	1.985.846
Firenze	1.901.043

Tabella 11 - Province di provenienza dei clienti che hanno generato maggior fatturato per Giessegi nel 2024

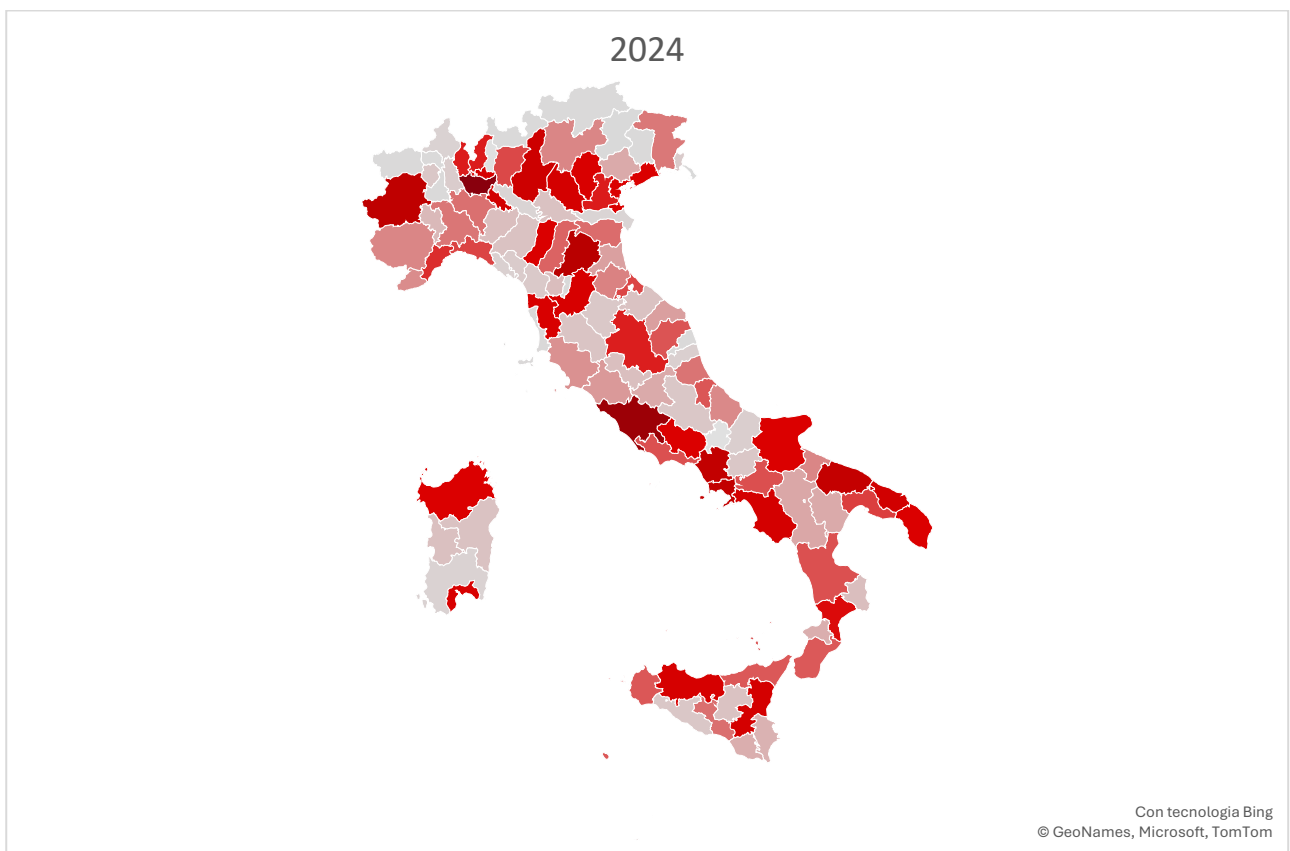


Figura 3 - Concentrazione territoriale dei ricavi da clienti Giessegi per provincia nel 2024

La Tabella 11 e la Figura 3 evidenziano una forte concentrazione del fatturato su alcune grandi aree metropolitane per il 2024. Milano e Roma rappresentano i due poli principali, seguite da Bologna, Torino e Napoli. Considerando congiuntamente queste cinque province, si ottiene una quota molto rilevante del fatturato totale generato dalle province riportate in tabella. Si tratta di territori caratterizzati da una presenza significativa di grande distribuzione organizzata e di canali commerciali strutturati, nei quali i flussi di consegna sono tipicamente intensi e frequenti.

Provincia	Fatturato (€)
Milano	5.926.160
Roma	5.157.576
Bologna	3.456.479
Napoli	2.775.337
Torino	2.454.680
Caserta	2.445.161
Bari	2.409.945
Brescia	2.197.776
Catania	1.628.065
Lodi	1.586.095
Brindisi	1.582.881
Monza-Brianza	1.577.575
Verona	1.553.572
Salerno	1.410.328
Palermo	1.401.562
Cagliari	1.202.980
Pisa	1.101.070
Vicenza	1.017.789
Venezia	979.024
Reggio-Emilia	966.736
Firenze	958.940

Tabella 12 - Province di provenienza dei clienti che hanno generato maggior fatturato per Giessegi nel 2025

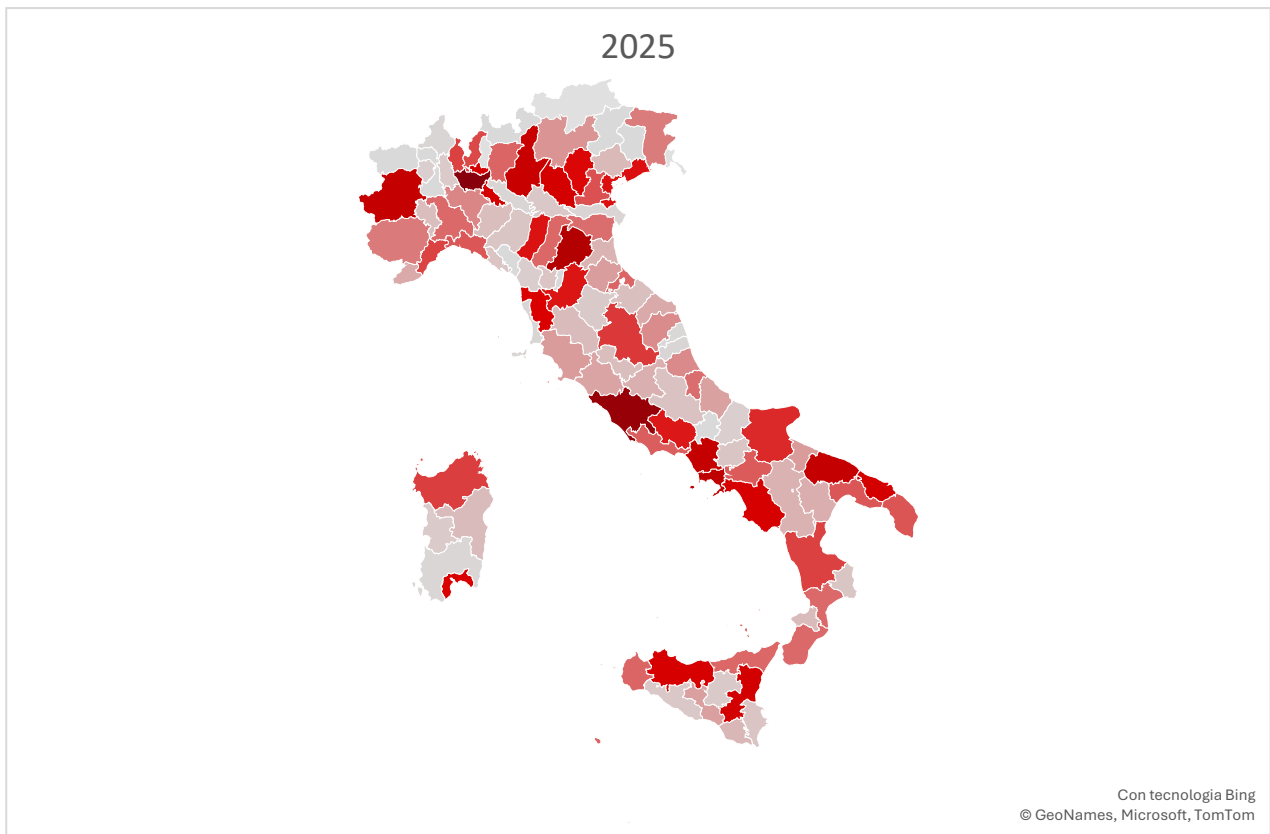


Figura 4 - Concentrazione territoriale dei ricavi da clienti Giessegi per provincia nel 2025

Anche nel 2025, pur considerando un periodo parziale, la gerarchia territoriale risulta sostanzialmente stabile: Milano e Roma confermano la propria centralità, seguite da Bologna e Napoli. Rispetto al 2024 si osserva inoltre l'ingresso di nuove province fra le prime posizioni come Cagliari, Pisa, Vicenza, Venezia e Reggio-Emilia.

5.2.1 Considerazioni di sintesi sui bacini di domanda

Nel complesso, l'analisi congiunta del 2024 e del 2025 mostra una notevole continuità nella localizzazione dei principali mercati di sbocco: le grandi aree metropolitane del Nord e del Centro-Sud (Milano, Roma, Bologna, Napoli, Torino, Bari, Caserta) rappresentano il nucleo stabile della domanda. Queste province costituiscono, dal punto di vista logistico, i naturali candidati per la definizione di tratte prioritarie di consegna, sulle quali ha senso concentrare le successive analisi di costo per tratta e di ottimizzazione dell'uso della flotta interna.

5.3 Province di approvvigionamento a maggior valore di acquisto

Accanto alla distribuzione geografica del fatturato lato clienti, è altrettanto importante analizzare la localizzazione dei principali fornitori di materie prime e semilavorati. La combinazione tra bacini di vendita e bacini di approvvigionamento consente di individuare possibili sinergie logistiche, in particolare in relazione all'utilizzo dei viaggi di ritorno per effettuare ritiri con la flotta interna.

Provincia	Acquisti (€)
Macerata	22.087.041,61
Mantova	10.017.664,04
Piacenza	8.763.316,05
Pesaro-Urbino	7.852.677,02
Ravenna	5.306.279,10
Ancona	3.369.172,86
Treviso	2.142.531,67
Padova	1.771.308,91
Pordenone	1.285.891,47
Monza-Brianza	1.162.672,57
Milano	1.107.337,10

Tabella 13 - Valore degli acquisti per provincia di provenienza della fornitura nel 2024

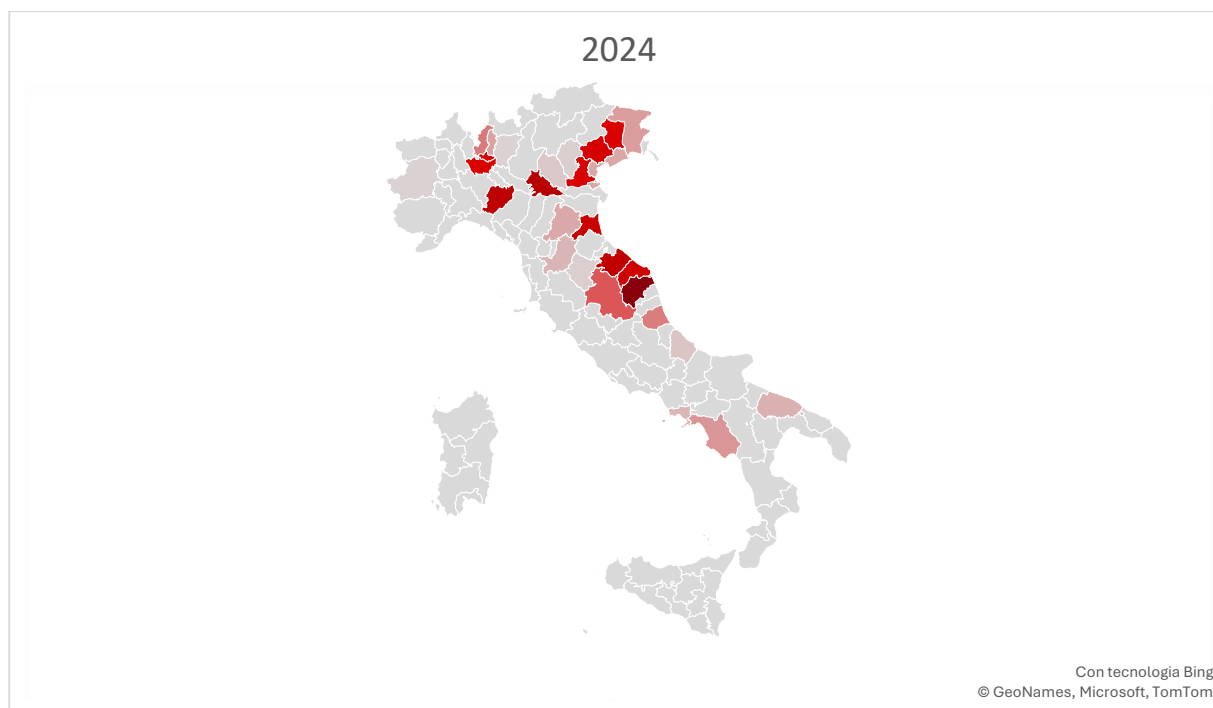


Figura 5 - Concentrazione territoriale della spesa verso fornitori per provincia nel 2024

I dati relativi al 2024 visibili nella Tabella 13 e nella Figura 5 evidenziano una concentrazione molto marcata degli acquisti su poche province del Centro-Nord Italia. La provincia di Macerata, dove è localizzato lo stabilimento produttivo, rappresenta da sola una quota molto rilevante del valore totale

degli acquisti considerati, a conferma del ruolo centrale della filiera locale. Sommando le province Macerata, Mantova, Piacenza e Pesaro-Urbino si ottiene la maggior parte del valore di approvvigionamento riportato in tabella, delineando un nucleo ristretto di province che costituiscono il cuore della base fornitori dell'azienda.

5.4 Intersezioni tra bacini di vendita e bacini di approvvigionamento

Alla luce delle considerazioni appena effettuate diventa rilevante l'individuazione delle province che ricorrono in più dimensioni della rete logistica aziendale. Sono queste le province che compaiono simultaneamente tra i principali bacini di vendita e tra quelli di approvvigionamento, come nel caso di Milano e Monza-Brianza. Questi territori rappresentano aree in cui si concentrano sia flussi in uscita di prodotti finiti, destinati ai clienti finali, sia flussi in entrata di materie prime e semilavorati, con la conseguente possibilità di configurare, almeno in linea teorica, percorsi in cui le stesse zone vengano servite sia in consegna che in ritiro, riducendo la quota di chilometri percorsi a vuoto.

Accanto a tali intersezioni "dirette", è tuttavia opportuno considerare anche le province che assumono una rilevanza strategica in quanto punti di transito lungo le principali direttrici percorse dai mezzi aziendali, pur non figurando tra le destinazioni finali più rilevanti lato clienti. È il caso, in particolare, di province come Mantova e Piacenza che non compaiono ai vertici della graduatoria del fatturato per area di consegna, ma che si collocano in posizioni geografiche chiave rispetto ai collegamenti tra il distretto produttivo marchigiano e i principali mercati del Nord Italia.

Piacenza si trova lungo l'asse autostradale che collega l'area di Bologna con la Lombardia ed il Piemonte. Nei collegamenti del Maceratese verso Milano, Monza-Brianza, Lodi e, in una delle possibili configurazioni di percorso, anche verso Torino, i mezzi Giessegi transitano in prossimità di Piacenza. In un'ottica di integrazione tra consegne e ritiri, la presenza di fornitori localizzati in questa provincia può quindi essere valorizzata, prevedendo, ove compatibile con i vincoli operativi e normativi degli autisti, il ritiro di materiale in occasione di viaggi già programmati verso i bacini di domanda lombardi e piemontesi.

In modo analogo, Mantova assume rilievo in quanto nodo intermedio lungo i collegamenti tra il distretto produttivo marchigiano e l'area di Verona, Brescia e, più in generale, il Nord-Est. Le tratte che da Appignano si dirigono verso tali mercati possono prevedere il transito in prossimità di Mantova; la presenza di fornitori localizzati in questa provincia consente quindi, almeno in linea teorica, di programmare ritiri lungo percorsi già effettuati per servire i clienti del Nord-Est.

Nel complesso, le intersezioni tra bacini di vendita e bacini di approvvigionamento (Milano, Monza-Brianza) e il ruolo di alcune province di transito (Mantova, Piacenza) delineano un insieme di territori

che, pur con ruoli diversi, risultano centrali nella configurazione della rete logistica Giessegi. Tali territori costituiscono candidati naturali per la definizione di tratte prioritarie su cui concentrare le analisi di convenienza economica tra conto proprio e conto terzi e gli scenari di combinazione tra consegne e ritiri con flotta interna.

5.5 Geografia delle consegne extra e potenziale di sostituzione con ritiri

Un ulteriore tassello per la definizione delle tratte prioritarie riguarda le cosiddette consegne extra, ovvero quelle spese sostenute da Giessegi per servizi di trasporto puntuali e specifici di materiale, il cui costo in fattura è riconducibile interamente alla componente logistica. A differenza degli acquisti ordinari trattati nella sezione relativa ai fornitori, per cui il costo del trasporto è tipicamente incorporato nel prezzo della fornitura, in questa tipologia di consegne il costo del servizio di trasporto è esplicito e separabile.

Provincia	Spese consegne extra (€)
Pordenone	24.348,50
Macerata	8.121,50
Pesaro-Urbino	7.150,00
Milano	2.451,02
Monza-Brianza	2.295,25
Treviso	1.265,90

Tabella 14 - Spese sostenute dall'azienda per consegne puntuali e provincia di provenienza



Figura 6 – Mappa di intensità delle spese per consegne extra

Nel 2024 le spese per consegne extra ammontano complessivamente a circa 45.600 euro, con una marcata concentrazione su poche province. La provincia di Pordenone da sola assorbe oltre la metà del totale, mentre quelle di Macerata e Pesaro-Urbino coprono una quota significativa della parte restante. Milano, Monza-Brianza e Treviso presentano importi più contenuti in valore assoluto, ma comunque non trascurabili in un'ottica di razionalizzazione complessiva dei flussi.

5.6 Sinergie con la rete fornitori e la rete clienti

L'osservazione congiunta delle province associate alle consegne extra, dei principali bacini di approvvigionamento e delle aree a maggiore densità di clientela mette in evidenza alcune sovrapposizioni geografiche significative. Pordenone, Macerata, Pesaro-Urbino, Milano, Monza-Brianza e Treviso compaiono infatti sia tra le province fornitrici sia tra quelle in cui si concentrano le spese per consegne extra, mentre Milano e Monza-Brianza figurano anche tra i mercati di sbocco più importanti per Giessegi. Questa triplice ricorrenza suggerisce che almeno una parte delle consegne extra potrebbe essere gestita mediante ritiri organizzati con i mezzi della flotta interna in occasione di viaggi già programmati per servire la clientela o per altre esigenze operative.

Dal punto di vista gestionale, le consegne extra rappresentano quindi un ambito di intervento particolarmente interessante: trattandosi di costi di trasporto espliciti e puntuali, l'eventuale sostituzione del vettore terzo con un ritiro effettuato da un mezzo aziendale comporterebbe un risparmio immediatamente misurabile. La selezione delle tratte su cui sperimentare tali configurazioni dovrà tuttavia tenere conto non solo della sovrapposizione geografica e della presenza di province di transito strategiche, ma anche della compatibilità temporale fra i viaggi della flotta interna e le esigenze di consegna o ritiro espresse dai fornitori, tenendo presente che gli autisti sono soggetti a una normativa stringente in materia di tempi di guida e di riposo, che limita le ore effettivamente disponibili e rende più complessa la pianificazione di percorsi con ulteriori fermate per ritiri.

6 Modellizzazione dei costi di trasporto e analisi di ottimizzazione

6.1 Obiettivi del capitolo e impostazione generale

Nel Capitolo 4 sono stati ricostruiti i costi storici associati alla flotta interna di Giessegi e sono state descritte le condizioni economiche applicate dai vettori terzi che forniscono il servizio di trasporto per conto dell'azienda. Il presente capitolo ha l'obiettivo di tradurre tali informazioni in un modello quantitativo di costo affinché si riesca a stimare il costo annuo di ciascun mezzo della flotta interna al variare del chilometraggio effettivo. Per farlo è fondamentale esprimere in modo omogeneo il costo dei vettori terzi, che nasce su base chilometrica tariffaria, in funzione dei chilometri effettivamente percorsi: senza questo accorgimento sarebbe impossibile, poiché matematicamente scorretto, impostare il confronto tra le due alternative (conto proprio vs conto terzi) e individuare gli ambiti in cui l'uso della flotta interna può risultare economicamente conveniente. Il fine è mettere in evidenza le tratte critiche, ossia le destinazioni per cui la discrepanza tra chilometraggio tariffario e chilometraggio reale è tale da penalizzare in modo significativo Giessegi nel rapporto con i fornitori di trasporto.

In una prima fase l'analisi è stata orientata alla determinazione di un chilometraggio di break-even annuale per ciascun mezzo, ossia il livello di utilizzo oltre il quale il conto proprio diventa più conveniente del conto terzi. Nel corso dello studio, tuttavia, la forte eterogeneità riscontrata nel rapporto tra chilometraggio tariffario e reale ha reso necessario affinare l'approccio, passando a una logica per gruppi di destinazioni, fino ad arrivare all'individuazione delle tratte più critiche, che richiedono una valutazione dedicata.

6.2 Funzione di costo della flotta interna

L'obiettivo è simulare come variano i costi associati a ciascun mezzo all'aumentare del chilometraggio. L'operazione più semplice sarebbe moltiplicare le tariffe €/km già individuate per la variabile chilometraggio, ma si commetterebbe un errore. Infatti, tali tariffe risultano dal chilometraggio effettivo realizzato da ogni mezzo nell'anno di riferimento, per cui se venissero utilizzate si terrebbe fisso un fattore che varierebbe al variare del chilometraggio stesso. È necessario quindi costruire un modello matematico, sulla base dei dati storici, che rappresenti l'aumentare dei costi totali associati a una specifica targa, all'aumentare della distanza percorsa dal mezzo preso in considerazione. Quindi, per ciascuna motrice i della flotta (autocarri e trattori stradali) e per ciascun anno di analisi (2024 e 2025), è stata costruita una funzione di costo totale annuo in funzione del chilometraggio reale k :

$$C_i(k) = F_i + V_i \cdot k$$

dove:

- F_i rappresenta la componente fissa dei costi del mezzo i nell'anno considerato, indipendente dal chilometraggio;
- V_i il costo variabile unitario (€/km) del mezzo i , ossia l'incremento di costo atteso per ogni chilometro aggiuntivo percorso.

L'adozione di una struttura lineare consente di isolare il contributo dei costi connessi al semplice possesso del veicolo (quote di ammortamento, oneri amministrativi, assicurazioni, ecc.) da quelli effettivamente legati all'utilizzo (carburante, pedaggi, manutenzione), creando una base comparabile con le tariffe chilometriche dei vettori terzi.

6.2.1 Componenti fisse

La componente fissa è stata determinata, per ciascun anno, aggregando tutte le voci di costo che non dipendono direttamente dal chilometraggio. In particolare:

- le quote di ammortamento annuali relative all'acquisto del veicolo e alle spese relative ai cassoni, calcolate sulla base del costo storico e della vita utile stimata;
- il bollo e i premi di assicurazione;
- i costi amministrativi e burocratici legati al possesso e all'utilizzo del mezzo (immatricolazione, PRA, licenze per il trasporto in conto proprio, spese di passaggio di proprietà, ecc.), imputati pro-quota all'esercizio considerato;
- la quota parte, attribuita alle motrici, del costo della cisterna di stoccaggio del carburante installata presso lo stabilimento Giessegi, in quanto investimento che si sarebbe evitato qualora l'azienda si fosse affidata esclusivamente a vettori terzi;
- la ripartizione dei costi comuni di flotta (costo del personale autista, canoni per sistemi di telepedaggio, adesione a programmi di sconto accise, ecc.), che nel Capitolo 4 sono stati allocati alle singole targhe secondo criteri di proporzionalità (tipologia di mezzo, chilometraggio, numero di mezzi).

In questo modo F_i sintetizza il costo annuo che l'azienda sostiene per mantenere disponibile il mezzo i , anche in assenza di percorrenza chilometrica.

Targa	Costi fissi totali
1	74.991,16 €

2	73.587,24 €
3	79.321,93 €
4	69.889,78 €
5	77.458,65 €
6	92.643,70 €
7	97.155,54 €
8	96.706,17 €
9	80.356,96 €
10	94.623,80 €
11	80.316,81 €
12	80.367,30 €

Tabella 15 - Costi fissi totali per targa (anno 2024)

Targa	Costi fissi totali
1	50.123,06 €
2	47.016,70 €
3	53.648,37 €
4	44.405,72 €
5	50.761,83 €
6	65.863,84 €
7	69.844,38 €
8	69.440,62 €
9	68.715,66 €
10	66.559,65 €
11	70.384,23 €
12	70.001,15 €
15	59.230,60 €

16	59.314,80 €
----	-------------

Tabella 16 - Costi fissi totali per targa (anno 2025)

6.2.2 Componenti variabili: manutenzione, pedaggi, carburante

Il costo variabile unitario V_i è stato costruito come somma di tre contributi principali:

$$V_i = c_i^{man} + c^{ped}(i) + c_i^{carb}$$

dove:

- c_i^{man} : costo di manutenzione per km del mezzo i ;
- $c^{ped}(i)$: costo medio di pedaggi per km, dipendente dalla tipologia di veicolo (autocarro o trattore stradale);
- c_i^{carb} : costo di carburante per km del mezzo i .

Per definire c_i^{man} annuale sono stati sommati i costi di manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, interventi dovuti all'usura da guida e ripristini di carrozzeria. Il totale è stato rapportato al chilometraggio annuo effettivo del mezzo, ottenendo un coefficiente che quantifica, in media, l'onere manutentivo associato a un chilometro aggiuntivo.

Targa	c_i^{man}
1	0,122346061
2	0,115045082
3	0,083917903
4	0,178646589
5	0,094918446
6	0,091207074
7	0,077968747
8	0,046149197
9	0,028443594
10	0,074680782
11	0,056691076
12	0,039113781

Tabella 17 - Coefficienti manutenzione per targa (anno 2024)

Targa	c_i^{man}
1	0,239917058
2	0,063873892
3	0,04988551
4	0,255627179
5	0,063165931
6	0,069239912
7	0,016274265
8	0,01193515
9	0,048627316
10	0,029175838
11	0,070513462
12	0,021481142
15	0,017533642
16	0,086831852

Tabella 18 - Coefficienti manutenzione per targa (anno 2025)

Per i pedaggi autostradali, considerato che la tariffazione dipende principalmente dalla categoria del veicolo (classe di pedaggio, numero di assi) più che dalla singola targa, si è proceduto aggregando i costi di pedaggio per l'insieme degli autocarri e, separatamente, per i trattori stradali, ottenendo due coefficienti medi attribuiti alle singole motrici in funzione della tipologia.

Pedaggio totale autocarri (€)	49546,74
Km totale autocarri	815978
$c^{ped}(autocarri)$ (€/km)	0,060720681
Pedaggio totale bilici (€)	10067,88
Km totale bilici	87987
$c^{ped}(bilici)$ (€/km)	0,114424631

Tabella 19 - Coefficienti pedaggio per tipologia di mezzo (anno 2024)

Pedaggio totale autocarri (€)	43937,51
Km totale autocarri	748754
$c^{ped}(\text{autocarri})$ (€/km)	0,058680839
Pedaggio totale bilici (€)	14129,67
Km totale bilici	112758
$c^{ped}(\text{bilici})$ (€/km)	0,125309709

Tabella 20 - Coefficienti pedaggio per tipologia di mezzo (anno 2025)

Per il carburante si è distinto il contesto di prezzo dai consumi specifici dei mezzi. È stato ricavato un prezzo medio di riferimento del carburante p^{carb} (€/l) e, per ciascun mezzo, il consumo specifico q_i in l/km; il costo di carburante per km è dato dal prodotto tra i due indici.

p^{carb} (€/l)		
1,135602903		
Targa	Consumi medi (l/Km)	c_i^{carb} (€/Km)
1	0,269571243	0,306125886
2	0,325754922	0,369928235
3	0,242666889	0,275573223
4	0,300909587	0,341713801
5	0,300216623	0,340926869
6	0,28769533	0,326707652
7	0,262685628	0,298306562
8	0,249774144	0,283644243
9	0,23287051	0,264448427
10	0,271876373	0,308743598
11	0,309886379	0,351907872
12	0,30535805	0,346765489

Tabella 21 - Coefficienti carburante per targa (anno 2024)

$p^{carb}(\text{€/l})$		
1,013216348		
Targa	Consumi medi (l/Km)	c_i^{carb} (€/Km)
1	0,241918536	0,274723391
2	0,290148294	0,329493245
3	0,238033135	0,270311119
4	0,299454408	0,340061295
5	0,237624402	0,269846961
6	0,290562328	0,329963424
7	0,23034552	0,261581042
8	0,206479127	0,234478296
9	0,211946655	0,240687237
10	0,243569372	0,276598086
11	0,240322458	0,272910881
12	0,224789224	0,255271296
15	0,203134148	0,230679728
16	0,189575503	0,215282492

Tabella 22 - Coefficienti carburante per targa (anno 2025)

La combinazione di questi contributi definisce il coefficiente V_i che, insieme a F_i , permette di calcolare il costo totale del mezzo al variare del chilometraggio effettivo k .

6.2.3 Confronto ex-post tra contro proprio e conto terzi

Per valutare in modo diretto l'impatto economico delle scelte di make or buy effettuate da Giessegi nell'orizzonte temporale considerato, è stato costruito, per ciascun anno, un confronto ex-post tra:

- il costo totale annuale effettivamente sostenuto per ciascun mezzo della flotta interna;
- il costo ipotetico che l'azienda avrebbe sostenuto se tutte le consegne effettuate con i mezzi propri fossero state, a parità di destinazioni servite, affidate al vettore terzo: $C_{terzi,i}(k) = \tau \cdot k$.

Dal lato del conto proprio, per ogni anno e per ogni targa inclusa nel perimetro di analisi, è stata applicata la funzione di costo $C_i(k)$ definita nel paragrafo 6.2, utilizzando come argomento il chilometraggio reale annuo effettivamente percorso dal mezzo. In questo modo, per ciascuna motrice si ottiene un costo totale annuo che incorpora la parte fissa F_i e la parte variabile $V_i \cdot k$.

Dal lato del conto terzi, è stato ricostruito uno scenario ipotetico in cui ogni viaggio effettivamente svolto dai mezzi Giessegi viene immaginato come svolto dal vettore esterno, mantenendo invariata la struttura operativa (stesse destinazioni, stesso numero di consegne). Per ogni consegna effettuata con la flotta interna sono stati individuati:

- la destinazione servita e il corrispondente chilometraggio tariffario previsto dal listino del vettore terzo per quella destinazione e per la configurazione di carico rilevante (autocarro 55 m³, bilico 85 m³, carichi BIL 55, ecc.);
- la tariffa chilometrica applicabile in base all'anno e alla tipologia di cliente (Giessegi o Mobil Class).

Moltiplicando, per ciascun viaggio, la tariffa chilometrica per il chilometraggio tariffario associato alla destinazione e sommando tali valori sull'insieme delle consegne dell'anno di riferimento, è stato possibile stimare il costo totale annuale ipotetico che l'azienda avrebbe sostenuto affidandosi completamente al vettore terzo a parità di tratte servite. Il procedimento è stato replicato distintamente per il 2024 e per il 2025.

I risultati di questo confronto sono sintetizzati nella Tabella 23 e nella Tabella 24:

Targa	Formule di costo Giessegi	Totale Km reali	Formule di costo fornitori	Totale Km fatturati	Differenziale
1	112231,9229	76127	79855,8	77756	32376,12293
2	106737,0562	60748	76367,4	72778	30369,65618
3	118450,3697	93116	102430	102430	16020,36969
4	114576,6606	76903	71150	71150	43426,6606
5	125875,2542	87987	110843,95	84817	15031,30418
6	122489,4859	62356	76833,35	73217	45656,13593
7	136181,4625	89305	106380	106380	29801,46247
8	132168,7595	90810	108020	108020	24148,75947
9	108511,6073	79620	85310	85310	23201,60734
10	128803,8751	76957	89512,55	88031	39291,32512

11	107578,6485	58088	66710	66710	40868,64854
12	103567,2738	51948	67220	67220	36347,27383

Tabella 23 - Risultati formule di costo 2024

Targa	Formule di costo Giessegi	Totale Km reali	Formule di costo fornitori	Totale Km fatturati	Differenziale
1	92658,91573	74192	86289	82180	6369,915735
2	69238,9263	49159	66311,3	60283	2927,626303
3	79901,93062	69293	88662	84440	-8760,069375
4	73814,38567	44942	73332	69840	482,385674
5	86710,35853	78435	117058,5	86710	-30348,14147
6	80699,74197	32401	50831	46210	29868,74197
7	95139,11154	75162	96159	91580	-1019,888459
8	90459,17248	68892	83748	79760	6711,17248
9	93244,11911	70485	87139,5	82990	6104,619111
10	84913,22961	50359	67870	61700	17043,22961
11	98977,92596	71110	85501,5	81430	13476,42596
12	94007,77064	71569	84073,5	80070	9934,270637
15	81078,39456	71190	76282,5	72650	4795,894557
16	73985,27538	34323	51070,5	37830	22914,77538

Tabella 24 - Risultati formule di costo 2025

In ciascuna tabella, per ogni targa inclusa nel perimetro di analisi vengono riportati:

- il chilometraggio annuo effettivo k_{int} e quello da tariffario k_{tar} ;
- il costo totale annuo della flotta interna $C_i(k_{int})$;
- il costo annuo ipotetico del vettore terzo $C_{terzi,i}(k_{tar}) = \tau \cdot k_{tar}$, calcolato come somma dei costi di tutte le consegne che, nello scenario simulato, sarebbero state affidate all'esterno;
- il differenziale tra i due costi totali, ottenuto sottraendo al valore derivante dalle formule di costo dell'azienda il valore ipotetico del costo derivante dal servizio offerto dai fornitori.

Queste tabelle consentono di quantificare a posteriori se per ciascun mezzo il conto proprio si è rivelato più o meno oneroso rispetto all'outsourcing, dato il mix di destinazioni effettivamente servite nell'anno e fornire un primo riscontro empirico ai risultati delle analisi svolte nei capitoli precedenti.

Una nota rilevante, ai fini dell'interpretazione dei risultati, riguarda la natura del chilometraggio tariffario applicato dai fornitori di trasporto: in coerenza con le loro politiche, esso risulta in generale superiore rispetto al chilometraggio effettivamente percorso, a parità di destinazione. Di conseguenza, nei casi in cui, a livello consuntivo, il chilometraggio effettivo riportato per alcune targhe risulti inferiore al chilometraggio tariffario "equivalente" ricostruito sulle stesse tratte, tale scostamento è da ricondurre principalmente a limiti informativi e disomogeneità di tracciamento, tipici dei sistemi di rilevazione operativa, che possono interessare specifici periodi o mezzi (ad esempio, nel 2024 per le targhe 4 e 5). In questo contesto, l'introduzione delle funzioni di costo e dei relativi coefficienti di proporzione, presentati nelle sezioni successive, assume anche la finalità di rendere l'analisi più solida rispetto a tali discontinuità, consentendo di stimare in modo coerente l'evoluzione dei costi al variare del chilometraggio.

È possibile notare come nel 2024, dati quegli specifici chilometraggi, in nessun caso all'azienda sia convenuto internalizzare il servizio in termini di costo. Il giudizio per le targhe 4 e 5 è sospeso per le ragioni appena citate. Per quanto riguarda il 2025 i risultati sembrano essere più incoraggianti, ma vanno evidenziati alcuni fattori di cambiamento che ridimensionano i risultati. Se è vero che da un lato le tariffe imposte dai fornitori sono aumentate e di conseguenza anche il costo totale associato ai terzi, rendendo i differenziali tra le due formule di costo in generale più promettenti per Giessegi, dall'altro però va tenuto a mente il perimetro dell'analisi e cosa ne deriva. Infatti, come anticipato nei capitoli precedenti, per il 2025 sono assenti tutti i costi relativi all'utilizzo dei mezzi interni nei mesi di ottobre, novembre e dicembre. Queste voci di costo hanno un peso maggiore rispetto all'aumento di $C_{terzi,i}(k_{tar})$ che si verificherebbe a causa dell'aumento di k_{tar} in quei mesi. È probabile quindi che per la targa 3 e per la targa 7 si arrivi a fine anno a un differenziale tale per cui non si giustifica l'utilizzo dei mezzi interni. Il mezzo 5 invece ha un differenziale ampiamente favorevole, che probabilmente anche a fine anno giustificherebbe l'utilizzo del mezzo piuttosto che affidare il servizio al terzista. Alla targa 5 infatti sono legati bassi costi di manutenzione, che giustificano un valore di costi fissi inferiore rispetto alle altre targhe e quindi un coefficiente manutenzione tra i più moderati, permettendo un incremento del costo totale limitato anche all'aumentare del chilometraggio. Il fattore che incide in misura maggiore è sicuramente il fatto che la targa 5 è un trattore stradale e che quindi la tariffa applicata dal terzista con cui fare un confronto è quella relativa ai bilici, maggiore di quella degli autocarri. Ciò fa sì che il totale risultante dalla funzione di costo del fornitore sia il più alto tra tutti.

6.3 Funzione di costo dei vettori terzi e problema del chilometraggio tariffario

6.3.1 Tariffe chilometriche e chilometraggio di listino

Nel Capitolo 4 il confronto tra gli indici €/km della flotta interna e le tariffe €/km dei vettori terzi consente di individuare se, in linea generale, la gestione interna si posizioni al di sopra o al di sotto dei livelli di costo di mercato. Questo confronto deve essere condotto con particolare cautela, alla luce della diversa natura del chilometraggio di riferimento.

Per la flotta Giessegi, gli indici €/km sono ottenuti dividendo il costo complessivo imputato a ciascun veicolo per i chilometri realmente percorsi nel periodo considerato. Per i vettori terzi, invece, la tariffa €/km si applica a un chilometraggio standard per tratta, definito unilateralmente dal fornitore. Per una stessa relazione origine-destinazione r coesistono quindi:

- un chilometraggio reale interno, k_r^{int} , associato al percorso effettivamente seguito dai mezzi Giessegi;
- un chilometraggio tariffario esterno, k_r^{tar} , fissato a tariffario dal vettore terzo e utilizzato come base di fatturazione.

Ne deriva che un confronto puramente basato sui valori di tariffa €/km può risultare fuorviante. È teoricamente possibile che l'indice medio della flotta interna sia superiore alla tariffa €/km del vettore terzo, ma che, per una specifica tratta, il costo totale risulti comunque inferiore nel caso del conto proprio, qualora il chilometraggio reale k_r^{int} sia sensibilmente più basso del chilometraggio tariffario k_r^{tar} . Viceversa, in presenza di percorsi interni particolarmente lunghi o poco efficienti, la soluzione esterna può risultare più economica anche con una tariffa €/km nominalmente più elevata.

Per rendere il confronto più aderente alla realtà operativa, è utile introdurre un coefficiente di proporzionalità $\alpha_r = k_r^{tar}/k_r^{int}$, dove k_r^{int} indica il chilometraggio effettivo percorso dai mezzi interni stimato sulla base delle distanze stradali tra lo stabilimento Giessegi e la località servita. α_r non rappresenta un parametro generale di sistema, ma una grandezza specifica per destinazione, poiché dipende sia dalla logica tariffaria adottata dal fornitore che dalla concreta configurazione dei percorsi e delle rotte Giessegi. Tale coefficiente mette in relazione chilometraggio tariffario e chilometraggio reale, esprimendo in che misura la distanza standard utilizzata dal vettore terzo si discosti dalla distanza effettivamente percorsa dai mezzi interni. Questo costrutto permette di impostare l'equazione $C_i(k_{int}) = C_{terzi,i}(k_{int})$, in cui la funzione di costo del terzista viene scritta come $C_{terzi,i}(k_{int}) = \tau \cdot \alpha_r \cdot k_{int}$. Ora le due funzioni di costo possono comunicare poiché vengono definite attraverso la stessa variabile (k_{int}) e diventa possibile individuare un chilometraggio annuo

di break-even per ciascun mezzo interno, ossia il livello di utilizzo oltre il quale il conto proprio diventa più conveniente del conto terzi.

6.3.2 Necessità di una funzione di costo generale

Le funzioni di costo dei mezzi interni $C_i(k)$ sono, per costruzione, generali: la stessa espressione si applica a qualsiasi combinazione di tratte che il mezzo percorre nel corso dell'anno, in quanto dipende solo dal chilometraggio totale. Le funzioni di costo dei vettori terzi, invece, nella forma $C_{terzi,r}(k) = \tau \cdot \alpha_r \cdot k$, sono specifiche per destinazione. Questo rappresenta un problema per l'obiettivo originario dell'analisi, ossia individuare un chilometraggio annuo di break-even per ciascun mezzo interno, in modo indipendente dalle tratte specifiche effettuate.

Se si utilizzasse una singola destinazione r per determinare il punto di pareggio, si otterrebbe un break-even valido solo per la combinazione "mezzo i - destinazione r ", difficilmente generalizzabile all'insieme delle tratte che lo stesso mezzo percorre nel corso dell'anno. Per rendere il modello utilizzabile a fini decisionali, è stato quindi necessario ricondurre le funzioni di costo dei vettori terzi a una forma più sintetica, rappresentativa dell'insieme delle destinazioni più rilevanti per l'azienda.

6.4 Costruzione di un coefficiente medio ponderato e verifica dell'approssimazione

6.4.1 Ponderazione per fatturato

Per ottenere una rappresentazione sintetica del rapporto tra chilometraggio tariffario e reale, si è deciso di costruire un coefficiente medio di proporzionalità $\bar{\alpha}$ che tenesse conto del peso economico delle diverse destinazioni. È stato definito un sottoinsieme S di province costituito dalle destinazioni che generano complessivamente circa l'80% del fatturato annuo Giessegi. Per ciascuna provincia $r \in S$ si dispone di fatturato F_r (indicato nel Capitolo 5) e coefficiente $\alpha_r = k_r^{tar}/k_r^{int}$. Su questo sottoinsieme sono stati calcolati pesi di ponderazione proporzionali al fatturato: $w_r^{(S)} = \frac{F_r}{\sum_{s \in S} F_s}$. I pesi $w_r^{(S)}$ riflettono l'importanza relativa delle diverse destinazioni nel portafoglio commerciale dell'azienda. [14] [15]

Il coefficiente medio di proporzionalità è dato da $\bar{\alpha} = \sum_{r \in S} w_r^{(S)} \cdot \alpha_r$ e rappresenta il valore medio del rapporto km tariffari/km reali, pesato in base al contributo di ciascuna provincia al fatturato complessivo generato nel sottoinsieme S . [15]

6.4.2 Verifica della bontà dell'approssimazione: coefficiente di variazione.

L'adozione di un unico coefficiente $\bar{\alpha}$ per tutte le destinazioni in S implica un'approssimazione: si assume che le differenze tra i singoli coefficienti α_r e il valore medio siano sufficientemente

contenute da non compromettere la significatività del modello. Per verificare questa ipotesi è stata calcolata la deviazione standard ponderata dei coefficienti α_r intorno alla media $\bar{\alpha}$, $\sigma_\alpha = \sqrt{\sum_{r \in S} w_r^{(S)} \cdot (\alpha_r - \bar{\alpha})^2}$, e il corrispondente coefficiente di variazione $CV = \frac{\sigma_\alpha}{\bar{\alpha}}$. [16] [17] [18]

L'analisi, condotta separatamente per il 2024 e per il 2025, ha mostrato per entrambi gli anni un coefficiente di variazione superiore al 20%. Ciò indica che i valori di α_r sono molto dispersi attorno alla media ponderata: in altre parole, il rapporto tra chilometraggio tariffario e reale varia in modo significativo tra le diverse destinazioni, e l'impiego di un unico coefficiente $\bar{\alpha}$ per rappresentarle tutte comporterebbe un'approssimazione troppo grossolana. Questa evidenza ha suggerito di abbandonare l'idea di una funzione di costo dei vettori terzi unica e generale, e di procedere invece verso una segmentazione delle destinazioni in gruppi più omogenei.

6.5 Segmentazione per gruppi omogenei e identificazione delle tratte critiche

6.5.1 Costruzione dei gruppi e criteri di omogeneità

Per superare i limiti dell'approssimazione globale, le destinazioni incluse nel sottoinsieme S sono state suddivise in due gruppi per ciascun anno: un primo gruppo caratterizzato da una dispersione relativamente contenuta dei coefficienti α_r , e un secondo gruppo che raccoglie le destinazioni più eterogenee, per le quali il rapporto tra chilometraggio tariffario e reale risulta particolarmente variabile.

La segmentazione è stata condotta in modo da ottenere, per il primo gruppo, un coefficiente di variazione inferiore al 5%, soglia ritenuta accettabile per l'utilizzo di un coefficiente medio $\bar{\alpha}^{(1)}$ come rappresentazione sintetica del rapporto km tariffari/km reali all'interno del gruppo stesso. Le destinazioni che, anche dopo tentativi di riclassificazione, determinavano valori di CV sensibilmente più elevati sono state collocate nel secondo gruppo.

Nel secondo gruppo il coefficiente di variazione rimane superiore alla soglia prudenziale, segnalando una maggiore incertezza nel rapporto tra chilometraggio di listino e chilometraggio reale. Questo fenomeno è in parte associato a destinazioni geograficamente più complesse (ad esempio isole maggiori e minori o aree periferiche) e in parte a specifiche condizioni tariffarie adottate dal fornitore.

6.5.2 Utilizzo dei gruppi nel confronto conto proprio/conto terzi

La segmentazione per gruppi ha consentito di disporre, per il primo gruppo, di un coefficiente medio $\bar{\alpha}^{(1)}$ statisticamente più robusto, che può essere utilizzato per formulare una funzione di costo dei vettori terzi $C_{terzi}^{(1)}(k) = \tau \cdot \bar{\alpha}^{(1)} \cdot k$, valida per il sottoinsieme di destinazioni relativamente

omogenee. Il secondo gruppo raccoglie invece le destinazioni per cui la discrepanza tra chilometraggio tariffario e reale è più marcata. Per queste tratte non è opportuno utilizzare un coefficiente medio unico; al contrario, è necessario mantenere distinti i coefficienti α_r e valutare in modo mirato l'effetto di tali distorsioni sulla convenienza relativa del conto proprio e del conto terzi.

Dal punto di vista operativo, il primo gruppo permette ancora di formulare considerazioni di tipo “medio” sulla convenienza della flotta interna, eventualmente portando alla definizione di punti di pareggio. Il secondo gruppo, invece, rappresenta l'insieme delle tratte critiche sulle quali risulta prioritario approfondire l'analisi.

Nella Tabella 25 e nella Tabella 26 sono presenti le divisioni in gruppi per il 2024, nella Tabella 27 e Tabella 28 quelle per il 2025.

Destinazione	Km effettivo	Km tariffario	Coefficiente	Fatturato 2024	Proporzione fatturato	Coefficiente proporzionato	$\bar{\alpha}^{(1)}$	CV
PISA	702,00	890,00	1,268	1.772.216,00 €	0,030	0,038	1,124	0,047
PADOVA	714,00	890,00	1,246	1.271.154,00 €	0,021	0,027		
COSENZA	1350,00	1650,00	1,222	943.344,00 €	0,016	0,019		
BRESCIA	836,00	980,00	1,172	2.975.202,00 €	0,050	0,059		
TORINO	1068,00	1250,00	1,170	4.458.365,00 €	0,075	0,088		
VERONA	764,00	890,00	1,165	2.247.681,00 €	0,038	0,044		
VICENZA	764,00	890,00	1,165	1.739.112,00 €	0,029	0,034		
VENEZIA	774,00	890,00	1,150	1.607.310,00 €	0,027	0,031		
BARI	802,00	920,00	1,147	3.963.325,00 €	0,067	0,076		
GENOVA	1004,00	1150,00	1,145	1.018.375,00 €	0,017	0,020		
AVELLINO	930,00	1060,00	1,140	949.937,00 €	0,016	0,018		
NAPOLI	871,00	990,00	1,137	4.271.809,00 €	0,072	0,082		
CASERTA	871,00	990,00	1,137	4.225.550,00 €	0,071	0,081		
SALERNO	960,00	1060,00	1,104	2.195.644,00 €	0,037	0,041		
LODI	808,00	890,00	1,101	2.447.830,00 €	0,041	0,045		
BERGAMO	956,00	1050,00	1,098	991.330,00 €	0,017	0,018		
COMO	1006,00	1100,00	1,093	1.260.820,00 €	0,021	0,023		
MILANO	916,67	993,33	1,084	10.229.701,00 €	0,172	0,186		
MONZA-BRIANZA	916,67	993,33	1,084	1.985.846,00 €	0,033	0,036		
VARESE	1022,00	1100,00	1,076	1.264.723,00 €	0,021	0,023		
SAVONA	1130,00	1210,00	1,071	1.161.597,00 €	0,020	0,021		
LECCE	1218,00	1300,00	1,067	1.499.480,00 €	0,025	0,027		
CATANZARO	1538,00	1640,00	1,066	1.363.974,00 €	0,023	0,024		
BRINDISI	1106,00	1150,00	1,040	2.559.953,00 €	0,043	0,045		

TARANTO	1096,00	1100,00	1,004	1.048.325,00 €	0,018	0,018
---------	---------	---------	-------	----------------	-------	-------

Tabella 25 - Coefficienti proporzionali gruppo 1 (2024)

Destinazione	Km effettivo	Km tariffario	Coefficiente	Fatturato 2024	Proporzione fatturato	Coefficiente proporzionato	$\alpha^{(2)}$	CV
PERUGIA	242,00	750,00	3,099	1.250.143,00 €	0,041	0,128	1,738	0,241
RIMINI	260,00	750,00	2,885	1.008.014,00 €	0,033	0,096		
RAVENNA	378,00	850,00	2,249	399.668,00 €	0,013	0,030		
SASSARI	1170,00	2600,00	2,222	1.447.305,00 €	0,048	0,106		
CAGLIARI	1490,00	2700,00	1,812	1.850.484,00 €	0,061	0,111		
BOLOGNA	488,00	850,00	1,742	5.266.918,00 €	0,174	0,303		
ROMA	504,00	850,00	1,687	8.247.886,00 €	0,272	0,459		
FIRENZE	552,00	850,00	1,540	1.901.043,00 €	0,063	0,097		
FROSINONE	606,00	890,00	1,469	1.533.819,00 €	0,051	0,074		
REGGIO-EMILIA	620,00	890,00	1,435	1.555.209,00 €	0,051	0,074		
CATANIA	1902,00	2700,00	1,420	2.366.911,00 €	0,078	0,111		
FOGGIA	678,00	890,00	1,313	1.456.098,00 €	0,048	0,063		
PALERMO	2060,00	2700,00	1,311	1.990.609,00 €	0,066	0,086		

Tabella 26 - Coefficienti proporzionali gruppo 2 (2024)

Destinazione	Km effettivo	Km tariffario	Coefficiente	Fatturato 2024	Proporzione fatturato	Coefficiente proporzionato	$\alpha^{(1)}$	CV
PISA	702,00	890,00	1,268	1.101.070,00 €	0,030	0,038	1,128	0,047
PADOVA	714,00	890,00	1,246	688.013,00 €	0,019	0,024		
COSENZA	1350,00	1650,00	1,222	758.479,00 €	0,021	0,025		
TRAPANI	2370,00	2850,00	1,203	592.825,00 €	0,016	0,020		
BRESCIA	836,00	980,00	1,172	2.197.776,00 €	0,060	0,071		
TORINO	1068,00	1250,00	1,170	2.454.680,00 €	0,067	0,079		
VERONA	764,00	890,00	1,165	1.553.572,00 €	0,043	0,050		
VICENZA	764,00	890,00	1,165	1.017.789,00 €	0,028	0,032		
VENEZIA	774,00	890,00	1,150	979.024,00 €	0,027	0,031		
BARI	802,00	920,00	1,147	2.409.945,00 €	0,066	0,076		
GENOVA	1004,00	1150,00	1,145	652.330,00 €	0,018	0,020		
AVELLINO	930,00	1060,00	1,140	632.713,00 €	0,017	0,020		
NAPOLI	871,00	990,00	1,137	2.775.337,00 €	0,076	0,086		
CASERTA	871,00	990,00	1,137	2.445.161,00 €	0,067	0,076		
SALERNO	960,00	1060,00	1,104	1.410.328,00 €	0,039	0,043		
LODI	808,00	890,00	1,101	1.586.095,00 €	0,043	0,048		
BERGAMO	956,00	1050,00	1,098	589.981,00 €	0,016	0,018		
COMO	1006,00	1100,00	1,093	725.067,00 €	0,020	0,022		

MILANO	916,67	993,33	1,084	5.926.160,00 €	0,162	0,176
MONZA	916,67	993,33	1,084	1.577.575,00 €	0,043	0,047
VARESE	1022,00	1100,00	1,076	759.064,00 €	0,021	0,022
SAVONA	1130,00	1210,00	1,071	751.341,00 €	0,021	0,022
LECCE	1218,00	1300,00	1,067	661.556,00 €	0,018	0,019
BRINDISI	1106,00	1150,00	1,040	1.582.881,00 €	0,043	0,045
TARANTO	1096,00	1100,00	1,004	655.107,00 €	0,018	0,018

Tabella 27 - Coefficienti proporzionali gruppo 1 (2025)

Destinazione	Km effettivo	Km tariffario	Coefficiente	Fatturato 2024	Proporzione fatturato	Coefficiente proporzionato	$\bar{\alpha}^{(2)}$	CV
PERUGIA	242,00	750,00	3,099	793.515,00 €	0,042	0,130	1,683	0,216
RAVENNA	378,00	850,00	2,249	199.769,00 €	0,011	0,024		
SASSARI	1170,00	2600,00	2,222	771.768,00 €	0,041	0,090		
CAGLIARI	1490,00	2700,00	1,812	1.202.980,00 €	0,063	0,115		
BOLOGNA	488,00	850,00	1,742	3.456.479,00 €	0,182	0,317		
ROMA	504,00	850,00	1,687	5.157.576,00 €	0,272	0,459		
FIRENZE	552,00	850,00	1,540	958.940,00 €	0,051	0,078		
FROSINONE	606,00	890,00	1,469	945.835,00 €	0,050	0,073		
REGGIO-EMILIA	620,00	890,00	1,435	966.736,00 €	0,051	0,073		
CATANIA	1902,00	2700,00	1,420	1.628.065,00 €	0,086	0,122		
LATINA	642,00	890,00	1,386	622.462,00 €	0,033	0,045		
FOGGIA	678,00	890,00	1,313	864.452,00 €	0,046	0,060		
PALERMO	2060,00	2700,00	1,311	1.401.562,00 €	0,074	0,097		

Tabella 28 - Coefficienti proporzionali gruppo 2 (2025)

6.5.3 Determinazione dei chilometraggi di break-even

Al fine di trasformare l'analisi comparativa in uno strumento operativo, è stato calcolato, per ciascun mezzo i , il chilometraggio di break-even k_i^{BE} . Tale grandezza rappresenta il livello di chilometri effettivi annui a partire dal quale l'impiego del mezzo aziendale risulta economicamente preferibile rispetto all'affidamento del servizio a un vettore terzo.

La determinazione di k_i^{BE} deriva dall'eguaglianza tra:

- la funzione di costo della flotta interna $C_i(k) = F_i + V_i \cdot k$;
- la funzione di costo del fornitore, espressa in termini di chilometraggio effettivo mediante il coefficiente di proporzionalità del gruppo 1:

$$C_{terzi}^{(1)}(k) = \tau \cdot \bar{\alpha}^{(1)} \cdot k$$

dove τ è la tariffa €/km del fornitore adattata in base al mezzo in questione (motrice da 55 o bilico) e $\bar{\alpha}^{(1)}$ è il coefficiente medio di conversione tariffario/effettivo stimato per il gruppo 1.

Il chilometraggio di break-even si ottiene quindi come:

$$k_i^{BE} = \frac{F_i}{\tau \cdot \bar{\alpha}^{(1)} - V_i}$$

a condizione che il costo unitario “effettivo” del terzista sia maggiore del costo variabile interno, condizione coerente con l’interpretazione economica del pareggio.

I valori ottenuti per il 2024 e per il 2025 sono riportati rispettivamente nella

Targa	k_i^{BE}	Km effettivo
1	85500	76127
2	86500	60748
3	87000	93116
4	93000	76903
5	65000	87987
6	101000	62356
7	108500	89305
8	103000	90810
9	82000	79620
10	104000	76957
11	93000	58088
12	91000	51948

Tabella 29 - Confronto chilometraggio break-even e chilometraggio effettivo (2024)

Targa	k_i^{BE}	Km effettivo
1	82000	74192
2	59500	49159
3	66500	69293

4	84000	44942
5	47500	78435
6	84000	32401
7	82500	75162
8	79000	68892
9	82000	70485
10	76000	50359
11	90000	71110
12	82500	71569
15	67500	71190
16	54000	34323

Tabella 30 - Confronto chilometraggio break-even e chilometraggio effettivo (2025)

L'interpretazione operativa è immediata: confrontando k_i^{BE} con il chilometraggio effettivamente realizzato, risulta che solo i mezzi 3 e 5 hanno superato la soglia di pareggio in entrambi gli anni, anche la targa 15 nel 2025. Per quanto riguarda il 2024, la targa numero 3 non presenta una struttura di costo particolarmente favorevole o efficiente rispetto alle altre, l'elevato chilometraggio percorso ha fatto sì che si superasse la soglia calcolata. Per quanto riguarda la targa 5 invece il risultato viene spiegato dal fatto che parliamo di un trattore stradale: come già anticipato, il tariffario applicato ai trattori stradali da parte dei terzi è maggiorato. Questa maggiorazione, nell'ottica del confronto tra le due strutture di costo, supera ampiamente la spesa aggiuntiva che deve sostenere l'azienda per gestire un bilico rispetto a una motrice. Nel 2025 i risultati sono pressoché gli stessi: la targa 15 si differenzia dalle altre poiché ha un chilometraggio elevato e dei costi contenuti grazie alla quota di ammortamento ridotta essendo il primo anno di utilizzo (seguendo la politica aziendale) e costi dovuti alla manutenzione ridotti. La targa 16 invece, pur essendo un bilico per cui varrebbe il discorso fatto per la 5, non risulta efficiente poiché ha un chilometraggio troppo basso tale per cui il vantaggio per l'azienda dato dall'elevata tariffa applicata dal fornitore non si è ancora manifestato. Per le restanti targhe, il chilometraggio consuntivo si colloca al di sotto del livello richiesto per compensare la componente fissa F_i e rendere l'impiego internalizzato più competitivo del servizio terzo, dato il quadro tariffario adottato nel confronto.

6.5.4 Considerazioni sui risultati e implicazioni gestionali

È fondamentale precisare che tali soglie non rappresentano un “chilometraggio minimo universale” valido per qualsiasi missione, bensì un valore coerente con lo specifico contesto di confronto adottato. In particolare, $\bar{\alpha}^{(1)}$ è stato stimato su un insieme di destinazioni appartenenti al gruppo 1, caratterizzato da variabilità contenuta del rapporto tra chilometraggio tariffario e chilometraggio effettivo. Ne consegue che:

- k_i^{BE} è rigorosamente interpretabile come soglia di convenienza nel caso in cui il mezzo operi su un mix di tratte assimilabile a quelle del gruppo 1 (ossia tratte “omogenee” rispetto al meccanismo tariffario del fornitore);
- qualora invece il mezzo venga impiegato su destinazioni riconducibili al gruppo 2, per le quali α_r presenta maggiore dispersione, il break-even dovrebbe essere stimato in modo puntuale per tratta, utilizzando il relativo coefficiente α_r (e dunque potrebbe variare sensibilmente, anche a parità di tariffa τ).

I risultati evidenziano che l’equilibrio economico dell’internalizzazione è stato raggiunto solo per una quota limitata dei mezzi analizzati. Ciò suggerisce due principali chiavi di lettura:

1. per la maggior parte delle targhe, la combinazione di costi fissi e costi variabili unitari ha richiesto livelli di utilizzo annuo elevati (tipicamente fra 80.000 e oltre 100.000 km) per raggiungere il pareggio;
2. l’eventuale ricerca di convenienza non può essere impostata unicamente come “aumento generico dei km”, ma deve considerare dove tali km vengano realizzati, poiché il meccanismo tariffario del terzista introduce differenze sistematiche nel costo “equivalente” per km effettivo.

6.6 Confronto aggregato per macro-area tra soluzione “solo flotta interna” e “solo terzisti”

Per le destinazioni riconducibili al gruppo 2, l’elevata variabilità di α_r rende poco sensato l’utilizzo di un coefficiente medio e, di conseguenza, non permette di stimare in modo credibile un unico break-even chilometrico generalizzato.

Per estendere comunque l’analisi anche al resto delle aree considerate nell’insieme S , è stato introdotto un confronto aggregato tra due soluzioni estreme:

1. solo flotta interna: tutte le spedizioni considerate vengono ipoteticamente eseguite con mezzi Giessegi;
2. solo terzisti: le medesime spedizioni vengono ipoteticamente affidate solo a vettori terzi.

L'obiettivo non è sostituire i risultati ottenuti nel gruppo 1, bensì collocare i livelli di costo su base territoriale (macro-area) e verificare se emergano pattern coerenti: ad esempio, convenienza del conto proprio nelle tratte in cui il vettore applica chilometraggi tariffari significativamente superiori ai reali, e convenienza del terzista nelle tratte in cui lo scostamento fra chilometri tariffari ed effettivi è contenuto.

6.6.1 Dati di input e ipotesi di calcolo

L'analisi è stata strutturata per cinque macro-aree rappresentative (Lombardia, Emilia, Lazio, Puglia, Sicilia). Per ciascuna area sono stati definiti:

- un coefficiente α regionale (media ponderata dei coefficienti α_r delle destinazioni appartenenti all'area);
- un chilometraggio effettivo rappresentativo A/R k_{reg}^{eff} ;
- un chilometraggio tariffario rappresentativo A/R k_{reg}^{tar} ;
- un numero medio di viaggi settimanali, distinto tra mezzi da 55 m³ e 85 m³, e tra alta e bassa stagione.

Il confronto è stato svolto prendendo in esame dei valori di riferimento sia per la flotta interna che per le tariffe esterne:

- per le tariffe interne (€/km) sono stati presi in esame una motrice e un trattore stradale, le targhe 1 e 5. La targa 1 è stata assunta come riferimento per il costo unitario della motrice (€/km) in quanto costituisce il mezzo con maggiore anzianità operativa all'interno della flotta aziendale e, di conseguenza, dispone di uno storico di utilizzo più esteso e continuativo. In questa sede si assume pertanto che il valore €/km osservato per la targa 1 sia ragionevolmente rappresentativo di una condizione di regime, utile per stimare scenari in cui anche gli altri mezzi, a parità di condizioni operative e di struttura di costo, convergano nel tempo verso livelli di efficienza comparabili. La targa 5 invece è l'unico trattore stradale considerabile dato che la targa 17 è stata introdotta da troppo poco tempo; nonostante la scelta forzata è comunque un valore accettabile e rappresentativo

$$c_{55}^{(int)} = 1,466 \text{ €/km}, c_{85}^{(int)} = 1,423 \text{ €/km};$$

- per le tariffe dei terzi sono state prese quelle aggiornate al listino più recente:

$$\tau_{55}^{(terzi)} = 1,05 \text{ €/km}, \tau_{85}^{(terzi)} = 1,35 \text{ €/km}.$$

In termini temporali, il confronto è stato calcolato su un orizzonte di 6 mesi, assumendo:

- alta stagione = 13 settimane;
- bassa stagione = 13 settimane.

Le aree analizzate, le distanze e il numero di viaggi per ogni periodo e specifici per il tipo di mezzo sono riassunti nelle seguenti tabelle.

Area	N. destinazioni	k_{reg}^{eff}	k_{reg}^{tar}
Lombardia	7	906,21	994,7
Emilia	4	479,68	845,31
Lazio	2	519,99	856,27
Puglia	4	954,48	1.046,54
Sicilia	2	1.974,18	2.700,00

Tabella 31 - Numero destinazioni per regione e chilometraggi medi

Area	Alta stagione		Bassa stagione	
	Viaggi/sett. (55)	Viaggi/sett. (85)	Viaggi/sett. (55)	Viaggi/sett. (85)
Lombardia	11	5	7	3
Emilia	5	3	3	1
Lazio	12	0	8	0
Puglia	11	0	7	0
Sicilia	0	4	0	2

Tabella 32 - Numero di viaggi settimanali per ogni regione, stagione e tipologia di mezzo

6.6.2 Calcolo del costo per viaggio

Per ciascuna area, il costo medio per singolo viaggio A/R è stato stimato come:

- flotta interna:

$$C_{55,reg}^{(int)} = c_{55}^{(int)} \cdot k_{reg}^{eff}; C_{85,reg}^{(int)} = c_{85}^{(int)} \cdot k_{reg}^{eff}$$

- terzisti:

$$C_{55,reg}^{(terzi)} = \tau_{55}^{(terzi)} \cdot k_{reg}^{tar}; C_{85,reg}^{(terzi)} = \tau_{85}^{(terzi)} \cdot k_{reg}^{tar}$$

Il differenziale è definito come:

$$\Delta_{55,reg} = C_{55,reg}^{(terzi)} - C_{55,reg}^{(int)}; \Delta_{85,reg} = C_{85,reg}^{(terzi)} - C_{85,reg}^{(int)}$$

Per costruzione:

- $\Delta > 0$ indica convenienza della flotta interna;
- $\Delta < 0$ indica convenienza del terzista.

6.6.3 Estensione ai costi stagionali e semestrali

Indicando con $n_{55,reg}^H$ e $n_{85,reg}^H$ il numero di viaggi settimanali in alta stagione, e con $n_{55,reg}^L$ e $n_{85,reg}^L$ i corrispondenti valori in bassa stagione, i costi complessivi risultano:

- alta stagione:

$$TC_{int,reg}^H = 13 \cdot (n_{55,reg}^H \cdot C_{55,reg}^{(int)} + n_{85,reg}^H \cdot C_{85,reg}^{(int)})$$

$$TC_{terzi,reg}^H = 13 \cdot (n_{55,reg}^H \cdot C_{55,reg}^{(terzi)} + n_{85,reg}^H \cdot C_{85,reg}^{(terzi)})$$

- bassa stagione:

$$TC_{int,reg}^L = 13 \cdot (n_{55,reg}^L \cdot C_{55,reg}^{(int)} + n_{85,reg}^L \cdot C_{85,reg}^{(int)})$$

$$TC_{terzi,reg}^L = 13 \cdot (n_{55,reg}^L \cdot C_{55,reg}^{(terzi)} + n_{85,reg}^L \cdot C_{85,reg}^{(terzi)})$$

I risultati dei 6 mesi in totale sono stati calcolati secondo queste formule:

$$TC_{int,reg}^{6m} = TC_{int,reg}^H + TC_{int,reg}^L$$

$$TC_{terzi,reg}^{6m} = TC_{terzi,reg}^H + TC_{terzi,reg}^L$$

$$\Delta_{reg}^{6m} = TC_{terzi,reg}^{6m} - TC_{int,reg}^{6m}$$

	55			85		
Area	Costo flotta/viaggio	Costo terzista/viaggio	Δ	Costo flotta/viaggio	Costo terzista/viaggio	Δ
Lombardia	1.329 €	1.044 €	-284 €	1.290 €	1.343 €	53 €
Emilia	703 €	888 €	184 €	683 €	1.141 €	459 €
Lazio	762 €	899 €	137 €	740 €	1.156 €	416 €
Puglia	1.399 €	1.099 €	-300 €	1.358 €	1.413 €	55 €
Sicilia	2.894 €	2.835 €	-59 €	2.809 €	3.645 €	836 €

Tabella 33 - Costi per viaggio in base alla destinazione e alla tipologia di mezzo

	Alta stagione			Bassa stagione			Totale		
Area	Costo flotta	Costo terzista	Δ	Costo flotta	Costo terzista	Δ	Costo flotta	Costo terzista	Δ
Lombardia	273.795,95 €	236.639,13 €	-37.156,82 €	171.185,79 €	147.414,54 €	-23.771,25 €	444.981,73 €	384.053,67 €	-60.928,06 €
Emilia	72.329,51 €	102.197,98 €	29.868,47 €	36.298,82 €	49.450,64 €	13.151,81 €	108.628,33 €	151.648,61 €	43.020,28 €
Lazio	118.919,63 €	140.257,03 €	21.337,39 €	79.279,76 €	93.504,68 €	14.224,93 €	198.199,39 €	233.761,71 €	35.562,32 €
Puglia	200.095,28 €	157.137,98 €	-42.957,30 €	127.333,36 €	99.996,90 €	-27.336,46 €	327.428,64 €	257.134,88 €	-70.293,76 €
Sicilia	146.081,42 €	189.540,00 €	43.458,58 €	73.040,71 €	94.770,00 €	21.729,29 €	219.122,13 €	284.310,00 €	65.187,87 €

Tabella 34 - Costi totali e differenziali tra soluzione propria e outsourcing in base alla destinazione e alla tipologia di mezzo

Il confronto aggregato evidenzia una polarizzazione chiara:

- Emilia, Lazio e Sicilia presentano differenziali $\Delta_{reg}^{6m} > 0$: a parità di volumi e frequenze ipotizzate, l'esecuzione con flotta interna risulta mediamente più economica rispetto all'esternalizzazione. Questo esito è coerente con coefficienti α regionali elevati (in particolare Emilia e Lazio), che amplificano la base chilometrica su cui il terzista valorizza il servizio.
- Lombardia e Puglia presentano invece $\Delta_{reg}^{6m} < 0$: in queste aree, lo scostamento fra km tariffari ed effettivi è più contenuto (valori di α prossimi a 1,10), e la componente tariffaria del terzista non viene "penalizzata" in modo significativo dalla conversione tariffario/effettivo. Ne deriva che, assumendo gli €/km interni rappresentativi adottati, l'esternalizzazione tende a collocarsi su un livello di costo inferiore.

È importante sottolineare che questa analisi è costruita come stress-test aggregato e che confronta due soluzioni estreme. Non rappresenta l'operatività reale (che è ibrida), ma fornisce un'indicazione quantitativa utile per orientare l'ottimizzazione: dove l'area presenta α elevato, il conto proprio può essere privilegiato; dove α è basso e le tratte risultano "tariffariamente allineate" ai km reali,

l'esternalizzazione può risultare più competitiva, a meno di intervenire sugli €/km interni (utilizzo, incidenza dei costi fissi, ecc.). Inoltre, questo tipo di confronto non rappresenta una possibilità operativa effettivamente adottabile nel breve periodo. In particolare, la disponibilità attuale di mezzi e risorse di guida (numero di autisti, turnazioni e vincoli normativi sugli orari di lavoro) non consentirebbe, a parità di livelli di servizio, di coprire integralmente tutte le spedizioni considerate mediante la sola flotta aziendale. Pertanto, l'analisi non mira a proporre una sostituzione totale dell'outsourcing con il conto proprio, bensì a stimare l'ordine di grandezza dei costi e a individuare, in termini aggregati, le macro-aree in cui l'internalizzazione tende a risultare più conveniente e quelle in cui, viceversa, l'esternalizzazione appare più competitiva.

6.7 Conclusioni operative: adozione di una soluzione ibrida e criteri di allocazione tra le tratte

Alla luce dei risultati sviluppati nelle sezioni precedenti, la conclusione più coerente è l'adozione di una soluzione ibrida che distingue le tratte da affidare prioritariamente alla flotta aziendale da quelle su cui mantenere (o rafforzare) l'outsourcing. Questa impostazione risponde in modo diretto all'evidenza emersa: la convenienza economica non dipende soltanto dal livello nominale delle tariffe €/km, ma dal modo in cui il costo del terzista viene determinato attraverso chilometraggi tariffari che possono discostarsi in modo significativo dai chilometri effettivi.

L'azienda non deve porsi l'obiettivo di sostituire il terzista su ogni relazione, ma di impiegare la capacità interna dove essa genera il massimo vantaggio marginale, lasciando ai terzisti le missioni per le quali il mercato risulta strutturalmente competitivo. La logica ibrida è quindi una scelta di priorità e segmentazione, non una scelta ideologica.

6.7.1 Soluzione ibrida: quando la distorsione tariffaria diventa leva di internalizzazione

La variabile che rende economicamente "critica" una tratta è lo scostamento tra km tariffari e km reali, sintetizzato dal coefficiente α . Quando α è elevato, il costo del terzista incorpora implicitamente un sovrapprezzo legato alla valorizzazione su un chilometraggio convenzionale più alto; ciò può rendere conveniente il conto proprio anche in presenza di un €/km interno nominalmente superiore.

Gli esempi già discussi nell'analisi consentono di rendere concreto il concetto:

- Caso di α contenuto (relazioni "allineate"). Per destinazioni con α vicino all'unità, ad esempio Milano e Monza-Brianza, con valori intorno a $\alpha \approx 1,08$, il km tariffario è solo lievemente superiore al reale. In questi casi, l'outsourcing tende a rimanere competitivo: la scelta dipende maggiormente dalla tariffa €/km del fornitore e dalla capacità della flotta

interna di assorbire i costi fissi tramite elevati livelli di utilizzo. In pratica, qui il terzista “gioca” su un terreno quasi comparabile al km reale e la differenza economica è guidata principalmente dalle tariffe.

- Caso di α elevato (relazioni “distorte”). Per destinazioni con α molto alto, ad esempio Rimini ($\alpha \approx 2,89$) o Perugia ($\alpha \approx 3,10$), la valorizzazione tariffaria del terzista è più che doppia rispetto alla distanza reale. In tali relazioni, la penalizzazione implicita dell’outsourcing può essere così rilevante da rendere il conto proprio la scelta economicamente preferibile anche senza intervenire sulla tariffa interna. È esattamente in queste tratte che la flotta può generare maggiore vantaggio, perché “traduce” il servizio in costo proporzionale ai km effettivi, senza l’amplificazione tariffaria.

Le destinazioni insulari presentano coefficienti che riflettono anche componenti non strettamente chilometriche (traghetti, organizzazione del servizio, vincoli operativi). Sono relazioni in cui l’outsourcing può incorporare costi aggiuntivi e in cui l’azienda può valutare con attenzione la scelta, anche per motivi di continuità e controllo del servizio. In ogni caso, la decisione deve essere coerente con il mezzo impiegabile (bilico) e con le condizioni operative (tempi, percorrenze, vincoli di guida).

6.7.2 Implicazioni sul dimensionamento

Un ulteriore vantaggio della logica ibrida è che consente di utilizzare in modo più efficiente la capacità interna già disponibile. Se la flotta viene concentrata sulle relazioni in cui il differenziale economico è più favorevole al conto proprio (tipicamente tratte con α elevato), l’azienda può:

- aumentare la probabilità che i chilometraggi annui si avvicinino alle soglie di convenienza individuate (break-even), almeno per l’insieme di tratte omogenee;
- ridurre la dispersione degli indici €/km interni, perché i mezzi vengono impiegati dove la struttura dei costi va a favore dell’azienda;
- migliorare la prevedibilità e la pianificazione, limitando l’impiego interno su tratte dove il vantaggio è marginale o negativo.

In prospettiva, questa riallocazione può supportare anche una riflessione di medio periodo sul dimensionamento (mezzi e autisti). Pur non essendo oggetto di dimostrazione numerica nel presente lavoro (per mancanza di dati completi su turni, ore guida, saturazioni e tempi di carico/scarico), l’indicazione strategica è chiara: se la flotta viene impiegata stabilmente sulle tratte con elevato coefficiente α , potrebbe essere possibile ottenere lo stesso livello di copertura su un perimetro selezionato con una struttura interna più focalizzata, riducendo l’assorbimento di risorse su missioni dove il mercato è più efficiente.

6.7.3 Estensioni operative della logica ibrida: configurazione dei mezzi e sinergie con i ritiri

Un'ulteriore implicazione della soluzione ibrida riguarda non solo la scelta make-or-buy, ma anche la configurazione del mezzo impiegato sulle relazioni che l'azienda decide di presidiare direttamente. In particolare, l'attuale assetto operativo prevede che alcune aree vengano servite prevalentemente con motrici da 55 m³. Pur trattandosi di una scelta coerente con prassi consolidate e con specifiche condizioni commerciali e di servizio concordate nel tempo, i risultati quantitativi sviluppati nella tesi suggeriscono che, almeno per una quota selezionata dei flussi, possa essere opportuno valutare anche l'impiego del bilico da 85 m³.

Il caso più rilevante, in questa prospettiva, è rappresentato dall'area del Lazio: l'introduzione controllata del bilico, limitatamente alle consegne compatibili (ad esempio scarichi unici o destinazioni con adeguata accessibilità), consentirebbe di ridurre il numero complessivo di viaggi a parità di volume trasportato, con un duplice effetto:

- contenimento dei costi unitari di trasporto (minore incidenza dei costi fissi per unità movimentata e miglior saturazione del mezzo);
- maggiore disponibilità di capacità interna (mezzi e soprattutto ore/autista) da riallocare su tratte dove l'internalizzazione genera un vantaggio marginale più elevato, secondo la logica di segmentazione sviluppata in questo capitolo.

Accanto alla configurazione dei mezzi, la logica di ottimizzazione si presta a includere anche azioni di integrazione trasporto-approvvigionamento, valorizzando la disponibilità della flotta interna non solo per ridurre alcune spese "puntuali" oggi sostenute dall'azienda per consegne dedicate di materiale (consegne extra), ma anche per migliorare le condizioni economiche di acquisto. In particolare, oltre alla concentrazione storica di tali consegne sul Nord Italia, va considerato che diversi fornitori riconoscono uno sconto (tipicamente pari a circa il 2%) quando la consegna non è a loro carico e il ritiro viene effettuato direttamente da Giessegi. A parità di volumi d'acquisto interessati da queste condizioni, la combinazione tra minori costi per servizi esterni e scontistica attivabile tramite ritiri può generare un beneficio economico complessivo nell'ordine delle centinaia di migliaia di euro rispetto la configurazione attuale, da quantificare puntualmente tramite mappatura dei fornitori e delle categorie di materiale effettivamente "ritirabili" sulle tratte di rientro.

Questa azione non altera la logica di allocazione ibrida, ma la rafforza: da un lato, consente di aumentare il valore prodotto dalla capacità interna nelle aree in cui essa è più efficace; dall'altro, riduce costi esterni che non dipendono dal livello tariffario €/km, ma dall'acquisto di servizi dedicati e non sinergici con i flussi di consegna.

7 Sostenibilità del trasporto: quadro teorico e applicazione al caso Giesegei

7.1 Sostenibilità, logistica e trasporto merci

Negli ultimi anni la sostenibilità è diventata rilevante nelle decisioni relative alla supply chain, poiché la logistica, e in particolare il trasporto stradale, incide in modo diretto sui consumi energetici e sulle emissioni associate alla distribuzione dei prodotti. Nel contesto europeo, la misurazione delle emissioni dei servizi di trasporto è supportata da standard che mirano a rendere i risultati comparabili e verificabili, come la EN 16258, che definisce una metodologia comune per calcolare e dichiarare consumi energetici ed emissioni GHG per servizi di trasporto merci e passeggeri. [19]

Dal punto di vista aziendale, l'impatto ambientale dei trasporti può essere valutato tramite indicatori quali emissioni per chilometro, per spedizione, o per unità di trasporto (es. tonnellata-km o metro cubo-km), a seconda del livello di dettaglio disponibile e della natura della merce. Nella pratica, molte linee guida operative (ad es. per spedizionieri e operatori logistici) propongono approcci activity-based, che partono da dati misurabili (chilometri, litri di carburante, fattori di emissione) e ripartiscono il risultato sulle spedizioni servite. [20] [21]

7.2 Le principali leve di riduzione delle emissioni nel trasporto stradale

La letteratura e le pratiche di settore convergono su un insieme relativamente stabile di leve per ridurre le emissioni nel trasporto merci. Nel caso del trasporto stradale, le più rilevanti sono: [19] [20]

- riduzione dei chilometri percorsi: ottimizzazione delle rotte, eliminazione di percorrenze ridondanti, scelta di punti di consegna/ritiro più efficienti;
- aumento del load factor, con l'obiettivo di arrivare ad una migliore saturazione volumetrica e un maggiore consolidamento dei flussi;
- riduzione dei chilometri a vuoto tramite ritorni pianificati e backhauling, integrando flussi in uscita e ritiri presso fornitori;
- miglioramento dello stile di guida (eco-driving), manutenzione e controllo pressioni/pneumatici, con impatti su consumi e usura;
- rinnovo e transizione tecnologica della flotta (standard emissivi più recenti, carburanti alternativi, veicoli a zero emissioni allo scarico nelle tratte compatibili).

7.3 Perché misurare: finanza, reputazione e commesse pubbliche

Nel caso in esame, l'obiettivo della quantificazione non è stabilire se l'azienda contribuisce a emissioni elevate in senso assoluto, bensì costruire un ordine di grandezza e un linguaggio numerico coerente per discutere possibili interventi. Questo approccio è utile per almeno tre ragioni:

- accesso al credito e condizioni finanziarie: la crescente attenzione degli intermediari ai rischi ESG porta a integrare aspetti climatici nella concessione e nella determinazione delle condizioni dei finanziamenti; evidenze e indicazioni regolamentari spingono le banche a considerare performance e rischi climatici nel pricing e negli standard di credito;
- ritorno di immagine e relazione con fornitori e clienti: rendicontare indicatori di base (km, litri, tCO₂) e mostrare piani di miglioramento riduce l'asimmetria informativa e rende più credibile la narrativa ESG, specie in settori B2B dove la qualità del servizio logistico è parte della value proposition.

Partecipazione a commesse pubbliche e requisiti ambientali: in Italia i CAM (Criteri Ambientali Minimi) sono definiti dal MASE e, per le categorie coperte, devono essere integrati nella documentazione di gara (specifiche tecniche e clausole contrattuali) ai sensi dell'art. 57 del D.Lgs. 36/2023. Per gli arredi per interni, il DM 23 giugno 2022 definisce i criteri applicabili. [22] [23] In parallelo, molti programmi e investimenti collegati a fondi europei richiedono il rispetto del principio DNSH (Do No Significant Harm), introdotto nel quadro della Tassonomia UE e declinato in linee guida dedicate. Anche se il DNSH è nato in ambiti regolatori specifici, la sua logica (dimostrare che un'iniziativa non arreca danni significativi agli obiettivi ambientali) rende più "standardizzabile" la rendicontazione di indicatori ambientali, facilitando allineamento documentale e audit. [24] [25]

7.4 Metodologia di calcolo delle emissioni per il caso Giessegi

La stima emissiva proposta utilizza un approccio semplificato ma tracciabile, coerente con le logiche activity-based della EN 16258: a partire dai chilometri percorsi e da un consumo medio di carburante si ricavano i litri di gasolio e, quindi, le emissioni di CO₂ allo scarico. Il perimetro riguarda esclusivamente i viaggi analizzati nello scenario di Capitolo 6 (cinque macro-aree, 6 mesi complessivi). Non vengono considerate le emissioni upstream (well-to-tank) né altre componenti non-CO₂ (CH₄ e N₂O); lo scopo è fornire un valore di ordine di grandezza facilmente replicabile e aggiornabile.

Elemento	Scelta adottata
Distanza per viaggio	Km A/R “effettivi” per macro-area (da scenario Capitolo 6).
Consumo specifico	0,2696 l/km per motrice 55 m ³ (targa 1, 2024) e 0,3002 l/km per bilico 85 m ³ (targa 5, 2024).
Fattore di emissione	2,68 kg CO ₂ /litro di gasolio (combustione).

Tabella 35 - Ipotesi e parametri di calcolo

Le distanze A/R e le frequenze settimanali dei viaggi (alta e bassa stagione) sono quelle definite nel modello di scenario del Capitolo 6. I consumi specifici sono ricavati dai dati di flotta elaborati nella tesi (consumi medi per targa) e, per semplicità, si assumono costanti sulle diverse tratte. Il livello di carico non viene considerato poiché ogni targa viaggia sempre a pieno carico. Il fattore 2,68 kg CO₂/l è un valore di riferimento ampiamente utilizzato in guide pubbliche e menzionato tra i fattori di conversione per la rendicontazione. [26] [27]

La formula utilizzata è la seguente:

$$CO_2 \text{ (kg)} = km \times consumo \text{ (l/km)} \times EF \text{ (kgCO}_2\text{/l)}$$

dove km è il chilometraggio A/R per viaggio moltiplicato per il numero di viaggi considerati.

7.5 Ordine di grandezza delle emissioni per scenario

Area	Periodo	Mezzo	Viaggi (n)	Km totali	Consumo gasolio stimato (l)	Emissioni CO ₂ stimate (t)
Lombardia	Alta stagione	Motrice 55 m ³	143	129588	34933	93.6
Lombardia	Alta stagione	Bilico 85 m ³	65	58904	17684	47.4
Lombardia	Bassa stagione	Motrice 55 m ³	91	82465	22230	59.6
Lombardia	Bassa stagione	Bilico 85 m ³	39	35342	10610	28.4
Emilia	Alta stagione	Motrice 55 m ³	65	31179	8405	22.5
Emilia	Alta stagione	Bilico 85 m ³	39	18708	5616	15.1
Emilia	Bassa stagione	Motrice 55 m ³	39	18708	5043	13.5
Emilia	Bassa stagione	Bilico 85 m ³	13	6236	1872	5.0
Lazio	Alta stagione	Motrice 55 m ³	156	81118	21867	58.6
Lazio	Bassa stagione	Motrice 55 m ³	104	54079	14578	39.1
Puglia	Alta stagione	Motrice 55 m ³	143	136491	36794	98.6
Puglia	Bassa stagione	Motrice 55 m ³	91	86858	23414	62.8

Sicilia	Alta stagione	Bilico 85 m ³	52	102657	30819	82.6
Sicilia	Bassa stagione	Bilico 85 m ³	26	51329	15410	41.3

Tabella 36 - Stima consumi ed emissioni per macro-area, periodo e tipologia di mezzo

Area	Viaggi (n)	Km totali	Consumo gasolio (l)	Emissioni CO2 (t)
Lombardia	338	306299	85458	229.0
Puglia	234	223348	60208	161.4
Sicilia	78	153986	46229	123.9
Lazio	260	135197	36445	97.7
Emilia	156	74830	20936	56.1

Tabella 37 - Riepilogo per macro-area

Complessivamente, nello scenario considerato (6 mesi) si stimano circa 1066 viaggi, 893,661 km percorsi, 249,277 litri di gasolio consumati e 668.1 tonnellate di CO₂ emesse allo scarico. La ripartizione per macro-area è guidata principalmente da due fattori: distanza A/R media e frequenza dei viaggi nelle settimane di alta e bassa stagione. In assenza di un benchmark settoriale e di dati comparabili, tali valori sono presentati come ordine di grandezza e base di confronto interna per valutare interventi futuri.

7.6 Spunti di miglioramento coerenti con i risultati e con i vincoli operativi

A partire dai risultati, è possibile individuare alcune linee di intervento che, oltre agli effetti ambientali, sono coerenti con logiche di efficienza economica già emerse nei capitoli precedenti:

- riduzione km a vuoto e backhauling: integrare, dove possibile, ritiri presso fornitori ridurrebbe il numero di chilometri non produttivi; in prima approssimazione, una riduzione del 5% dei km complessivi si traduce in una riduzione proporzionale delle emissioni di CO₂;
- consolidamento e revisione del mix mezzi: ove compatibile con accessibilità e profilo cliente (scarico unico, GDO), l'uso mirato del bilico può ridurre il numero di viaggi necessari a parità di volume movimentato. A titolo puramente esemplificativo, se una parte significativa dei flussi del Lazio (oggi ipotizzati con sole motrici 55 m³ nello scenario) venisse consolidata su bilici, l'ordine di grandezza del risparmio emissivo sul semestre potrebbe avvicinarsi a 27 tCO₂, mantenendo inalterato il volume consegnato;
- eco-driving, manutenzione e controllo consumi: interventi di guida efficiente e manutenzione preventiva agiscono sul consumo specifico (l/km), con benefici diretti su costi e CO₂. In ottica di governance, l'introduzione di KPI standard (l/100 km, km a vuoto, saturazione, tCO₂) facilita anche la rendicontazione esterna;

- rinnovo flotta e accise: il beneficio sul gasolio commerciale è riconosciuto, tra gli altri requisiti, per veicoli di categoria Euro V o superiore; mantenere la flotta su standard emissivi coerenti preserva l'accesso al beneficio e riduce anche inquinanti locali rispetto a mezzi più datati; [28]
- transizione tecnologica graduale: per tratte compatibili (ad esempio giri con ritorno in giornata e distanze limitate), la progressiva introduzione di mezzi a zero emissioni allo scarico può ridurre le emissioni dirette; inoltre, analisi recenti evidenziano potenziali vantaggi di costo operativo legati alla maggiore efficienza energetica e al costo dell'energia, a fronte di un CAPEX più elevato. [29] [30]

In tutte le leve sopra, l'elemento chiave è la misurazione: disporre di un set minimo ma stabile di indicatori (km per tratta, tasso di saturazione, km a vuoto, litri e tCO₂) abilita sia il controllo interno sia una comunicazione esterna coerente con le richieste di finanza sostenibile, CAM e DNSH.

8 Conclusioni

8.1 Obiettivi della ricerca e contributo della tesi

Il lavoro svolto in questa tesi nasce dall'esigenza di supportare con criteri quantitativi una decisione di natura make-or-buy riguardo al servizio di trasporto: quali volumi e tratte affidare alla flotta aziendale e quali, invece, assegnare a trasportatori terzi. Nel caso Giessegi, la scelta è resa complessa dalla stagionalità della domanda, dal mix di mezzi (motrice da 55 m³ e bilico da 85 m³), da vincoli operativi (multi-stop, tempi di consegna, gestione dei resi/ritiri) e dalla discrepanza tra chilometri da tariffario e chilometri effettivamente percorsi, che influenza in modo significativo il confronto economico con le tariffe di mercato.

La tesi fornisce un contributo operativo in tre direzioni:

- a) costruzione di un modello di costo completo per la flotta interna, coerente con una logica di full costing;
- b) definizione di un impianto di confronto tra costo interno e outsourcing basato su indicatori di tratta e su scenari di allocazione;
- c) integrazione della dimensione ambientale come criterio aggiuntivo, in modo da abilitare decisioni multi-obiettivo (costi, emissioni, livello di servizio).

Il valore aggiunto principale è aver introdotto, per la prima volta, una lettura strutturata e replicabile della convenienza del trasporto, riducendo l'esposizione a scelte basate esclusivamente sull'esperienza manageriale, che restano importanti ma non sufficienti in un contesto di crescente complessità e pressione sui costi.

8.2 Evidenze chiave dell'analisi economica e degli scenari

Dall'analisi dei dati storici, dalla modellazione dei costi della flotta e dalla costruzione degli scenari emerge un punto centrale: la convenienza del trasporto in conto proprio non è generalizzabile e, nella maggior parte delle condizioni operative, risulta difficile competere con l'offerta dei trasportatori terzi, che beneficiano di economie di scala, maggiore flessibilità di capacità e possibilità di ottimizzare i ritorni su reti più ampie. In termini pratici, il confronto su base €/km o €/viaggio tende a penalizzare la flotta interna quando l'utilizzo annuo del mezzo non è elevato e quando l'itinerario presenta quote significative di chilometri a vuoto.

L'analisi evidenzia inoltre che il differenziale tra chilometri tariffari e chilometri reali (espresso attraverso l'indicatore α adottato nei capitoli precedenti) è un driver determinante della decisione.

Tratte con α elevato possono rendere l'outsourcing meno vantaggioso di quanto suggeriscano le sole tariffe di listino, mentre tratte con α vicino a 1 amplificano la competitività del mercato. Ne deriva la necessità di adottare una segmentazione più fine (tratta/cliente, tipologia di consegna, finestra temporale, vincoli di scarico), perché piccoli cambiamenti di configurazione possono spostare l'equilibrio economico.

Il Capitolo 6 mostra, in particolare, che la flotta interna è raramente la scelta economicamente dominante in modo sistematico; tende invece a risultare giustificabile in casi specifici: consegne multi-stop in cui il controllo operativo è critico, tratte in cui la riduzione del numero di viaggi consentono di diluire i costi fissi, oppure situazioni in cui la disponibilità del mezzo abilita azioni complementari (ad esempio ritiri di approvvigionamento lungo il rientro) che generano benefici indiretti su altre voci di costo. Questi elementi confermano che la scelta corretta non è un'alternativa netta tra flotta interna e outsourcing, ma una soluzione ibrida supportata da criteri oggettivi e da un processo decisionale stabile.

8.3 Implicazioni manageriali

Le evidenze quantitative raccolte suggeriscono due implicazioni immediate. La prima riguarda il dimensionamento e l'evoluzione della flotta: acquisti o riconfigurazioni dei mezzi dovrebbero essere giustificati da un'analisi ex-ante basata su volumi attesi, profilo di utilizzo annuo, vincoli di consegna e confronto con tariffe di mercato, evitando che la scelta avvenga in modo non strutturato. La seconda riguarda la piena conoscenza e padronanza del servizio di trasporto: senza strumenti di pianificazione e senza una funzione dedicata, è difficile mantenere nel tempo una politica di allocazione coerente con i risultati emersi, perché le decisioni tendono a essere prese caso per caso e sotto pressione operativa.

In tale contesto, la tesi porta a una conclusione netta: l'investimento prioritario non è tanto l'aumento del numero di mezzi, quanto l'adozione di strumenti e competenze che permettano di scegliere, viaggio per viaggio, l'opzione migliore tra flotta interna e outsourcing, e di progettare i giri di consegna in modo più efficiente. La flotta rimane una risorsa potenzialmente strategica per garantire controllo e affidabilità su alcune tipologie di servizio, ma deve essere governata con logiche di performance e non solo di disponibilità.

8.4 Investimenti in strumenti digitali di pianificazione e supporto alla decisione

Alla luce dei risultati, si raccomanda all'azienda di avviare un percorso di digitalizzazione del processo trasporti, introducendo un sistema informativo in grado di:

- a) tracciare ogni viaggio e tenere sotto controllo chilometri, tempi, soste, saturazione, costo ed emissioni;
- b) pianificare i giri di consegna e la scelta del mezzo;
- c) supportare in modo sistematico la decisione make-or-buy.

Oggi tali funzionalità sono tipicamente erogate da piattaforme di Transportation Management (TMS) integrate con moduli di routing & scheduling e con strumenti di controllo di gestione.

L'elemento distintivo richiesto per il caso analizzato è la capacità di gestire decisioni multi-criterio. A parità di ordini da consegnare, il sistema dovrebbe poter considerare contemporaneamente: costi diretti e indiretti, emissioni, vincoli di consegna (finestre temporali, modalità di scarico, multi-stop), disponibilità dei mezzi e priorità di servizio. Il risultato atteso è un output operativo immediatamente utilizzabile, ossia la sequenza di consegne migliore da eseguire (sequenza delle consegne, assegnazione mezzo e risorsa, stima tempi e costi), accompagnato da indicatori di confronto con alternative (ad esempio outsourcing totale o parziale).

L'evoluzione più avanzata di tali strumenti, coerente con le tendenze attuali, consiste nell'integrare componenti di AI a supporto della pianificazione: previsione dei tempi di arrivo (ETA) basata su storico traffico e tempi di scarico, rilevazione di anomalie operative, suggerimenti automatici di consolidamento ordini e, soprattutto, generazione di piani di consegna che ottimizzino contemporaneamente costo, emissioni e livello di servizio. L'adozione di queste tecnologie è giustificata non solo da potenziali risparmi, ma anche dalla riduzione del rischio decisionale: la stessa logica utilizzata nella tesi viene trasformata in un processo continuo e scalabile.

8.5 Introduzione di una figura dedicata ai trasporti

Perché l'investimento in strumenti produca risultati, è necessario affiancare una chiara responsabilità organizzativa. Si raccomanda di istituire una figura dedicata alla pianificazione e al controllo dei trasporti, con mandato esplicito su quattro ambiti:

- a) pianificazione operativa e ottimizzazione delle rotte;
- b) panoramica sul mix flotta-terzi;
- c) relazione con i vettori;
- d) monitoraggio delle performance (costi, puntualità, emissioni).

In prospettiva, questa funzione può evolvere acquisendo competenze in analisi dati e modellazione, diventando responsabile riguardo il monitorare parametri come costi, fattori emissivi, e tempi medi. Il risultato atteso è la stabilizzazione di un ciclo Plan-Do-Check-Act applicato ai trasporti:

pianificazione, esecuzione, consuntivazione, revisione periodica delle scelte di flotta e dei contratti con i vettori.

8.6 Prospettive tecnologiche: elettrificazione e transizione energetica della flotta

La dimensione ambientale analizzata nel Capitolo 7 suggerisce che, nel medio-lungo periodo, la scelta della tecnologia di trazione può diventare un fattore competitivo. In questo scenario, l'introduzione di veicoli elettrici per alcune tratte selezionate può rappresentare una svolta, a condizione che vengano rispettati tre prerequisiti:

- a) adattare questa soluzione a missioni con percorrenze compatibili con l'autonomia reale;
- b) arrivare ad avere un'elevata prevedibilità dei giri (ripetitività);
- c) disporre di un'infrastruttura di ricarica adeguata e pianificare i tempi di ricarica all'interno del ciclo operativo.

Si raccomanda pertanto un approccio graduale: avviare un progetto su rotte a corto/medio raggio e ad alta ripetitività, come potrebbero essere ritiri e consegne all'interno della regione Marche, nelle province di Pesaro e Macerata che hanno un peso molto rilevante per l'azienda in termini di volumi di approvvigionamento e vendite. In parallelo, nel breve periodo, azioni come eco-driving, manutenzione preventiva e ottimizzazione del carico restano leve a costo contenuto per ridurre consumi ed emissioni, e sono coerenti con l'impianto multi-obiettivo definito nella tesi.

8.7 Roadmap di implementazione

Per rendere attuabili le raccomandazioni, si propone una roadmap in tre fasi, che riduce la complessità iniziale e consente di generare valore progressivamente, mantenendo coerenza con le evidenze emerse dalle analisi nei capitoli precedenti.

Iniziativa	Obiettivo	Orizzonte	Output atteso/KPI
Tracciamento e rilevazione dei dati di viaggio	Rendere misurabili km, tempi, saturazione, costi ed emissioni a livello di singola missione.	0-3 mesi	Costo €/km; puntualità; km a vuoto (stima); tCO ₂ per viaggio.
Istituzione figura responsabile trasporti	Stabilizzare il processo decisionale e la relazione flotta-terzi; individuare KPI e miglioramento continuo.	0-6 mesi	Regole make-or-buy; reporting mensile; revisione contratti; riduzione scostamenti tra ciò che viene pianificato e ciò che viene attuato.

Introduzione TMS con routing & scheduling	Pianificare giri e assegnazione mezzi in modo sistematico, considerando vincoli operativi.	3-9 mesi	Piani di consegna ottimizzati; miglioramento saturazione; riduzione costi per viaggio.
Supporto decisionale multi-obiettivo combinando costo, emissioni e livello di servizio	Integrare criteri economici e ambientali.	6-12 mesi	Confronto automatico tra alternative e stabilire le priorità per macro-area/tratta.
Pilot elettrico su rotte selezionate	Valutare fattibilità tecnica ed economica e impatto su emissioni per missioni ripetitive.	12-24 mesi	Riduzione tCO ₂ ; individuare vincoli di ricarica e integrarli nella pianificazione.

Tabella 38 - Roadmap di implementazione con orizzonti temporali

8.8 Limiti dell'analisi e sviluppi futuri

Come discusso nei capitoli metodologici, l'analisi è condizionata dalla disponibilità e dal livello di dettaglio dei dati: alcuni costi sono stati ripartiti in modo aggregato, la localizzazione della domanda è stata gestita a livello territoriale e non sempre è stato possibile ricostruire la sequenza di consegne e le soste in maniera omogenea. Inoltre, la stagionalità e la variabilità della domanda rendono opportune analisi di sensitività su parametri come costo carburante, pedaggi, disponibilità mezzi e tariffe di mercato.

Sviluppi futuri naturali del lavoro includono l'integrazione strutturata dei ritiri di approvvigionamento e dei resi come opportunità di backhauling e la costruzione di una logica di pianificazione dinamica basata su dati in tempo reale. Infine il rafforzamento della componente ambientale includendo scenari energetici e TCO di tecnologie alternative.

8.9 Conclusioni finali

In conclusione, la tesi dimostra che il trasporto in conto proprio, nel caso analizzato, difficilmente rappresenta una soluzione strutturalmente più conveniente rispetto al mercato in modo generalizzato. La scelta ottimale è una configurazione ibrida, in cui la flotta viene impiegata in modo selettivo su servizi e tratte in cui garantisce valore, mentre l'outsourcing assorbe la variabilità e beneficia delle economie di scala dei vettori.

Il passo decisivo per trasformare queste evidenze in vantaggio competitivo è investire in strumenti informatici di pianificazione e in una funzione dedicata che presidi il processo. In questo modo l'azienda può passare da scelte episodiche a un modello decisionale continuo basato su KPI,

riducendo costi e emissioni e migliorando la qualità del servizio. In prospettiva, l'adozione di tecnologie a basse emissioni, in particolare l'elettrico su rotte compatibili, potrà amplificare i benefici ottenuti dall'ottimizzazione, rendendo sostenibile nel tempo il modello di distribuzione.

9 Bibliografia

- [1] M. Christopher, *Logistics & Supply Chain Management*, Pearson, 2016.
- [2] CSCMP, «SCM Definitions and Glossary of Terms,» [Online]. Available: https://cscmp.org/CSCMP/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx.
- [3] Oracle, «Cos'è un Transportation Management System?,» [Online]. Available: <https://www.oracle.com/it/scm/logistics/transportation-management/what-is-transportation-management-system/>.
- [4] SAP, «What is a transportation management system (TMS)?,» [Online]. Available: <https://www.sap.com/products/scm/transportation-logistics/what-is-a-tms.html>.
- [5] M. Ketokivi e J. Mahoney, «Transaction Cost Economics as a Theory of Supply Chain Efficiency,» *Journal of Supply Chain Management*, vol. 56, n. 2, pp. 21-37, 2020.
- [6] P. Toth e D. Vigo, *Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications*, SIAM, 2014.
- [7] G. Zenezini, *Physical Distribution & Last-Mile*, Politecnico di Torino.
- [8] A. Bogyrbayeva, M. Meraliyev, T. Mustakhov e B. Dauletbayev, «Machine Learning to Solve Vehicle Routing Problems: A Survey,» *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 25, n. 6, pp. 4754-4772, 2024.
- [9] Y. Bengio, A. Lodi e A. Prouvost, «Machine learning for combinatorial optimization: a methodological tour d'horizon,» *European Journal of Operational Research*, vol. 290, n. 2, pp. 405-421, 2021.
- [10] T. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill, 1980.
- [11] C.-L. Hwang e K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, 1981.
- [12] CEN, «EN 16258:2012 – Methodology for calculation and declaration of energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions of transport services (freight and passengers),» 2012. [Online].

- [13] CLECAT, «Guide on Calculating GHG Emissions for Freight Forwarding and Logistics Services,» 2019.
- [14] M. Goldman, «Pareto Principle (80/20 Rule) & Pareto Analysis Guide,» 12 Marzo 2019. [Online]. Available: <https://www.juran.com/blog/a-guide-to-the-pareto-principle-80-20-rule-pareto-analysis/>.
- [15] NIST, 18 Marzo 1997. [Online]. Available: <https://www.itl.nist.gov/div898/software/dataplot/refman2/ch2/weigmean.pdf>.
- [16] NIST, 3 Settembre 1996. [Online]. Available: <https://www.itl.nist.gov/div898/software/dataplot/refman2/ch2/variance.pdf>.
- [17] NIST. [Online]. Available: https://www.itl.nist.gov/div898/software/dataplot/refman2/ch2/coef_var.pdf.
- [18] Eurostat, «Survey sampling reference guidelines: Introduction to sample design and estimation techniques,» Office for Official Publications of the European Communities, 2008.
- [19] CEN, «EN 16258:2012 – Methodology for calculation and declaration of energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions of transport services (freight and passengers),» 2012.
- [20] CLECAT, «Guide on Calculating GHG Emissions for Freight Forwarding and Logistics Services,» 2019.
- [21] WRI & WBCSD, «The Greenhouse Gas Protocol – Corporate Accounting and Reporting Standard».
- [22] MASE, «CAM vigenti,» [Online]. Available: <https://www.mase.gov.it/portale/cam-vigenti>.
- [23] Ministero della Transizione Ecologica, «Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di fornitura, noleggio ed estensione della vita utile di arredi per interni,» Gazzetta Ufficiale, 2022.
- [24] E. Commission, «Technical guidance on the application of ‘do no significant harm’ under the Recovery and Resilience Facility Regulation,» 2021.
- [25] Green Finance Platform, «Regulation (EU) 2020/852 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment (Taxonomy Regulation),» 2021. [Online]. Available:

<https://www.greenfinanceplatform.org/policies-and-regulations/regulation-eu-2020852-establishment-framework-facilitate-sustainable>.

[26] New Zealand Ministry for the Environment, «Measuring emissions: A guide for organisations (detailed guide),» 2024.

[27] UK Government, «Greenhouse gas reporting: conversion factors,» 2025.

[28] ADM, «Benefici per il gasolio da autotrazione,» [Online]. Available: <https://www.adm.gov.it/portale/dogane/operatore/accise/benefici-per-il-gasolio-da-autotrazione>.

[29] European Commission, «Lorries, buses and coaches - EU action on road transport decarbonisation».

[30] IEA, «Global EV Outlook - Trends in heavy-duty electric vehicles,» 2025.