



**Politecnico
di Torino**

Corso di Laurea Magistrale

Ingegneria della Produzione Industriale e dell'Innovazione Tecnologica

Tesi di Laurea Magistrale

**Riduzione dei costi e delle emissioni di CO₂
tramite la creazione di rotte Milk Run: caso SEAT**

Relatore

Prof. Maurizio Schenone

Candidato

Federico Barresi

a.a. 2021/2022

Sommario

Introduzione	4
1 Supply Chain e Logistica	7
1.1 Supply Chain	7
1.2 Supply Chain nell'automotive.....	9
1.3 Value Chain e modello di Porter	11
1.3.1 Attività primarie.....	12
1.3.2 Attività di supporto.....	13
1.4 Logistica	14
1.4.1 Logistica outbound.....	16
1.4.2 Logistica inbound.....	18
2 Caso studio: SEAT	20
2.1 Descrizione azienda.....	20
2.1.1 La storia.....	20
2.1.2 Il presente.....	24
2.2 Supply Chain in SEAT	26
2.3 Processi logistica inbound in SEAT	29
2.3.1 Processo iniziale	30
2.3.2 Processo migliorato	31
3 Progetto Milk Run: premesse iniziali	35
3.1 Suddivisione in cluster logistici	35
3.1.1 Cluster industriali e diamante di Porter	35
3.1.2 Cluster logistici.....	38
3.1.3 Cluster logistici in SEAT.....	40
3.2 Teoria delle rotte Milk Run	44
3.3 Business Intelligence: dalla base di dati ai KPI finali.....	49
3.3.1 Microsoft Power BI.....	51
3.4 Pianificazione e gestione del progetto.....	57
3.4.1 Fase di pianificazione	59
3.4.2 Fase di programmazione	63
4 Progetto Milk Run: creazione rotte e riduzione dei costi	69

4.1	Condizioni e ipotesi di partenza necessarie.....	69
4.1.1	<i>Elementi geografici</i>	71
4.1.2	<i>Previsione materiale inviato</i>	75
4.1.3	<i>Tariffe</i>	77
4.2	Procedimento operativo per il calcolo di una rotta.....	79
4.3	Esempio pratico: il caso della Repubblica Ceca e le altre possibili rotte.....	81
4.3.1	<i>Repubblica Ceca</i>	82
4.3.2	<i>Possibili rotte Milk Run nel resto d'Europa</i>	86
5	Progetto Milk Run: riduzione emissioni di CO₂ e impatto ambientale.....	90
5.1	Contesto generale: Move to Zero, la missione di SEAT.....	90
5.2	Procedimento operativo per il calcolo delle emissioni su una rotta.....	93
5.2.1	<i>Dati necessari per il calcolo delle emissioni</i>	93
5.2.2	<i>Formule per il calcolo delle emissioni su una rotta</i>	97
5.3	Esempio pratico: calcolo del risparmio di CO ₂ sulle rotte europee.....	100
	Conclusioni.....	105
	Bibliografia.....	108

Introduzione

Tra i mesi di aprile e novembre 2021, ho avuto il piacere di svolgere un tirocinio presso la SEAT, una importante azienda automotive del gruppo Volkswagen. Nello specifico, ho lavorato nello stabilimento di Martorell, una località a circa 30 chilometri da Barcellona in Spagna, all'interno del dipartimento di Supply Chain – inbound logistics. Durante questi sei mesi in SEAT, ho avuto l'opportunità di crescere molto sia a livello personale, grazie alle relazioni di sincera amicizia nate con colleghi e capi, che a livello professionale, potendo vivere da dentro e comprendere appieno la complessità di una organizzazione così grande e articolata. Fortunatamente ho sempre potuto contare sull'appoggio e il supporto di un team di lavoro, ma una volta appresi pienamente i compiti che avrei dovuto svolgere durante il tirocinio ho sempre goduto di molta fiducia e autonomia.

Principalmente il tirocinio si può suddividere in due parti principali, spesso collegate tra loro ma differenti nella forma:

- Supporto alla logistica operativa, comprendente attività giornaliere quali la raccolta e analisi di dati presso la Torre di Controllo¹, la creazione di report e il monitoraggio dei KPI;
- Gestione di progetti di ottimizzazione della supply chain.

Riguardo questo ultimo punto, merita citare due progetti di cui mi sono occupato e che hanno destato in me grande interesse. Il primo ha come obiettivo la riduzione dei tempi di permanenza nello stabilimento dei camion, i quali spesso sono costretti a sostare molte ore all'interno della fabbrica generando un importante sovraccosto per il mio dipartimento. Dopo accurate analisi si capì che molti di questi problemi sono causati dalla trasmissione errata di dati da parte del fornitore o del trasportista. Si sono dunque definite otto tipologie di errore dovute alla errata trasmissione dell'ASN², ognuna delle quali con una differente causa scatenante e con un differente processo risolutivo, alcuni più semplici in cui è sufficiente informare il fornitore,

¹ Torre di controllo: struttura posta all'ingresso sud dello stabilimento adibito ai camion, che dispone in tempo reale di tutte le informazioni relative al flusso dei materiali.

² ASN: Un advance shipping notice (ASN) è una notifica elettronica in formato EDI. L'ASN si usa per elencare il contenuto di una spedizione di merci e contiene informazioni sull'ordine, descrizione del prodotto, caratteristiche fisiche, tipo di imballaggio.

altre in cui risulta necessario il supporto del dipartimento informatico. Ad ogni modo, grazie all'utilizzo della Business Intelligence, i dati grezzi degli ASN in entrata alla Torre di Controllo vengono elaborati e divisi nelle otto tipologie sopra citate permettendo la creazione di numerosi KPI e il monitoraggio del progetto.

Il secondo progetto invece, è più attinente a temi classici della logistica, ovvero la creazione di nuove rotte commerciali secondo la logica Milk Run. L'idea di questo progetto nacque nel momento in cui si definirono tre cluster industriali per dividere i fornitori di SEAT in base alla quantità di materiale inviato. Questi cluster hanno la funzione di indicare in quale modo dovrebbe essere effettuato il trasporto per ottimizzare i costi e le tre categorie sono:

- Invio diretto dal fornitore;
- Invio tramite centro di consolidamento, in cui vengono raggruppati vari ordini e inviati tutti insieme;
- Invio tramite rotte Milk Run.

Mentre per i primi due cluster il processo di invio risulta stabile, il terzo non è ancora sotto il controllo diretto di SEAT ed è soggetto a grande variabilità. Così si è deciso di internalizzare il processo e creare delle rotte fisse, anche al fine di poter quantificare i benefici dati dal minor utilizzo di camion. Sono due, infatti, i principali vantaggi dovuti all'utilizzo di rotte Milk Run stabili: un consistente risparmio economico e una riduzione notevole delle emissioni di CO₂.

Proprio quest'ultimo progetto sarà il tema centrale dell'elaborato, che ha come obiettivo analizzare a fondo la preparazione, lo sviluppo e le conseguenze del Progetto Milk Run, contestualizzandolo all'interno di un ambiente industriale vissuto da me in prima persona.

L'elaborato verrà sviluppato in sei capitoli nel modo seguente:

1. Una introduzione su Supply Chain e Logistica, ambiti nel quale si è svolto il mio tirocinio e fondamentali per comprendere la logica che sta alla base del progetto. Si andrà ad analizzare il significato dei due termini e la differenza che c'è tra essi, con un focus particolare sulla logistica inbound e la Supply Chain nel mondo automotive.
2. Quadro generale sull'azienda SEAT per definire i contorni del contesto industriale in cui si è sviluppato il progetto. Particolare attenzione verrà data al ruolo della Supply Chain in SEAT, con un'analisi sul miglioramento del processo di gestione della logistica inbound.

3. Nel terzo capitolo si inizia a trattare il progetto Milk Run nello specifico, andando ad osservare tutte le premesse iniziali necessarie per procedere poi con lo sviluppo. In particolare, si vedrà come funziona la suddivisione in cluster logistici, il funzionamento dello strumento utilizzato per svolgere operativamente tutte le analisi dati ossia PowerBi, la teoria alla base del sistema Milk Run, la pianificazione e la gestione del progetto.
4. Svolgimento del progetto, con una prospettiva principalmente incentrata sul risparmio economico che si genera con la creazione delle rotte. Dopo una iniziale spiegazione sulle condizioni di partenza necessarie e sul procedimento operativo da seguire per il calcolo, si passa ad analizzare il caso pratico della Repubblica Ceca confrontandolo anche con gli altri Paesi europei, concludendo infine con una visione più generale.
5. In questo capitolo il progetto Milk Run viene analizzato da un punto di vista differente, incentrandosi sul risparmio di CO₂ e sull'impatto ambientale. Inizialmente si fornisce una visione del contesto in cui è inserito facendo riferimento a un progetto più ampio con obiettivo al 2025, dopo di che si vedrà il procedimento operativo per il calcolo delle emissioni su una rotta e il risultato finale sulle rotte europee viste in precedenza.
6. L'ultimo capitolo sarà dedicato alle considerazioni finali e a mie riflessioni personali, dando uno sguardo alla situazione attuale e alle problematiche che affliggono il mondo dell'automotive, osservando le implicazioni che queste possono avere sul mio progetto e gli impatti che esso può avere sull'azienda e sulla comunità.

1 Supply Chain e Logistica

1.1 Supply Chain

La supply chain (SC), o catena di approvvigionamento, è la rete che comprende tutte le persone, le organizzazioni, le risorse, le attività e le tecnologie che vengono coinvolte nel processo di creazione di un prodotto, a partire dall'acquisto dei materiali dal fornitore, fino ad arrivare alla consegna del prodotto finito al cliente finale.

Da questa definizione generica si può dedurre come gli elementi che appartengono alla medesima Supply Chain siano numerosi e tendano ad aumentare con la complessità del prodotto e della filiera di appartenenza. Possono far parte della medesima catena di approvvigionamento imprese che forniscono materie prime e semilavorati, passando per la logistica e trasporti, fino ad arrivare a rivenditori ed esperti di marketing e pubblicità. Inoltre una stessa azienda solitamente fa parte di più catene di approvvigionamento, creando in questo modo una rete sempre più ampia e articolata, in cui oltre ai movimenti di materiali anche le informazioni si muovono sempre più rapidamente.

A partire dai primi anni Novanta si iniziò a diffondere un interesse sempre più ampio verso il concetto di Supply Chain, traslando dal solo studio della logistica all'analisi dell'intera catena di approvvigionamento. Si iniziava dunque a parlare di Supply Chain Management e proprio in quegli anni la letteratura scientifica diede vita a un dibattito in merito alla sua definizione e alla sua struttura.

In principio si poneva attenzione alle diverse entità che ne facevano parte e ai legami tra esse. Uno dei primissimi autori a trattare il tema fu Martin Christopher, che nella sua opera del 1992 *Logistics and Supply Chain Management*, definisce la Supply Chain come: "The network of organizations that are involved, through upstream and downstream linkages, in the different processes and activities that produce value in the form of products and services delivered to the ultimate consumer"³.

³ Traduzione in italiano: "La rete di organizzazioni che sono coinvolte, attraverso collegamenti a monte e a valle, nei diversi processi e attività che producono valore sotto forma di prodotti e servizi consegnati al consumatore finale."

In particolare, l'autore con i termini "upstream and downstream linkages" fa riferimento ai flussi a monte, che interessano la fornitura di materie prime e componenti da trasformare, e ai flussi a valle, che si focalizzano sulla distribuzione dei prodotti finali ai clienti.

Altro punto importante introdotto da M. Christopher è l'introduzione del termine servizi a fianco a quello di prodotto, modernizzando così il concetto classico di Supply Chain legata al prodotto tipico dell'industria manifatturiera.

Successivamente, nel 1998 lo studioso D.M. Lambert insieme a M.C. Cooper e J.D. Pagh presentarono un'ulteriore definizione⁴ con una importante modifica rispetto alle precedenti: il cliente finale viene considerato a tutti gli effetti parte integrante della SC. Questa visione customer-centred implica che la soddisfazione finale del cliente è il fine per il quale si sviluppano le interazioni tra le imprese.

Un'altra definizione⁵ da prendere in considerazione per arrivare al significato più moderno e attuale della Supply Chain è data da R. R. Lummus e R. J. Vokurka che nel 1999 posero l'attenzione sull'importanza dei sistemi di informazione, utili a monitorare tutte le attività coinvolte nella filiera. È infatti restrittivo circoscrivere i flussi tra le varie aziende al solo ambito fisico, soprattutto con l'avvento dell'Industria 4.0; devono essere incorporati all'interno della Supply Chain anche i flussi informativi necessari al sostentamento dei flussi di materiale.

Un ultimo punto rilevante riguarda l'indipendenza che caratterizza ogni entità della Supply Chain, andandola in questo a modo a definire come una rete di organizzazioni indipendenti sia sotto il profilo proprietario sia sotto quello strategico e gestionale.

⁴ Lambert D.M., Cooper M.C., Pagh J.D., 1998, "Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities", da *The International Journal of Logistics Management*: "The alignment of firms that brings products or services to market. Note that these concepts of supply chain include the final consumer as part of the supply chain".

⁵ Lummus R.R. e Vokurka, R.J., 1999, "Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines", da *Industrial Management & Data Systems*: "All the activities involved in delivering a product from raw material through to the customer including sourcing raw material and parts, manufacturing and assembly, warehousing and inventory tracking, order entry and order management, distribution across all channels, delivery to the customer, and the information systems necessary to monitor all of those activities".

1.2 Supply Chain nell'automotive

Ogni settore produttivo si basa su uno specifico modello di Supply Chain, con le sue caratteristiche e particolarità. Uno dei più complessi è certamente quello dell'automotive e per questo motivo è anche uno dei più interessanti da analizzare, sia per il gran numero di entità che fanno parte della filiera sia per le sue dinamiche interne.

Un'automobile standard, viene vista dal cliente finale come un unico prodotto, ma per produrla servono in media dai 20.000 ai 30.000 pezzi. Con l'avvento dei motori elettrici il numero di pezzi necessari alla costruzione di un autoveicolo è diminuito, ma ad ogni modo si tratta di numeri molto importanti, paragonabile a livello di filiera solo con quella elettronica. Si può facilmente intuire come sia impossibile per un'azienda che costruisce automobili produrre internamente tutte le quasi 30.000 parti che la compongono, rendendo così necessaria una fitta rete di fornitori.

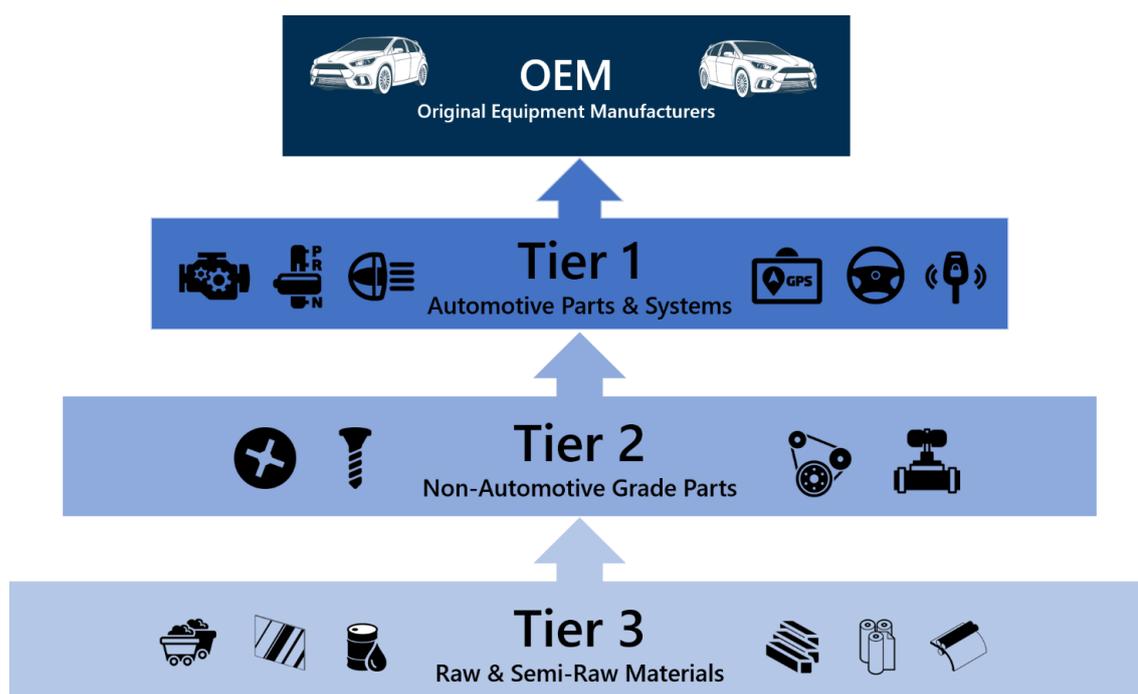


Figura 1: Livelli fornitori Supply Chain Automotive, fonte: <https://www.engusa.com>

Per descrivere la catena di approvvigionamento è necessario dividerla su più livelli. Iniziando dal vertice della catena, troviamo i produttori. Chiamati nell'immagine con l'acronimo inglese OEM, sono i grandi nomi che tutti conosciamo, coloro che consegnano al mercato le automobili che noi compriamo. Tuttavia il nome può essere fuorviante, perché anche

se producono alcune attrezzature internamente, tendono a concentrarsi sulla progettazione e sull'assemblaggio dei prodotti finali, non sulla produzione di parti. Ma poiché un'auto media è composta da 30.000 parti, già solo rifornirsi di tali pezzi è un compito colossale di per sé.

Ed è qui che entrano in gioco i fornitori. La catena di approvvigionamento automobilistico può essere suddivisa in fornitori Tier 1, Tier 2 e Tier 3. I Tier 3 sono la base della catena e forniscono le materie prime, come i metalli e la plastica, necessarie ai fornitori Tier 2 e Tier 1. I fornitori di livello 2 comprano quindi le materie prime dal livello 3 e le usano per produrre le parti necessarie al livello 1. I fornitori di livello 2 si occupano solitamente di componentistica generica come ad esempio viti o bulloni, ma poiché servono anche clienti non automobilistici, non sempre hanno l'interesse nel produrre pezzi della qualità richiesta. I fornitori di livello 1 invece sono tenuti a fornire prodotti di alta qualità e sono obbligati a rispettare gli stringenti standard imposti dalle case produttrici. Producono e forniscono parti e sistemi direttamente per gli OEM e hanno costruito le loro attività su relazioni a lungo termine con essi, con i quali spesso fissano congiuntamente gli obiettivi di costo e condividono gli sviluppi dei prodotti.

Ma la filiera dell'automobile non termina certamente con l'entrata del materiale in fabbrica. I materiali dopo essere stati reperiti, devono essere immagazzinati, assegnati ai vari piani di produzione, portati all'impianto di produzione e assemblati. Dopo di che si passa alla messa sul mercato del prodotto, con il lavoro di marketing, vendita, post-vendita e trasporto al cliente finale. Queste attività possono essere interamente svolte dalla casa costruttrice, ma spesso delle parti vengono esternalizzate (il trasporto) o comunque intervengono aziende di consulenza (soprattutto per la parte commerciale e d'immagine).

Questa breve descrizione della filiera automotive entra a malapena nella reale complessità che la contraddistingue, ma dovrebbe rendere l'idea della difficoltà nell'ottimizzare l'intera catena. In passato, questo ha significato che una discreta quantità di sprechi era incorporata nella struttura dell'industria automobilistica e i costi che da essi derivavano venivano accettati come inevitabili. D'altronde quando 30.000 parti diverse sono coinvolte nella creazione di una macchina, è normale che anche solo un piccolo ritardo da parte di un fornitore possa impattare sull'intera catena di approvvigionamento e le probabilità che ciò avvenga non si possono annullare, al limite si può cercare di ridurre il più possibile la probabilità.

Fortunatamente con l'avvento della digitalizzazione e dell'Industria 4.0, la filiera dell'automotive si è enormemente modernizzata e il tema di ridurre gli sprechi sta diventando

sempre più centrale, grazie anche ai nuovi strumenti a disposizione e alle nuove tecniche di gestione. Alcuni dei miglioramenti applicabili alla SC sono:

- **Visibilità in tempo reale:** Con l'ausilio di localizzatori GPS è possibile tracciare tutti i materiali in movimento da e verso l'azienda e sapere in tempo reale se ci sono ritardi;
- **Integrare i dati dei fornitori con quelli dei produttori:** Per ottimizzare i rifornimenti è fondamentale una gestione centralizzata dei dati di tutta la supply chain. Perché ciò sia possibile bisogna integrare tutti i dati di fornitori e produttori su un'unica piattaforma, attraverso l'utilizzo dell'IoT;
- **Analisi sulle tendenze del mercato:** Utilizzo di strumenti analitici come machine learning e modellazione AI per le previsioni di mercato;
- **Sicurezza informatica:** Unire all'utilizzo di reti intelligenti che aiutano una maggiore condivisione dei dati, protocolli di cyber security inattaccabili;
- **Controllo continuo della qualità:** Sorveglianza e controllo dei dati per garantire affidabili misure di valutazione della qualità a tutti i livelli della catena di approvvigionamento, dunque non solo in fase di produzione ma ampliare il controllo anche ai fornitori dei vari livelli.

1.3 Value Chain e modello di Porter

Il concetto di Supply Chain spesso viene accostato a quello di Value Chain, non tanto per una similitudine nel significato quanto per la stretta correlazione tra i due. Infatti, tutte le singole entità che fanno parte della catena di approvvigionamento hanno come fine ultimo la produzione e commercializzazione di beni o servizi che abbiano un valore maggiore rispetto al costo di produzione degli stessi. Il valore aggiunto che si genera al termine della catena è definito margine. Tale valore aggiunto deriva sempre da un vantaggio competitivo, che si può ottenere in vari modi come adottando politiche di prezzi più bassi rispetto alla concorrenza, riducendo i costi di produzione o ottimizzando la logistica.

La differenza tra i due termini è che mentre una catena di approvvigionamento coinvolge tutte le parti nel soddisfare una richiesta del cliente e portare alla soddisfazione di esso, una catena del valore è un insieme di attività interrelate che un'azienda usa per creare un vantaggio competitivo.

Quando si parla di Value Chain è impossibile non citare il modello di Porter. Nel 1985 egli teorizzò un modello per disaggregare un'azienda nelle sue attività strategicamente rilevanti per concentrarsi sulle fonti del vantaggio competitivo, cioè le attività specifiche che risultano in prezzi più alti o costi più bassi.

La catena del valore di un'azienda, in questo modo, viene vista come parte di un sistema di valore più grande, che include aziende a monte e a valle. Questa prospettiva su come viene creato il valore costringe i manager a considerare e vedere ogni attività non solo come un costo, ma come un passo che deve incrementare il valore del prodotto o del servizio.

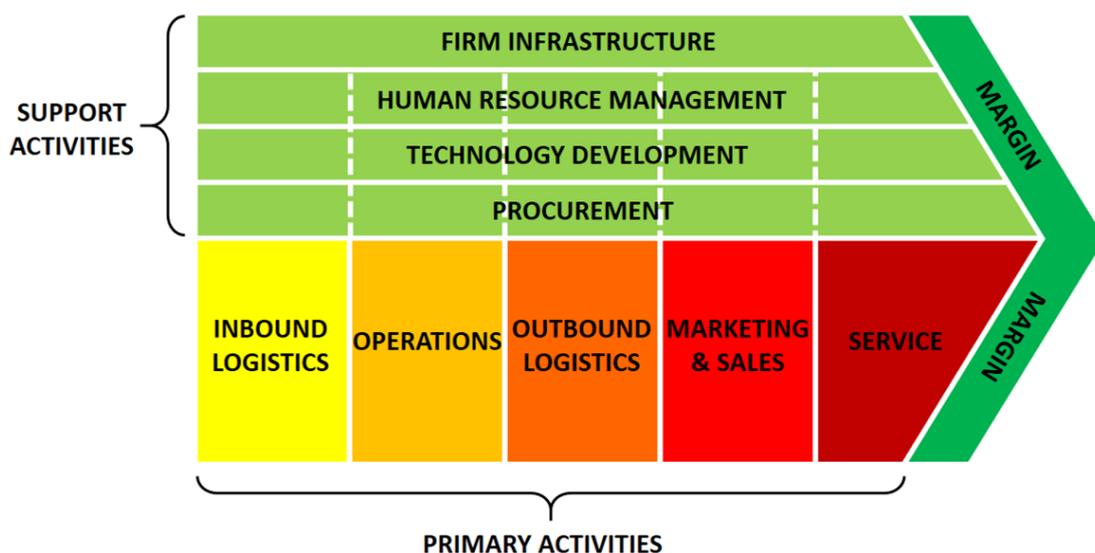


Figura 2: Elementi della Value Chain, fonte: <https://www.business-to-you.com/value-chain/>

Come si vede dall'immagine, il modello di Porter divide le attività di un'azienda in due gruppi: attività primarie e attività di supporto. Entrambe però sono necessarie per ottenere un margine, l'obiettivo finale di qualunque impresa.

1.3.1 Attività primarie

La catena del valore è composta da cinque attività primarie, attraverso le quali l'azienda può generare il vantaggio competitivo. Esse sono attività strettamente legate alla creazione fisica del prodotto e alla sua commercializzazione.

1. Logistica in entrata: Attività che comprende tutti i processi di gestione dei flussi di materiale in ingresso e all'interno dell'organizzazione. Si occupa dunque dei rapporti

con i fornitori e della movimentazione della merce proveniente da essi, includendo anche la gestione del magazzino.

2. **Attività operativa:** Si riferisce alle attività strettamente legate alla produzione di beni e servizi. Sono dunque considerate attività operative la trasformazione, l'assemblaggio, il montaggio, la manutenzione e il collaudo di un prodotto
3. **Logistica in uscita:** Attività che comprende i processi di gestione del flusso dei materiali in uscita dall'organizzazione. Si occupa della movimentazione della merce prodotta all'interno dell'azienda e diretta verso i clienti.
4. **Marketing e vendite:** Attività di promozione e di gestione del processo di vendita, si occupa di stabilire il prezzo di vendita dei prodotti finiti e dei canali attraverso cui distribuirli.
5. **Servizi:** Con questo termine M.Porter si riferiva ai servizi forniti dopo la vendita del prodotto finale, quindi tutte le attività che ora sono definite post vendita e attenzione al cliente.

1.3.2 Attività di supporto

Oltre alle attività primarie, vi sono quattro attività di supporto che qualora presenti incidono in modo determinante sul vantaggio competitivo. Sono processi che non contribuiscono in modo diretto alla creazione di un bene o un servizio, ma sono molto importanti perché esso porti a un margine.

1. **Approvvigionamenti:** Attività coinvolte nell'acquisto di risorse esterne necessarie per produrre degli output.
2. **Gestione delle risorse umane:** Si riferisce in generale a tutto ciò che è inerente con la gestione dei dipendenti di un'azienda. Questo comprende tutte le attività di ricerca, selezione, assunzione e formazione del personale.
3. **Sviluppo delle tecnologie:** Tutte le attività volte all'acquisizione e all'accrescimento delle conoscenze informatiche e tecnologiche, ma anche delle capacità procedurali e di processo dell'impresa.
4. **Attività infrastrutturali:** Si riferisce a tutte le attività che forniscono un supporto trasversale a tutti i processi aziendali, come la pianificazione strategica, la contabilità finanziaria, l'organizzazione amministrativa, e gli affari legali.

1.4 Logistica

Molto spesso nel parlare comune si confonde il termine logistica con quello di Supply Chain, quasi come se fossero sinonimi, ma evidentemente si tratta di un errore. Come visto nel capitolo precedente, la logistica non è altro che una parte della catena di approvvigionamento, sì fondamentale per il suo funzionamento ma che necessita di essere integrata con le altre attività primarie e di supporto. Infatti la differenza principale tra i due termini è proprio che la logistica è semplicemente una parte specializzata dell'intero processo della filiera: la catena di approvvigionamento si riferisce al flusso completo che coinvolge un prodotto dalla fornitura di materie prime fino alla sua vendita, mentre la logistica è l'insieme di attività che un'impresa compie per gestire i flussi di materiali, lo stoccaggio degli stessi e la distribuzione dei propri prodotti. Anche l'obiettivo che si pongono è diverso, per la gestione della supply chain si parla di creare vantaggio competitivo lungo tutta la catena, mentre la logistica punta a creare valore attraverso la piena soddisfazione del cliente migliorando il livello di servizio con una gestione degli ordini efficace. Inoltre anche l'ordine di grandezza delle entità che ne fanno parte è decisamente diversa, nella logistica solitamente si tratta di una sola organizzazione coinvolta mentre nella gestione della supply chain possono fare parte numerose aziende.

Dopo aver visto le differenze tra i due termini ed aver già definito la catena di approvvigionamento, è ora bene andare a definire cos'è la logistica e come si integra nella supply chain, ricordando che una logistica efficiente riduce i costi, fa risparmiare tempo, aiuta a soddisfare le richieste dei clienti e migliora la reputazione di un marchio, insomma è la chiave per gestire l'intera supply chain.

Il termine logistica deriva dal greco *logistikos*, che significava letteralmente tutto ciò che aveva un senso logico. Divenne però un termine d'uso comune nell'ambito militare, dove veniva usato per definire l'organizzazione dei viveri per le truppe e lo spostamento dei soldati da un luogo a un altro. Furono dunque i greci i primi a coniare il termine logistica, ma è con i romani che la logistica entra a tutti gli effetti a far parte dell'organizzazione militare con tanto di studi per ottimizzarla. Venne addirittura istituita la figura del logista da Giulio Cesare, ufficiali con il ruolo di responsabili degli approvvigionamenti. Con il passare dei secoli la logistica continua a evolversi ma restando sempre ancorata al solo ambito militare, raggiungendo l'apice con lo scoppio della Seconda Guerra Mondiale, in cui gli sforzi logistici

di movimentazione delle truppe e di materiale furono enormi e con una complessità mai raggiunta prima.

Dopo la fine del conflitto il concetto di logistica viene esteso anche al settore economico ed industriale, poiché con la ripresa dell'economia mondiale la richiesta di beni di consumo e materiali per la produzione industriale non era mai stata così alta e si pose per la prima volta la necessità di applicare i principi della logistica militare nella distribuzione di beni di uso comune. Inizialmente nel dopo guerra il ruolo della logistica era limitato all'organizzazione dei magazzini e dei trasporti poiché ciò che interessava in quel momento era solamente la logistica di distribuzione, cioè la distribuzione del prodotto finito.

A partire dagli anni Settanta la logistica industriale inizia una lenta ma inesorabile crescita, soprattutto le grandi aziende la integrano a tutti gli effetti nelle attività aziendali investendo nel suo sviluppo e mettendola al pari di altre attività in precedenza viste come più importanti. Ma è dagli anni Ottanta che la logistica si evolve e perfeziona ulteriormente, diventando una parte fondamentale della catena del valore di un'azienda. La grande differenza è che non viene più concepita solo come distribuzione e movimentazione di materiale, ma si inizia a parlare di gestione del materiale, integrando la logistica classica intesa come trasporto con la gestione del magazzino e delle scorte, rendendola in questo modo necessaria alla produzione. Vengono introdotte nuove logiche gestionali che ne rivoluzionano il senso, come ad esempio il Materials Requirements Planning (MRP), o il Just In Time (JIT), tecniche volte a garantire l'acquisizione, il movimento e la gestione di tutti i materiali al fine di assicurare il costante rifornimento alla produzione ottimizzando i costi.

Con l'arrivo degli anni Novanta entra prepotentemente nel mondo occidentale un nuovo sistema di produzione, che in Giappone, precisamente presso la Toyota, si iniziò a sviluppare già dagli anni 50 e portò ad una netta superiorità delle fabbriche nipponiche rispetto a quelle americane ed europee. La Lean Production, che rivoluzionerà il modo di concepire la produzione, ebbe anche un profondo impatto sulla logistica trasformandola da un insieme di attività operative a un sistema trasversale con l'obiettivo di rifornire in modo ottimale e senza sprechi una produzione snella. Senza una logistica perfettamente ottimizzata e in sintonia con la produzione e le altre attività aziendali, non sarebbe possibile rispettare i principi guida della Lean Production, nasce così il concetto di logistica integrata.

Si arriva quindi alle definizioni più attuali di logistica, ricordando però che così come nel corso degli anni cambiano i sistemi produttivi, cambiano anche i sistemi logistici e con essi, lo stesso significato di logistica.

Ad esempio citando l'Associazione Italiana di Logistica, viene definita così: «La logistica è l'insieme di tutti quei processi di ordine organizzativo, gestionale e strategico, interni ad un'azienda, dalla fornitura alla distribuzione finale dei prodotti».

Il Council of Logistics Management, organizzazione di professionisti statunitensi del settore logistico, fornisce una definizione più ampia: «La logistica è il processo di pianificazione, implementazione e controllo dell'efficiente ed efficace flusso e stoccaggio di materie prime, semilavorati e prodotti finiti e delle relative informazioni dal punto di origine al punto di consumo con lo scopo di soddisfare le esigenze dei clienti».

In entrambe le definizioni proposte, benché vi siano differenze nella formulazione, il significato generale che ha assunto il termine logistica negli ultimi anni appare uniforme e chiaro. Risulta evidente ad esempio come non si tratti solo più di trasporto di merci come veniva intesa nel passato, ma sono coinvolte molte più attività, dalla fornitura delle materie prime alla distribuzione del prodotto finale, fino al trasporto di contenitori vuoti passando dal processo di ordine ed eventualmente di gestione del reso.

Essendo un ambito sempre più ampio e in continuo sviluppo, risulta comodo distinguere la logistica in due grandi sottogruppi seguendo il modello della Value Chain di M.Porter visto in precedenza.

1.4.1 Logistica outbound

Attività coinvolte nel passaggio del prodotto dallo stabilimento di produzione all'utente finale, inizia dalla ricezione dell'ordine di un cliente e termina con la consegna del prodotto.

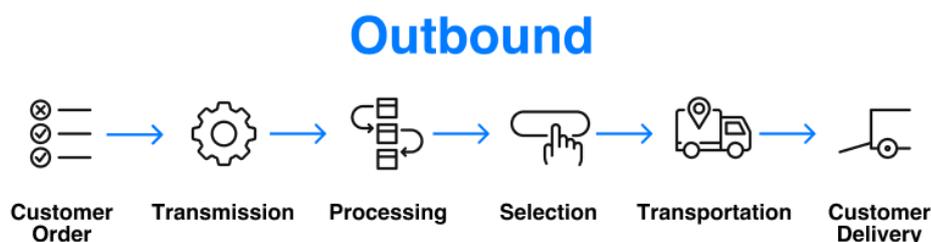


Figura 3: Logistica outbound, fonte: <https://vitolavecchia.altervista.org/>

Le attività principali della logistica outbound sono lo stoccaggio dell'inventario dei prodotti finali, l'imballaggio in vista della spedizione e il trasporto dei prodotti al punto di vendita, ma possiamo trovare tutte le seguenti:

- Gestione del magazzino e dello stoccaggio: Si tratta della gestione della merce necessaria per soddisfare la domanda, la conservazione di queste merci in modo sicuro e la sua organizzazione all'interno del magazzino;
- Gestione dell'inventario e preparazione ordine: Studio del posto migliore per immagazzinare le merci nel magazzino al fine una rapida evasione degli ordini, operazioni di prelievo e imballaggio degli ordini;
- Trasporto: attività operativa principale della logistica outbound, comprende svariati metodi di spedizione dei prodotti che variano a seconda del tipo di merce e della distanza. Inoltre è fondamentale consegnare in modo puntuale, con la quantità e la qualità richieste dal cliente;
- Canali di distribuzione: Gestione e controllo dei canali di distribuzione, i quali possono essere classificati in diretti (quando vendi direttamente ai tuoi clienti) e indiretti (quando vendi attraverso un intermediario come un grossista o un rivenditore);
- Consegna dell'ultimo miglio: Gestione della fase finale del viaggio di un ordine, riguarda l'ultimo tratto di spedizione e la consegna. L'ultimo miglio è di solito la parte più costosa e inefficiente della consegna (in media rappresenta il 40% dei costi complessivi della catena di fornitura), per questo motivo quasi sempre è data in outsourcing, ma nonostante questo rimangono delle responsabilità da parte dell'azienda e il costo del servizio è molto elevato. Questo succede perché ogni consegna richiede una gestione individuale andando recapitata ad un singolo indirizzo.

Prendendo come esempio un'azienda produttrice di auto, le attività svolte dalla logistica outbound sarebbero innanzitutto avere il giusto livello di inventario di automobili per poter soddisfare la domanda del mercato, dopo di che evasione dell'ordine con imballaggio degli autoveicoli e trasporto sicuro fino al punto di destinazione. Essendo una filiera molto complessa come detto in precedenza, il prodotto non viene consegnato direttamente al consumatore ma vi sono entità intermedie come grossisti e concessionari che si occupano della vendita al dettaglio, in questo caso la responsabilità della logistica outbound termina con la consegna ad essi, ma la

gestione della supply chain comprende tutte le fasi successive tra cui la post vendita e l'assistenza al cliente.

1.4.2 Logistica inbound

Tutte le attività di approvvigionamento e stoccaggio dei materiali necessari alla produzione, inizia dunque dai fornitori di terzo livello solitamente associati al rifornimento di materie prime e termina con l'entrata del materiale nel magazzino e la sua movimentazione verso le linee di produzione.

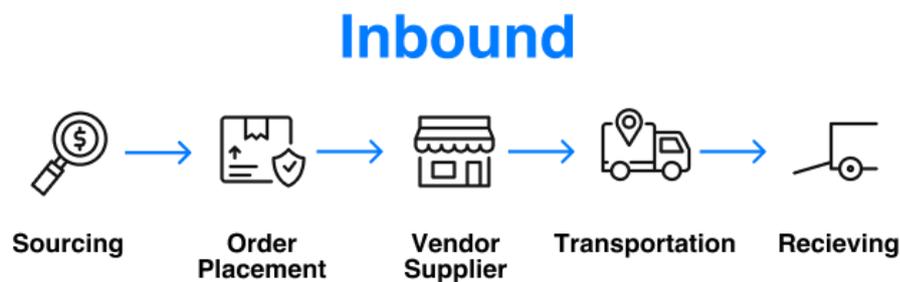


Figura 4: Logistica inbound, fonte: <https://vitolavecchia.altervista.org/>

Le attività principali della logistica inbound sono la gestione delle giacenze, il trasporto del materiale dai fornitori allo stabilimento, il controllo qualità e quantità del materiale in entrata e il rifornimento delle linee di produzione. Inoltre va specificato che non è importante la natura del materiale in ingresso in quanto si può trattare di materie prime come di prodotti finiti solo da assemblare.

Tutte le attività implicate nella logistica in entrata sono le seguenti:

- Ricerca e approvvigionamento: Comprende attività quali l'identificazione e valutazione di potenziali fornitori, mantenimento dei rapporti con gli attuali fornitori, ottenimento di preventivi e trattative con i fornitori;
- Ordine e acquisto: Fondamentale una accurata analisi dei materiali necessari alla produzione con previsioni sul futuro per mantenere sempre un livello adeguato di stock. Basandosi su esse, si procede con l'acquisto delle merci e dei materiali;
- Trasporto: Decisione del mezzo di trasporto (camion, aereo, treno, nave). Per prendere la decisione ci si basa su analisi costi benefici, a seconda dell'urgenza del pezzo, della distanza del fornitore e del costo associato al mezzo. Questa attività comporta anche la

stipula di contratti con vettori terzi e la collaborazione con i fornitori sul prezzo e sul percorso;

- Ricezione: Gestire l'arrivo dei nuovi materiali nello stabilimento, ovvero scaricare i camion assicurandosi che ciò che è stato inviato corrisponda all'ordine effettuato e che la documentazione sia in regola;
- Movimentazione dei materiali: Spostare le merci ricevute dalla banchina di scarico al magazzino, facendo attenzione a riporre il materiale nei posti assegnati;
- Stoccaggio e deposito: Gestione dei materiali prima che vadano alla produzione. Questa attività è responsabile di assicurarsi che gli articoli siano collocati in posizioni ottimali per essere estratti rapidamente e che siano soddisfatte le giuste condizioni di stoccaggio, mantenendo il materiale in buone condizioni senza che venga danneggiato. Inoltre si occupa dell'ultimo controllo del livello di stock, controllo visivo che la quantità di materiale in magazzino sia sempre corretta;
- Distribuzione interna: Invio dei materiali alla loro destinazione all'interno dell'azienda, solitamente si tratta delle linee di produzione e montaggio.
- Logistica inversa: Ritiro delle merci dai clienti in caso di resi, difetti del prodotto, problemi di consegna, riparazione e manutenzione. Inoltre, fa parte della logistica inversa il recupero di pallet e contenitori che spesso vanno restituiti ai fornitori o ripresi dai clienti.

2 Caso studio: SEAT

2.1 Descrizione azienda

2.1.1 *La storia*

Negli anni Cinquanta la Spagna era un paese molto arretrato e con pochissimi contatti con l'estero a causa della dittatura di Francisco Franco, ma nonostante questo iniziava ad essere necessaria la mobilità e non potendo importare automobili dall'estero l'unica possibilità era costruirle in casa. Il governo spagnolo decise dunque di cercare un partner estero, in quanto mancavano le conoscenze tecniche per essere totalmente autonomi, al fine di iniziare una produzione di automobili in territorio spagnolo sotto un contratto di licenza. Questa condizione permetteva a una compagnia estera di produrre in Spagna le proprie auto semplicemente cambiando il nome del marchio, mentre per il governo questo dava la possibilità di acquisire le conoscenze tecniche e di produrre internamente un bene che negli anni seguenti sarebbe stato fondamentale.

Nasce quindi ufficialmente il 9 maggio 1950 la SEAT (Sociedad Española de Automóviles de Turismo) da un accordo tra il governo spagnolo, che possedeva il 51% dello share, e la Fiat di Torino che entrò nella società con il 7% (il restante 42% era in mano di sette grandi banche spagnole). Tre anni più tardi viene inaugurato lo stabilimento di Zona Franca a Barcellona, da dove esce la prima auto realizzata dal brand iberico: la 1400, storico modello della Fiat marchiata con nome SEAT. Inizialmente lavoravano 925 operai nello stabilimento di Zona Franca per una produzione di 5 auto al giorno, con il mezzo che veniva praticamente solo assemblato in quanto i componenti arrivavano quasi tutti dall'Italia. Ma già a partire dal 1955 la nuova versione della SEAT 1400 viene prodotta quasi interamente in Spagna, seguendo il volere del governo di essere indipendenti, nonostante il mercato dei fornitori sia poco sviluppato e sia una vera impresa reperire tutto il materiale internamente, nove su dieci componenti provengono dalla penisola iberica. La crescita è molto più rapida di quanto ci si potesse aspettare e l'avvento della SEAT 600 nel 1957 coincide con un incremento notevole delle capacità produttive arrivando fino a diecimila macchine all'anno. La SEAT 600, che non era nient'altro che l'omonimo modello della Fiat, diventa immediatamente un simbolo e grazie ai

prezzi molto moderati in linea con i bassi redditi del Paese dà il via alla motorizzazione di massa in Spagna.



Figura 5: Fabbrica Zona Franca 1961, fonte: <https://www.newsauto.it/>

Gli anni Sessanta iniziano con una buona dose di ottimismo grazie alla crescita iniziata nel decennio precedente e all'ormai consolidata presenza nel mercato nazionale; perciò, nel 1964 viene lanciata la SEAT 800, una variante della ormai celebre 600 dotata di cinque porte e prima auto a non avere una corrispettiva nei listini Fiat. Questa auto contribuisce al miracolo economico spagnolo degli anni Sessanta diventando il primo mezzo di proprietà per migliaia di famiglie, ma soprattutto crea un precedente discostandosi dalla Fiat. La stessa cosa avviene infatti con la 124 e la 850, celebri modelli italiani, da cui però le versioni spagnole si differenziano offrendo sempre due porte in più. In quegli anni si raggiungono altri due grandi obiettivi: nel 1965 la prima esportazione all'estero precisamente in Colombia e nel 1968 la milionesima auto venduta.

Negli anni Settanta il Paese è in fermento e dal 1975 con la caduta della dittatura e l'apertura al resto del mondo anche la SEAT ne beneficia. In pochi anni la produzione impenna, nel 1974 si raggiungono i due milioni di vetture e nel 1976 si arriva già ai tre milioni. Questi grandi obiettivi vengono festeggiati con il lancio di nuovi modelli e grandi investimenti, come l'apertura del centro tecnico di Martorell, lo stabilimento di Pamplona e quello di El Prat de Llobregat.

Il nuovo decennio inizia con la presentazione nel 1980 della Panda, uno dei più celebri modelli della storia della Fiat e anche in Spagna si afferma come l'utilitaria più in voga, che dopo pochi anni diventa SEAT Marbella con un design più moderno e diretta ai giovani che per la prima volta diventano un target di mercato. Ma dopo due anni si rompe il legame tra la SEAT e la Fiat in seguito al rifiuto di quest'ultima di investire altri soldi nel marchio spagnolo. Il governo spagnolo entra in trattativa quindi con altre case costruttrici perché nonostante gli ottimi risultati SEAT è ancora troppo piccola per sopravvivere da sola e il 30 settembre 1982 viene firmato un accordo di collaborazione con Volkswagen. Per la casa di Wolfsburg la SEAT rappresenta l'occasione per estendersi sul mercato spagnolo e ampliare il gruppo come già fatto in precedenza con Audi, così che inizialmente sottoscrive solamente una collaborazione per poi arrivare a rilevare il 75% della SEAT nel 1986. Nel frattempo, nel 1984 la SEAT realizza per la prima volta un'automobile senza alcun supporto della Fiat, si tratta dell'Ibiza, modello iconico che tuttora è il più venduto della compagnia fino ad oggi ed è già arrivato alla quinta generazione. Ha un design italiano firmato Giorgetto Giugiaro, motori Porsche ed è interamente costruita in Spagna. Nel 1989 inizia la costruzione dello stabilimento di Martorell, lanciando una nuova era per l'intera compagnia.



Figura 6: La prima SEAT Ibiza del 1984, fonte: <https://www.SEAT-italia.it/>

Nel 1990 la SEAT diventa completamente parte del gruppo Volkswagen con l'acquisto del 99,99% della SEAT e vengono lanciati nuovi modelli in collaborazione proprio con il gruppo tedesco sull'esperienza dell'Ibiza. Ad esempio la Toledo che si ispira alla Golf, l'Alhambra

frutto della collaborazione tra Volkswagen e Ford, e in particolare la Leon che doveva inizialmente essere costruita dalla Skoda (casa costruttrice ceca sempre del gruppo VW⁶) ma poi ritenuta con un design “troppo italiano” per il pubblico ceco essendo stata disegnata da Giugiaro e per questo venne prodotta da SEAT ottenendo grandissimi consensi oltre a diventare il secondo modello più prodotto della storia di SEAT. Questi nuovi modelli a partire dal 1993 potevano essere costruiti nel nuovo grande stabilimento di Martorell, terminato dopo quattro anni di lavoro e circa 1.47 miliardi di euro di spesa che divenne la nuova sede della SEAT.

Già negli anni Novanta nasceva SEAT Sport e si vendevano i primi modelli con motore Cupra, ma è con il nuovo millennio che si sviluppa sempre di più questo segmento insieme a quello dei SUV, mantenendo però sempre intatta l’anima di mobilità democratica e quindi con un core business in modelli accessibili al grande pubblico. Negli anni 2000 il marchio vive i primi anni di crisi anche a causa della flessione generale del mercato, si vendono troppi pochi modelli per essere sufficientemente redditizi. La svolta arriva proprio grazie ai nuovi modelli e alla ricerca di nuovi segmenti di mercato, si punta sulle Leon e Ibiza di terza generazione che restano macchine di media fascia ma dal design più sportivo e allo stesso tempo si sviluppa sempre di più il marchio Cupra. Il rilancio di SEAT è dovuto anche alla nuova gamma di SUV a prezzi moderati e infatti nel 2016 viene presentato il primo, la SEAT Ateca che viene seguito negli anni successivi dall’Arona e dal Tarraco.

Negli ultimi anni la strategia della SEAT va principalmente verso due direzioni, puntare a diversificare maggiormente l’offerta per riempire spazi sempre più ampi di mercato e sviluppare rapidamente l’elettrico in vista di un’economia sempre più green. In quest’ottica nel 2018 il marchio sportivo Cupra diventa indipendente e con esso si vogliono raggiungere nuovi clienti. Inizialmente venivano prodotte solo versioni Cupra di modelli SEAT preesistenti, ma nel 2020 esce il Formentor, il primo modello interamente prodotto da Cupra, seguito l’anno seguente dal Cupra Born.

⁶ Abbreviazione di Volkswagen



Figura 7: Cupra Born, Formentor, Leon e Ateca, fonte: <https://auto.everyeye.it/>

Proprio la Born è il primo modello interamente elettrico della Cupra, così come la SEAT Mii Electric uscito l'anno precedente è il primo per la SEAT, e a dimostrazione dell'impegno dell'azienda per l'ambiente negli ultimi due anni sono anche uscite linee di monopattini e scooter completamente elettrici. Infatti lo stabilimento di Martorell è stato scelto come centro di sviluppo di tutto il gruppo Volkswagen per quanto riguarda l'ambito della micromobilità, al fine di ampliare le conoscenze tecniche nelle soluzioni di mobilità urbana, un settore ancora poco sviluppato e in cui potrebbe SEAT essere pioniera rispetto alle altre grand case costruttrici.

2.1.2 Il presente

Ad oggi SEAT è la più importante azienda che si occupa di produzione in Spagna, nonché l'unica casa automobilistica che disegna, sviluppa, produce e commercializza auto nel Paese. I risultati economici e produttivi nel 2019, anno prima della pandemia di COVID-19, erano straordinari:

- Primo investitore industriale in Ricerca e Sviluppo del Paese, ha destinato 1259 milioni di euro in R&D⁷, di cui 27 milioni di euro destinati a iniziative sostenibili;
- Rappresenta l'1% del PIL nazionale con un fatturato di 11,157 miliardi di euro;

⁷ Abbreviazione di Research and Development

- Si posiziona al primo posto tra le aziende esportatrici del Paese concorrendo con un 3% al totale degli export annui, con l'81% delle vetture prodotte destinate all'estero che generano un volume di affari di 9,014 miliardi di euro all'anno;
- Oltre 15.000 persone lavorano in SEAT, generando circa 100.000 posti di lavoro complessivi se si considera l'effetto moltiplicatore sull'indotto;
- Lo stabilimento di Martorell è la fabbrica che produce il maggior numero di automobili in Spagna e la seconda in Europa riuscendo a raggiungere nel 2019 una produzione di 500.005 veicoli;
- Record di vendita nel 2019 con 574.078 veicoli venduti in 75 paesi del mondo, con l'Europa come primo mercato ma non solo e Germania, Spagna, UK mercati principali.

Nel 2020 a causa della pandemia di COVID-19 sono state prese rigide misure sanitarie che hanno portato a una forte contrazione dell'economia globale, ad esempio l'Unione Europea in media ha registrato un calo del PIL del 6,8%, mentre la Spagna si è trovata nella sua peggiore crisi economica di sempre con una contrazione del PIL dell'11%. Ma il 2020 è stato un anno impegnativo soprattutto per l'industria automobilistica, infatti secondo i dati della società di consulenza E&Y, le entrate globali del settore sono diminuite di circa il 40% nel secondo trimestre 2020, con un calo del volume di affari di più di 176 miliardi di euro.

In questo quadro ovviamente si inserisce anche la SEAT, la quale ha dovuto chiudere la produzione per tre mesi, con evidenti conseguenze. In particolare, nelle seguenti immagini 8 e 9 si nota il drastico calo nella produzione e nelle vendite, in parte sopperito dagli ultimi due trimestri dell'anno in cui sono stati fatti grandi sforzi per recuperare parte delle perdite causate dalla chiusura forzata della produzione.

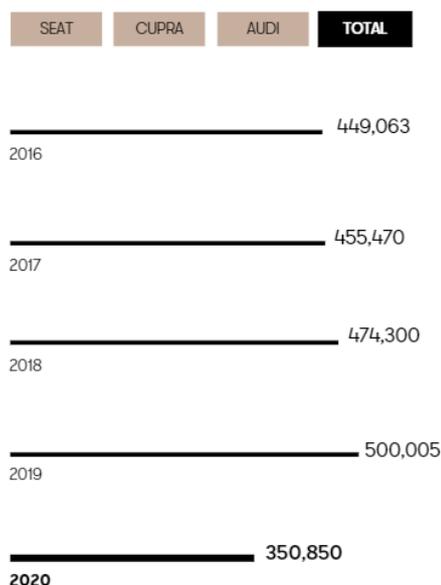


Figura 8: Storico produzione Martorell,
 fonte: <https://SEAT.cegeglobal.com/annual-report-2020>

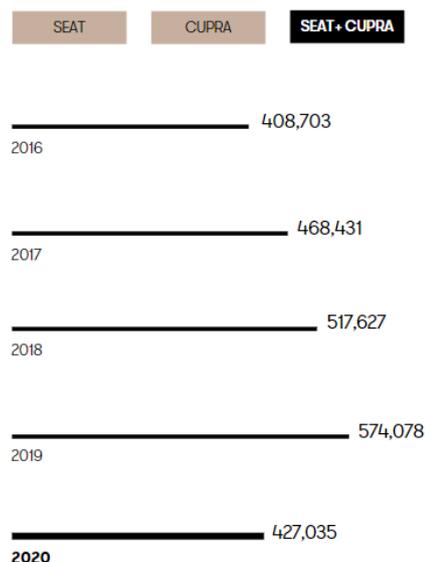


Figura 9: Storico vendite SEAT e Cupra,
 fonte: <https://SEAT.cegeglobal.com/>

A fine 2020 il fatturato si attesta sugli 8,784 miliardi di euro con una netta diminuzione del 21,3% rispetto all'anno precedente. Inoltre la flessione nelle vendite non poteva che riflettersi sui risultati economici e il bilancio, dove al crollo del fatturato si aggiunge una perdita al netto d'imposte di € 194,2 milioni contro l'utile di € 345,6 milioni del 2019.

2.2 Supply Chain in SEAT

Uno dei punti di forza di SEAT e in generale di tutto il gruppo Volkswagen è l'efficiente rete di approvvigionamento, sicuramente molto complessa per via del gran numero di fornitori e degli stessi stabilimenti del gruppo, ma sempre in via di sviluppo e in ricerca di un costante miglioramento. Nello stabilimento di Martorell si producono la SEAT Ibiza, Arona, León, Cupra Formentor e l'Audi A1, mentre altri modelli come Alhambra, Toledo e Mii sono prodotte all'estero in altri impianti VW. Questo significa che il traffico tra i vari stabilimenti del gruppo è frequente e lo scambio di materiale è continuo, così come con gli altri due stabilimenti presenti nel territorio catalano, SEAT Zona Franca e SEAT Components di El Prat de Llobregat che

quotidianamente inviano pezzi e componenti per l'assemblaggio a Martorell e ad altri stabilimenti VW. Dunque per la supply chain di SEAT risulta fondamentale il collegamento tra questi tre impianti, poiché a settimana ben 188.000 parti che rappresentano il 50% circa dei prodotti del reparto carrozzeria di Barcellona e l'11% della totale fornitura in entrata nello stabilimento di Martorell arrivano dagli stabilimenti di Barcellona, mentre in un anno più di 100.000 nuovi veicoli ovvero il 23% della produzione totale dello stabilimento vengono trasportati da Martorell al porto di Barcellona. Per questo motivo questi 40 chilometri che separano gli stabilimenti vengono coperti quotidianamente da due treni, il Cargometro e l'Autometro, che consentono un notevole risparmio di tempo, di denaro e di emissioni di anidride carbonica.

Oltre ai collegamenti con la rete ferroviaria interna, la SEAT riceve materiale e invia automobili con numerosi mezzi, principalmente per traffico su strada ma anche con metodi alternativi. Riguardo al traffico su strada i fornitori vengono divisi principalmente in due gruppi: fornitori vicini geograficamente a Martorell che sono circa mille e utilizzano la consegna Just in Time, fornitori più lontani che devono pianificare con anticipo la consegna. In entrambi i casi però il materiale deve passare dalla torre di controllo, dove si monitorano i camion e i singoli pezzi che stanno trasportando, in modo che ogni singolo pezzo sia sempre geolocalizzato. Questo avviene perché ogni fornitore trasmette la lista dei pezzi che invia a una piattaforma usata da SEAT e quando il camion parte, l'autista invia informazioni sulla sua posizione attivando un'applicazione sul suo smartphone. In questo modo il team logistico della SEAT ha realmente una visione d'insieme in fabbrica sapendo sempre dove si trova ogni pezzo, sia all'esterno dello stabilimento sia dentro di esso.

Come già detto in precedenza, oltre ai già citati metodi classici di trasporto come treno, nave, camion e talvolta anche aereo, la rete di approvvigionamento di SEAT si conferma all'avanguardia e sempre in cerca di innovazione ricercando soluzioni alternative e a basse emissioni. Esempi significativi di queste strategie di trasporto adottate negli ultimi anni sono:

- Espansione della flotta di gigatrailer e duotrailer. L'azienda sta ampliando le rotte in cui le merci vengono trasportate utilizzando gigatrailer e duotrailer, i due camion più grandi e lunghi che operano sulle strade europee, con dimensioni quasi doppie rispetto ai camion standard (rispettivamente 25,25 metri e 31,75 metri) e soprattutto capacità decisamente superiori (fino a 60 e 70 tonnellate). Il loro utilizzo permette di ridurre le

emissioni di CO₂ fino al 30% e di ridurre del 25% i costi di logistica. SEAT è una pioniera in questo campo e ha già stabilito sei rotte operative con questo tipo di veicoli con altre tre che verranno implementate a breve. Sta inoltre cercando di collegare con questi mezzi SEAT Martorell, VW Navarra e VW Portogallo e sono state trovate oltre cinquanta possibili rotte potenziali solo nella penisola iberica.



Figura 10: Duotrailer in marcia, fonte: immagine interna SEAT

- Utilizzo di AGV⁸ nelle aree esterne. Nel 2020 SEAT è stata la prima azienda di produzione in Europa ad utilizzare veicoli a guida automatica anche nelle aree esterne, utilizzando i robot che da sempre erano solo destinati ad ambienti interni come magazzini o linee di produzione. Gli otto nuovi AGV destinati al trasporto all'aperto, che si aggiungono ai 200 AGV già presenti che forniscono pezzi all'interno degli stabilimenti di Martorell e Barcellona, contribuiscono a ottimizzare i processi produttivi e logistici. Sono dotati di sistemi di navigazione SLAM (localizzazione e mappatura simultanea che permette di non usare binari e bande magnetiche), connessione 4G e batterie elettriche che si caricano per induzione, inoltre ognuno di essi è in grado di trasportare fino a 10 tonnellate di peso. Nel complesso, gli otto AGV percorrono 240 chilometri al giorno e permettono all'azienda di evitare 1,5 tonnellate di CO₂ all'anno,

⁸ Automated Guided Vehicles: “è un macchinario senza conduttore umano utilizzato in vari settori produttivi o di servizio per spostare prodotti (finiti o semilavorati) o equipaggiamenti. Si differenzia da un veicolo a guida autonoma per il fatto che non calcola in modo dinamico i percorsi da seguire, ma ha dei tracciati programmati da cui non può discostarsi”. Definizione da AGVE Italia

poiché sostituiscono l'uso di camion su questi percorsi. Permettono quindi un approvvigionamento più efficiente dal punto di vista operativo ed economico, riducendo l'accumulo di scorte e il traffico di veicoli all'interno della fabbrica.

- Fornitura di pezzi tramite droni. Forse la più innovativa tra le nuove tecniche di rifornimento adottate da SEAT, si basa sull'utilizzo dei droni per la fornitura rapida di parti tra la fabbrica di Martorell e i fornitori vicini, rendendolo il primo impianto spagnolo a ricevere componenti tramite questo tipo di trasporto. L'utilizzo di droni migliora la flessibilità delle linee di produzione grazie alle consegne veloci (per alcuni fornitori si passa da 90 minuti in camion a 15 con il drone) e inoltre si è iniziato anche a combinare il loro uso con l'intelligenza artificiale e le tecnologie di comunicazione 5G, così da integrare ancora più rapidamente tutte le informazioni.



Figura 11: Trasporto pezzi con drone, fonte: <https://www.prnewswire.com/>

2.3 Processi logistica inbound in SEAT

Nel primo capitolo sono state trattate le attività che apportano valore a un'azienda e che dunque fanno anche parte della sua supply chain, tra queste la logistica e in particolare la logistica inbound. All'interno della SEAT la suddivisione della logistica è simile a quella descritta da Porter, ma con una differenza: oltre alla distinzione tra logistica inbound e outbound

si aggiunge una terza categoria, la logistica inhouse, che tradizionalmente sarebbe compresa nella logistica inbound ma a causa delle dimensioni dell'azienda e della grande movimentazione di materiale interna viene separata. Le funzioni del dipartimento di logistic inbound di SEAT perciò hanno inizio con l'invio dell'ordine al fornitore e l'entrata dei pezzi nello stabilimento, lasciando al dipartimento di inhouse tutti i compiti di movimentazione interna del materiale dal magazzino alle linee.

Ora verrà presentato il processo logistico interno del dipartimento di inbound, responsabile dell'ordine e della ricezione del materiale, mostrando sia la procedura di gestione del processo logistico presente all'inizio, sia la situazione del processo migliorato, essendo ciò il vero punto di partenza del progetto che verrà trattato in seguito.

2.3.1 Processo iniziale

Il processo che aveva luogo in passato era molto semplice e manuale e per questo presentava anche grande potenziale di miglioramento. I responsabili dell'approvvigionamento erano incaricati di ordinare i pezzi necessari per rifornire le linee evitando fermi di produzione consentendo di produrre nel modo più efficace ed efficiente possibile. La quantità di pezzi veniva determinata direttamente dalla produzione, che era il dipartimento che controllava lo stock durante tutto il processo. Una volta individuata l'esigenza di pezzi, i responsabili dell'approvvigionamento tramite l'ufficio acquisti che si occupa delle trattative contattavano il fornitore, inviandogli l'ordine dei materiali desiderati insieme alla data di consegna prevista. Dopodiché il fornitore inviava queste informazioni al vettore almeno 12 ore prima dell'orario di carico. Infine, il corriere ritirava il materiale presso il fornitore e si occupava di consegnarlo integro e in buono stato allo stabilimento di Martorell, cercando di rispettare le date concordate. Da notare come sia il vettore a decidere quale materiale raccogliere e come suddividerlo dentro il camion.

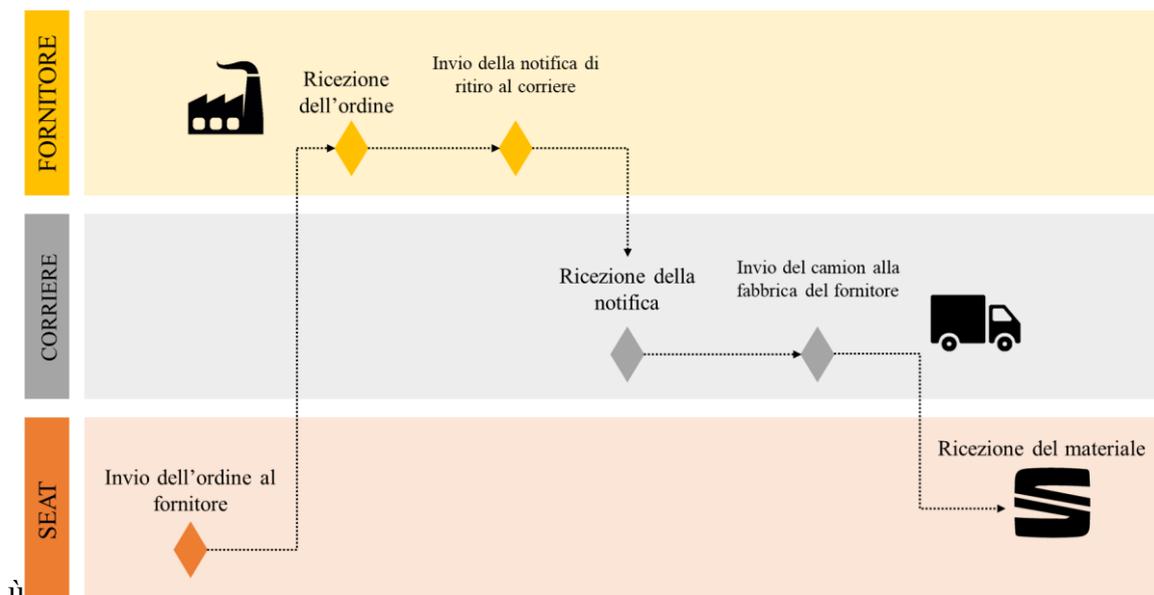


Figura 12: Processo iniziale logistica inbound, fonte: interna SEAT

2.3.2 Processo migliorato

Durante quel periodo si iniziarono degli studi per vedere come ottimizzare i percorsi per avere un livello di riempimento dei camion sempre più alto, implementando nuovi programmi e processi con l'obiettivo di essere più efficienti in questo campo della logistica.

Il principale cambiamento è stato realizzato proprio nell'ambito del carico e del trasporto dei materiali. Inizialmente, il processo di carico aveva un ampio margine d'ottimizzazione poiché non era disponibile alcun programma di pianificazione del carico e per questo restava molto spazio disponibile all'interno dei camion. Per rispondere a queste esigenze è stato implementato un sistema di ottimizzazione del carico dei camion, tenendo conto dei criteri di volume e del fattore di compattazione delle merci. Questo sistema si chiama SAP TM⁹ e si va a integrare completamente con il sistema attuale, coprendo i seguenti processi:

- Ottimizzazione dei carichi dei camion dei fornitori gestiti da SEAT;
- Pianificazione dei trasporti;
- Automazione del clustering dei materiali.

⁹ Sap Transportation Management, sistema gestionale di SAP per ridurre la complessità dei trasporti integrando la gestione della flotta e della logistica in tutta la rete aziendale.

All'interno del processo principale sono però presenti altri sottoprocessi, che sono nient'altro che altri progetti da integrare con SAP TM per ottenere il perfetto funzionamento del nuovo software gestionale:

- MaterialstromClustering (MSC). Viene effettuata una preselezione dei fornitori. Inoltre, vengono messi in relazione tra loro i fornitori in base alle loro caratteristiche (cluster).
- Staurumplaner (SRP). Questo progetto mira a migliorare la pianificazione e l'ottimizzazione dei carichi dei camion. Cerca inoltre di modificare le quantità richieste in base al calcolo effettuato dall'MRP¹⁰ per avere un trasporto ottimale.
- Reporting. Vengono creati report e KPI per il monitoraggio e il controllo dei diversi processi logistici.
- Integrazione tra vecchio sistema gestionale e SAP TM. Si cerca un'integrazione ottimale dei processi definiti con il sistema precedente e il sistema attuale (SAP TM).



Figura 13: Sottoprocessi per il nuovo SAP TM, fonte: interna SEAT

Una volta implementati i progetti necessari per migliorare la precedente situazione nella logistica inbound, è stato definito il processo attuale.

¹⁰ L'MRP, o Material Requirements Planning, è un sistema di gestione della produzione che si basa sul controllo delle scorte. Attraverso il coordinamento dei flussi di materiali e l'assegnazione dei tempi di produzione delle risorse, l'MRP decide quando fare gli ordini per evitare interruzioni del processo produttivo.

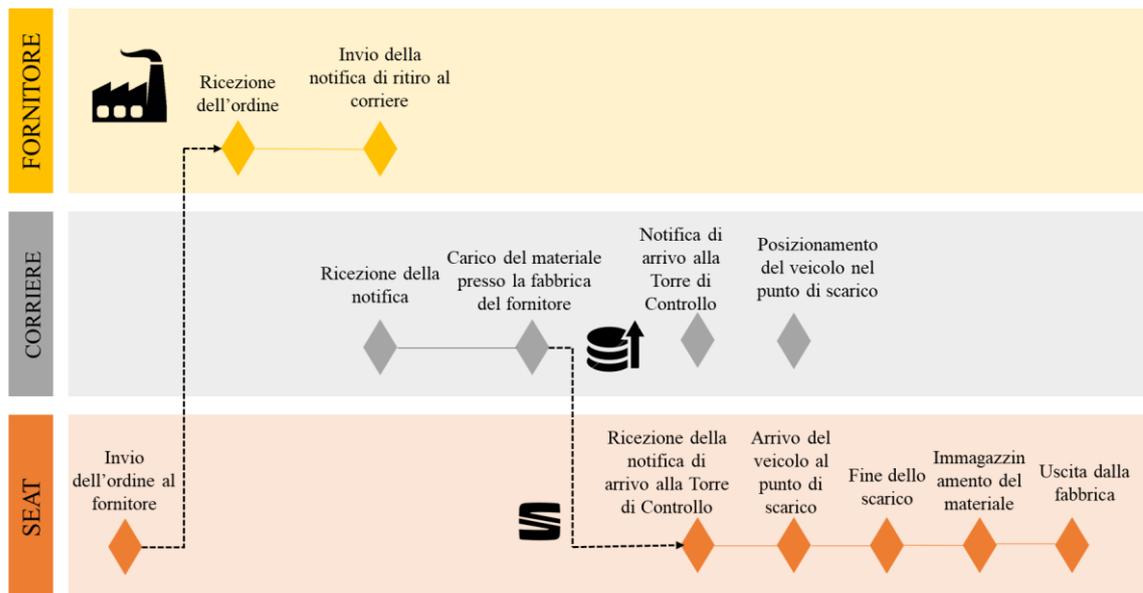


Figura 14: Processo migliorato logistica inbound, fonte: interna SEAT

I responsabili dell'approvvigionamento continuano ad essere centrali nell'ordine dei pezzi necessari per la produzione, ma in questo passaggio avviene il principale cambiamento: il dipartimento di produzione smette di partecipare al processo, lasciando questo ruolo al programma MRP. Il Material Requirements Planning è il programma responsabile di definire i pezzi necessari per la produzione e calcola le esigenze che esisteranno in base allo stock disponibile in fabbrica. Vengono prese in considerazione le quantità di pezzi e le date di risposta dei fornitori e si può stimare il tempo necessario per arrivare allo stabilimento SEAT. Le informazioni ottenute dal programma MRP vengono poi passate a SAP TM che diventa a questo punto il responsabile dell'analisi delle necessità risultanti.

Bisogna ora sapere quanti camion saranno necessari per il trasporto, in base al numero e al tipo di contenitori e parti presenti. Il SAP TM tiene conto dello spazio occupato da ogni pezzo con il rispettivo contenitore ed effettua simulazioni per ottenere un risultato il più vicino possibile alla realtà. Tutte queste informazioni vengono utilizzate per cercare di raggiungere un carico ottimale del camion (oltre l'89% di riempimento). Inoltre, i responsabili dell'approvvigionamento devono monitorare lo stock minimo esistente, in quanto deve essere sempre coperto e nel caso ci fosse il rischio di terminarlo ricorrere a consegne urgenti. Tuttavia, il controllo finale e l'acquisto dei pezzi sono definiti dall'ufficio acquisti.

Una volta che l'ufficio acquisti ha completato il suo lavoro, il fornitore invia una nota di ritiro tramite EDI al vettore, con 12 ore di anticipo sull'ora di carico. Il corriere raggruppa i

materiali e i colli in base ai loro criteri e ai diversi ordini, ricordando che però ogni pezzo ha particolari esigenze di confezionamento che vanno comunicate al corriere. Una volta presi in considerazione i colli, i loro volumi e le date di consegna, sistema i contenitori all'interno dei camion destinati alla fabbrica e infine pianifica la consegna.

Nel momento in cui il corriere parte in direzione della fabbrica SEAT è tenuto a comunicare con una trasmissione EDI l'orario di arrivo previsto alla Torre di Controllo, oltre alla bolla elettronica con tipo di materiale e contenitori e altra documentazione richiesta. Raggiunta la SEAT il camion passerà attraverso la Torre di Controllo dove deve essere consegnata anche la bolla fisica e si dirigerà presso la banchina di scarico assegnata. A questo punto il compito torna ad essere della SEAT che si occupa dello scarico e immagazzinamento del materiale, una volta terminato il camion è libero di lasciare lo stabilimento.

Nel seguente capitolo verrà spiegato in dettaglio la suddivisione in cluster e cosa cambia tra i tre gruppi principali che si trovano, ma ora va specificato che anche a livello di processo logistico ci sono differenze a seconda del cluster in oggetto. In realtà per SEAT il processo è sempre il medesimo, ma per il fornitore e il vettore questo cambia a seconda del cluster poiché si complica un po' se il materiale deve essere raggruppato in un centro di consolidamento prima della spedizione o se è necessario che il corriere passi a ritirare da più fornitori per riempire il camion, mentre in caso di spedizione diretta con un unico camion il processo si semplifica e anche la tariffa resta fissa. Se per la SEAT questi cambiamenti hanno certamente apportato notevoli miglioramenti riducendo i tempi e i costi, ci possono essere alcune inefficienze per il vettore, che per coprire il costo dovuto a sprechi come perdite di tempo o tragitti più lunghi per recuperare tutto il materiale, può aumentare il prezzo della tariffa. Inoltre, nonostante i contratti a lungo termine con un vettore innescano maggiori prestazioni e stabilità, sia per il vettore così come per SEAT, i prezzi dell'economia mondiale sono fluttuanti (pedaggi, benzina), quindi le tariffe stabilite potrebbero cambiare in caso di importanti modifiche delle rotte prestabilite.

3 Progetto Milk Run: premesse iniziali

Dopo aver visto nei capitoli precedenti il contesto intorno al quale si sviluppa il progetto, si inizia ora a trattare nello specifico il progetto Milk Run, tema centrale di questo elaborato. La problematica che si vuole risolvere è una sola ed è ridurre i costi e le emissioni di CO₂ ottimizzando il carico dei camion e riducendone al minimo i viaggi. Per raggiungere questo obiettivo e poterlo risolvere operativamente, sono necessari alcuni strumenti sia di carattere teorico che pratico. Questi strumenti fondamentali per la risoluzione finale verranno illustrati proprio in questo capitolo ed anche se possono sembrare in qualche modo scollegati tra loro, in realtà sono strettamente interconnessi e ugualmente importanti.

Si inizierà trattando il tema dei cluster industriali analizzando in modo teorico cosa si intende con questo termine, la particolarità dei cluster logistici e come avviene la suddivisione in questo specifico progetto. Nella seconda parte si prosegue con un altro strumento teorico, descrivendo la logica dietro alla teoria Milk Run con gli algoritmi utilizzati per definire le rotte ottimizzate. Dopodiché si passa agli strumenti pratici utilizzati per svolgere il progetto, iniziando con un approfondimento sulla Business Intelligence e nello specifico il software PowerBi, mezzo utilizzato per svolgere numerosissimi compiti, tra cui anche la suddivisione dei fornitori in cluster logistici. Infine, si conclude con la pianificazione e la gestione del progetto, in cui vengono utilizzati strumenti generici di gestione di progetto come analisi GANTT e PERT.

3.1 Suddivisione in cluster logistici

3.1.1 *Cluster industriali e diamante di Porter*

Il termine cluster in un ambito industriale, si riferisce a concentrazioni settoriali e geografiche di imprese ed è stato coniato per la prima volta da M. Porter nel 1990 e poi ripreso nella sua opera *il vantaggio competitivo delle nazioni* del 1998 definendolo “un’agglomerazione geografica di imprese interconnesse, fornitori specializzati, imprese di servizi, imprese in settori collegati e organizzazioni associate che operano tutti in un particolare campo, e caratterizzata dalla contemporanea presenza di competizione e cooperazione tra

imprese". Sempre nella stessa opera del 1998 M. Porter afferma che "i vantaggi competitivi duraturi in un'economia globale risiedono sempre più in cose locali - conoscenza, relazioni e motivazione che i rivali lontani non possono eguagliare". Il cluster industriale deve infatti la sua forza all'efficienza collettiva, basata sulla presenza *in loco* di manodopera e fornitori specializzati e la rapida diffusione di conoscenza oltre che alle varie forme di collaborazione sia tra singole aziende o gruppi di imprese concorrenti sia con fornitori o clienti.

Gli obiettivi principali di un cluster industriale sono:

- Aumentare la produttività e l'efficienza delle aziende che ne fanno parte;
- Ridurre i costi totali;
- Promuovere l'innovazione;
- Stimolare la creazione di nuova domanda.

Nel modello di cluster teorizzato da Porter esistono relazioni orizzontali, tra aziende collegate tra loro con lo stesso mercato in comune (concorrenza locale e servizi complementari), e relazioni verticali, basate sul rapporto tra fornitori, acquirenti e venditori. A queste si aggiungono sei attributi conosciuti come Diamante di Porter, un modello economico utilizzato per individuare i fattori chiave che creano un vantaggio competitivo. Inizialmente, l'idea del diamante era concepita come un metodo di analisi per i paesi in via di sviluppo e in generale per gli stati, ma Porter si rese conto che era applicabile a società e piccole aree, tra cui i cluster industriali.

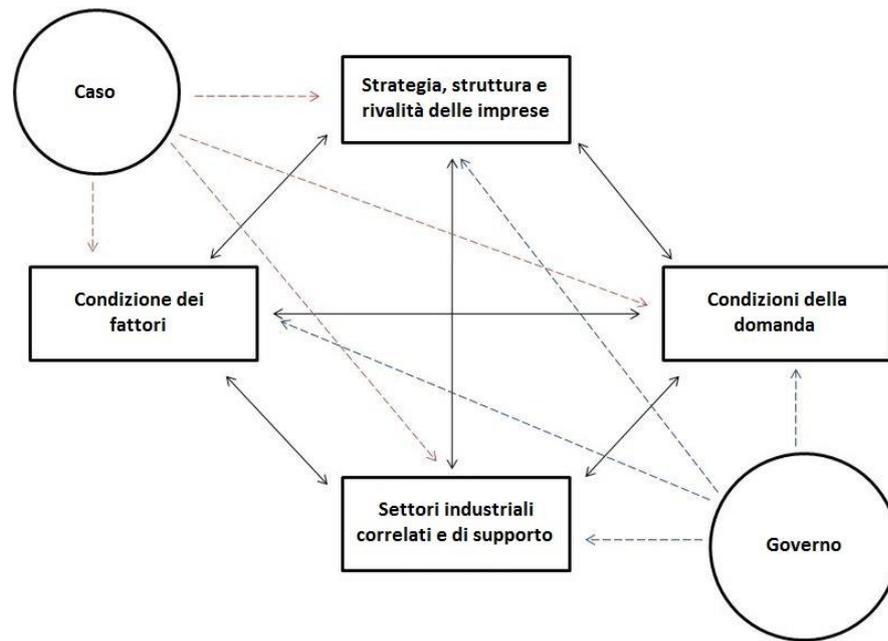


Figura 15: Diamante di Porter, fonte: https://it.wikipedia.org/wiki/Diamante_di_Porter

- Condizioni dei fattori: si riferiscono ai fattori di produzione, che possono essere fattori di base come le risorse naturali, il clima, la posizione geografica, e fattori avanzati come la mano d'opera qualificata, l'infrastruttura digitale, know-how e condizioni di lavoro.
- Condizioni della domanda: descrivono il tipo di domanda interna per prodotti o servizi di un'industria. L'analisi della composizione della domanda consente alle aziende di creare il proprio mercato rispondendo al consumatore, ad esempio nel caso di un cluster è importante sviluppare una forte domanda interna a livello regionale.
- Settori industriali correlati e di supporto: sono considerate in questo attributo le aziende che forniscono prodotti complementari o servizi di supporto. L'esempio più importante è il caso della logistica, che può anche essere considerata come un cluster industriale a sé stante come si vedrà in seguito, ma ad ogni modo collabora a stretto contatto con qualunque cluster industriale condividendo tanto risorse tangibili come l'infrastruttura logistica o risorse non tangibili come efficienza nei processi, know-how ed esperienza nei processi.
- Strategia aziendale, struttura e rivalità: Questo punto riguarda l'intensità con cui il mercato costringe le aziende a competere con la concorrenza in modo innovativo e globale. Si determinano le condizioni di un cluster in base a come le aziende sono organizzate e guidate, come cooperano e come la concorrenza interna si presenta. La

concorrenza porta ad una pressione tangibile sull'impresa con lo scopo di abbassare i costi, migliorare la qualità e l'innovazione.

- Governo: Questi ultimi due punti sono stati aggiunti in seguito, ma hanno un'importanza sempre più grande. Infatti, le misure prese dal governo possono influenzare i quattro fattori precedenti attraverso azioni, leggi e scelte politiche. I regolamenti e le politiche del governo giocano un ruolo cruciale nel funzionamento e nel successo di qualsiasi cluster.
- Caso: Il fattore casualità gioca un ruolo importante, alterando le quattro condizioni principali nel modello a diamante, senza che le aziende abbiano nessun tipo di controllo su tali eventi, sia con eventi più comuni come variazioni dei tassi di cambio o decisioni prese da governi stranieri, sia con eventi più rari come catastrofi naturali o la pandemia attualmente in corso.

3.1.2 Cluster logistici

I cluster logistici sono un insieme di aziende che si riuniscono per condividere competenze e know how, accomunate da vicinanza geografica e stessa rete logistica. Si possono trovare nella maggior parte dei casi vicino ai principali mercati di consumo o in prossimità di porti e aeroporti, ospitano una vasta gamma di imprese tra cui i fornitori di servizi logistici, le società di distribuzione e i trasportatori di merci. Si definisce cluster logistico non solo un insieme di aziende che si occupano di logistica, ma l'elemento che le lega certamente è il collegamento alla medesima rete logistica. Proprio nel trasporto merci il cluster logistico è molto importante per la saturazione delle infrastrutture, in quanto consente di garantire l'efficienza della catena di approvvigionamento, evitando un'interruzione in essa e che le consegne vengano effettuate nei tempi previsti. Per questo motivo molte supply chain globali beneficiano della flessibilità operativa e delle efficienze di distribuzione fornite dai cluster logistici.

Il vantaggio principale dato dai cluster logistici è che muovendo grandi volumi di merci rendono possibile ottenere economie di scala e grazie ad esse i trasportatori incrementano i propri guadagni riducendo il numero di trasporti a vuoto o comunque non ottimizzati. Si possono così sfruttare le attività di trasporto legate al cluster riducendo i costi di trasporto e impiegando mezzi di trasporto più grandi per spostare le merci e ottenere un utilizzo più efficiente dei veicoli, sia nel caso dei camion che di mezzi di trasporto più capienti come navi

o treni. Inoltre, più i volumi di merci in entrata e in uscita dal cluster logistico crescono, più i livelli di servizio di trasporto migliorano potendo garantire frequenze di trasporto più elevate e maggiori investimenti nella qualità del trasporto.

Un altro vantaggio che portano i cluster logistici è l'intercambiabilità dei mezzi di trasporto e dei servizi di logistica tra le aziende che fanno parte del cluster. Poiché i mezzi utilizzati per il trasporto di materiali, come i vagoni ferroviari, le navi container, i rimorchi e gli aerei hanno dimensioni standard, possono essere condivise dalle varie aziende. Lo stesso concetto si può applicare per le competenze logistiche che vengono condivise tra le varie aziende così come vengono condivise le risorse permettendo di far fronte alle variazioni dei flussi di merci richieste dalle aziende clienti. Infatti, uno degli svantaggi della stretta collaborazione interna a un cluster logistico è dovuto proprio al fatto che queste entità sono vulnerabili alle flessioni economiche, ai rischi geopolitici e ai cambiamenti del commercio globale. L'aumento dei prezzi dell'energia e dei carburanti e le misure commerciali protezionistiche possono minare la redditività dei cluster logistici, ma con un efficace scambio di conoscenze, informazioni e risorse questi fattori vengono affrontati meglio che restando soli.

Una maggiore competitività e flessibilità agli eventi esterni può essere ottenuta se le imprese di un cluster collaborano tra loro e lavorano su obiettivi comuni. Gli obiettivi principali di un cluster logistico possono essere:

- Riduzione dei costi di trasporto;
- Miglioramento della comunicazione e della condivisione delle informazioni;
- Riduzione del livello di scorte;
- Previsioni più accurate e pianificazione comune;
- Riduzione dei tempi di consegna al cliente;
- Condivisione di risorse e know-how;

Per raggiungere questi obiettivi comuni le aziende appartenenti a un cluster necessitano una cooperazione interna che è caratterizzata da strategie mono-dimensionali (cooperazione orizzontale e verticale) e bi-dimensionali (cooperazione diagonale) che devono essere applicate entrambe. Le strategie di cooperazione interne a un cluster logistico sono dunque le seguenti:

- La cooperazione orizzontale intesa come collaborazione tra un certo numero di corrieri o un certo numero di 3PLs¹¹ al fine di ottenere obiettivi comuni come riduzione dei costi di trasporto, miglioramento della qualità del servizio, maggiore innovazione tramite investimenti mirati e flessibilità della catena di approvvigionamento;
- La cooperazione verticale come cooperazione tra le aziende produttrici e i 3PLs o corrieri al fine di sincronizzare la domanda con l'offerta grazie a una più efficiente comunicazione e in questo modo ridurre l'effetto Bullwhip¹²;
- La cooperazione diagonale è una strategia bidimensionale, che semplicemente significa che avviene contemporaneamente tra tutte le parti in causa, ovvero tra un certo numero di corrieri o 3PLs collegati orizzontalmente e le aziende produttrici, cercando di ottenere la massima flessibilità della catena di approvvigionamento.

La combinazione di queste tre forme di cooperazione porta alla creazione di reti logistiche interconnesse che garantiscono una migliore efficienza all'intera supply chain, rendendo più semplice l'incontro tra la domanda di spedizione di materiale e i servizi di trasporto e logistica disponibili.

3.1.3 Cluster logistici in SEAT

Prima di analizzare quali sono i cluster logistici individuati dal dipartimento di logistica inbound di SEAT sui quali si baserà anche il progetto Milk Run, è importante vedere il procedimento generale per creare un cluster logistico all'interno della medesima supply chain. In questo caso infatti non si tratta di cluster logistici già esistenti, bensì dei cluster creati appositamente in base alle esigenze di SEAT, con all'interno suoi fornitori legati tra loro dalla prossimità geografica, lo stesso tipo di settore industriale (componentistica automotive), la stessa supply chain in comune (SEAT ma molto spesso anche altre case automobilistiche del gruppo VW), ma soprattutto la stessa rete logistica e metodo di trasporto del materiale allo stabilimento di Martorell.

¹¹ Un fornitore 3PL (third-party logistics) offre servizi logistici in outsourcing, ovvero la gestione di alcuni o tutti gli aspetti delle attività di approvvigionamento e delle attività di consegna.

¹² L'effetto Bullwhip o gergalmente chiamato effetto frusta si riferisce all'amplificazione della domanda che si ripercuote, alle volte in maniera disastrosa, lungo l'intera catena di distribuzione. Tale amplificazione della domanda comporta un'accelerazione esponenziale degli ordini e della richiesta di approvvigionamento di scorte.

Innanzitutto, occorre fare un'analisi per trovare i cluster potenziali esistenti sul mercato. L'analisi dei cluster è una tecnica statistica multi variante che cerca di raggruppare vari elementi con l'obiettivo di ottenere la massima omogeneità in ciascun gruppo e la massima differenza tra loro, pertanto, il criterio di omogeneità è essenziale all'interno dello studio. Questa tecnica fa parte dell'analisi discriminante, dove l'obiettivo principale è la classificazione degli individui, con la particolarità che in questo caso si presuppone che i gruppi siano sconosciuti, e quindi si cerca la determinazione di ogni cluster.

Il problema che si pone è il seguente: dato un insieme di individui (n elementi) caratterizzato da n variabili X_j ($j = 1, 2, \dots, n$) si ricerca la classificazione degli elementi, in modo che gli individui appartenenti a un gruppo (cluster) sono il più simili possibile tra loro e i gruppi sono il più diversi possibile l'uno dall'altro. Pertanto, l'analisi di questi gruppi sarà basata su un algoritmo di classificazione, che ci consentirà di ottenere diversi gruppi secondo i criteri stabiliti.

Si può notare, quindi, che la struttura del processo di determinazione di un cluster è la seguente:

- Si basa su un insieme di individui per i quali sono disponibili determinate informazioni con le quali è possibile costruire una matrice.
- Si stabilisce il criterio di somiglianza che verrà utilizzato per determinare i gruppi. A svolgere questo lavoro sarà una matrice di somiglianza, che permette di mettere in relazione i punti in comune degli individui (matrice di n individui x n individui).
- Viene scelto un algoritmo di classificazione per poter determinare la struttura di raggruppamento degli individui.
- Si specifica la struttura che dovranno avere i cluster utilizzando l'algoritmo scelto precedentemente.

Esistono quindi diversi criteri da considerare per ottenere un buon risultato nell'analisi dei cluster. Le variabili che descriveranno gli individui devono essere prese in considerazione molto attentamente e la loro scelta è fondamentale per un buon sviluppo del processo. Anche il criterio di similarità da utilizzare va scelto con grande cautela, come l'algoritmo successivamente utilizzato nella classificazione.

Dopo aver visto il processo generale da seguire per determinare un cluster, si andrà ad analizzare nello specifico il caso di SEAT. La ricerca di cluster logistici, finalizzata a un'ottimizzazione dell'intera supply chain, si basa sul raggruppamento dei fornitori di SEAT con lo scopo di agevolare il trasporto di materiale su strada uniformando le spedizioni.

Dunque l'insieme di individui da cui partire per determinare i cluster sono i fornitori europei di SEAT Martorell che utilizzano i camion come mezzo di trasporto e le variabili da considerare per la costruzione della matrice di somiglianza sono: nazionalità, codice postale, previsione a 16 settimane delle tonnellate di materiale inviato a settimana, previsione a 4 settimane delle tonnellate di materiale inviato a settimana, riempimento medio del camion, responsabile dell'approvvigionamento di SEAT che li segue, tipo di fatturazione usata (possibilità di tariffa €/kg).

Dopo aver selezionato queste variabili si confrontano le matrici di somiglianza dei vari fornitori, stabilendo come criterio di somiglianza principale la nazionalità e la previsione a 16 settimane delle tonnellate di materiale inviato a settimana, in seguito tutti gli altri. In questo modo si può procedere a classificare i vari fornitori basandosi su un semplice algoritmo. Partendo dai due criteri di somiglianza principali sopra citati, vengono creati dei mega cluster logistici in cui si trovano tutti i fornitori di una medesima nazione, divisi in tre grandi gruppi in base alle tonnellate di materiale previsto:

- Grupaje: invio settimanale previsto sotto le 6 tonnellate, poiché si tratta di basse quantità per ottimizzare il carico dei camion si procede all'utilizzo di un centro di consolidamento, al quale i fornitori inviano il materiale facendo viaggi solitamente molto brevi e dove vengono in seguito raggruppati i vari ordini e inviati tutti insieme;
- Milk Run: invio settimanale previsto tra le 6 e le 18 tonnellate, per ottimizzare il camion si procederà alla creazione di rotte Milk Run come verrà approfondito più avanti essendo il tema centrale dell'elaborato;
- Carga Completa (Full Truck Load): invio settimanale previsto maggiore di 18 tonnellate, si tratta del caso più semplice in quanto il camion è già ottimizzato viaggiando quasi pieno e semplicemente si effettua l'invio diretto dal fornitore allo stabilimento SEAT utilizzando i mezzi forniti da SEAT che una volta chiamati passano a ritirare l'ordine.

Si può immediatamente cogliere la ragione per cui questa è la distinzione principale da cui partire, in quanto trattandosi di cluster logistici la prima cosa da valutare è il metodo in cui vengono trasportate le merci. Dopo questa principale distinzione si possono creare cluster sempre più ridotti e specifici, confrontando i codici postali per valutare la prossimità tra essi, distinguendoli per gruppo di approvvigionamento e per le previsioni più a breve termine (4 settimane) che a volte generano risultati differenti. Un caso diverso è quello del tipo di fatturazione usata, in quanto alcune nazioni non utilizzano la tariffa €/kg rendendo impossibile per un fornitore far parte del cluster Milk Run. Ad ogni modo grazie a questo algoritmo si formano numerosi cluster logistici accomunati dalla vicinanza geografica e dal tipo di spedizione assegnata, che a seconda del livello di dettaglio richiesto dal progetto possono venire ristretti basandosi su altre variabili.

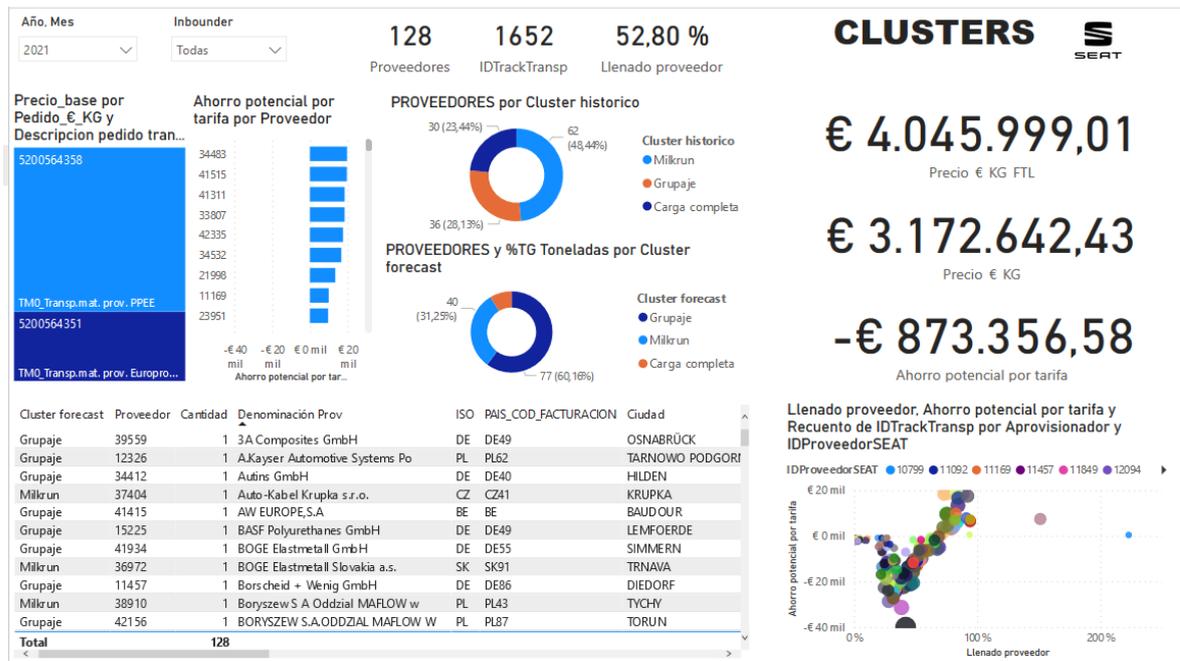


Figura 16: Suddivisione cluster logistici, fonte: interna SEAT

Per comprendere meglio quanto detto, in questa immagine si può notare come la distinzione principale sia sempre per i tre tipi di spedizione e per nazione, ma i dati a disposizione siano molto più numerosi. Per fare un esempio concreto, un cluster generale potrebbe essere dato da tutti i fornitori Grupaje della Germania. Ma nel caso si volesse creare un cluster più efficiente che rispetti meglio i criteri visti in precedenza, si potrebbero prendere come elementi di un cluster tutti i fornitori Grupaje del Nord Ovest della Germania, con previsione a 4 settimane

corrispondente a quella a 16 settimane e con lo stesso responsabile all'approvvigionamento. In questo modo non si tratta più di una distinzione meramente teorica, bensì si parla di aziende realmente accomunate dalla stessa rete logistica e vicine tra loro, con reali possibilità di miglioramento del trasporto di materiale e tramite esso di tutta la supply chain.

3.2 Teoria delle rotte Milk Run

Dopo aver determinato i cluster logistici dei fornitori, si può finalmente procedere all'analisi dei percorsi che li collegano alla destinazione finale, ovvero allo stabilimento di produzione di Martorell. Come già detto in precedenza le merci arrivano alla SEAT tramite svariati mezzi di trasporto, ma il più utilizzato resta sempre il trasporto su strada ed è di questo che si occuperà il progetto Milk Run. Quest'ultimo si basa appunto sulla teoria Milk Run, un metodo per l'ottimizzazione della logistica di approvvigionamento, che sulla base del consumo di materiale stimato crea un ciclo logistico di approvvigionamento tra più fornitori in cui le merci e i contenitori vuoti sono consegnati su percorsi fissi in momenti specifici e ricevuti sempre allo stesso tempo.

Il nome, così come l'idea alla base del suo funzionamento, deriva proprio dal principio del tradizionale lattaiolo americano che forniva il latte alle famiglie. La fornitura di latte si basava sulla richiesta reale delle famiglie e per questo veniva sempre fornito tanto latte quanto ne veniva consumato, con il lattaiolo che percorreva un itinerario consegnando il latte nelle case della gente e raccogliendo le bottiglie vuote. Inoltre in tempi più moderni, sempre nel settore caseario, un'autocisterna raccoglieva il latte da diverse aziende lattiero-casearie per consegnarlo a una società di trasformazione del latte, proprio come avviene ora tra fornitori e la fabbrica dove avviene l'assemblaggio.

Infatti, oggi il metodo Milk Run è legato alla presenza di un gruppo di fornitori e un loro cliente comune, il quale incarica un'azienda di trasporto di ritirare il materiale dai diversi fornitori sotto forma di un ciclo di trasporto dove le merci e i contenitori vuoti possono essere consegnati e ricevuti allo stesso tempo senza bisogno di consolidarli centralmente.

Le caratteristiche principali di questo metodo di trasporto sono le seguenti:

- Le rotte Milk Run sono percorsi fissi, con orari di ritiro e consegna fissi e volumi di materiale fissi;

- Si tratta sempre di giri circolari, che iniziano e finiscono allo stabilimento principale dove si riceve il materiale dai fornitori e da dove parte la consegna dei contenitori vuoti ai fornitori stessi;
- Le rotte sono pianificate dal destinatario della consegna (stabilimento principale di assemblaggio o produzione), mentre l'esecuzione è di solito affidata ad un'azienda logistica;
- Il costo di una rotta dipende solitamente dalla distanza totale percorsa, dalla durata completa del giro, dal numero di tappe e dalla quantità di materiale trasportato.

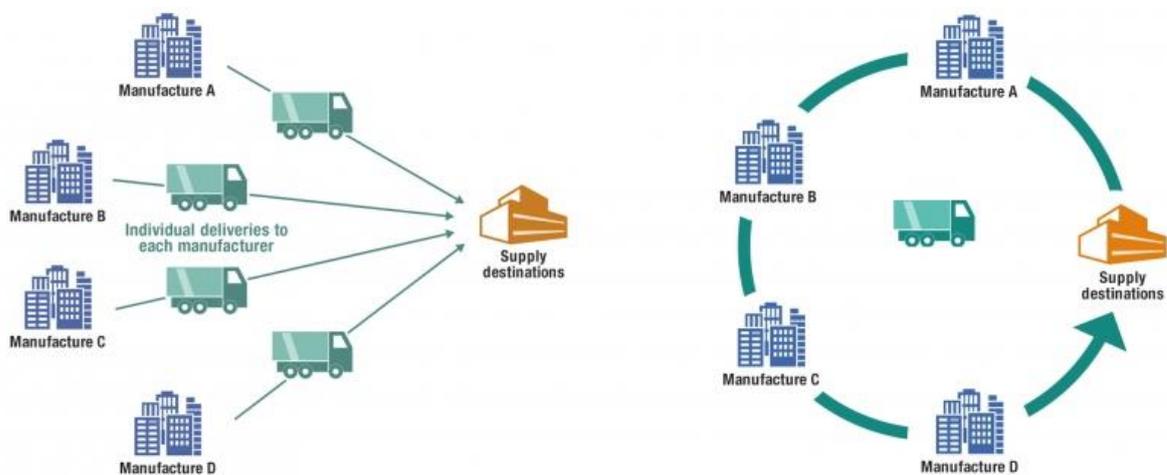


Figura 17: Differenza tra rotta Milk Run e rotta tradizionale,
 fonte: <https://www.openmindtech.it/milk-run/>

L'obiettivo principale del metodo Milk Run è avere dei camion che siano sempre i più pieni possibile, così da ottimizzare il numero di mezzi di trasporto utilizzati e in questo modo ridurre i costi di trasporto. Riducendo il numero di camion utilizzati si ottiene non solo un risparmio economico considerevole, ma anche un risparmio in termini di emissioni di CO₂ e altre importanti conseguenze di cui beneficia l'intera azienda:

- Il flusso dei materiali in entrata viene regolato e controllato più facilmente, con meno picchi di richiesta, una migliore pianificazione degli ordini e più facile gestione del lavoro in magazzino;
- Le scorte vengono controllate meglio dando la possibilità di ridurre al minimo i lotti e le scorte di sicurezza, possibilità di consegna just-in-time;

- L'efficienza dei trasporti rimane invariata o addirittura migliora nonostante la riduzione dei costi, semplificando la consegna ai fornitori.
- La logistica di smaltimento può essere integrata nel ciclo in casi particolari, riempiendo il camion non solo con materiale per la lavorazione e contenitori vuoti, ma anche scarti da riconsegnare ai fornitori;

Ricordando che ogni azienda può creare le proprie rotte nel modo che più ritiene opportuno a seconda delle proprie esigenze e limitazioni, ci sono comunque due modi per determinare i percorsi Milk Run a cui tutti fanno riferimento e sono basati su classici algoritmi della logistica.

Il metodo più semplice per calcolare un percorso è chiamato "problema del cammino minimo" o più comunemente "algoritmo di Dijkstra". Per lavorare con questo metodo si parte dalla costruzione di un'area dove i fornitori (oltre al cliente che è la destinazione finale) sono rappresentati come nodi, collegati tra loro da linee. Queste linee sono i costi esistenti all'interno del processo e possono essere tempo, distanza o una combinazione di entrambi. Questo metodo è dunque costituito da nodi interconnessi, in cui un nodo è l'origine e l'altro è la destinazione e l'obiettivo è determinare un percorso di connessione che minimizzi la distanza o il tempo tra i due nodi. Pertanto, per raggiungere questo obiettivo, viene messo in pratica l'algoritmo di Dijkstra, la cui procedura analizza l'intera rete di nodi dalla sorgente alla destinazione, identificando tutte le possibili combinazioni di rotte e scegliendo la più breve. Va notato che questo algoritmo funziona specificamente con costi uniformi e positivi.

La procedura Dijkstra funziona come segue:

1. Innanzitutto, bisogna inizializzare tutte le distanze D assegnandole un valore infinito perché all'inizio sono sconosciute, tranne X che è il punto di partenza ed è 0 (la distanza da X a X è 0).
2. Sia $A = X$ (A è il nodo corrente in cui ci si trova).
3. Vengono attraversati tutti i nodi adiacenti ad A , eccetto quelli contrassegnati come visitati, che saranno chiamati V .
4. Se la distanza da X a V , salvata come D , è maggiore della distanza da X ad A (D_A) sommata alla distanza da A a V , questa viene sostituita nel seguente modo:
5. se ($D > D_A + d(A, V)$), quindi $D = D_A + d(A, V)$
6. Il nodo A viene contrassegnato come visitato.

7. Si prende come prossimo nodo da analizzare quello con il valore di D più basso, memorizzando i valori trovati in una coda di priorità e tornando al terzo passaggio finché non vengono visitati tutti i nodi.

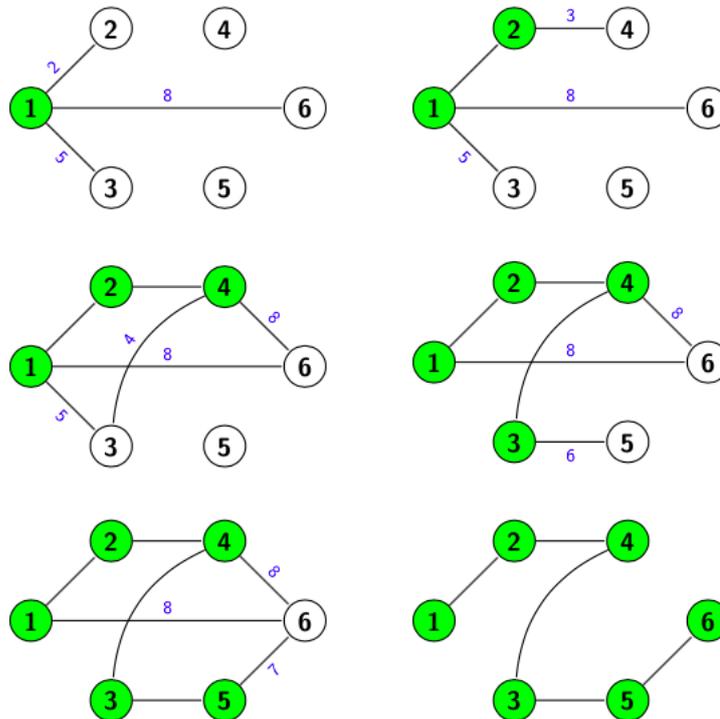


Figura 18: Algoritmo di Dijkstra, fonte: interna SEAT

Tuttavia, esiste un'altra metodologia più specifica e precisa per la risoluzione del problema Milk Run, che contempla più variabili e crea un algoritmo più rigido.

Il Vehicle Routing Problem (VRP) è un'estensione del problema del commesso viaggiatore (TSP). L'obiettivo del TSP è trovare un percorso completo che colleghi tutti i punti di un'area, attraversandoli nel minor tempo possibile e tornando al punto di origine. Questo problema dovrebbe ridurre al minimo la distanza totale del percorso o il tempo totale del percorso.

Mentre il TSP ipotizza un solo veicolo con capacità infinita, il VRP include anche limitazioni reali e per questo è considerato un'estensione più realistica:

- Ogni sosta può avere un volume variabile, a seconda che il materiale sia da ritirare o consegnare.
- Possono essere utilizzati diversi veicoli e, di conseguenza, ci sono limitazioni di capacità (peso e volume).

- Si stabilisce un tempo massimo di guida sul percorso per permettere il periodo di riposo al conducente.
- Le fermate possono consentire ritiri e consegne in orari specifici.

Queste limitazioni complicano la soluzione del problema per trovare la soluzione ottimale, tuttavia, per ottenere una buona programmazione e progettazione dei percorsi, vengono considerati sei aspetti:

1. Caricare i camion in fermate più vicine possibile. Per questo motivo, i percorsi dovrebbero essere formati intorno a fermate vicine, riducendo così il tempo di viaggio tra le fermate e di conseguenza il tempo totale del percorso.
2. Le soste in giorni diversi devono essere organizzate in modo da ridurre al minimo i tempi. Pertanto, le diverse problematiche di programmazione dovrebbero essere suddivise tenendo conto dei giorni disponibili per il ritiro del materiale, riducendo sia il tempo di viaggio che il numero di camion necessari.
3. Costruire i percorsi partendo dalla fermata più lontana. È possibile trovare percorsi efficienti raggruppando le fermate intorno all'estremità opposta dell'impianto. Anche qui bisogna considerare il volume disponibile ad ogni fermata per raggiungere la capacità massima dell'intero camion.
4. La sequenza delle fermate su un percorso non deve mai incrociarsi. Si raccomanda anche che la sagoma che dovrebbe avere questo percorso abbia la forma di una lacrima.
5. I percorsi più efficienti sono quelli composti utilizzando i veicoli con maggiore capacità. Idealmente, l'utilizzo di un veicolo abbastanza grande da caricare tutto il materiale ridurrà il tempo totale.
6. Una fermata che si trova lontana da un raggruppamento del percorso è consigliato che utilizzi un metodo di trasporto diverso. Pertanto, le fermate isolate soprattutto in caso di basso volume, sono una perdita di tempo e denaro. Utilizzare veicoli più piccoli, come furgoni, può ridurre al minimo il costo di trasporto.

Dopo aver visto i metodi e gli algoritmi su cui si basa la creazione di rotte Milk Run, è bene vedere oltre ai vantaggi di cui le aziende possono beneficiare, anche i rischi e le possibili problematiche che potrebbero derivarne:

- Pianificazione molto dispendiosa in termini di tempo, poiché si deve tener conto dei volumi di trasporto, delle finestre temporali di consegna, dei tempi di guida;
- Le merci coinvolte nel processo richiedono una domanda costante, non sempre facile da ottenere;
- In particolare le condizioni meteorologiche e le ostruzioni del traffico (oltre a innumerevoli altre variabili e possibili incidenti che non si possono controllare) possono avere un impatto negativo;
- Si devono trovare fornitori affidabili.

3.3 Business Intelligence: dalla base di dati ai KPI finali

Dopo aver visto gli strumenti teorici necessari allo svolgimento del progetto si passa ad analizzare gli strumenti pratici che lo rendono possibile. Il più importante è certamente il software di Business Intelligence, che permette di elaborare i dati grezzi e consente la creazione dei cluster logistici prima e delle rotte Milk Run poi.

Secondo IBM, una delle prime aziende a sviluppare questa tecnologia, “Business intelligence (BI) è un termine generico per la tecnologia che permette la preparazione dei dati, il data mining, la gestione dei dati e la visualizzazione dei dati. Gli strumenti e i processi di business intelligence permettono agli utenti finali di identificare le informazioni utilizzabili dai dati grezzi, facilitando il processo decisionale basato sui dati all'interno delle organizzazioni in vari settori”. Ma il termine Business Intelligence risale addirittura al 1865, prima volta in cui se ne trova traccia nella letteratura scientifica, quando Richard Devens lo utilizzò nella sua opera “*Cyclopædia of Commercial and Business Anecdotes*” per raccontare come il banchiere Sir Henry Furnese traesse profitto dalle informazioni, raccogliendole e utilizzandole prima dei suoi concorrenti. Viene invece utilizzato per la prima volta nel senso moderno del termine proprio da un ricercatore informatico della IBM, Hans Peter Luhn, che nel 1958 in un articolo ne descrive il potenziale e i possibili utilizzi in futuro. Il concetto si è poi evoluto nel tempo e già negli anni Ottanta si iniziano a vedere i primi modelli informatici per il processo decisionale con i relativi software, che però erano molto complicati per un utente non esperto. Si arriva infine agli attuali software BI, semplici da utilizzare e le cui capacità consentono di raccogliere dati aggiornati e presentarli in tempi molto rapidi in formati di facile comprensione come tabelle

e grafici. Nello specifico gli attuali software di Business Intelligence svolgono innumerevoli compiti, tra i quali le seguenti attività e processi: data mining¹³, elaborazione di report, benchmarking delle prestazioni, analisi descrittiva, esecuzione delle query, analisi statistica, visualizzazione dei dati, analisi visiva, preparazione dei dati.

Oramai tutte le aziende che devono elaborare quotidianamente grandi quantità di dati utilizzano in quasi tutte le attività la Business Intelligence poiché la principale caratteristica è proprio la grande fruibilità per chi la usa, ma oltre all'intuitività di questa soluzione vi sono numerosi altri vantaggi:

- Maggiore precisione e robustezza dei dati;
- Permette di prendere decisioni migliori in tempi sensibilmente più brevi;
- Facile condivisione dei dati tra le diverse aree funzionali aziendali;
- Migliore visibilità dei principali indicatori aziendali;
- Aiuta a identificare e ridurre le inefficienze migliorando così la produttività;
- Migliorare la trasparenza e la comunicazione a tutti i livelli dell'azienda;
- Facilita la comunicazione con i clienti, rendendo più facile la negoziazione grazie al supporto dei dati elaborati;
- Permette il confronto con i concorrenti e con le aziende partner confrontando facilmente i vari dati.

Inoltre, va sottolineato come la Business Intelligence possa essere utilizzata oltre che in tutti i settori, anche in tutte le aree dell'azienda, dal marketing alle vendite, dalla supply chain alla produzione. Ciò che accomuna tutti questi ambiti è il fatto che il software segue sempre le stesse fasi per arrivare al risultato finale, partendo da dei dati grezzi per arrivare a una dettagliata analisi finale.

- Raccolta di informazioni: I dati possono essere ricavati da fonti già esistenti all'interno dell'azienda o raccolti esternamente attraverso sondaggi, questionari o generalmente da analisi di consulenti esterni.
- Analisi dei dati: Compito della BI è rendere più facile per l'utente cercare i dati e trasformarli in informazioni utili. Ci sono tre tipi comuni di analisi: analisi di un foglio

¹³ Il termine si riferisce genericamente all'uso di database, statistiche e apprendimento automatico per svelare i trend in ampi set di dati.

di calcolo, software per sviluppare specifiche query di dati, Strumenti di visualizzazione.

- Reporting: Una volta analizzati i dati, per poter essere comprensibili a tutti devono essere presentati sotto forma di report, ovvero con un sistema ordinato di resoconti, documenti e prospetti che si possono utilizzare per effettuare benchmarking.
- Monitoraggio e previsione: Si tratta di un processo circolare e per questo l'ultima fase di monitoraggio non è da sottovalutare, poiché permette all'utente di visionare i dati e le informazioni in tempo reale così da individuare rapidamente possibili errori nel processo. Gli strumenti utilizzati per il monitoraggio sono la Dashboard, dove sono contenuti tutti i dati utili rappresentati graficamente per facilitarne la lettura da parte degli utenti, e i KPI che misurano le prestazioni di determinate attività chiave dell'organizzazione. Ma il monitoraggio si unisce spesso con la previsione, in quanto gli indicatori monitorati molte volte sono confrontati proprio con valori ottenuti tramite previsioni date dall'analisi dati. Ad esempio, un altro strumento di monitoraggio è il Business Performance Management o Balanced Scorecard, sistema progettato per assicurare che gli obiettivi di performance siano raggiunti e che i risultati siano consegnati in tempo, che si basa sulla comparazione dei valori attuali con quelli trovati tramite previsioni fatte con analisi di BI. Per quanto riguarda la previsione, si basa su due sistemi: il data mining, che trova relazioni ed estrapola dati elaborati da grandi insiemi di dati grezzi, e la modellazione predittiva che mira a prevedere il risultato di un'azione o la probabilità che questa avvenga.

3.3.1 Microsoft Power BI

Lo strumento di Business Intelligence maggiormente utilizzato in SEAT è quello sviluppato da Microsoft, chiamato Power BI. Questo software ha numerosi utilizzi in azienda, tra i quali ha anche un ruolo fondamentale nel processo di creazione dei cluster logistici e di conseguenza anche nel progetto Milk Run.

La stessa Microsoft definisce il proprio prodotto “una raccolta di servizi software, app e connettori che interagiscono per trasformare le origini dei dati non correlate in un insieme di informazioni coerenti, visivamente accattivanti e interattive”. I dati dai quali si parte per la creazione dei report potrebbero essere un foglio di calcolo di Excel, una raccolta di data

warehouse basati sul cloud (ad esempio da Azure), una base di dati locale (ad esempio su Access) o in generale da qualunque fonte di dati che non per forza deve appartenere al mondo Microsoft. Il software Power BI, quindi, dà la possibilità di connettersi facilmente alle basi di dati di qualunque tipo, visualizzare ed elaborare le informazioni e condividerle con tutti gli utenti necessari.

Un fattore importante di Power BI che ha anche influenzato la decisione di SEAT di utilizzarlo su larga scala come principale software di Business Intelligence, è che non solo è semplice da comprendere e usare, ma a seconda dell'abilità dell'utente nell'utilizzarlo si può assegnare una licenza differente. Infatti, è costituito da tre elementi che interagiscono tra loro e vengono utilizzati da differenti utenti a seconda del grado di conoscenza del software:

- Un'applicazione desktop Windows denominata Power BI Desktop.
- Un servizio SaaS (Software as a Service) online denominato servizio Power BI.
- App per dispositivi mobili Power BI per dispositivi Windows, iOS e Android.

Il modo di usare Power BI può dunque variare in base al ruolo ricoperto all'interno di un progetto o di un team, ad esempio, può capitare che un utente poco esperto usi il servizio Power BI o l'app per telefoni di Power BI solo per visualizzare report e dashboard, mentre i suoi colleghi addetti alla creazione dei report aziendali usino invece Power BI Desktop. Ad ogni modo, il flusso di lavoro in Power BI inizia sempre con la connessione alle basi di dati su Power BI Desktop e la conseguente creazione di un report. Dopodiché il report viene poi pubblicato nel servizio Power BI e condiviso, in modo che gli utenti aziendali del servizio Power BI e dei dispositivi mobili possano visualizzare e interagire con il report.

All'interno della SEAT e in particolare nel progetto Milk Run, il software di Business Intelligence viene usato sia tramite Power Bi Desktop sia tramite il servizio SaaS online, ma come detto in precedenza la funzione di servizio online serve unicamente per visualizzare i report e per questo motivo ci si concentrerà sull'applicazione desktop. Infatti, proprio grazie a Power Bi Desktop vengono creati tutti i report fondamentali per lo sviluppo dell'intero progetto.

In Power BI Desktop sono disponibili tre viste, ognuna delle quali ha specifiche funzioni e viene utilizzata per determinati compiti:

- Report: in questa vista si creano i report tramite l'utilizzo di oggetti visivi come i grafici e i KPI;

- Dati: questa vista dà la possibilità di visualizzare le tabelle e i dati usati nel modello associato al report, oltre a poter trasformare i dati stessi e creare nuove colonne alle tabelle;
- Modello: in questa schermata vengono create, visualizzate e gestite le relazioni tra le tabelle nel modello di dati.

Per utilizzare correttamente questo strumento tutte e tre le viste devono essere usate e così è avvenuto anche per il progetto in questione. Nel progetto Milk Run si possono individuare cinque fasi distinte nell'utilizzo di Power BI, che dalle basi di dati in possesso di SEAT portano alla pubblicazione di un report dettagliato che viene usato per creare e monitorare le rotte logistiche:

- Connettersi ai dati.

Per iniziare a usare Power BI Desktop, il primo passaggio consiste nel connettersi alle basi di dati ed è possibile utilizzarne più di una alla volta e da diverse piattaforme contemporaneamente. Nel caso del progetto Milk Run, ad esempio, i dati arrivano da numerosi fonti: tabelle di Access con tutti i dati sui fornitori, tutte le consegne fatte dai fornitori aggiornate quotidianamente, le specifiche dei contenitori, le tariffe applicate ad ogni fornitore, ma anche tabelle Excel con tutti i dati sulle rotte e sugli arrivi alla Torre di Controllo. Addirittura, vengono utilizzate tabelle contenenti solo un calendario o i nomi dei responsabili all'approvvigionamento di SEAT, poiché anche se sembrano informazioni scontate sono importanti per fornire risultati dettagliati e vanno messe in relazione con le basi di dati più grandi.

Una volta selezionate tutte le basi di dati necessarie, si può procedere col metterle in relazione tra loro creando nel caso di questo progetto numerose relazioni tra le tabelle con cardinalità multi-a-uno¹⁴. In realtà questa fase è strettamente collegata con la seguente, in quanto le modifiche ai dati e alle tabelle possono essere effettuati nel momento in cui si creano le relazioni, non per forza bisogna prima creare le relazioni e poi fare le modifiche, si può anche invertire l'ordine di questi passi. Ad ogni modo nell'immagine sottostante tratta dal report "Cluster di trasporto" si può notare come in

¹⁴ Una relazione multi-a-uno è il tipo di relazione predefinito più comune. Significa che la colonna in una determinata tabella può avere più istanze di un valore e l'altra tabella correlata, spesso nota come tabella di ricerca, include una sola istanza di un valore.

Come detto in precedenza questa parte può essere svolta anche prima o contemporaneamente alla creazione delle relazioni, poiché creando nuove colonne si possono formare nuove relazioni che prima non sarebbero state possibili. Nella figura sempre tratta dal report “Cluster di trasporto” (lo stesso che viene utilizzato all’interno del progetto Milk Run), si nota innanzitutto come in alto a sinistra ora sia selezionata la vista “dati”. Inoltre la colonna selezionata è proprio una colonna creata a posteriori e aggiunta alla tabella contente tutti i dati riguardanti i fornitori, in cui si calcola tramite una formula in DAX il cluster futuro di appartenenza dei fornitori.

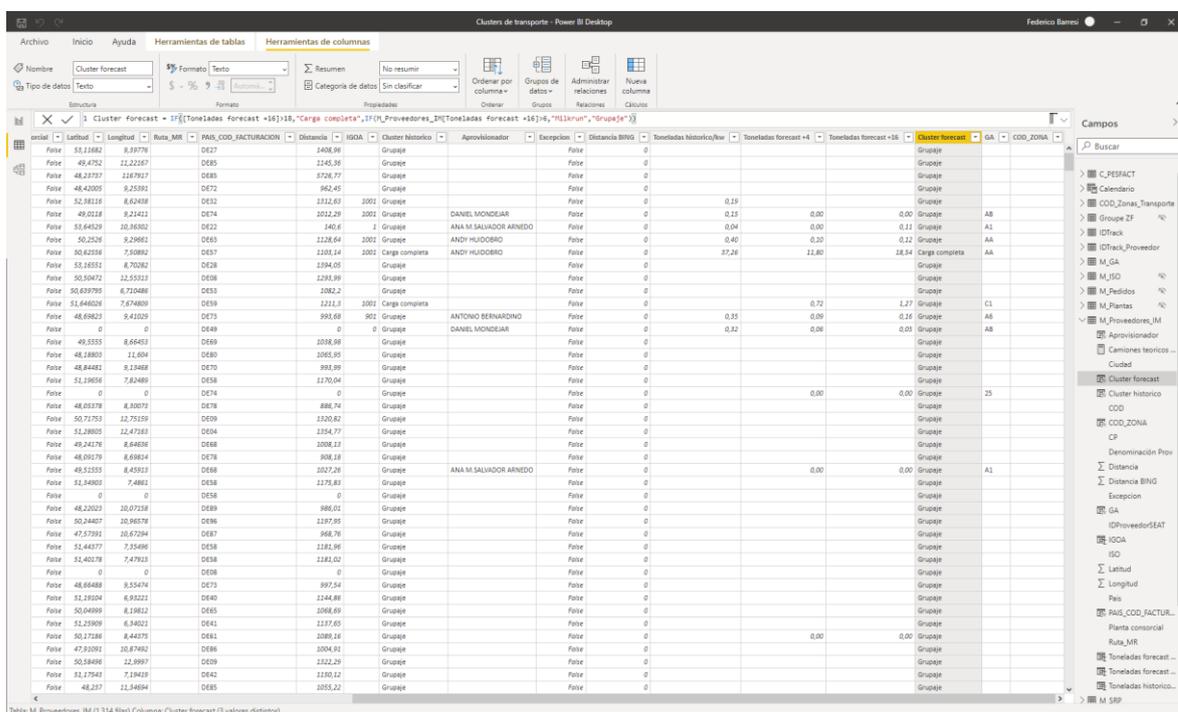


Figura 20: Modifica di una tabella nel report Cluster di Trasporto, fonte: interna SEAT

- Creare oggetti visivi.

Dopo aver creato un modello di dati, è obiettivo principale di qualunque software di Business Intelligence rappresentare questi dati nel modo più chiaro e intuitivo possibile. Questo è possibile grazie all’utilizzo di oggetti visivi, che non sono altro che una rappresentazione grafica dei dati presenti nel modello. Come si può vedere dall’immagine, esistono molti tipi diversi di oggetti visivi tra cui scegliere in Power BI Desktop, a partire da semplici istogrammi e grafici a torta fino ad arrivare a soluzioni molto più elaborate e personalizzate.

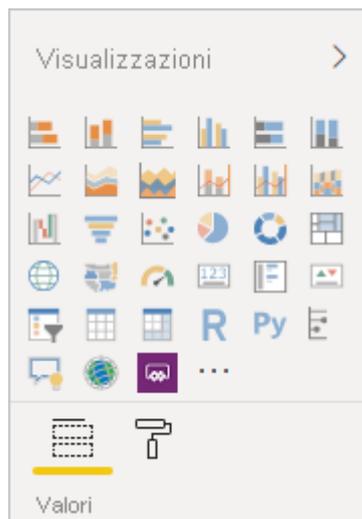


Figura 21: Riquadro Visualizzazioni in Power Bi Desktop,
fonte: <https://docs.microsoft.com/it-it/power-bi/fundamentals/desktop-what-is-desktop>

- Creare il report.

Per poter raffigurare bene tutte le informazioni necessarie al progetto sono necessari numerosi oggetti visivi che illustrano i vari aspetti dei dati usati per creare il modello. Una raccolta di oggetti visivi, in un file di Power BI Desktop, viene chiamata report. Innanzitutto, si nota come ci si trovi ora nella vista “report”, proprio come nel punto precedente riguardante la creazione degli oggetti visivi (infatti nella figura si può vedere chiaramente che è presente a destra il riquadro visualizzazioni). In questa vista si possono applicare filtri specifici che vanno a modificare i dati rappresentati nel report e si possono applicare o a un singolo oggetto visuale o a un’intera pagina o anche a tutte le pagine del report. Infatti un report può avere una o più pagine, proprio come un file di Excel può avere uno o più fogli di lavoro, ad esempio nell’immagine sottostante si vede come in basso sia selezionata solo una pagina (Mappa) e ce ne siano altre cinque disponibili da consultare nel report. Proprio questa pagina del report è una delle più utilizzate per il progetto Milk Run per via dell’immediatezza dei nove oggetti visuali presenti tra cui una mappa che consente di vedere rapidamente dove sono situati i fornitori, ma è importante sottolineare che anche le altre pagine del report vengono consultate sia per questo progetto che per altri (ad esempio la pagina FTL viene usata principalmente per il progetto riguardante le rotte Full Truck Load).

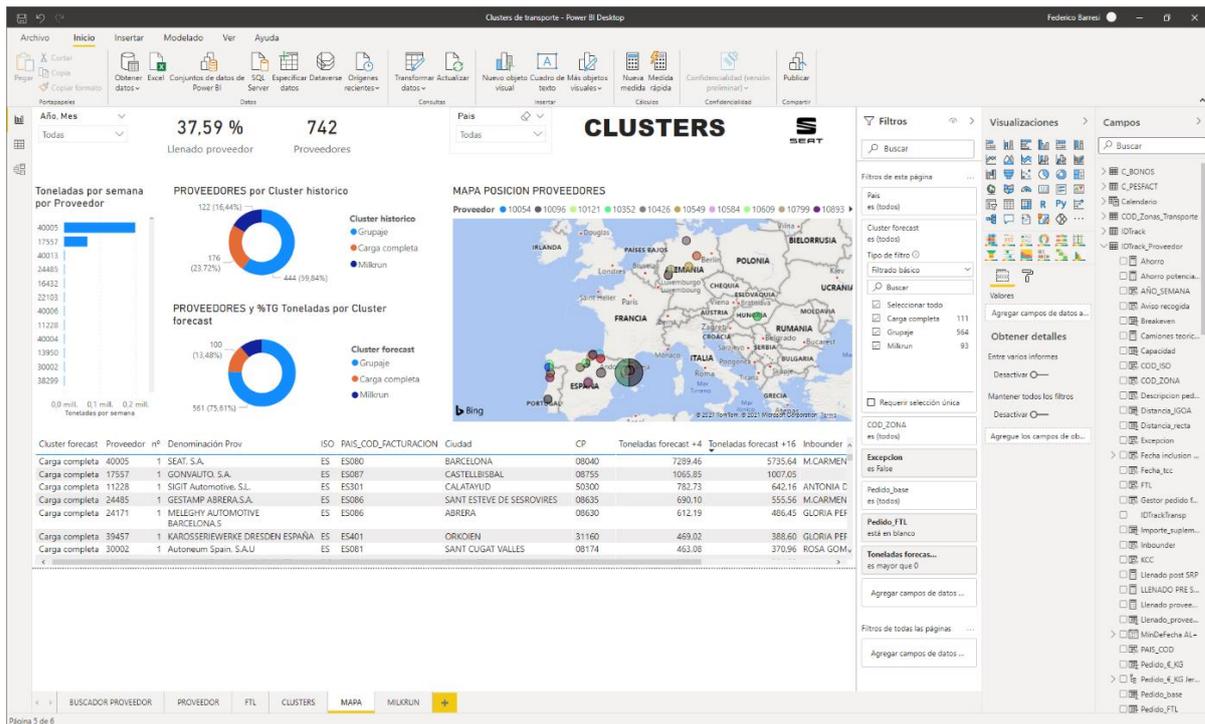


Figura 22: Vista della pagina Mappa nel report Cluster di Trasporto, fonte: interna SEAT

- Condividere i report.

L'ultimo passaggio da compiere è certamente il più semplice, una volta terminato il report, che comunque può sempre essere modificato ogni volta che si ritiene necessario, non resta che condividerlo con tutte le persone interessate al progetto. Quando un report è pronto per essere condiviso con altri utenti, è possibile usare il comando "Pubblica" per pubblicare il report nel servizio Power BI o nell'app per dispositivi mobili e renderlo disponibile agli altri utenti dell'organizzazione che dispongono di una licenza per Power BI.

3.4 Pianificazione e gestione del progetto

Arrivati a questo punto, con le basi teoriche sui cluster e le rotte Milk Run ben salde e tutti i dati necessari messi in relazione tra loro ed estrapolati sotto forma di informazioni grazie allo strumento di Business Intelligence Power BI, non resta che pianificare il progetto e programmare i tempi di svolgimento. Questa parte è estremamente importante per un buon svolgimento del progetto ed è altresì fondamentale che venga svolta prima che esso inizi operativamente.

Ogni progetto ha le sue peculiarità e per questo anche le tecniche di gestione del progetto sono numerose e nonostante si basino su modelli predefiniti possono sempre differenziarsi in base alle caratteristiche del progetto in questione. Benché non esista un modello univoco di gestione, alcuni principi base del project management si ritrovano però in tutti i progetti e infatti il progetto Milk Run non fa eccezione, presentando i seguenti elementi principali che vengono presi in considerazione nella fase di avvio del progetto:

- **Obiettivi:** La prima cosa in assoluto che si deve individuare è l'obiettivo del progetto e deve essere ben chiaro e condiviso con tutti i membri del team. In questo caso l'obiettivo è ottimizzare la rete logistica dei fornitori e di conseguenza l'intera logistica inbound di SEAT attraverso l'implementazione di nuove rotte Milk Run.
- **Budget:** Analisi interna per definire il budget a disposizione basandosi sul costo stimato del progetto e confrontandolo con i possibili benefici che ne risulterebbero e i rischi che comporta. Non è possibile riportare qua il budget messo a disposizione perché è un dato sensibile dell'azienda.
- **Rischi:** L'analisi dei rischi comprende l'individuazione dei potenziali rischi e degli impatti che potrebbero avere, includendo anche le reazioni dell'azienda per poterli prevenire e per poter agire nel modo più rapido ed efficiente possibile. Nel caso del progetto Milk Run il rischio principale è la mancata comprensione del nuovo processo da parte dei fornitori, che causerebbe errori e considerevoli perdite economiche.
- **Benefici:** Devono essere individuati e quantificati i benefici che l'implementazione del progetto porterebbe ed è molto importante che la stima sia più precisa e affidabile possibile in quanto dovrà essere poi confrontata con i costi previsti. In questo caso i benefici principali sono due: benefici economici legati al risparmio che si genera dal riempimento ottimale di ogni camion e benefici ambientali con minori emissioni di CO₂ che portano al raggiungimento delle nuove normative ambientali.
- **Tempistiche e cronologia:** Prima di iniziare la pianificazione con l'analisi delle attività per stimare la durata e una data prevista di completamento, bisogna avere ben chiaro il tempo massimo che si può impiegare e tutte le scadenze da rispettare, così da poterle confrontare una volta che verranno stimati i tempi del progetto. Nel caso sia impossibile completare il progetto entro i tempi richiesti, non si procede con l'avviamento. Per il progetto Milk Run i tempi sono abbastanza flessibili in quanto non esiste una vera e propria scadenza poiché è molto suscettibile alla situazione attuale di pandemia e

manca di materie prime (semiconduttori), ma esistono scadenze interne al progetto che dovranno essere rispettate, ad esempio una volta che viene avviata una rotta non può passare più di un mese prima che funzioni efficientemente.

- **Stakeholders:** Gli stakeholders del progetto sono tutte le persone coinvolte nel progetto, sia internamente all'azienda come i membri del team stesso o i capi dei dipartimenti interessati, sia esternamente come nel caso di clienti o fornitori o aziende concorrenti. È importante conoscere tutti gli stakeholders interessati per confrontarsi con loro e ricevere un feedback positivo prima di iniziare effettivamente a lavorare sul progetto. In questo progetto gli stakeholders interni sono i membri operativi del team, i responsabili all'approvvigionamento, due capi di team (capo gruppo approvvigionamento e capo gruppo progetti), il capo dipartimento di logistica inbound. Gli stakeholders esterni sono i fornitori appartenenti al cluster Milk Run e l'azienda di trasporti SESÈ.

3.4.1 Fase di pianificazione

Dopo aver valutato attentamente tutti i fattori sopra elencati e la fattibilità del progetto, si procede con la stesura del project charter¹⁶ che deve essere approvato in questo caso dal capo del dipartimento di logistic inbound. Una volta approvato formalmente il progetto si inizia subito a pianificare le attività e le risorse impiegate. Va specificato che la pianificazione di questo progetto presenta una particolarità, poiché il numero totale di rotte Milk Run non è certo e può variare col tempo, si procede con la pianificazione di una sola rotta ed essendo il processo sempre il medesimo semplicemente si ripetono le stesse attività per il numero di rotte che si vogliono implementare. Lo stesso discorso verrà fatto per la programmazione dei tempi, calcolando la durata media per una singola rotta e moltiplicandolo poi per il numero di rotte potenziali totali.

Il processo di pianificazione inizia inevitabilmente con l'analisi delle attività, al fine di individuare i work package¹⁷ fondamentali dai quali è composto il progetto. Per poter

¹⁶ Il Project Charter è un documento aziendale con il quale si ufficializza formalmente l'avvio di un progetto comunicandolo a tutti i membri dell'azienda coinvolti. Si tratta di un atto formale con il quale tutte le parti interessate vengono informate di tutte le caratteristiche, gli incarichi, le responsabilità ed i ruoli coinvolti nel progetto, tutto questo in modo molto generale e approssimativo in quanto non è ancora avvenuta la pianificazione e la programmazione.

¹⁷ Pacchetti di lavoro chiaramente identificabili ed attribuibili univocamente ad una funzione/centro di lavoro aziendale

individuare le attività si procede con un'analisi WBS, altresì chiamata Work Breakdown Structure, che consiste nella suddivisione gerarchica delle attività secondo una logica funzionale e costituisce un sistema per suddividere un progetto in parti di lavoro ed elementi gestibili.

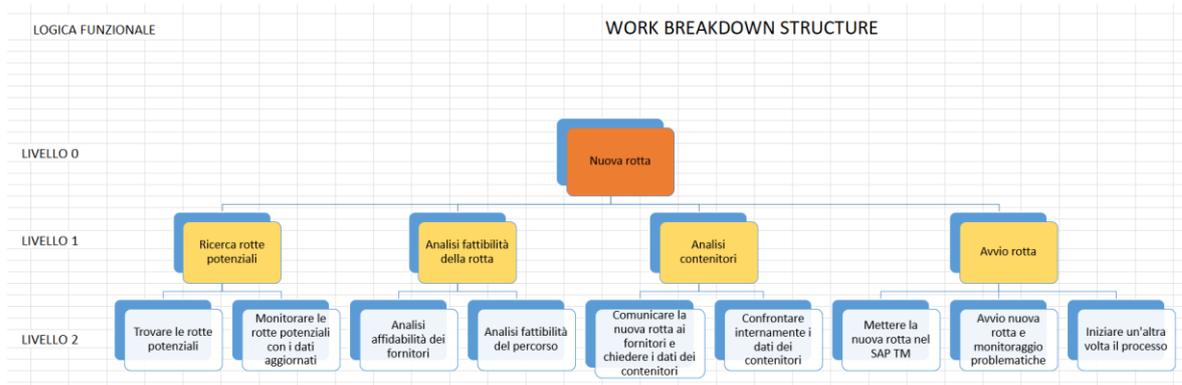


Figura 23: WBS del progetto Milk Run, fonte: interna SEAT

In questa analisi delle attività si ragiona secondo una logica funzionale, ovvero si dividono le macro-attività in base alle diverse funzioni che hanno nel progetto e ognuna di esse viene poi scomposta in più attività base o work package alle quali si può associare un costo e un responsabile. Solitamente si incontrano molti più livelli di dettaglio ma in questo caso il progetto non possiede un livello di complessità tale da dover ulteriormente scomporre le attività. Il progetto Milk Run parte dunque con l'attività principale che è la creazione di una nuova rotta, che si raggiunge mediante quattro attività principali ognuna delle quali ben distinta dalle altre e fondamentale per la riuscita finale del progetto: ricerca delle rotte potenziali, analisi fattibilità della rotta, analisi dei contenitori, avvio operativo della rotta.

Come detto ognuna di queste macro-attività viene suddivisa in più attività base, le stesse che verranno poi usate come metro di misurazione per tutta la durata della programmazione, che sono:

- Trovare le rotte potenziali: Guardare tutte le rotte potenziali di un Paese cercando di unire più fornitori possibili che fanno parte del cluster Milk Run. In questa fase si ipotizzano solo le possibili rotte basandosi sui dati contenuti nell'apposito report di Power BI e sulle distanze tra i vari fornitori cercati sul Google Maps.
- Monitorare le rotte potenziali con i dati aggiornati: Ogni settimana si aggiornano i dati del forecast e si deve guardare se ci sono modifiche significative nelle rotte trovate. Può

capitare, soprattutto in momenti storici con grandi cambiamenti come questo, che le quantità di materiale inviato dai fornitori cambino di sovente, per questo è importante monitorare settimanalmente i cambiamenti.

- **Analisi affidabilità dei fornitori:** Tra tutte le rotte potenziali se ne scelgono tre o quattro per implementarle e ci si confronta con il responsabile all'approvvigionamento per scegliere una o due rotte con le quali procedere. L'analisi si basa principalmente sul rapporto che viene fatto dal responsabile dell'approvvigionamento sull'affidabilità dei fornitori, se inviano regolarmente senza particolari problematiche oppure no.
- **Analisi fattibilità del percorso:** Tra tutte le rotte potenziali se ne scelgono tre o quattro per implementarle e ci si confronta con l'azienda di trasporti SESE per scegliere una o due rotte con le quali procedere. Analisi basata sul parere del vettore che conoscendo le strade può dire se è possibile percorrere il nuovo tragitto previsto o potrebbe presentare problematiche come un aumento eccessivo del tempo di percorrenza o attraversare strade ritenute pericolose.
- **Comunicare la nuova rotta ai fornitori e chiedere i dati dei contenitori:** Parlare con i fornitori per spiegare la nuova rotta, i benefici che porterebbe e cosa cambia operativamente per loro così che arrivino preparati al giorno dell'avvio. Inoltre bisogna chiedere di compilare un foglio con i codici dei materiali che inviano e le misure dei contenitori.
- **Confrontare internamente i dati dei contenitori:** Confrontare i dati dei contenitori che inviano i fornitori con quelli presenti nei database interni di SEAT per calcolare se i contenitori entrano nel camion.
- **Mettere la nuova rotta nel SAP TM:** Mettere le rotte nel SAP, il sistema gestionale di transportation management che automatizza gli invii basandosi sulla nuova rotta inserita, e definire gli ultimi dettagli con i fornitori e il vettore.
- **Avvio nuova rotta e monitoraggio problematiche:** Seguire con attenzione come va la nuova rotta e risolvere i problemi che occorreranno, fare formazione ai fornitori se continuano a inviare male.
- **Iniziare un'altra volta il processo (att.1 o att.3/4):** Una volta che non si riscontrano più problemi seri con le rotte implementate si può proseguire col progetto e tornare a parlare con i responsabili dell'approvvigionamento e l'azienda di trasporti per iniziare nuove

rotte tra quelle individuate all'inizio. Se si hanno già terminato le rotte si inizia a cercare le potenziali di un altro paese.

Una volta definite le attività, la fase di pianificazione procede con la valutazione delle risorse da impiegare. Solitamente si effettua un'analisi OBS, Organization Breakdown Structure, che sarebbe il corrispettivo della WBS ma invece di scomporre le attività vengono divisi tramite una rappresentazione ad albero i partecipanti a un progetto in base sempre a una logica funzionale che permette così di assegnare ruoli e responsabilità. In questo specifico progetto non è stato necessario creare una struttura ad albero per individuare le persone responsabili allo svolgimento del progetto, poiché valutando le attività e la loro complessità sono state ritenute necessarie non più di quattro persone. Le figure coinvolte sono:

- Jose Luis, il Project Manager, capo di tutti i progetti del dipartimento di logistica inbound e responsabile di presentarlo direttamente al capo del dipartimento. Si occupa principalmente di supervisionare e intervenire solo in caso di problematiche complesse.
- Sara, responsabile operativa del progetto che dovrà riferire l'andamento al Project Manager, si occupa di svolgere le varie attività e organizzare il lavoro.
- Responsabile approvvigionamento, fa parte sempre del dipartimento di logistica inbound ma appartiene a un altro team e dunque deve riferire a un altro capo, può cambiare la persona in causa a seconda del fornitore con cui si lavora. Lavora operativamente sul progetto intervenendo nelle attività in cui sono direttamente coinvolti i fornitori.
- Me stesso, Federico, o dopo di me un altro tirocinante, con un ruolo operativo nel progetto in tutte le attività, supportando e coadiuvando il lavoro di Sara

Una volta individuate le persone coinvolte nel progetto, esse vengono assegnate nelle varie attività base a seconda delle loro responsabilità come mostrato nella figura 24.

N. Att.	Attività	Risorse
1	Trovare le rotte potenziali	Federico/Sara
2	Monitorare le rotte potenziali con i dati aggiornati	Federico
3	Analisi affidabilità dei fornitori	Tutti
4	Analisi fattibilità del percorso	Federico/Sara/Jose Luis
5	Comunicare la nuova rotta ai fornitori e chiedere i dati dei contenitori	Responsabile approvvigionamento
6	Confrontare internamente i dati dei contenitori	Federico/Sara/Responsabile approvvigionamento
7	Mettere la nuova rotta nel SAP TM	Responsabile approvvigionamento
8	Avvio nuova rotta e monitoraggio problematiche	Federico/Sara/Responsabile approvvigionamento
9	Iniziare un'altra volta il processo (att.1 o att.3/4)	Federico/ Sara

Figura 24: Assegnazione risorse a work package, fonte: interna SEAT

3.4.2 Fase di programmazione

Pianificate le attività da compiere e le risorse assegnate ad esse, si può procedere con la programmazione del progetto così da stimare la durata complessiva del progetto. Programmare un progetto consente inoltre di avere degli strumenti per organizzare meglio il lavoro e valutarne in ogni momento l'andamento, dando alle persone coinvolte nel progetto la possibilità di visualizzare facilmente le varie tappe che dovranno percorrere per arrivare all'obiettivo finale.

Prima di introdurre le due tecniche di programmazione usate per il progetto Milk Run, bisogna necessariamente analizzare la matrice di dipendenza associata alle varie attività. La tappa preliminare a qualunque modello di programmazione è infatti associare alle attività base individuate nella WBS delle durate stimate, possibilmente sia la durata ottimistica che quella pessimistica che quella probabile, oltre ai vincoli di precedenza con le altre attività così da distinguere chiaramente quale va svolta prima e quali invece possono essere compiute in contemporanea. La matrice di dipendenza di questo progetto è rappresentata nell'immagine sottostante, con le durate delle attività definite in settimane in quanto unità di misura più appropriata al tipo di progetto.

N. Att.	Attività	Predecessore	ott (A)	probabile (M)	pes (B)	media (μ)	deviazione (σ^2)
1	Trovare le rotte potenziali	-	1	1	2	1,17	0,03
2	Monitorare le rotte potenziali con i dati aggiornati	1	5	7	11	7,33	1,00
3	Analisi affidabilità dei fornitori	1	1	1	2	1,17	0,03
4	Analisi fattibilità del percorso	1	1	1	2	1,17	0,03
5	Comunicare la nuova rotta ai fornitori e chiedere i dati dei contenitori	3, 4	1	1	2	1,17	0,03
6	Confrontare internamente i dati dei contenitori	5	1	1	2	1,17	0,03
7	Mettere la nuova rotta nel SAP TM	5	1	1	2	1,17	0,03
8	Avvio nuova rotta e monitoraggio problematiche	6, 7	2	4	8	4	1,00
9	Iniziare un'altra volta il processo (att.1 o att.3/4)	2, 8	1	1	2	1,17	0,03

Figura 25: Matrice di dipendenza attività, fonte: interna SEAT

Dopo aver assegnato i vincoli di precedenza e le durate ottimistiche(A), pessimistiche(B) e probabili(M) di ogni attività, è possibile calcolare la media stimata e la varianza grazie alle seguenti formule

$$\mu = \frac{A+4M+B}{6} \quad \sigma^2 = \frac{(B-A)^2}{36}$$

In questo modo tutti i dati necessari per una buona programmazione sono disponibili e si può procedere con la rappresentazione grafica delle attività, iniziando dal diagramma a barre di Gantt. Il grafico a barre prende il nome dal suo creatore, Henry L. Gantt, un ingegnere meccanico americano che nel 1917 disegna per la prima volta questo grafico associando un tempo alle attività senza però tenere in considerazione l'interdipendenza delle attività. Questo metodo di programmazione diventa rapidamente popolare negli Stati Uniti venendo utilizzato in tutte le grandi opere costruite in quegli anni e in seguito si diffonderà anche nel resto del mondo, inizialmente disegnati a mano e cambiati ogni volta che il progetto subiva una modifica, fino ad arrivare ai giorni nostri in cui grazie ai software può essere aggiornato in pochi secondi. Dopo aver stabilito le durate e l'unità di misura, si disegnano le barre di ogni attività partendo dal punto di inizio della nostra linea temporale fino alla fine dell'ultima attività. Nel grafico si usa solitamente l'asse x per rappresentare il tempo, mentre l'asse y viene usato per mostrare le

singole attività e come detto in precedenza l'unico criterio mostrato è quello cronologico, mentre i collegamenti tra attività non sono mostrati.

Nel grafico Gantt del progetto Milk Run come già detto l'unità di misura è la settimana lavorativa e questa viene rappresentata appunto sull'asse delle x, mentre le attività individuate nella WBS (meno l'ultima in quanto solo una ripetizione dell'attività 1 o 3/4) si trovano sull'asse delle y. Si può intuire facilmente dal grafico come l'attività 2 di monitoraggio delle rotte si prolunghi per tutta la durata del progetto fino al definitivo avviamento della rotta stessa, mentre si verificano casi di attività che possono iniziare e svolgersi contemporaneamente permettendo un notevole risparmio di tempo, come nei casi delle attività 3 e 4 o della 5 e 6. Un caso particolare è invece l'ultima attività "avvio nuova rotta e monitoraggio problematiche", in cui a differenza delle altre in cui viene rappresentato il tempo probabile, si segna nel diagramma a barre sia il tempo ottimistico che quello probabile. Questo è dovuto al fatto che l'ultima attività non rappresentata nel grafico dovrebbe partire due settimane dopo l'avvio della numero 8, andandosi così ad accavallare a questa nel caso in cui durasse quattro settimane come previsto, con l'inizio del nuovo processo di ricerca delle rotte potenziali che può iniziare nonostante non sia propriamente terminato l'avvio della rotta precedente a causa di problematiche che si prolungano più del previsto.

Inoltre, in questo caso viene aggiunta una sezione a parte in cui alle varie settimane vengono associate anche le risorse impiegate nel progetto, possibile proprio grazie al ristretto numero di persone impegnate, che rende più facile per i partecipanti visualizzare in quali settimane sarà richiesto il loro impiego nel progetto. Ad ogni modo, grazie a questa analisi si può dire che per l'avvio di una nuova rotta il tempo stimato è tra le sei e le otto settimane (a seconda delle problematiche si possono verificare nell'ultimo punto). Stimare il tempo complessivo del progetto risulta invece più complicato, poiché a seconda della complessità di una rotta si può lavorare su una o due contemporaneamente e per questo non è preciso moltiplicare semplicemente il numero di rotte potenziali totale per le sei settimane di tempo stimato per il completamento di una di esse.

Infatti in tutta Europa sono state rintracciate 27 possibili rotte Milk Run, numero che comunque è soggetto a variazioni, e nel caso ottimistico in cui vengono sempre elaborate due rotte allo stesso tempo si può stimare un tempo complessivo di 84 settimane (un po' di più di un anno e mezzo), mentre in uno scenario pessimistico nel quale si riesce a processare una sola

rotta per volta si arriva addirittura a 162 settimane (circa tre anni). Ovviamente la durata più probabile sta nel mezzo e si pensa che in circa due anni possano essere implementate tutte le rotte, ma essendo soggetto a grande variabilità ci si riferisce sempre all'avvio di una o massimo due rotte come si può vedere nel diagramma di Gantt sottostante.

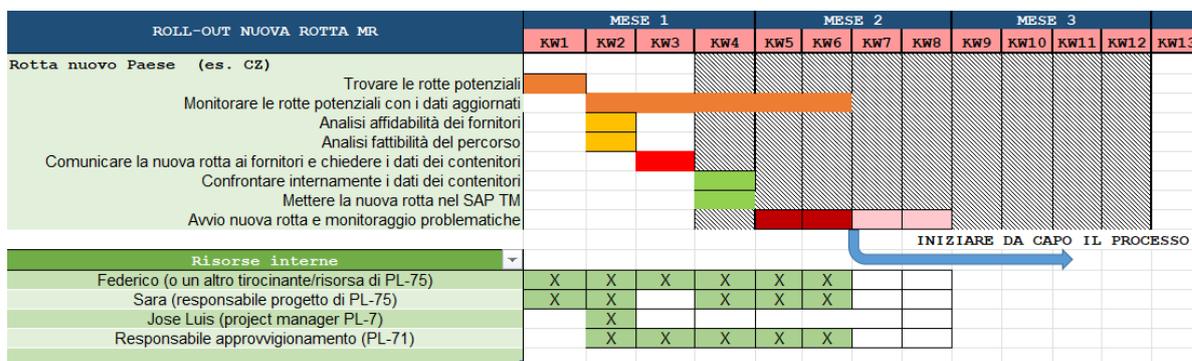


Figura 26: Diagramma di Gantt del progetto, fonte: interna SEAT

Oltre al diagramma di Gantt si è deciso di creare anche un modello di programmazione più accurato, forse meno visuale del diagramma a barre, ma con i temi stimati sicuramente più precisi. Si tratta della tecnica reticolare PERT, Program Evaluation Review Technique, una struttura costituita da archi e nodi che rappresenta non solo le durate delle varie attività e l'ordine cronologico in cui sono svolte, ma anche le connessioni logico temporali tra le varie attività elementari. In base alla matrice di dipendenza si rappresentano le attività rispettando le precedenze e si delineano diversi percorsi possibili, l'obiettivo è stabilire il tempo medio e la variabilità del percorso critico, ovvero la sequenza delle attività critiche dall'inizio alla fine del progetto.

Per stabilire il percorso critico ci si basa sul CPM o Critical Path Method, la versione deterministica del PERT (che invece è basata sulla statistica). Questo metodo ricerca le attività critiche, definite come attività che non tollerano anticipi o ritardi rispetto alle loro date di inizio o fine e che se soggette a una variazione temporale ne risente l'intero progetto, attraverso la ricerca delle date "al più presto" e "al più tardi". Si inizia ricercando la data "al più presto", iniziando a sommare in avanti le durate partendo dalla prima attività fino all'ultima trovando così le date di inizio e fine delle attività. Per trovare le date "al più tardi" si procede nello stesso modo, iniziando però a sottrarre partendo dalla fine del progetto e considerando come tempi iniziali quelli determinati dal calcolo precedente. Dalla differenza tra le date "al più tardi" e quelle "al più presto" si ricava lo slittamento ammesso ed è ciò che permette di riconoscere il

percorso critico, poiché le attività che si trovano sul percorso critico hanno slittamento pari a zero.

Questa prima parte è la tecnica CPM sulla quale si basa l'analisi PERT, la quale però si distingue applicando alle attività invece di una durata fissa, una variabile casuale rappresentata con una funzione di densità di probabilità di tipo β^{18} con media e varianza trovate dalle formule viste in precedenza. Dunque, grazie ai tre valori stimati di durata ottimistica, pessimistica e probabile si possono calcolare la media e la varianza e assegnare ad ogni attività questa variabile aleatoria. Il percorso critico si calcola come visto per il CPM ma al posto della durata stimata deterministica si utilizza la media della variabile e presentando ogni attività anche una varianza si fornisce uno strumento addizionale di analisi, individuando così le attività più soggette a incertezze. Infine, trattandosi di un calcolo statistico, si può calcolare la durata complessiva di un progetto associando un intervallo di confidenza a seconda del livello di precisione che si ricerca.

Nel caso del progetto Milk Run, nella matrice di dipendenza erano già state calcolate le durate ottimistiche, pessimistiche e probabili e di conseguenza anche la media e la varianza, proprio in vista di un'analisi PERT. Come primo passo si è disegnato lo schema reticolare basandosi sulle precedenze, assegnando ad ogni attività la media e la varianza (primi valori in alto). Dopodiché si è proceduto con il calcolo dei tempi "al più presto" (valore intermedio) e "al più tardi" (ultimo valore in basso) e quando la differenza tra i due valori è nulla si trova un'attività critica. A livello logico il risultato del percorso critico si poteva facilmente intuire, con la sola attività 2 considerata non critica, ma utilizzando questo grafico è più immediato visualizzare il percorso da percorrere e le connessioni tra le attività. L'inizio dell'attività 9 segna l'effettivo avviamento di una rotta e dunque il valore medio di fine progetto da considerare sarebbe 8,68 settimane, mentre a livello grafico è segnato 9,85 settimane, valore che però comprende anche l'inizio di una nuova rotta ed è stato utilizzato al solo scopo di verificare numericamente la correttezza del percorso critico. Per questa ragione il valore utilizzato poi come media della variabile aleatoria è 8,68 settimane e la varianza 1,12 con conseguente deviazione standard di 1,06 settimane. Arrivati a questo punto si può infine definire la conclusione del progetto, inteso come l'avvio corretto di una rotta Milk Run, in termini di intervallo di confidenza, che ovviamente sarà più ampio nel caso si voglia una probabilità del

¹⁸ Si tratta di una distribuzione di probabilità continua definita da due parametri α e β sull'intervallo unitario $[0,1]$.

99% che si concluda entro dati valori. Analizzando questi dati finali, innanzitutto si nota come il valore medio si discosti leggermente dal valore trovato nel grafico Gantt, valutando la durata media per dichiarare conclusa una rotta con tutte le sue problematiche di circa mezza settimana superiore al valore trovato in precedenza. Questo valore è da considerarsi più attendibile trattandosi di un'analisi statistica, ma il Gantt resta comunque utilissimo per programmare il lavoro. Inoltre, va considerata una deviazione standard di circa una settimana, valore importante visto che la durata massima di otto settimane e mezzo. Questo valore incide molto soprattutto in termini di intervallo di confidenza, perché se si considera solo una probabilità del 68,27% la durata può variare di una settimana in più o una in meno, ma se si vuole un esito più certo e si utilizza un modello 3sigma con probabilità del 99,73% di concludere il progetto il valore assume una grande variabilità spaziando da un risultato ottimistico di 5,5 settimane fino ad arrivare a uno pessimistico di 11,86 settimane.

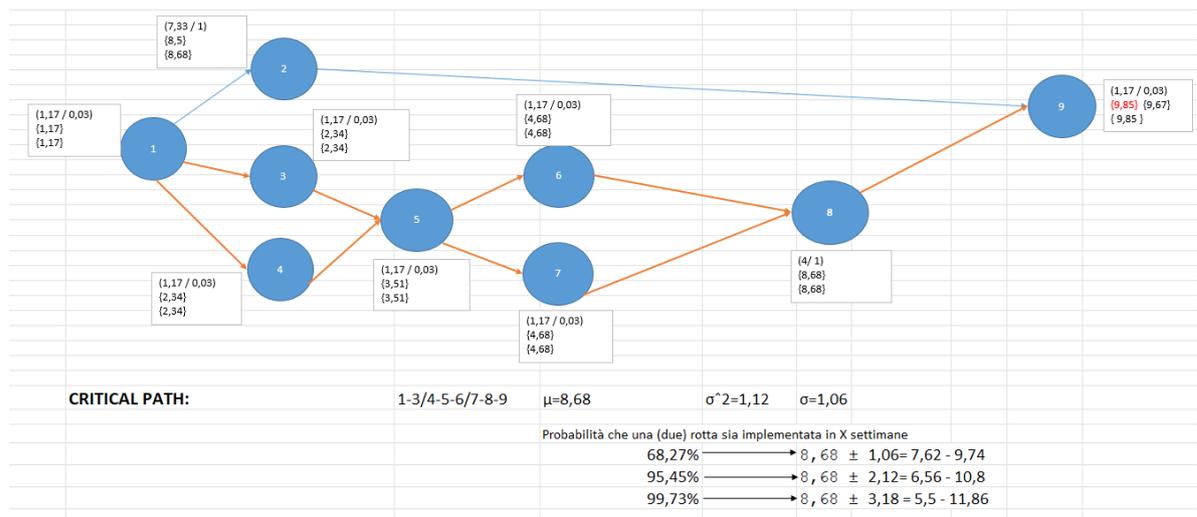


Figura 27: PERT del progetto Milk Run, fonte: interna SEAT

Con questa analisi si può considerare conclusa la parte di programmazione e si può iniziare la parte operativa del progetto mettendo in atto le attività descritte in questo capitolo. È importante però aggiungere che contemporaneamente alla fase operativa del progetto va sempre applicato un altro processo gestionale, quello di controllo, che grazie ai dati raccolti settimanalmente e analizzati grazie allo strumento Power BI viene mantenuta di pari passo con lo svolgimento del progetto.

4 Progetto Milk Run: creazione rotte e riduzione dei costi

4.1 Condizioni e ipotesi di partenza necessarie

Una volta pianificato il progetto, può finalmente avere inizio la parte operativa partendo proprio dalla prima attività individuata, ovvero la ricerca di rotte Milk Run potenziali. Prima di procedere con il calcolo del risparmio potenziale generato da ogni rotta, così da definire se è conveniente avviare la rotta e proseguire con le successive attività, è fondamentale chiarire le condizioni e le ipotesi di partenza sulle quali si basa poi l'intero progetto. Alcune di queste sono già state anticipate in altre parti dell'elaborato, ma è bene vederle tutte ed analizzare i motivi di tali scelte.

Le ipotesi di partenza per la creazione di una rotta Milk Run sono le seguenti:

- Il numero massimo di fornitori all'interno di una tratta è tre, mentre il minimo ovviamente è due altrimenti si tratterebbe di un invio diretto. Questo criterio è stato stabilito tenendo in conto le condizioni del conducente del veicolo, in quanto si intende che un solo conducente sia in grado di effettuare l'intero viaggio senza la necessità di una seconda persona e se deve fermarsi a caricare da più di tre fornitori è più probabile che il viaggio diventi troppo stancante. Inoltre, sincronizzare orari ed esigenze di tre fornitori è già alquanto complicato, aggiungerne un quarto alla rotta porterebbe troppe problematiche organizzative.
- I fornitori appartenenti a una stessa rotta devono essere nelle vicinanze. In caso di eccessiva distanza o comunque se il percorso verrebbe troppo allungato, il vantaggio di avere il camion pieno verrebbe annullato dal costo di una rotta più lunga, oltre al fatto che non sarebbe accettata dall'azienda di trasporti.
- Un camion può trasportare fino a 25 tonnellate alla settimana. Si possono verificare due scenari in cui un camion viene considerato pieno: il volume interno viene completamente occupato anche se il peso è inferiore a 25 tonnellate (in caso di materiali leggeri ma molto voluminosi) oppure resta ancora dello spazio all'interno del camion ma non è possibile aggiungere altro materiale perché il peso massimo consentito è 25 tonnellate (materiali pesanti e con dimensioni ridotte, caso di gran lunga più frequente nel settore automotive).

- Ulteriori n-1 fermate dovranno essere effettuate a seconda degli n fornitori all'interno del percorso. Semplicemente significa che la rotta comprende due fornitori si dovrà effettuare una sola fermata addizionale, nel caso in cui siano tre fornitori le fermate saranno due.
- Per far sì che una rotta Milk Run venga approvata e diventi operativa deve generare un risparmio potenziale annuo di almeno 20.000 €, altrimenti viene scartata. La cifra è stata decisa dal capo dipartimento di logistica inbound di SEAT, poiché è stato valutato che per una cifra inferiore i possibili problemi causati da una nuova rotta e le risorse impiegate per farla partire supererebbero i benefici.

Tenendo presenti sempre le suddette ipotesi di partenza, si può procedere con l'analisi dettagliata di tutti gli elementi utilizzati nel calcolo di una rotta.

Ruta	N. PROV	Proveedor	Denominacion Prov	COD_FACTUR	CIUDAD	CP	Toneladas forecast +4	Toneladas forecast +16	Aprovisionador	TARIFA_FTL	TARIFA_EXG
1	2	29156		BE	TIENEN	3300	18,45	17,87	DIDIER TAUGOURDEAU		
		35076		BE	DENDERMONDE	9200	9,03	7,96	DIDIER TAUGOURDEAU		
2	3	16851		DE07	EBERSDORF	07368	15,24	13,08	DANIEL MONDEJAR		
		21218		DE74	LEINGARTEN	74211	4,15	6,18	ANDY HUIDOBRO		
		42522		DE71	VAIHINGEN AN DER ENZ	71665	3,20	6,17	ANA M.SALVADOR ARNEDO		
3	2	40018		DE38	HAMBURG	21629	9,92	13,40	ANA M.SALVADOR ARNEDO		
		41359		DE38	WOLFSBURG	98444	0,41	11,15	24,55		
4	2	21736		DE58	GEVELSBERG	58285	10,66	6,96	DANIEL MONDEJAR		
		20388		DE35	DILLENBURG	35683	21,18	15,36			
5	2	30117		DE31	PEINE	31224	8,02	12,90	CRISTINA MESCHEDÉ		
		41653		DE31	PEINE	31224	18,84	10,09	ANDY HUIDOBRO		
6	2	31022		DE35	GIESSEN	35394	10,23	6,45	ANTONIO BERNARDINO		
		21284		DE35	EHRINGSHAUSEN	35630	24,01	16,52			
7	2	40021		DE85	INGOLSTADT	65045	18,30	12,22	ADRIA ATIENZA GUELL		
		38370		DE82	MURNAU	62418	12,03	10,84	DANIEL MONDEJAR		

Figura 28: Tabella finale dati rotte potenziali, fonte: interna SEAT

In questa immagine si vedono le prime sette rotte potenziali individuate in tutta Europa, su un totale di 27 complessive, con i rispettivi dati utilizzati poi per effettuare il calcolo del risparmio annuo per rotta. Le tre colonne relative ai nomi dei fornitori e alle tariffe sono state oscurate per motivi di privacy trattandosi di dati sensibili di SEAT.

Si nota come questi dati possano essere divisi in cinque grandi blocchi che verranno analizzati dettagliatamente in seguito:

- Elementi indicativi del fornitore: i fornitori vengono indicati nella colonna “Fornitore” in cui sono presenti i codici univoci assegnati dalla SEAT e nella colonna “Denominazione fornitore” in cui è scritta la ragione sociale del fornitore;
- Elementi geografici: rappresentati dalle colonne “Codice fatturazione” che è un codice con le iniziali del Paese e un numero assegnato alla zona di appartenenza, “Città” e “Codice Postale”;
- Previsione materiale inviato: nelle colonne “Tonnellate forecast +4” e “Tonnellate forecast +16” sono indicate le tonnellate di materiale previsto nelle prossime quattro e sedici settimane;
- Responsabile approvvigionamento: viene riportato il nome della persona della SEAT associata al fornitore, solitamente una persona si occupa di una nazione (o in caso di Paesi con molti fornitori possono anche esserci due o tre responsabili) ed è preferibile che una rotta sia gestita da un solo responsabile all’approvvigionamento. Questa non è una condizione necessaria ma per semplicità è caldamente consigliato che i due o tre fornitori appartenenti a una rotta siano gestiti dalla stessa persona in quanto semplificherebbe enormemente la comunicazione. Nel caso non si possa fare altrimenti, la soluzione è effettuare un cambio di responsabile, pratica laboriosa da un punto di vista burocratico ma anche pratico, poiché si dovrebbero passare tutte le informazioni riguardanti un fornitore nonché ricreare un rapporto di fiducia con esso;
- Tariffe: nelle due colonne “Tariffa FTL” e “Tariffa €/kg” vengono riportate le tariffe che vengono applicate nel caso di invio camion diretto dal fornitore in cui il costo del viaggio è fisso e nel caso in cui invece si valuti il costo in base a quanto materiale viene trasportato.

4.1.1 Elementi geografici

Il primo elemento che viene valutato nella ricerca di una rotta è proprio quello geografico, basandosi sui dati presenti ma soprattutto su una mappa in cui si possano visualizzare tutti i fornitori e la loro posizione. Infatti, ancora prima di analizzare i dati è fondamentale osservare e studiare attentamente la loro posizione, anche perché in Paesi con venti fornitori o più appartenenti al cluster Milk Run sarebbe un’impresa impossibile compararli solo basandosi sulle tonnellate inviate e i risparmi potenziali generati. Senza aver prima ben chiara l’ubicazione e i tragitti che essi devono compiere per arrivare alla sede produttiva di Martorell, si

rischierebbe solo di perdere molto tempo studiando rotte con risparmi potenziali enormi ma che sarebbero impossibili da compiere nella pratica a causa della distanza e allungare così i tempi di processo della prima attività “trovare le rotte potenziali”.

Grazie allo strumento Power BI è possibile visualizzare una mappa con tutti i fornitori a cui siamo interessati per la creazione di una rotta, anche se va sottolineato come questo sia poco accurato e serva principalmente a dare un’idea generale di dove essi siano ubicati, necessitando dunque di un controllo più accurato in seguito. Ad ogni modo, così si ha la possibilità di avere una prima idea di quale sia la situazione per il cluster in un determinato Paese. Nella figura 29 viene presentata proprio la visione che si ha nella pagina “Mappa” appartenente al report “Cluster di trasporto”, in cui vengono filtrati solamente i fornitori appartenenti al cluster Milk Run che, come si può vedere, sono ben 96 (di questi molti non verranno presi in considerazione a causa di limitazione che si vedranno in seguito). Per procedere poi con l’analisi delle rotte potenziali verrà applicato il filtro relativo alla nazione, selezionando e rendendo visibili solo quelli a cui si è interessati.

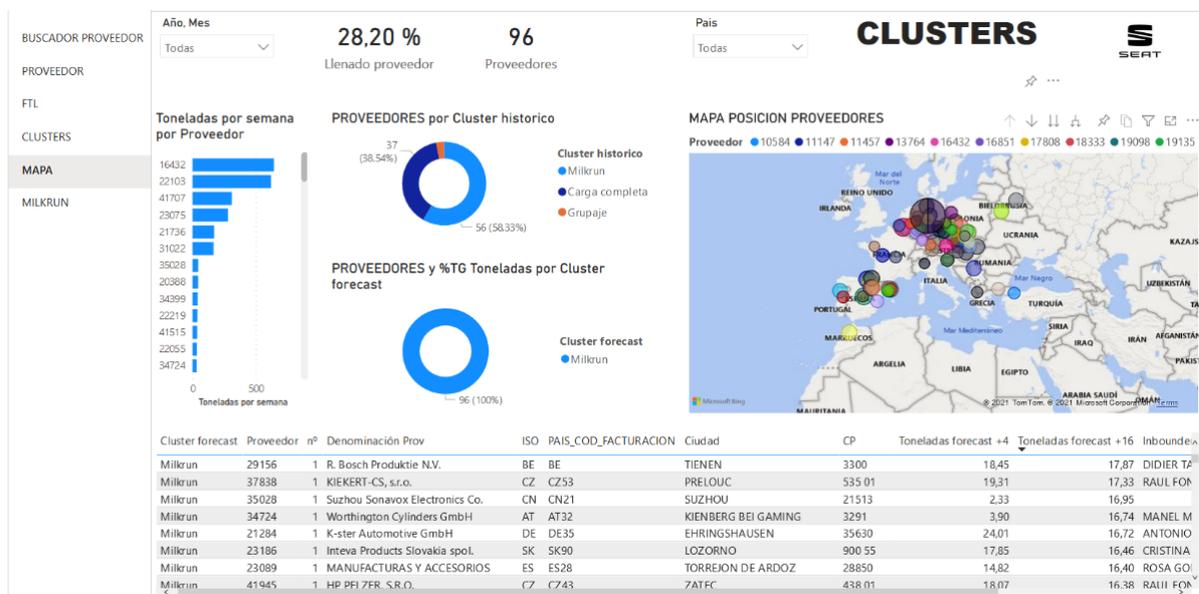


Figura 29: Pagina BI Mappa fornitori Milk Run, fonte: interna SEAT

Perché una rotta sia possibile bisogna attenersi a una delle ipotesi di partenza citate a inizio capitolo, ovvero i fornitori appartenenti a una stessa rotta devono essere nelle vicinanze, che può anche significare che il camion non deve allungare troppo il tragitto che avrebbe compiuto andando a caricare il materiale singolarmente da ognuno di essi. Per valutare se il percorso

veniva allungato eccessivamente andando così incontro a un rifiuto di percorrere la tratta da parte del vettore, sono presi in considerazione soprattutto due aspetti che influenzano maggiormente il nuovo percorso e sono stati pattuiti con SESÈ, l'azienda che si occupa della movimentazione del materiale dal resto dell'Europa:

- “Rodeo”: questo termine viene utilizzato gergalmente dal team di progetto per definire una situazione in cui una rotta Milk Run non prevede un passaggio lineare tra i vari fornitori ma presuppone un aumento della distanza da percorrere o un aumento dei tempi di consegna. Viene facilmente individuata una situazione di Rodeo confrontando la distanza e il tempo impiegati dal fornitore da cui parte la rotta (il più lontano dei due o tre presenti) per raggiungere lo stabilimento di Martorell e la distanza e il tempo che invece impiega il camion partendo dallo stesso fornitore e passando a caricare dagli altri appartenenti alla rotta. Se la differenza tra le distanze percorse risulta maggiore di 50 chilometri significa che vi è una situazione di Rodeo, mentre per i tempi previsti la differenza non può superare l'ora, altrimenti l'azienda di trasporti applica una tariffa maggiorata che non renderebbe più vantaggiosa la rotta.
- Fermata addizionale: nel caso di implementazione di rotte Milk Run, intese come tutte quelle rotte commerciali che prevedono più di una fermata da parte del camion, le aziende di trasporti prevedono un aumento della tariffa dovuta al lavoro aggiuntivo del corriere e al tempo di attesa per il carico presso un altro fornitore. Tale aumento è inevitabile ed è già considerato nel calcolo del risparmio potenziale, ma poiché tra una rotta di due fornitori e una di tre la maggiorazione è ben più consistente, a meno di casi in cui il risparmio è molto elevato unendo tre fornitori si cerca il più possibile di implementare rotte formate da due soli fornitori.

Un altro criterio da tenere in considerazione è quello di suddividere i fornitori secondo il Paese, evitando di unire in cluster logistici organizzazioni di differenti paesi. Infatti, perché possa essere effettivamente definito cluster logistico è fondamentale la vicinanza dei fornitori, quantomeno l'appartenenza alla stessa nazione. L'utilizzo di cluster logistici per la creazione di una rotta Milk Run avviene innanzitutto per semplificare la comunicazione tra i fornitori diminuendo così gli errori dovuti a incomprensioni, fattore essenziale dal momento che un problema presso un fornitore può influenzare il buon operato dell'altro. Inoltre, trattando solo fornitori dello stesso Paese aumentano le probabilità che essi siano vicini o che comunque

attraversino le stesse strade senza allungare il percorso, pianificando rotte con distanze più brevi ed evitando così più facilmente situazioni di Rodeo. Questo criterio non è però vincolante al cento per cento benché sia caldamente consigliato, poiché analizzando complessivamente tutti i fornitori europei si è visto come in alcune nazioni non sia possibile far partire rotte Milk Run per il ridotto numero di fornitori, mentre unendoli con Paesi vicini che attraversano l'altro Stato passando addirittura per le stesse autostrade e quindi evitando di allungare il percorso creando situazioni di Rodeo sia possibile creare rotte vantaggiose. Questa eccezione si è verificata nel caso di Slovacchia e Austria così come per Ungheria e Slovenia, dove il numero di fornitori di SEAT di Austria e Slovenia appartenenti al cluster Milk Run è estremamente ridotto ed è stato necessario unirli ai Paesi vicini senza creare tra l'altro alcun ritardo nel tragitto del camion.

Tenendo in considerazione tutti questi criteri e avendo già studiato la mappa generale dell'Europa con i fornitori del cluster, si può procedere a trovare le rotte potenziali di ogni Paese, filtrando la mappa per lo Stato desiderato. Può però capitare che alcuni dati siano assenti e non sia precisissimo lo strumento, si effettua dunque un'analisi aggiuntiva cercando direttamente i fornitori che si vorrebbero collegare alla stessa rotta su Google Maps, controllando tempi e percorsi per evitare situazioni di Rodeo.

Nella figura 30 si vede un caso particolare, trattandosi di un Paese grande come la Germania in cui si trovano numerosi fornitori di SEAT e in generale di tutto il gruppo Volkswagen, con una intricata rete autostradale. Ciò che è stato fatto in questo caso è stato svolgere un'analisi manuale disegnando i fornitori su una mappa del Paese e segnando la strada che percorre ognuno di essi per arrivare a Martorell. Grazie a questa analisi è stato possibile avere un'idea più chiara delle rotte possibili, unendo tra loro i vari fornitori che seguivano le stesse autostrade per dirigersi in Spagna.

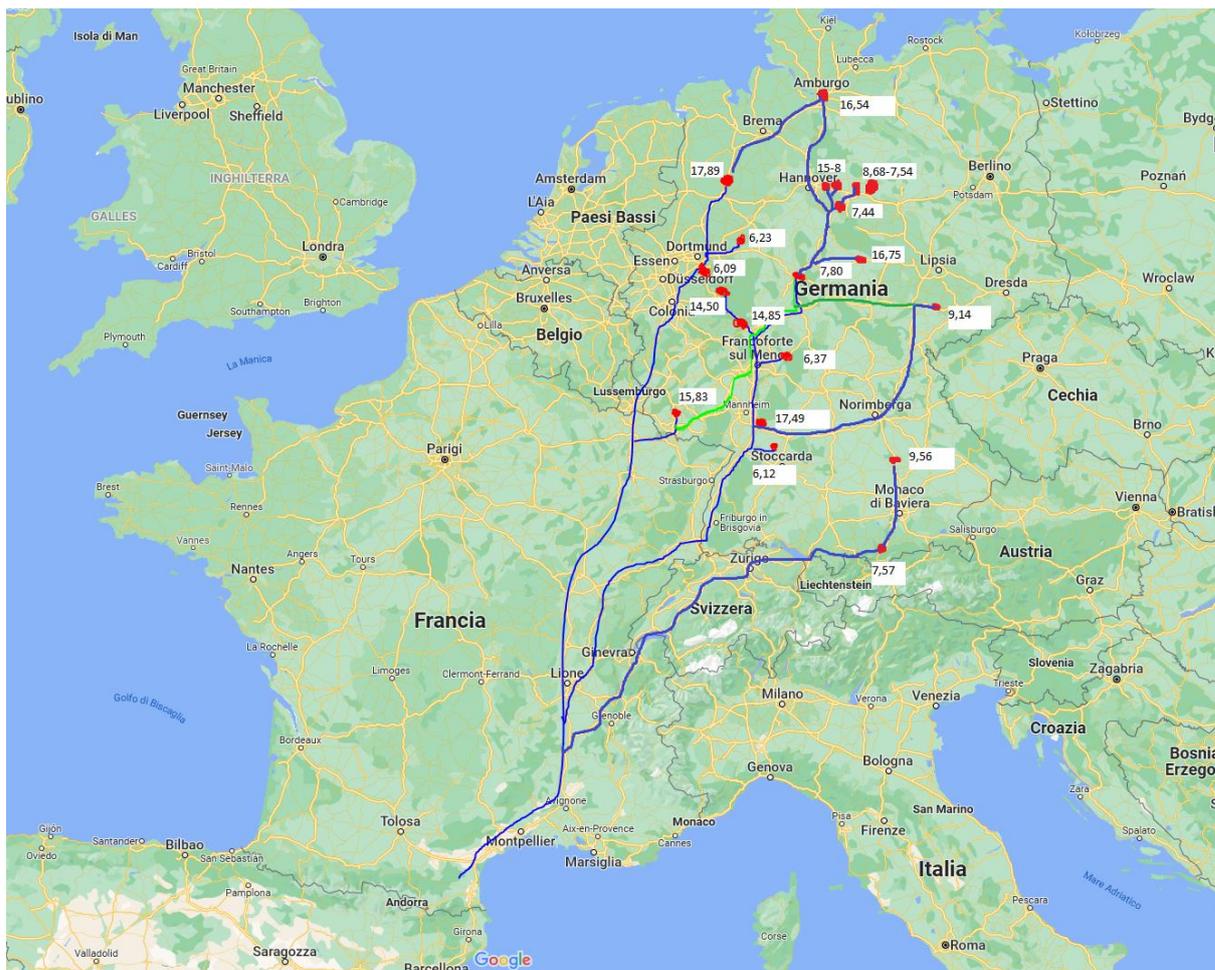


Figura 30: Analisi manuale dei fornitori Milk Run tedeschi, fonte: interna SEAT

4.1.2 Previsione materiale inviato

Avendo valutato la coerenza geografica delle rotte, il secondo fattore fondamentale per il calcolo è la quantità di materiale inviata dal fornitore, lavorando però sulle previsioni di invio delle settimane successive. Anche in questo caso si fa riferimento ad una delle ipotesi iniziali, e chiaramente si tratta del limite di capienza di 25 tonnellate per camion. Innanzitutto, bisogna però specificare che questo limite, che non può assolutamente essere superato in quanto fisicamente il camion non reggerebbe il peso, nel momento del calcolo del risparmio potenziale può essere leggermente superato con un artificio matematico. Questo si può fare solo se supera di poco il limite, poiché una volta che viene avviata la rotta ed è inserita nel sistema gestionale che controlla le quantità da ordinare (SAP TM) questa si gestisce da sola pianificando meglio le tonnellate da inviare, spalmandole meglio nel corso delle settimane così da non superare il limite.

Per effettuare l'analisi del forecast, per prima cosa è importante verificare la correttezza dei dati in possesso. Lo strumento di Business Intelligence Power BI è collegato tra le altre a una base di dati contenente tutti gli ordini passati e le previsioni di quelli futuri, in cui sono contenuti tutto i dati riguardanti gli ordini, tra cui il tipo di materiale, il tipo di contenitore e le sue dimensioni (dato utilizzato nell'attività 6 di confronto dei contenitori), ma soprattutto il peso effettivo, il volume effettivo e il peso fatturabile. Come detto in precedenza, il limite di capienza di un camion è 25 tonnellate ma c'è anche un limite di volume a seconda delle dimensioni del camion. Per questo motivo esiste il dato peso fatturabile, nome che deriva dal fatto che viene usato proprio per le fatture, che nel caso in cui il volume occupato sia trascurabile equivale esattamente al peso effettivo, ma se le dimensioni del materiale trasportato sono significative va ad influire sul peso fatturabile.

Partendo dunque dai pesi fatturabili, per effettuare un'analisi dei materiali efficace si vanno a distinguere un cluster storico, basandosi sui pesi degli ordini passati, e un cluster forecast in cui si prendono i pesi previsti degli ordini futuri. Nel calcolo del risparmio potenziale si considererà solamente il valore del forecast, ma può essere interessante fare un confronto per vedere se un determinato fornitore è passato da un cluster a un altro, può capitare che se le previsioni materiale richiesto aumentino o diminuiscano, un fornitore si trovi associato a un diverso cluster. Sia il cluster storico che quello forecast si calcolano nello stesso modo, ovvero se il peso è minore di 6 tonnellate il fornitore appartiene al cluster "Grupaje", se è compreso tra 6 e 18 appartiene al cluster "Milk Run", mentre se è maggiore a 18 fa parte di "Carga Completa", con l'unica differenza data dal peso che viene utilizzato per il calcolo: nel caso del cluster storico si sommano tutti i pesi fatturabili da inizio anno fino alla settimana 0 dividendolo poi per il numero di settimane considerate (si ottiene una media), nel cluster storico invece si sommano i pesi fatturabili degli invii previsti dividendole per il numero di settimane che si vogliono prevedere.

Valutare il cluster storico di un fornitore può essere utile soprattutto per valutarne l'affidabilità, perché nel caso in cui abbia sempre fatto parte di un cluster e poi di colpo viene cambiato dal sistema, può essere dovuto a un picco o a un crollo della domanda che in futuro verrà risolto, in quel caso meglio non inserire il fornitore nella rotta. Ad ogni modo il valore che viene utilizzato per definire il cluster forecast è lo stesso che si utilizza poi per il calcolo del risparmio. Si tratta del forecast +16, dato dalla somma dei pesi fatturabili previsti a partire dalla settimana +3 (le prime due settimane si scartano dal calcolo) fino alla +16 (valore massimo

che si può stimare con una certa accuratezza) diviso per le 14 settimane in questione. L'altro valore di forecast presente nella tabella di calcolo del risparmio potenziale è il forecast +4, che si calcola partendo sempre dalla settimana +3 e arrivando fino alla +6 dividendo poi per le 4 settimane, un indicatore più preciso nel breve termine ma con poca capacità di previsione che infatti non viene utilizzato in nessun calcolo ma solamente consultato per confrontarlo con il forecast +16. In caso di grandi differenze tra i due valori di forecast è meglio eseguire un'analisi più approfondita, consultando gli appositi grafici in Power BI in cui si vedono chiaramente gli andamenti dei pesi previsti fornitore per fornitore, così da capire se gli invii sono stabili o sono presenti particolari picchi di domanda, un fattore molto negativo per la stabilità di una rotta Milk Run nel tempo.

```

1 Toneladas forecast +4 = DIVIDE(SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 3])+
2 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 4])+
3 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 5])+
4 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 6]),4*1000)

```

Figura 31: Formula forecast +4, fonte:SEAT

```

1 Toneladas forecast +16 = DIVIDE(
2 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 3])+
3 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 4])+
4 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 5])+
5 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 6])+
6 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 7])+
7 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 8])+
8 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 9])+
9 SUM(C_PESFACT[Peso      facturabile 10])+
10 SUM(C_PESFACT[Peso     facturabile 11])+
11 SUM(C_PESFACT[Peso     facturabile 12])+
12 SUM(C_PESFACT[Peso     facturabile 13])+
13 SUM(C_PESFACT[Peso     facturabile 14])+
14 SUM(C_PESFACT[Peso     facturabile 15])+
15 SUM(C_PESFACT[Peso     facturabile 16]),14*1000)

```

Figura 32: Formula forecast +16, fonte:SEAT

4.1.3 Tariffe

Una volta stabilito il percorso e aver valutato che la quantità di materiale stia sotto il limite di 25 tonnellate e che possibilmente si avvicini il più possibile a questo valore, resta solo più un fattore ad influenzare il risparmio della rotta Milk Run, le tariffe applicate. È proprio la differenza tra la tariffa applicata attualmente e quella che si potrebbe applicare in caso di rotta Milk Run e dunque camion quasi pieno, a creare il risparmio che rende conveniente la creazione di queste rotte.

Ritornando al concetto per cui con un camion pieno si risparmiano viaggi e di conseguenza denaro, si nota come questo si rifletta anche nelle tariffe utilizzate dai vettori. A seconda che un camion sia pieno o viaggi mezzo vuoto si applica una tariffa differente ed esistono due tipi di tariffe applicate ai tragitti diretti verso SEAT Martorell:

- Tariffa €/kg, in cui si paga per ogni 100 kg di merce trasportata. Queste tariffe dipendono dalla distanza del fornitore, più è vicino e meno si paga il trasporto dovendo ovviamente percorrere meno distanza, oscillano in genere tra gli 8 e i 15 € ogni 100 kg.
- Tariffa FTL, ovvero un camion completo con un costo fisso a tratta. Anche in questo caso le tariffe sono in base alla distanza del fornitore, ma con la differenza che sono solitamente uniformi nelle stesse zone geografiche e vengono decise a priori in una trattativa con il vettore. Un viaggio a tariffa fissa può oscillare tra i 1300 e i 2400 euro circa, però con un prezzo fisso indipendentemente dal peso trasportato.

La tariffa €/kg si utilizza soprattutto nel caso di invii con il camion riempito solo parzialmente e solitamente si individua un break even point situato leggermente sopra il 50% di riempimento, dopo il quale già non è più conveniente utilizzare la tariffa €/kg ma sarebbe meglio la tariffa FTL. Infatti, la tariffa €/kg risulta più alta se confrontata con la FTL solo dopo aver superato il break even point di riempimento e più ci si avvicina alle 25 tonnellate e dunque a un riempimento ideale del 100% e più risulta conveniente la tariffa FTL, proprio per il fatto che le aziende di trasporto vogliono compensare il fatto di non aver riempito il camion con un costo di trasporto maggiore. In ogni caso risulta conveniente utilizzare la tariffa FTL, poiché per far sì che sia più vantaggiosa l'altra bisognerebbe sempre inviare dei camion vuoti per metà o anche meno, cosa che non sarebbe accettata dal vettore (solitamente si compensa lo spazio vuoto del camion con una maggiorazione del prezzo del servizio che porta a pagare anche di più del fisso previsto dalla tariffa FTL) e che rallenterebbe enormemente l'intera catena di approvvigionamento di SEAT. L'obiettivo del progetto era dunque individuare cluster di fornitori che unendo i propri invii di materiale verso la fabbrica di Martorell avrebbero potuto sfruttare a pieno la tariffa più conveniente, possibile solo attraverso l'ottimizzazione del carico del camion e della sua capacità.

Una particolarità che verrà poi fuori al momento di calcolare il risparmio potenziale Paese per Paese è che non si potrà applicare il progetto Milk Run realmente a tutte le nazioni europee in cui sono presenti fornitori SEAT, poiché in alcuni di essi per accordi presi con la compagnia di trasporto non esiste uno dei due tipi di tariffa. I motivi possono essere differenti, per alcuni Paesi a causa dell'eccessiva distanza si applicano solo tariffe fisse (ad esempio Romania, Bulgaria, Serbia), mentre in altri non risulterebbe conveniente al vettore e dunque si sono accordati con SEAT per usare tariffe particolari (Spagna, Portogallo e Italia).

4.2 Procedimento operativo per il calcolo di una rotta

In questo capitolo verranno ripresi tutti i concetti visti in precedenza e i passaggi necessari all'avviamento di una rotta Milk Run, introducendo anche la formula utilizzata per il calcolo del risparmio potenziale, valore che poi porterà a valutare l'efficacia di una rotta e in seguito dell'intero progetto.

L'obiettivo perseguito durante la ricerca delle rotte potenziali è collegare tra loro il maggior numero possibile di fornitori creando un numero elevato di rotte Milk Run, cercando di ottenere il risparmio massimo possibile tramite la miglior combinazione di fornitori. Verrà ora elencato l'intero procedimento operativo da compiere per poter avviare una rotta efficiente ed ottimizzata:

- Decidere la nazione da analizzare. A inizio progetto, guardando la mappa dell'Europa con tutti i fornitori appartenenti al cluster Milk Run, sono stati individuati sei possibili Stati (o insiemi di Stati) all'interno dei quali è possibile creare delle rotte Milk Run. In alcuni di essi se ne possono creare poche, addirittura una sola, mentre in altri vi sono numerosi fornitori e dunque rotte potenziali. I Paesi con i quali si lavorerà in questo progetto sono: Belgio, Germania, Polonia, Repubblica Ceca, Slovacchia-Austria, Ungheria-Slovenia. Quando si inizia la ricerca delle rotte potenziali, la prima cosa da fare è quindi decidere da quale nazione iniziare la ricerca.
- Analisi posizione geografica e percorsi. Come detto nel capitolo precedente, la prima cosa da fare quando si inizia l'analisi delle rotte in un Paese è analizzare attentamente le posizioni dei fornitori e i percorsi che compiono per arrivare a Martorell. A seconda della nazione scelta questa parte può essere molto rapida, se ci sono pochi fornitori o il Paese è piccolo, o molto complicata come visto nella figura 30 riguardante la Germania.
- Analisi materiale inviato previsto. Anche questo punto è già stato approfondito nello scorso capitolo, ma si noti come è proprio in questa fase che avviene la maggiore selezione tra i fornitori. Infatti, se si guarda solo la coerenza del percorso e quindi l'assenza di Rodeo, possono ritrovarsi su una stessa rotta numerosi fornitori, ma guardando i forecast a 16 settimane e combinando tra di loro i valori rimangono sempre pochissime scelte possibili, solitamente non più di tre o quattro fornitori sulla stessa rotta.

- Calcolare il risparmio potenziale di una rotta. Arrivati a questo punto, si trovano un numero ridotto di fornitori che potrebbero percorrere una stessa rotta e che unendo gli invii non oltrepasserebbero il limite di 25 tonnellate (o un suo multiplo). Vengono scelti due o tre fornitori e i loro dati inseriti in un foglio di calcolo che permette il calcolo del risparmio potenziale che si avrebbe se essi appartenessero a una stessa rotta Milk Run e i forecast rimangano stabili. Il ragionamento alla base del calcolo è valutare la differenza tra l'applicazione della tariffa FTL riempiendo un intero camion e quindi usandone uno solo rispetto all'utilizzo di due camion mezzi vuoti pagati tramite la tariffa €/kg. La formula utilizzata per il calcolo del risparmio annuale di una rotta è la seguente:

$$\{[(\text{Tariffa €/kg}_{\text{fornitore1}} * \text{Ton forecast} + 16_{\text{fornitore1}}) + (\text{Tariffa €/kg}_{\text{fornitore2}} * \text{Ton forecast} + 16_{\text{fornitore2}})] * 10 - [\text{Tariffa FTL Massima} + (\text{Numero fermate addizionali} * \text{€ per ogni fermata})] * \text{Numero camion FTL}\} * \text{Numero settimane in un anno}$$

Guardando nel dettaglio la formula, si nota proprio come si calcoli la differenza tra le due tariffe che poi viene moltiplicata per il numero di settimane lavorative in un anno, che per SEAT sono 48. La prima parte della formula è il calcolo di quanto costerebbe utilizzare la tariffa €/kg, quindi si moltiplica la specifica tariffa assegnata ad ogni fornitore per i chili trasportati previsti e sebbene siano segnati solo due fornitori nella formula, nel caso fossero tre semplicemente si aggiungerebbe la tariffa del terzo per i suoi chili. Il tutto è moltiplicato per 10 perché la tariffa è 1 € ogni 100 chili trasportati. Nella seconda parte si calcola invece la ipotetica tariffa FTL applicata alla rotta, scegliendo la tariffa più alta tra i due o tre fornitori presenti (di solito è quella del fornitore più distante e punto di partenza della rotta) e sommando ad essa il costo dovuto alle fermate addizionali (una fermata in caso di rotta con due fornitori, due fermate se sono tre), il tutto moltiplicato per il numero di camion utilizzati. Quest'ultimo fattore è interessante, poiché solitamente ci si riferisce a rotte con un solo camion, ma può capitare in casi rari che si utilizzino due camion se il peso previsto sia non 25 tonnellate ma 50.

- Cercare la combinazione migliore. Dopo aver visto come si effettua il calcolo del risparmio potenziale di una rotta, si cerca la miglior combinazione possibile, ovvero inserire più fornitori possibili all'interno di rotte Milk Run e ottenere allo stesso tempo i risparmi più alti. Il sistema per raggiungere questo obiettivo è molto semplice in realtà,

in una possibile rotta si trovano solitamente massimo quattro fornitori che possono farne parte perché coincidono i pesi previsti con la posizione geografica, basta dunque inserire nel foglio di calcolo che trova autonomamente il risparmio i dati di questi fornitori. Seguendo questo procedimento in breve tempo si trovano tutte le rotte potenziali che danno il risparmio massimo in un Paese.

- Avvio delle rotte. Dopo aver trovato le rotte potenziali di un Paese si procede con tutte le altre attività già elencate nel capitolo 3.4, monitorando sempre i dati ogni settimana per vedere se ci sono cambi influenti che potrebbero cambiare una rotta prestabilita, fino ad arrivare all'avvio di una rotta e proseguire così fino a dover passare a un'altra nazione.

4.3 Esempio pratico: il caso della Repubblica Ceca e le altre possibili rotte

Per capire le effettive potenzialità di questo progetto, si è scelto di procedere prima con un'analisi dettagliata su uno Stato da utilizzare poi come modello per le altre e infine trovando le rotte potenziali anche per gli altri Paesi, così da avere un'idea di quale potrebbe essere il risparmio potenziale complessivo una volta terminato il progetto.

Inoltre, una volta calcolati i risparmi su tutte le rotte potenziali in Europa, prima di procedere con l'avviamento di una rotta si è deciso di eseguire un'ulteriore analisi al fine di valutare le variazioni dovute all'attuale crisi delle materie prime. La principale problematica nel far partire una nuova rotta Milk Run in questo momento è proprio la riduzione della produzione dovuta alla mancanza di materie prime fondamentali come i semiconduttori che causa una variazione di domanda che chiaramente incide sulle previsioni del peso del materiale trasportato. Per capire l'effetto di questo fenomeno si è effettuata una seconda analisi ricalcolando da zero tutte le rotte potenziali in Europa circa un mese dopo la prima analisi, utilizzando i nuovi dati a disposizione. Ciò che si voleva valutare ricalcolando le rotte con nuovi dati era sia la variazione delle rotte, ovvero se sarebbe stato opportuno cambiare dei fornitori o spostarli da determinate rotte, sia la variazione del risparmio potenziale.

Se durante queste analisi si valuta che il risparmio complessivo sia soddisfacente e che la variazione non sia troppo elevata o comunque che ci sia un trend di crescita (si vuole capire anche se un aumento della produzione e quindi del materiale richiesto porti a un maggior

risparmio), si può procedere ad avviare operativamente le prime rotte e far partire ufficialmente il progetto, altrimenti si deciderà di lasciarlo in stand-by finché non si risolverà il problema della mancanza di materie prime e si stabilizzerà la domanda.

4.3.1 Repubblica Ceca

Come primo Paese per iniziare il calcolo delle rotte potenziali si è scelto la Repubblica Ceca, a causa del gran numero di fornitori e della distanza elevata dalla Spagna che in teoria dovrebbe portare maggiori risparmi. Nonostante sia particolarmente complicato partire con questo Paese per via della complessità della sua rete di fornitori, è allo stesso tempo il caso più esemplificativo che ci potesse essere e potrà essere usato come modello per tutte le altre nazioni coinvolte nel progetto.

Seguendo il procedimento operativo elencato nel capitolo precedente, dopo aver deciso la nazione con cui iniziare si passa all'analisi delle posizioni geografiche dei vari fornitori e dei percorsi che possono compiere per arrivare nel minor tempo possibile a Martorell. La prima ricerca delle rotte potenziali è stata fatta con i dati risalenti al 30 settembre 2021 e in quel momento facevano parte del cluster logistico Milk Run della Repubblica Ceca ben 17 fornitori.

Facendo uno studio sulla posizione dei fornitori, si è visto come essi siano concentrati principalmente in due zone riconducibili come zone di influenza alle due principali città della Repubblica Ceca, ovvero Praga in Boemia (la parte ovest) e Brno in Moravia (la parte est). A grandi linee sono stati dunque divisi in queste due aree, con lo scopo di restringere sempre di più i cluster e sfruttare la prossimità dei fornitori per aumentare l'efficienza delle rotte. Osservando però i tragitti che ognuno di essi dovrebbe compiere per arrivare a Martorell, si è visto come tutti i fornitori, compresi quelli dell'altra zona di influenza, devono passare per la capitale Praga a causa della particolare conformazione del Paese e della sua rete autostradale, semplificando in questo modo il lavoro. Infatti solo cinque fornitori, tra l'altro appartenenti alla zona di Praga, non devono passare per la capitale, ma solo perché si trovano oltre ad essa e comunque sempre sullo stesso percorso fatto dagli altri. Ad ogni modo si cerca sempre di unire tra loro fornitori vicini geograficamente, ma grazie a questa particolarità è possibile in caso di necessità collegare anche fornitori distanti e magari in una diversa area di influenza. La prima parte di analisi geografica termina dopo aver individuato quattro principali tragitti che come detto si uniscono tutti all'altezza della capitale e dai quali passano tutti i 17 fornitori del cluster.

Ad ogni fornitore va ora assegnato il proprio forecast+16 così da vedere quali sono le combinazioni possibili, ricordando sempre che non è possibile superare il limite di 25 tonnellate per camion o di 50 nel caso se ne utilizzassero due. Fatto questo passaggio, si è notato come le combinazioni possibili di fornitori giacenti sugli stessi tragitti e vicini tra loro la cui somma dei pesi previsti sia minore di 25 erano molto ridotte. Inoltre, è importante anche che la somma dei pesi si avvicini il più possibile a 25 tonnellate che è il riempimento massimo che porta anche all'ottimizzazione massima del camion, poiché sotto un certo valore di peso che è differente per ogni rotta ed è stato definito break even point non è più conveniente utilizzare la tariffa FTL e quindi sarebbe inutile farla partire.

Alcune rotte erano dunque obbligate essendo le uniche possibili per quei fornitori, mentre in altri casi è stato necessario confrontare i possibili risparmi per ottenere quello massimo. Per confrontare i vari risparmi potenziali si è utilizzata la formula vista in precedenza, di cui si porta ora un esempio numerico della prima rotta trovata composta da tre fornitori, senza però menzionare i valori delle tariffe per motivi di privacy:

$$\{[(\text{Tariffa€}/\text{kg}_{\text{fornitore1}} * 8,76 \text{ ton}) + (\text{Tariffa€}/\text{kg}_{\text{fornitore2}} * 6,68 \text{ ton}) + (\text{Tariffa€}/\text{kg}_{\text{fornitore3}} * 7,00 \text{ ton})] * 10 - [\text{Tariffa FTL Massima} + (2 * 75 \text{ €})] * 1\} * 48 = 35.454,85 \text{ €}$$

Si nota come in questa rotta le fermate addizionali siano due ma il numero di camion utilizzato resta sempre uno essendo la somma dei pesi minore di 25 tonnellate, mentre il costo di ogni fermata si è deciso essere pari a 75 €.

Ruta	Proveedor	SOO_FACTUR#	CIUDAD	CP	Toneladas forecast	Toneladas forecast +16	Aproveionador	TARIFA_FTL	TARIFA_EKG	Diferencia	Ahorro anual potencial
12	39474	C243	KLASTEREC NA OHRI	431 51	5,49	8,76	MANEL MIRANDA				
	25789	C243	KLASTEREC NAD OHR	431 51	0,00	6,68	MANEL MIRANDA				
	26923	C236	NEJDEK	362 21	3,51	7,00	MANEL MIRANDA				
									738,64 €	35.454,85 €	
13	34532	C236	OSTROV	363 01	6,39	9,89	RAUL FONT				
	37404	C241	KRUPIKA	417 42	5,77	10,13	RAUL FONT			506,04 €	24.290,07 €
14	36268	C226	RAKOVNIK	269 01	8,81	10,21	MANEL MIRANDA				
	41945	C243	ZATEC	438 01	9,08	13,07	RAUL FONT			926,21 €	44.458,25 €
15	42007	C267	BRNO	602 00	8,55	10,20	RAUL FONT				
	27604	C279	PROSTEJOV	797 11	4,68	10,18	MANEL MIRANDA			498,15 €	23.911,13 €
16	22066	C276	Ujezd	763 25	10,48	11,15	MANEL MIRANDA				
	22904	C267	OKRISKY	256 21	5,67	8,51	RAUL FONT			408,51 €	19.608,34 €
17	39464	C269	BRECLAV	690 75	12,51	13,44	RAUL FONT				
	42335	C275	ROZNOV POD RADHOSTEM	756 61	6,80	7,27	MANEL MIRANDA			429,20 €	20.601,46 €
18	37485	C225	KLECANY	250 67	13,84	10,60	RAUL FONT				
	42353	C246	LIBEREC	460 01	4,73	8,68	MANEL MIRANDA			416,92 €	20.012,40 €
19	23951	C229	MLADA BOLESLAV	293 01	11,46	17,92	RAUL FONT				
	41921	C246	LIBEREC	463 12	5,29	6,91	MANEL MIRANDA			1.126,48 €	54.071,06 €

Figura 33: Rotte Repubblica Ceca 30.09.21, fonte: interna SEAT

Lo stesso procedimento è stato applicato anche per le altre rotte potenziali e dopo aver confrontato i vari risparmi ottenuti sono state definite otto possibili rotte Milk Run nel Paese. Nella figura rappresentante tutte le otto rotte trovate in Repubblica Ceca con i dati del 30 settembre 2021 si può osservare come in molte di esse ci fossero delle piccole problematiche che potevano rischiare di comprometterne la stabilità. In particolare, si notano importanti discrepanze tra i valori di forecast a 4 e a 16 settimane, che implicano instabilità negli invii di materiale dovuto sempre ai picchi di domanda e ai periodi di fermo produzione causati dalla mancanza di materie prime. Questa problematica è certamente la più impattante e suggerisce di attendere ancora un po' prima di rendere effettivamente operativo il progetto, al fine di osservare con nuovi dati gli andamenti dei forecast e vedere se si riesce a stabilizzare la domanda di materiali. Inoltre, solo tre rotte su otto presentano risparmi annui considerevoli, mentre le altre cinque si aggirano intorno ai 20.000 €, valore considerato il minimo accettabile nel disegno del progetto. Un altro problema riscontrato ma di minore impatto, sicuramente non determinante nella buona riuscita di una rotta ma che comunque è consigliato evitare, è la presenza di due diversi responsabili all'approvvigionamento in una stessa rotta. Solamente due di queste presentano lo stesso responsabile, mentre in tutti gli altri casi si dovrebbe effettuare un cambio, pratica alquanto lunga e laboriosa.

Ruta	Proveedor	COD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +4	Forecast +16	Aprovisionador	TARIFA_PTL	TARIFA_EKG	Diferencia	Ahorro anual	Por país	Mes anterior	Variación	Variación %	
13	42353	C246	LIBREC	460 01	14,18	6,65	MANEL MIRANDA									
	19135	CZ50	JICIN	506 01	4,58	6,30	RAUL FONT									
	37485	CZ25	KLECANY	250 67	14,60	11,60	RAUL FONT			981,75 €	47.123,88 €					
14	26923	CZ36	NEJDEK	362 21	9,70	9,53	MANEL MIRANDA									
	34532	CZ36	OSTROV	363 01	15,03	12,99	RAUL FONT									
						22,52			1.050,43 €	50.420,79 €						
15	36365	CZ74	KOPRIVNICE	742 21	9,88	6,23	MANEL MIRANDA									
	41945	CZ43	ZATEC	438 01	18,07	16,38	RAUL FONT			654,07 €	31.395,56 €					
16	27604	CZ79	PROSTEJOV	797 11	14,26	12,90	MANEL MIRANDA									
	42007	CZ67	BRNO	602 00	10,74	11,90	RAUL FONT			1.109,71 €	53.266,31 €					
17	22066	CZ76	Ujezd	763 25	13,08	12,28	MANEL MIRANDA					419.784,52 €	242.407,56 €	177.376,96 €	42,25%	
	22904	CZ67	OKRISKY	256 21	7,18	11,65	RAUL FONT			988,53 €	47.449,39 €					
18	42335	CZ75	NOV POD RADHO	756 61	12,40	8,72	MANEL MIRANDA									
	39464	CZ69	BRECLAV	690 75	17,80	15,54	RAUL FONT			896,65 €	43.039,12 €					
19	17808	CZ50	HRADEC KRALOVE	500 03	8,68	7,44	RAUL FONT									
	37838	CZ53	PRELOUC	535 01	19,31	17,33	RAUL FONT			1.084,65 €	52.063,09 €					
20	37404	CZ41	KRUPKA	417 42	22,47	12,93	RAUL FONT									
	36268	CZ26	RAKOVNIK	269 01	20,64	10,87	MANEL MIRANDA			991,55 €	47.594,59 €					
21	39474	CZ43	ASTERC NA OH	431 51	11,79	11,89	MANEL MIRANDA									
	25789	CZ43	ASTERC NAD OH	431 51	14,97	11,93	MANEL MIRANDA			988,16 €	47.431,79 €					

Figura 34: Rotte Repubblica Ceca 08.11.21, fonte: interna SEAT

Visti i risultati non soddisfacenti dopo il primo calcolo delle rotte potenziali, si è passati ad un'analisi di tutte le altre nazioni (che verrà trattata nel capitolo seguente) e poco più di un mese dopo, precisamente in data 8 novembre 2021, si è effettuato nuovamente il calcolo delle rotte della Repubblica Ceca con i dati aggiornati. Il procedimento seguito è stato esattamente lo stesso della prima volta, iniziando da zero la ricerca delle rotte per valutare in maniera più imparziale possibile i cambiamenti con i nuovi dati.

Innanzitutto, si è passati da 17 a 19 fornitori appartenenti al cluster logistico Milk Run della Repubblica Ceca, con alcuni cambi all'interno del cluster proprio a causa della grande variabilità della domanda, che però mostra dopo un mese un trend di crescita del materiale trasportato. I possibili tragitti sono gli stessi della volta scorsa, ma essendo cambiati i pesi forecast si hanno anche numerosi cambi di rotte, poiché alcune combinazioni non erano più vantaggiose o eccedevano la capacità del camion, mentre sostituendo alcuni fornitori con altri si avevano risparmi potenziali decisamente più corposi. Terminato il calcolo delle rotte si vede come ora siano nove e non più otto, con numerosi cambi rispetto al mese prima.

Anche in questo caso però si sono verificati più o meno gli stessi problemi della prima volta, con i forecast estremamente variabili e una grande distanza tra la previsione a 4 e 16 mesi, evidenziata dai valori differenti rispetto a quelli presi solo un mese prima. Anche il problema dei responsabili all'approvvigionamento persiste, suggerendo a questo punto dei cambi interni a SEAT per riassegnare in modo differente i fornitori ai loro responsabili. Una nota lieta arriva però dal risparmio potenziale, che trascinato dalla crescita della domanda e di conseguenza dagli aumenti del materiale trasportato vede una crescita del 42,25% rispetto al mese precedente.

Come si può vedere dalla figura 34, con i dati di novembre si può arrivare a un risparmio potenziale annuo di 419.784 € che rapportato al valore precedente di 242.407 € porta a un aumento di ben 177.376 €. Questa crescita fa ben sperare per l'esito positivo del progetto, mostrando come nonostante alcune problematiche siano ancora presenti, in caso di situazione generale più tranquilla e dunque la possibilità di produrre a pieno regime il risparmio generato possa essere davvero notevole. Infatti, durante il mese di ottobre e novembre la situazione è migliorata e benché la fine della crisi delle materie prime sia ancora lontana dalla fine, si è riusciti a regolarizzare l'invio di materiali; quindi, stimando che la produzione aumenterà

ancora e anche la quantità di materiale, si può prevedere che il risparmio potenziale derivante dalle rotte Milk Run sarà ancora maggiore.

4.3.2 Possibili rotte Milk Run nel resto d'Europa

Lo stesso procedimento utilizzato per calcolare le rotte Milk Run in Repubblica Ceca è stato usato anche per gli altri cinque cluster logistici individuati all'inizio del progetto. Seguendo il modello del primo cluster, sono state svolte dapprima le analisi geografiche per vedere quali tragitti seguivano i vari fornitori e non creare situazioni di Rodeo, dopodiché si passava a unirli in rotte Milk Run in base ai forecast+16 e ai risparmi che generavano. Così come era stato fatto per la Repubblica Ceca, i risparmi potenziali sono stati calcolati due volte, la prima con i dati del 30 settembre 2021 e la seconda con i dati dell'8 novembre 2021. L'obiettivo anche in questo caso era lo stesso, valutare a un mese di distanza i cambiamenti dovuti alla differente situazione della crisi delle materie prime, per vedere se con una produzione più stabile e un maggior volume di materiali trasportati sarebbero migliorati i risultati complessivi sul risparmio annuo.

Si presentano ora i risultati finali dell'analisi effettuata sui cinque cluster rimanenti:

- Belgio: Questa seconda parte dell'analisi sulle rotte potenziali inizia dal Belgio a causa del ridotto numero di fornitori appartenenti al cluster Milk Run nel suo territorio. Infatti sono solamente due, ma fortunatamente si trovano entrambi nella stessa area nei pressi di Bruxelles e hanno forecast compatibili, per questo è possibile creare una rotta. Questo è anche un caso particolare in cui la somma dei pesi previsti supera le 25 tonnellate, ma essendo la unica possibile e di poco oltre il limite viene ugualmente inserita nel sistema che si occuperà di stabilizzare automaticamente le quantità perché stiano sotto le 25 tonnellate. In questo caso l'aumento del risparmio con i nuovi dati è davvero considerevole, con ben un 38% in più, nonostante si tratti del Paese geograficamente più vicino alla Spagna e per questo con tariffa FTL più bassa.

Ruta	Proveedor	DOD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +4	Forecast +16	Aprovisionador	TARIFA_FTL	TARIFA_EKG	Diferencia	Ahorro anual	Por país	Mes anterior	Variación	Variación %
1	29156	BE	TIENEN	3300	18,45	17,87	DIDIER TAUGOURDEAL								
	35076	BE	DENDERMONDE	9200	9,03	7,96	DIDIER TAUGOURDEAL			933,59 €	44.812,10 €	44.812,10 €	27.764,86 €	17.047,23 €	38,04%

Figura 35: Rotte Belgio 08.11.21, fonte: interna SEAT

- Germania: Il secondo caso analizzato in questa parte è esattamente l'opposto del precedente, ci sono molti fornitori e una nazione molto grande che porta quindi alla creazione di numerosi tragitti possibili. La parte più complicata è stata proprio l'analisi geografica, come testimoniato dalla figura 30, non a caso si son venute a creare 8 rotte nel Paese, una sola in meno della Repubblica Ceca che è il caso in cui ne sono state trovate di più. Si è però trattato anche dell'unico caso in cui il risparmio potenziale non è aumentato nel mese di dicembre, ma addirittura ha avuto una lieve flessione di 15.770 €, imputabile probabilmente a una situazione ancora molto altalenante per i fornitori della Germania che servono principalmente le altre case costruttrici del gruppo Volkswagen. Ad ogni modo, nonostante il numero di fornitori presenti sul territorio simile a quello della Repubblica Ceca si registra un risparmio molto più ridotto, circa la metà. Questo è dovuto al fatto che le tariffe sono particolarmente basse e per questo si viene a creare poco margine, ma la cifra è stata comunque considerata rilevante.

Ruta	Proveedor	COD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +4	Forecast +16	Aprovisionador	TARIFA_FTL	TARIFA_EKG	Diferencia	Ahorro anual	Por pais	Mes anterior	Variación	Variación %
2	16851	DE07	EBERSDORF	07368	15,24	13,08	DANIEL MONDEJAR								
	21218	DE74	LEINGARTEN	74211	4,15	6,18	ANDY HUIDOBRO								
	42522	DE71	HINGEN AN DER	71665	3,20	6,17	JA M.SALVADOR ARNE								
									442,05 €		21.218,54 €				
3	40018	DE38	HAMBURG	21629	9,92	13,40	JA M.SALVADOR ARNE								
	41359	DE38	WOLFSBURG	38444	0,41	11,15									
									809,18 €		38.840,45 €				
4	21736	DE58	GEVELSBERG	58285	10,66	6,96									
	20388	DE35	DILLENBURG	35683	21,18	22,32	DANIEL MONDEJAR								
									594,83 €		28.552,06 €				
5	30117	DE31	PEINE	31224	8,02	12,90	CRISTINA MESCHDE								
	41653	DE31	PEINE	31224	18,84	22,99	ANDY HUIDOBRO								
									643,89 €		30.906,72 €				
6	31022	DE35	GIESSEN	35394	10,23	6,45						220.601,88 €	236.372,54 €	-15.770,66 €	-7,15%
	21284	DE35	EHRINGSHAUSEN	35630	24,01	22,98	ANTONIO BERNARDING								
									677,62 €		32.525,73 €				
7	40021	DE85	INGOLSTADT	85045	18,30	12,22	ADRIA ATIENZA GGELL								
	38370	DE82	MURNAU	82418	12,03	10,84	DANIEL MONDEJAR								
									527,49 €		25.319,63 €				
8	41523	DE02	BERNSDORF	02994	5,18	6,01	DANIEL MONDEJAR								
	41457	DE04	SCHMOELLN	04626	11,05	8,38	ANTONIO BERNARDING								
	38522	DE99	EISENACH	99817	5,05	9,61	ANDY HUIDOBRO								
									440,02 €		21.120,96 €				
9	37525	DE38	GOSLAR	38644	7,59	7,49	JA M.SALVADOR ARNE								
	18333	DE59	LIPPSTADT	59558	8,17	7,72	DANIEL MONDEJAR								
	41608	DE59	HAMM	59075	8,06	8,16	DANIEL MONDEJAR								
									460,79 €		22.117,79 €				

Figura 36: Rotte Germania 08.11.21, fonte: interna SEAT

- Polonia: Grazie alla sua lontananza da Martorell, le rotte della Polonia sono estremamente redditizie con alte tariffe che portano a importanti differenze tra FTL ed €/kg, per questo motivo nonostante siano solo sei fornitori e tre rotte il risparmio potenziale annuo è molto elevato. Inoltre, anche in questo cluster si registra un notevole aumento con i dati del mese di novembre grazie a un 41% rispetto al mese precedente,

facendo ben sperare sull'efficacia del progetto Milk Run in questo Paese nonostante le possibili problematiche operative dovute alla grande distanza da percorrere in camion.

Ruta	Proveedor	OD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +4	Forecast +16	Aprovisionador	TARIFA_FTL	TARIFA_CKG	Diferencia	Ahorro anual	Por pais	Mes anterior	Variación	Variación %	
10	38910	PL43	TYCHY	43-100	7,06	12,80	MANEL MIRANDA									
	22055	PL44	GLIWICE	44-121	11,84	9,89	MANEL MIRANDA									
							1.214,57 €									58.299,58 €
11	13764	PL66	RZÓW WIELKOPO	66-400	5,65	9,65	MANEL MIRANDA									
	41515	PL59	POLKOWICE	59-100	21,30	14,74	DIDIER TAUGOURDEAL									
							1.486,06 €									71.330,79 €
12	21967	PL55	OLAWA	55-200	13,47	12,66	MANEL MIRANDA									
	38683	PL58	KRZEEZÓW	58-405	6,95	7,27	MANEL MIRANDA									
					19,93		793,22 €									38.074,78 €

Figura 37: Rotte Polonia 08.11.21, fonte: interna SEAT

- Slovacchia-Austria: L'idea iniziale era di creare due cluster separati, uno per la Slovacchia con i suoi cinque fornitori e uno per l'Austria seguendo il modello del Belgio con solo due fornitori. In questo caso era però impossibile unirli in una stessa rotta, sia per via della posizione che avrebbe causato una deviazione superiore ai 50 km, sia perché la somma dei forecast superava le 26 tonnellate. Si è deciso dunque di unire i due cluster e i risultati sono stati sicuramente positivi, riuscendo a creare tre rotte potenziali che uniscono sette fornitori con un risparmio potenziale annuo di 166.463 €. Si tratta anche della maggiore differenza tra tutti i cluster analizzati tra i dati del 30 settembre e quelli dell'8 novembre, si registra infatti una variazione del più 58,5% rispetto al mese precedente. In questo cluster è anche stato registrato l'unico caso di rotta con due camion utilizzati, avvicinandosi al limite massime possibile di 50 tonnellate. Solitamente si tende a preferire rotte semplici con un solo camion e possibilmente anche due soli fornitori a causa dell'elevata complessità organizzativa, ma in questo caso era l'unico modo per creare una rotta Milk Run con questi tre fornitori e il risparmio potenziale è veramente molto alto trattandosi di quasi 100.000 € con una sola rotta.

Ruta	Proveedor	OD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +4	Forecast +16	Aprovisionador	TARIFA_FTL	TARIFA_CKG	Diferencia	Ahorro anual	Por pais	Mes anterior	Variación	Variación %	
22	22219	SK84	BRATISLAVA	841 07	13,84	13,12	CRISTINA MESCHEDÉ									
	22242	AT40	Hoersching	4063	8,17	10,67	MANEL MIRANDA									
							646,36 €									31.025,13 €
23	42123	SK97	VILKANOVA	976 31	9,60	7,84	CRISTINA MESCHEDÉ									
	22023	SK95	VRABLE	952 10	15,06	13,51	CRISTINA MESCHEDÉ									
							853,10 €									40.948,90 €
24	36972	SK91	TRNAVA	917 02	19,75	15,07	CRISTINA MESCHEDÉ									
	23186	SK90	LOZORNO	900 55	17,85	16,46	CRISTINA MESCHEDÉ									
	34724	AT32	NBERG-BEI GAMI	3291	3,90	16,74	MANEL MIRANDA									
					48,27		1.968,53 €									94.489,22 €

Figura 38: Rotte Slovacchia-Austria 08.11.21, fonte: interna SEAT

- Ungheria-Slovenia: Ultimo cluster analizzato, come nel caso precedente sono unite due nazioni nello stesso, anche se questa volta è un po' differente visto che è presente un solo fornitore sloveno e l'unica possibilità era integrarlo nel cluster di un altro Paese. A livello organizzativo possono esserci più complicazioni per la rotta con due fornitori di nazioni diverse, ma poiché il camion non deve compiere alcuna deviazione dal tragitto originale, la somma dei forecast riempie perfettamente un camion e il risparmio potenziale è molto alto, viene ugualmente approvata. Anche in questo caso la variazione con l'utilizzo dei dati di novembre è molto grande, un 53% in più che sicuramente incoraggia a seguire con attenzione queste rotte.

Ruta	Proveedor	DOD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +4	Forecast +16	Aprovisionador	TARIFA_PTL	TARIFA_EKO	Diferencia	Ahorro anual	Por país	Mes anterior	Variación	Variación %
25	42198	HU35	MISKOLC	3526	11,20	13,62	CRISTINA MESCHEDE								
	34569	HU28	TATA	2890	10,05	8,00	CRISTINA MESCHEDE			903,81 €	43.382,68 €				
26	34674	HU26	BALASSAGYARMA	2660	11,30	9,61	CRISTINA MESCHEDE					139.156,17 €	65.340,18 €	73.815,98 €	53,05%
	41774	HUB0	SZEKESFEHERVAR	8000	14,87	14,79	CRISTINA MESCHEDE			897,38 €	43.074,30 €				
27	41714	HU70	TOLNA	7130	15,90	16,03	ADRIA ATIENZA GGELL								
	33807	SI	MEDVODE	1215	8,60	9,09	DIDIER TAUGOURDEAU			1.097,90 €	52.699,19 €				

Figura 39: Rotte Ungheria-Slovenia 08.11.21, fonte: interna SEAT

Terminate le analisi di tutte le rotte potenziali in Europa è il momento di valutare l'impatto complessivo che il progetto può avere da un punto di vista economico per la SEAT. In seguito alla prima analisi effettuata con i dati del 30 settembre 2021, i risultati furono considerati accettabili ma erano abbastanza lontani da quelli sperati, sia per le problematiche dovute alla grande variabilità della domanda, sia per un risparmio potenziale annuo complessivo non all'altezza delle aspettative. Dopo che la situazione si è un po' stabilizzata e sono stati presi i nuovi dati dell'8 novembre 2021, la seconda analisi fatta ha evidenziato dei risultati decisamente migliori e più incoraggianti per il futuro del progetto.

Mentre con i dati di settembre il risparmio annuo di tutte le rotte era in totale 739.861 €, con quelli di novembre c'è stata una crescita complessiva del 36,14% che ha portato a un risparmio potenziale di 1.158.523 €. I margini di miglioramento si pensa possano essere ancora più alti una volta che si sarà definitivamente stabilizzata la situazione generale, ma in ogni caso si registra già un risparmio economico potenziale di oltre un milione di euro che alleggerirebbe notevolmente il bilancio del dipartimento di logistica inbound di SEAT. Si può quindi concludere che da un punto di vista economico il progetto Milk Run è potenzialmente molto redditizio e per questo motivo verrà implementato nel minor tempo possibile da SEAT.

5 Progetto Milk Run: riduzione emissioni di CO₂ e impatto ambientale

Gli obiettivi che si poneva in principio il progetto Milk Run erano due: ridurre i costi operativi di approvvigionamento dai fornitori europei e ridurre le emissioni di anidride carbonica dei camion in entrata in SEAT. Nel capitolo precedente si è visto come il primo obiettivo può essere pienamente raggiunto con l'implementazione del progetto, ma in seguito all'analisi economica è stato anche calcolato l'impatto ambientale che esso potrebbe avere.

In generale SEAT è un'azienda che persegue fermamente una politica di rispetto ambientale e si impegna tramite numerosi progetti nella riduzione dell'impatto che essa ha sull'ambiente. Questo progetto viene dunque inserito in un contesto più ampio dove convergono gli sforzi di tutta l'azienda e al quale viene data una grande importanza dall'intera dirigenza, per questo sarà importante vedere anche i motivi per i quali SEAT si interessa tanto alla questione ambientale e in generale come affronta il tema.

Verrà poi presentato il modello di calcolo delle emissioni utilizzato per questo specifico progetto, osservando nel dettaglio i fattori che permettono di arrivare ai risultati finali. Dopo aver visto il procedimento operativo che si usa per calcolare le emissioni di CO₂ su dei tragitti Milk Run, si passerà all'esempio pratico del calcolo fatto per le rotte trovate nel capitolo precedente, analizzando i risultati ottenuti e contestualizzandoli all'interno del quadro generale in cui è inserita SEAT.

5.1 Contesto generale: Move to Zero, la missione di SEAT

L'impegno da parte di SEAT nelle tematiche ambientali è forte, così come per tutto il gruppo Volkswagen. Infatti, la dichiarazione sulla politica ambientale di SEAT riprende proprio quella della casa madre, così come la dichiarazione di missione ambientale.

La dichiarazione di politica ambientale di SEAT recita così: "In qualità di leader globale nello sviluppo, produzione e distribuzione di veicoli a motore e servizi di mobilità, SEAT si impegna a diventare un fornitore leader di mobilità sostenibile nonché un modello a cui guardare per la tutela dell'ambiente. Abbracciamo le sfide del cambiamento climatico e ci

impegniamo per raggiungere l'obiettivo dei due gradi centigradi indicato dalle Nazioni Unite. Siamo profondamente consapevoli dell'impatto che le nostre attività e i nostri prodotti hanno in tutto il mondo a livello ambientale e sociale. Per ridurre il nostro impatto ambientale, sfruttiamo la nostra capacità innovativa globale per affrontare le sfide ambientali in tutte le fasi del ciclo di vita delle nostre offerte di mobilità. Le nostre innovazioni in materia di mobilità aiuteranno anche i nostri clienti a ridurre il loro impatto ambientale, mantenendo al contempo i nostri livelli di competitività e occupazione.”¹⁹ Nella stessa dichiarazione si specifica inoltre che SEAT si impegna a rispettare i requisiti di leadership, conformità, tutela ambientale, collaborazione con gli stakeholders, miglioramento continuo.

Partendo da questa policy che delinea chiaramente la direzione seguita da tutto il gruppo Volkswagen e in particolare da SEAT, è stata in seguito scritta anche la dichiarazione di missione ambientale, che definisce gli obiettivi da raggiungere in termini di impatto ambientale. Il nome di questa missione “Move to Zero” indica proprio l'obiettivo finale, cioè avere in futuro zero impatto sull'ambiente. La dichiarazione fatta dalla dirigenza di SEAT è la seguente: “cerchiamo di ridurre al minimo gli impatti ambientali lungo l'intero ciclo di vita dei nostri prodotti e trovare soluzioni di mobilità al fine di salvaguardare l'ecosistema e creare valore sulla società nel rispetto delle normative e degli standard ambientali”. Questo obiettivo viene perseguito attraverso quattro differenti strategie, alle quali tutti i dipartimenti devono cercare di attenersi e prestare il proprio contributo in qualche modo:

- **Cambiamento climatico:** entro il 2050 SEAT vuole diventare un'azienda a zero emissioni di carbonio, si applicano dunque tutte le misure possibili per ridurre le attività ad alto consumo di anidride carbonica;
- **Risorse:** si vuole massimizzare l'efficienza delle risorse primarie come acqua, energia e materie prime attraverso un'economia circolare con zero sprechi;
- **Qualità dell'aria:** per migliorare la qualità dell'aria che respiriamo si cerca di promuovere la micro-mobilità e la mobilità elettrica investendo maggiormente in questi ambiti;

¹⁹ Questa dichiarazione riprende quella fatta da Dr. Herbert Diess, Chairman of the Board of Management of Volkswagen, e Dr. Oliver Blume, AG Member of the Board of Management of Volkswagen AG and Brand Group Sport & Luxury, in data 3 dicembre 2019 presso Wolfsburg.

- Conformità ambientale: SEAT vuole diventare un esempio per le altre compagnie in termini di integrità, sviluppando un sistema di gestione conforme all'ambiente.

Questi quattro pilastri sui quali si fonda la strategia generale per arrivare ad un impatto zero sono formati da un numero impressionante di progetti, che talvolta hanno il solo scopo di ridurre l'impatto ambientale, ma spesso uniscono le questioni ambientali ad altri temi. Questo è il caso del progetto Milk Run, ideato per ricercare un risparmio economico tramite la riduzione dei costi e per ottimizzare la rete logistica in entrata, ma che entra comunque a pieno titolo tra i progetti che fanno parte di "Move to Zero". Il dipartimento di logistica inbound collabora come tutti gli altri dipartimenti di SEAT al raggiungimento degli obiettivi ambientali e questo progetto aiuta a stare all'interno dei parametri fissati dalla compagnia per far sì che ogni area dell'azienda sia d'aiuto per l'obiettivo comune. Nell'ambito della produzione e della supply chain sono stati definiti degli indicatori ambientali e il progetto Milk Run collabora al raggiungimento di uno di essi, si tratta di un KPI che misura le emissioni di CO₂ e che si cerca di ridurre del 50% entro il 2025. In realtà questo indicatore fa parte di un progetto più ampio dove si fa riferimento ad un indicatore aggregato che comprende tutti i consumi di SEAT, tra cui acqua, elettricità, rifiuti e anche le emissioni di CO₂. Questo progetto ebbe inizio nel 2010 e si fissò come obiettivo quello di ridurre questo indicatore generale del 50% entro il 2025, permettendo così di lavorare separatamente su diversi ambiti contemporaneamente. Nel 2020, a cinque anni dal termine del progetto, questo indicatore è stato già ridotto del 36% e sforzi sempre maggiori vengono impiegati in questa direzione.

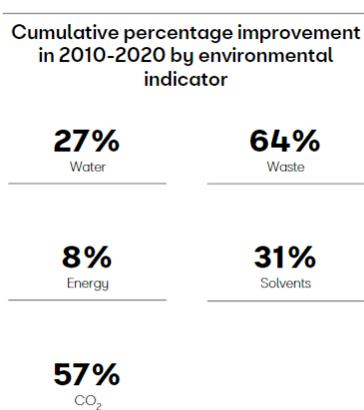


Figura 40: Indicatore generale ambientale, fonte: <https://SEAT.cegeglobal.com/annual-report-2020>

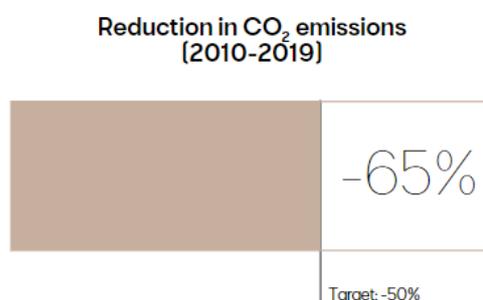


Figura 41: Indicatore riduzione emissioni CO₂, fonte: <https://SEAT.cegeglobal.com/>

Come si vede da queste immagini che fanno parte del report di fine anno del 2020 pubblicato da SEAT, nonostante l'indicatore complessivo mostri una riduzione del 36%, la componente relativa alla CO₂ ha già superato l'obiettivo prefissato con ben cinque anni di anticipo. Per questo motivo si è posto ora come nuovo obiettivo per il 2025 una riduzione delle emissioni del 65% rispetto al 2010 e il progetto Milk Run insieme ad altri otto progetti del dipartimento di logistica inbound aiuterà ad ottenere questo importante risultato che avvicina la compagnia ad essere entro il 2050 realmente una compagnia a zero impatto ambientale.

5.2 Procedimento operativo per il calcolo delle emissioni su una rotta

Come si può facilmente intuire, il progetto Milk Run concorre alla riduzione di emissioni di CO₂ tramite la riduzione dei viaggi internazionali, poiché utilizzando un minor numero di camion provenienti da altri Paesi europei si riduce automaticamente anche la quantità di anidride carbonica prodotta. Infatti, nonostante un camion pieno abbia consumi più alti rispetto a uno parzialmente vuoto, due camion anche vuoti consumano comunque più di uno pieno al cento per cento, soprattutto in caso di lunghi viaggi come questi. Si vedrà dunque come nel complesso la riduzione del numero di camion utilizzati grazie alle rotte Milk Run porterà anche a una riduzione consistente delle emissioni, cercando di quantificare le tonnellate di anidride carbonica risparmiate così da aggiungerle al conteggio dell'indicatore ambientale con obiettivo il 2025.

5.2.1 *Dati necessari per il calcolo delle emissioni*

Il punto di partenza per il calcolo delle emissioni sulle rotte Milk Run è proprio il lavoro svolto in precedenza per trovare le rotte potenziali e partendo da quei dati si va a sviluppare la nuova analisi di impatto ambientale. Partendo dunque dalle ventisette rotte potenziali trovate in tutta Europa, si sviluppa un nuovo foglio di calcolo simile al precedente ma con alcune modifiche sostanziali. La parte riguardante le tariffe, ovvero gli elementi sui quali si basa il calcolo del risparmio potenziale, viene rimossa in quanto non ha nessuna rilevanza per le tematiche ambientali. Al suo posto saranno inseriti tre nuovi fattori fondamentali per il calcolo delle emissioni:

- Il peso effettivo previsto a 16 settimane

- Le distanze dei fornitori tra loro e per arrivare a Martorell
- Il fattore di emissioni

Ruta	Proveedor	Denominación Prov	COD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +16 (Peso facturabile)	Forecast +16 (Peso Bruto Previsto)	% de llenado	Factor emisiones kgCO2/ (kg ·km)	Distancia Proveedores	Distancia a Seat
1	35076	[REDACTED]	BE	DENDERMONDE	9200	7,96	5,84	23%	0,140	83	1369
	29156		BE	TIENEN	3300	17,87	5,19	44%	0,088	1363	1363
							25,82	11,03			
2	16851		DE07	EBERSDORF	07368	13,08	4,59	18%	0,174	325	1604
	21218		DE74	LEINGARTEN	74211	6,18	2,00	26%	0,126	32	1292
	42522		DE71	HINGEN AN DER E	71665	6,17	6,17	51%	0,074	1252	1252
							25,44	12,76			
3	40018		DE38	WOLFSBURG	21629	13,40	11,70	47%	0,078	13	1705
	41359		DE38	WOLFSBURG	38444	11,15	11,15	91%	0,049	1696	1696
							24,55	22,85			
4	21736		DE58	GEVELSBERG	58285	6,96	6,96	28%	0,118	110	1433
	20388		DE35	DILLENBURG	35683	15,36	7,14	56%	0,068	1439	1439
						22,32	14,11				
5	30117	DE31	PEINE	31224	12,90	4,26	17%	0,183	1	1672	
	41653	DE31	PEINE	31224	10,09	4,51	35%	0,098	1671	1671	
						22,99	8,76				

Figura 42: Tabella finale dati per calcolo emissioni su rotte Milk Run, fonte: interna SEAT

Come si può vedere dalla tabella, la configurazione dei dati è la stessa che è stata usata per il calcolo del risparmio potenziale, con le stesse rotte (nella figura si vedono le prime cinque) ma dati diversi. Le colonne in cui sono segnati numero del fornitore, nome del fornitore (sempre oscurata per motivi di privacy), codice di fatturazione, città, codice postale e forecast+16 del peso fatturabile sono esattamente le stesse dell'altro foglio di calcolo, riportate anche qui perché identificano in modo univoco una rotta e forniscono informazioni utili.

Il primo fattore utilizzato per il calcolo delle emissioni è il peso previsto trasportato da un camion, ma qua compare la prima differenza rispetto al calcolo del risparmio. Mentre in quel caso veniva considerato il forecast+16 peso fatturabile, ora è necessario utilizzare il peso effettivo che viene trasportato. Prima si trattava di un calcolo per trovare un valore in euro ed infatti era corretto considerare il peso fatturabile, ovvero il peso che veniva pagato in fattura da SEAT per il trasporto del materiale, ma ora il valore finale che si vuole trovare sono le tonnellate di CO₂ e quindi è necessario considerare i chili che effettivamente vengono trasportati. Facendo un esempio, può capitare che un fornitore trasporti realmente solo poche tonnellate di materiale, ma poiché occupano molto spazio a causa del loro volume esse hanno un peso fatturabile vicino al limite di 25 tonnellate. Le emissioni di CO₂ di un camion variano però a seconda del peso trasportato e risultano decisamente superiori se si considerano 25 tonnellate invece del peso

effettivo, generando un errore considerevole nel calcolo. Nel foglio di calcolo vengono dunque riportati i due valori di forecast+16, tra l'altro calcolati entrambi con la stessa formula che si può vedere nella figura 32, anche se il forecast+16 del peso fatturabile in realtà non viene mai utilizzato per il calcolo delle emissioni ed è stata mantenuta la colonna solo per avere chiaro il confronto tra i due valori.

Il secondo fattore è la distanza percorsa. Sono due i valori riportati, perché si vedrà più avanti come esistano due formule per il calcolo delle emissioni a seconda che si tratti di una rotta Milk Run o di un trasporto diretto. Nel caso in cui si voglia considerare il trasporto diretto dal fornitore a SEAT si utilizza direttamente la distanza che c'è tra essi, altrimenti se si vogliono calcolare le emissioni su una rotta Milk Run sono necessarie le distanze che separano i vari fornitori. Prendendo come esempio una rotta Milk Run con tre fornitori, di cui F1 è quello da cui parte la rotta, F2 quello intermedio e F3 l'ultima tappa prima di arrivare in SEAT, le distanze necessarie per il calcolo sono quella da F1 a F2, quella da F2 a F3 ed infine quella da F3 a SEAT.

Infine il terzo fattore, quello più complesso, il fattore di emissione. Al suo fianco nella tabella si può notare anche la colonna con la percentuale di riempimento del camion, un dato utile al fine di ricavare proprio il fattore di emissione.

I fattori di emissione sono la base per qualsiasi calcolo delle emissioni e sono dati in chilogrammi di emissioni per capacità di trasporto, mentre la capacità di trasporto è di solito data in chili-chilometro (kg*km). L'unità di misura del fattore di emissione sarà dunque chili di CO₂ fratto i chili trasportati per i chilometri percorsi. I fattori di emissione per tutti i mezzi di trasporto, eccetto quelli marittimi, sono ricavati direttamente dai set di dati dell'ecobilancio GaBI²⁰. GaBI è sia il nome di uno strumento di contabilità ambientale (un software che calcola emissioni e in generale indicatori ambientali) che un database di bilancio ecologico della società Thinkstep²¹. I dati ricavati dal database sono utilizzati dal dipartimento di ricerca ambientale del gruppo Volkswagen per tutti gli ecobilanci dei prodotti e come fonte per trovare i fattori di emissione per la valutazione delle fabbriche del gruppo. Tutti i set di dati GaBI utilizzati sono parametrizzabili e questo significa che alcune caratteristiche di trasporto, come il grado di utilizzo, la capacità massima e molte altre, possono essere variate a seconda di quale indicatore

²⁰ GaBI sta per "Ganzheitliches Bilanzierungs-Instrument" (strumento unitario per la formazione del bilancio).

²¹ Thinkstep è il nuovo nome della società PE International, azienda tedesca che offre una gamma completa di software, banche dati e servizi professionali per la valutazione della sostenibilità di prodotto o di impresa.

ambientale si voglia calcolare. Per trovare i fattori di emissione di CO₂, un mezzo di trasporto con una capacità di carico massima definita è stato adattato in ogni caso e il grado di utilizzo è stato cambiato a passi dell'1% per ottenere una "curva del fattore di emissione". Queste curve sono state sviluppate per diversi mezzi di trasporto, carichi utili e tecnologie.

La tabella dei fattori GaBI è composta da tre elementi principali con cui si possono trovare i fattori appropriati per un determinato mezzo di trasporto.

- **Elenco dei mezzi di trasporto:** L'elenco dei mezzi di trasporto serve semplicemente a distinguere i vari tipi di mezzo possibile, tra cui i principali sono camion, treni e aerei. Inoltre, questa lista contiene dati sul carico utile massimo e sul volume di carico utile massimo dei mezzi di trasporto, nonché sul tasso di viaggio a vuoto e sul modo di trasporto. In questo specifico progetto l'unico mezzo di trasporto utilizzato è il camion e per questo sono stati rimossi tutti i dati relativi ad altri mezzi.
- **Mix di mezzi di trasporto:** Con il mix di mezzi di trasporto si intendono tutte le possibili categorie appartenenti ad uno stesso mezzo di trasporto poiché esistono numerosi tipi diversi di camion, aerei e treni e ognuno influenza diversamente la curva di emissione. Si definisce dunque in quale proporzione la curva di mezzo di trasporto influenza il fattore di emissione di un mezzo di trasporto. Nel progetto Milk Run, ad esempio, sono rappresentati i diversi mix di mezzi di trasporto per il trasporto terrestre con otto diverse tipologie di camion. Tra queste tipologie sono presenti i gigatrailer e duotrailer citati entrambi nel secondo capitolo in quanto camion dalle elevate dimensioni e capacità, ma anche i MiniTir e furgonette che invece sono di dimensioni ridotte e vari tipi di camion a diesel o elettrici. Nel progetto viene utilizzato solamente il megatrailer, ovvero il camion di dimensioni standard e con capacità di 25 tonnellate, che verrà dunque selezionato come mezzo di trasporto predefinito.
- **Curve dei mezzi di trasporto:** Le curve di trasporto mostrano i fattori di emissione reali per un mezzo di trasporto specifico in gradi di utilizzo dell'1%. Nel progetto Milk Run viene quindi associato al mezzo di trasporto scelto (megatrailer) un fattore di emissione che varia a seconda del grado di riempimento del camion, dato che ricaviamo semplicemente dividendo il forecast+16 del peso effettivo per la capacità massima del camion di 25 tonnellate.

Tipo trasporto	Auslastun	kgCO2/(kg·km)
MEGA	0%	0,700
MEGA	1%	2,817
MEGA	2%	1,418
MEGA	3%	0,951
MEGA	4%	0,718
MEGA	5%	0,578
MEGA	6%	0,485
MEGA	7%	0,418
MEGA	8%	0,368
MEGA	9%	0,329
MEGA	10%	0,298
MEGA	11%	0,273
MEGA	12%	0,252
MEGA	13%	0,234
MEGA	14%	0,218
MEGA	15%	0,205
MEGA	16%	0,193
MEGA	17%	0,183
MEGA	18%	0,174
MEGA	19%	0,166
MEGA	20%	0,158

Figura 43: Tabella GaBI utilizzata per calcolo emissioni CO₂, fonte: interna SEAT

Per ogni fornitore viene quindi assegnato un fattore di emissione corrispondente al riempimento del camion durante quella determinata parte del tragitto. Ad esempio, un fornitore che ha come forecast+16 del peso effettivo 5 tonnellate, ricordando che il mezzo di trasporto è il megatrailer per ipotesi, avrà un riempimento del 20% al quale corrisponde un fattore di emissione di 0,158 come indicato sulla tabella GaBI.

5.2.2 Formule per il calcolo delle emissioni su una rotta

Dopo aver visto tutti i dati a disposizione necessari per calcolare le emissioni lungo una rotta, si procede ad applicare le formule per ricavare le tonnellate di CO₂ rilasciate durante il viaggio. Il dato che ci interessa in questo progetto è però il risparmio in termini di emissioni che si ha implementando delle rotte Milk Run invece di utilizzare gli invii diretti, per questo motivo si dovranno trovare sia le tonnellate di CO₂ emesse attualmente (ogni fornitore invia un camion che va direttamente a Martorell) che quelle emesse potenzialmente nel caso in cui vengano avviate le rotte Milk Run.

Come prima cosa si calcolano le emissioni nella situazione attuale di consegna diretta, che vengono definite internamente “emissioni IST”, termine tedesco (perché i dati devono poi essere presentati alle riunioni con tutto il gruppo Volkswagen) che significa “è” ed indica una

situazione attuale. La formula che viene utilizzata per calcolare le emissioni relative al trasporto del materiale da parte di più fornitori fino a SEAT è la seguente:

$$\frac{[(Ton\ effettive\ forecast+16_{fornitore1} * fattore\ emissione_{fornitore1} * distanza_{fornitore1-SEAT}) + (Ton\ effettive\ forecast+16_{fornitore2} * fattore\ emissione_{fornitore2} * distanza_{fornitore2-SEAT}) + (Ton\ effettive\ forecast+16_{fornitore3} * fattore\ emissione_{fornitore3} * distanza_{fornitore3-SEAT})]}{1000}$$

Come si può vedere dalla formula, bisogna semplicemente fare il prodotto tra il peso previsto, la distanza fino alla SEAT e il fattore di emissione trovato dalla tabella GaBI e sommare a seconda del numero di fornitori presenti nella rotta potenziale con la quale si effettuerà il confronto. Il risultato trovato è in chili e viene diviso per mille così da avere il risultato in tonnellate. Inoltre, va specificato che il fattore di emissione utilizzato è relativo al riempimento di ogni singolo camion che parte dai vari fornitori fino a Martorell trattandosi di soli invii diretti, per questo spesso si avranno percentuali di riempimento molto basse che portano a fattori di emissione più alti.

Una volta trovato il risultato delle emissioni attuali (IST) corrispondenti a una rotta, bisogna anche trovare le tonnellate di CO₂ che verrebbero prodotte se quegli stessi fornitori fossero collegati da una rotta Milk Run. Questo valore viene definito “emissioni SOLL”, che sempre dal tedesco significa “deve” ed in questo caso è inteso come il valore di emissioni che si deve trovare ai fini del progetto. Per calcolare le emissioni su una rotta Milk Run si devono apportare alcune modifiche alla formula utilizzata in precedenza, cercando di ottenere il valore più vicino possibile alla realtà.

Inizialmente il metodo di calcolo proposto era semplice ma poteva causare inesattezze piuttosto rilevanti, per questo motivo si è cercato di utilizzare un metodo più preciso ma con un numero maggiore di dati, che però trattandosi di un numero ridotto di fornitori con i quali si lavora in questo progetto non ha impiegato troppo tempo.

Nella figura 44 si può vedere il metodo consigliato da Volkswagen, che propone di considerare qualunque tipo di rotta, anche rotte Milk Run o rotte in cui si passa dal centro di consolidamento, come se fossero invii diretti. Questa semplificazione è possibile perché non verrebbero considerati tre invii separati (come per il calcolo IST fatto in precedenza), ma ad ognuna delle tre rotte segnate in figura con una linea tratteggiata verrebbe assegnato un valore

in percentuale a seconda di quanto va a incidere quel tratto di rotta sulle emissioni (solitamente si fa riferimento a quanti chilometri sono percorsi in percentuale rispetto a quelli complessivi). In questo modo si ottiene un risultato di emissioni minore rispetto a quello di tre invii diretti, ma si intuisce come il valore finale non possa essere precisissimo. Questa tecnica viene usata poiché i dati delle distanze tra i fornitori non sono disponibili e andrebbero ricercati a mano, quindi in caso di grandi numeri è molto più comodo utilizzare solo la distanza di ognuno di essi fino a SEAT e poi assegnargli un valore percentuale.

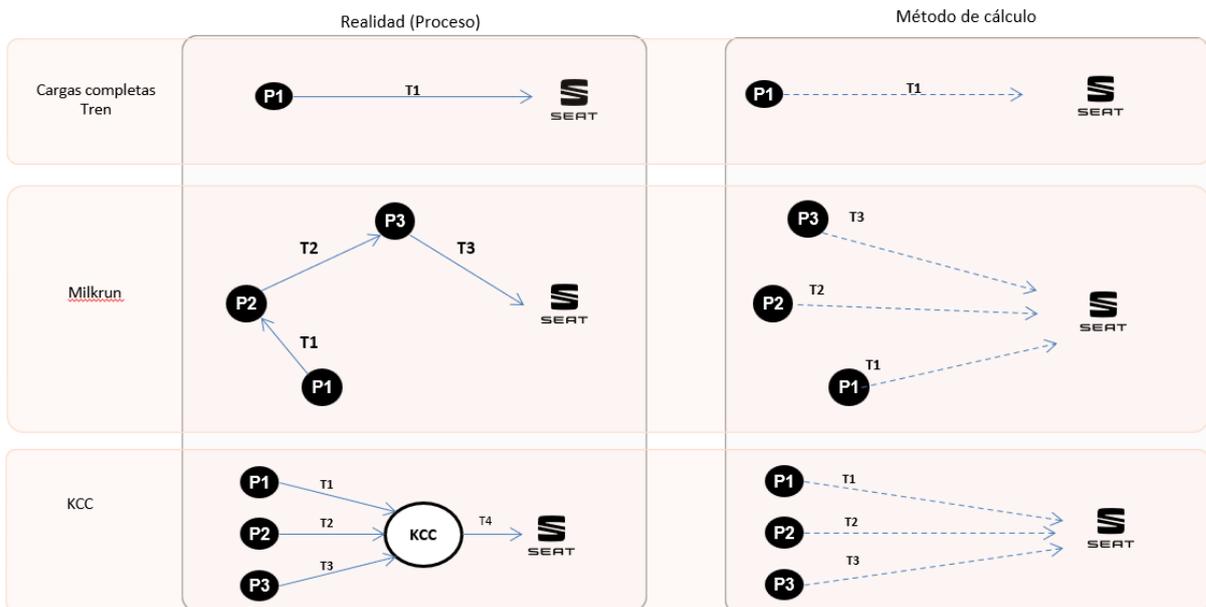


Figura 44: Tecnica alternativa per calcolo emissioni su rotte, fonte: interna SEAT

Nel progetto Milk Run fortunatamente sono presenti solo un numero ridotto di fornitori ed è stato dunque possibile cercare manualmente le distanze che separavano i fornitori, così da poter sviluppare una nuova formula molto più precisa che viene proposta in seguito:

$$\frac{\{(Ton\ efficaci\ forecast+16_{fornitore1} * fattore\ emissione_{fornitore1} * distanza_{fornitore1-fornitore2}) + [(Ton\ efficaci\ forecast+16_{fornitore2} + Ton\ efficaci\ forecast+16_{fornitore1}) * fattore\ emissione_{fornitore2} * distanza_{fornitore2-fornitore3}] + [(Ton\ efficaci\ forecast+16_{fornitore3} + Ton\ efficaci\ forecast+16_{fornitore2} + Ton\ efficaci\ forecast+16_{fornitore1}) * fattore\ emissione_{fornitore3} * distanza_{fornitore3-SEAT}]\}}{1000}$$

La formula utilizzata per trovare le tonnellate di CO₂ SOLL è simile alla precedente, con la differenza che le distanze ora sono quelle tra i fornitori e dopo ogni tratto si devono sommare

le tonnellate di materiale del fornitore precedente. Anche il fattore di emissione non è lo stesso trovato in precedenza poiché cambiano le percentuali di riempimento visto che vanno crescendo fino ad arrivare all'ultimo tratto in cui il camion è pieno quasi al 100%. Questa tecnica risulta particolarmente laboriosa perché bisogna ricercare un buon numero di distanze, ma come si può vedere non solo è più precisa, è anche più intuitiva poiché assegna ad ogni tratto percorso i chilometri esatti e soprattutto le tonnellate realmente presenti sul camion con la corretta percentuale di riempimento.

5.3 Esempio pratico: calcolo del risparmio di CO₂ sulle rotte europee

Utilizzando le formule e i dati visti in precedenza, si sviluppa un foglio di calcolo molto simile a quello usato per il calcolo del risparmio economico dato dalle rotte Milk Run. Per ognuna delle rotte trovate, sempre divise in cluster logistici, si effettua il calcolo delle emissioni prima nella situazione attuale di invii diretti dal fornitore a SEAT e poi ipotizzando che venga implementata la rotta Milk Run, dopodiché si confrontano i due dati delle emissioni per stimare il risparmio di CO₂ potenziale per ogni rotta. Infine, si sommano tutte le emissioni potenziali e quelle attuali per ottenere due valori complessivi e trovare il risparmio potenziale a livello ambientale dell'intero progetto.

Rispetto al calcolo precedente c'è però una differenza, i dati utilizzati sono infatti solo quelli estratti l'8 novembre 2021 in quanto non è stata ritenuta necessaria una ulteriore controprova poiché le variazioni delle tonnellate di materiale trasportato non influiscono in modo significativo sulla percentuale di tonnellate di CO₂ risparmiata. Per alcune rotte è stato effettuato il calcolo delle emissioni utilizzando sia i dati del 30 settembre 2021 che quelli di novembre senza però riscontrare grandi differenze, soprattutto la differenza tra i due valori attuale e potenziale espressa in percentuale rimaneva invariata, per questo si è preferito non presentare il calcolo fatto con entrambi i set di dati. Nelle rotte calcolate con i dati di settembre si trasporta meno materiale, di conseguenza le emissioni calcolate saranno minori, ma la variazione sulle emissioni attuali e potenziali è la medesima e quindi anche il risparmio percentuale non varia.

Come fatto per il risparmio economico potenziale, verranno mostrati sinteticamente i dati trovati per i sei cluster logistici individuati in precedenza per poi spiegare il risultato finale ottenuto:

- Belgio: Una sola rotta possibile con due fornitori in Belgio, essendo la prima rotta dell'elenco è stata anche la prima su cui è stato provato il calcolo delle emissioni ed è poi stata usata come modello per le altre. Si può notare la grande differenza tra il peso fatturabile e quello effettivo, rendendo evidente l'importanza di usare il peso effettivo per il calcolo delle emissioni. La percentuale di riempimento e il fattore di emissione riportati in tabella sono utilizzati esclusivamente per il calcolo delle emissioni potenziali, per quelle attuali si divide ogni forecast+16 per 25 tonnellate e quel valore si usa per trovare anche il fattore di emissione. Già in questo primo cluster si vede un risparmio di CO₂ importante, con ben un 36% di emissioni in meno se si implementasse la rotta Milk Run.

Ruta	Proveedor	Denominación Prov	COD_FACTUR	CIVIDAD	CP	Forecast +16 (Peso facturabile)	Forecast +16 (Peso Bruto Previsto)	% de llenado	Factor emisiones kgCO ₂ / (kg·km)	Distancia Proveedores	Distancia a Seat	Emisiones SOLL (Tn)	Emisiones IST (Tn)	Ahorro CO ₂
1	35076 29156	[REDACTED]	BE	DENDERMONDE	9200	7,96	5,84	23%	0,140	83	1369	0,068	1,120	
			BE	TIENEN	3300	17,87	5,19	44%	0,088	1363	1363	1,328	1,073	
						25,82	11,03						1,396	2,192

Figura 45: Calcolo emissioni CO₂ Belgio 08.11.21, fonte: interna SEAT

- Germania: Sono presenti numerose rotte potenziali in Germania e si vede come alcune siano in linea con il risparmio visto nel cluster precedente, mentre altre arrivino fino ad un risparmio di oltre il 50%. Si tratta infatti di tre rotte con tre fornitori in cui il risparmio appare ancora più evidente poiché si utilizza un solo camion invece di tre diversi. Per la prima volta si può affermare che una rotta con tre fornitori, benché più complicata da gestire e organizzare, in fatto di risparmio di emissioni sia più conveniente rispetto ad una con due fornitori. Un'altra rotta sfiora il 45% di risparmio ed è dovuto al fatto che si tratta di due fornitori molto vicini tra loro dove impiegare due camion differenti è davvero poco logico, per questo il margine è più ampio della media delle rotte da due. Nonostante il risparmio economico delle rotte Milk Run in Germania non sia soddisfacente come per altri Paesi, si rileva uno dei risparmi di emissioni più elevati, confermando la decisione di implementare il progetto anche per la Germania.

Ruta	Proveedor	Denominación Prov	COD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +16 (Peso facturable)	Forecast +16 (Peso Bruto Previsto)	% de llenado	Factor emisiones kgCO2/(kg·km)	Distancia Proveedores	Distancia a Seat	Emisiones SOLL (Tn)	Emisiones IST (Tn)	Ahorro CO2
2	16851		DE07	EBERSDORF	07368	13,08	4,59	18%	0,174	325	1604	0,259	1,280	
	21218		DE74	LEINGARTEN	74211	6,18	2,00	26%	0,126	32	1292	0,027	0,950	
	42522		DE71	JHINGEN AN DER	71665	6,17	6,17	51%	0,074	1252	1252	1,189	1,008	
						25,44	12,76					1,474	3,238	54,46%
3	40018		DE38	WOLFSBURG	21629	13,40	11,70	47%	0,078	13	1705	0,012	1,556	
	41359		DE38	WOLFSBURG	38444	11,15	11,15	91%	0,049	1696	1696	1,906	1,525	
						24,55	22,85					1,918	3,080	37,73%
4	21736		DE58	GEVELSBERG	58285	6,96	6,96	28%	0,118	110	1433	0,091	1,181	
	20388		DE35	DILLENBURG	35683	15,36	7,14	56%	0,068	1439	1439	1,389	1,181	
						22,32	14,11					1,479	2,363	37,39%
5	30117		DE31	PEINE	31224	12,90	4,26	17%	0,183	1	1672	0,001	1,303	
	41653		DE31	PEINE	31224	10,09	4,51	35%	0,098	1671	1671	1,440	1,309	
						22,99	8,76					1,441	2,612	44,82%
6	21284		DE35	EHRINGSHAUSEN	35630	16,72	16,72	67%	0,060	33	1419	0,033	1,429	
	31022		DE35	GIESSEN	35394	6,45	6,45	93%	0,049	1404	1404	1,579	1,143	
						23,18	23,18					1,612	2,571	37,29%
7	41523		DE02	BERNSDORF	02994	6,01	6,01	24%	0,135	175	1813	0,142	1,471	
	41457		DE04	SCHMOELLN	04626	8,38	7,89	56%	0,068	163	1685	0,155	1,408	
	38522		DE99	EISENACH	99817	9,61	9,61	94%	0,048	1529	1529	1,732	1,353	
						14,38	23,50					2,029	4,231	52,04%
8	40021		DE85	INGOLSTADT	85045	12,22	12,22	49%	0,076	157	1468	0,145	1,355	
	38370		DE82	MURNAU	82418	10,84	4,34	66%	0,061	1394	1394	1,405	1,109	
						23,06	16,56					1,550	2,464	37,11%
9	37525		DE38	GOSLAR	38644	7,49	6,49	26%	0,126	230	1645	0,188	1,347	
	18333		DE59	LIPPSTADT	59558	7,72	7,48	56%	0,068	50	1524	0,048	1,274	
	41608		DE59	HAMM	59075	8,16	3,41	70%	0,058	1489	1489	1,512	1,107	
						15,22	17,38					1,748	3,729	53,11%

Figura 46: Calcolo emissioni CO₂ Germania 08.11.21, fonte: interna SEAT

- Polonia: Sono presenti tre rotte Milk Run potenziali tutte composte da due fornitori, con risparmi comunque piuttosto elevati in media intorno al 40%. In questo caso il fattore più importante nel calcolo delle emissioni è la distanza, perché essendo il Paese più distante dalla Spagna tra quelli trattati va a influenzare fortemente il risultato. Si nota inoltre che minore è la distanza tra i fornitori e maggiore è il risparmio percentuale che viene generato.

Ruta	Proveedor	Denominación Prov	COD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +16 (Peso facturable)	Forecast +16 (Peso Bruto Previsto)	% de llenado	Factor emisiones kgCO2/(kg·km)	Distancia Proveedores	Distancia a Seat	Emisiones SOLL (Tn)	Emisiones IST (Tn)	Ahorro CO2
10	38910		PL43	TYCHY	43-100	12,80	3,53	14%	0,218	64	2214	0,049	1,706	
	22055		PL44	GLIWICE	44-121	9,89	9,89	54%	0,070	2155	2155	2,031	1,884	
						22,68	13,42					2,081	3,590	42,03%
11	13764		PL66	RZÓW WIELKOPOL	66-400	9,65	6,84	27%	0,122	176	2041	0,147	1,703	
	41515		PL59	POLKOWICE	59-100	14,74	14,74	86%	0,051	1950	1950	2,145	1,893	
						24,39	21,58					2,292	3,597	36,28%
12	21967		PL55	OLAWA	55-200	12,66	6,94	28%	0,118	126	2060	0,104	1,693	
	38683		PL58	KRZEEZOW	58-405	7,27	6,37	53%	0,071	1920	1920	1,821	1,595	
						19,93	13,31					1,925	3,288	41,47%

Figura 47: Calcolo emissioni CO₂ Polonia 08.11.21, fonte: interna SEAT

- Repubblica Ceca: Paese con il maggior numero di rotte potenziali e che genera il maggior risparmio economico, anche a livello di risparmio ambientale presenta buoni numeri. Le prime tre rotte infatti hanno risparmi molto elevati, la prima formata da tre fornitori arriva addirittura a un 58,5% che è il valore più alto trovato tra tutti i cluster, mentre le altre due anche se formate da due soli fornitori superano il 40% a causa delle

ridottissime distanze tra i fornitori. Anche le altre sei rotte mostrano buoni risultati, confermando l'efficacia del progetto.

Ruta	Proveedor	Denominación Prov	COD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +16 (Peso facturabile)	Forecast +16 (Peso Bruto Previsto)	% de llenado	Factor emisiones kgCO2/ (kg · km)	Distancia Proveedores	Distancia a Seat	Emisiones SOLL (Tn)	Emisiones IST (Tn)	Ahorro CO2
13	42353		CZ46	LIBEREC	460 01	6,65	2,32	9%	0,329	55	1846	0,042	1,413	
	19135		CZ50	JICIN	506 01	6,30	2,45	19%	0,166	95	1832	0,075	1,337	
	37485		CZ25	KLECANY	250 67	11,60	8,26	52%	0,072	1742	1742	1,640	1,485	
						24,56	13,03				1,757	4,235	58,51%	
14	39474		CZ43	LASTEREC NA OHR	431 51	11,89	6,90	28%	0,118	1	1699	0,001	1,388	
	25789		CZ43	LASTEREC NAD OH	431 51	11,93	4,84	47%	0,078	1699	1699	1,555	1,362	
						23,81	11,73				1,556	2,749	43,42%	
15	26923		CZ36	NEJDEK	362 21	9,53	6,80	27%	0,122	5	1675	0,004	1,391	
	34532		CZ36	OSTROV	363 01	12,99	3,25	40%	0,088	1672	1672	1,487	1,271	
						22,52	10,06				1,491	2,663	44,02%	
16	36365		CZ74	KOPRIVNICE	742 21	6,23	2,96	12%	0,252	444	2085	0,331	1,554	
	41945		CZ43	ZATEC	438 01	16,38	3,05	24%	0,135	1706	1706	1,385	1,309	
						22,60	6,01				1,716	2,863	40,07%	
17	27604		CZ79	PROSTEJOV	797 11	12,90	12,90	52%	0,072	61	1990	0,057	1,855	
	42007		CZ67	BRNO	602 00	11,90	4,38	69%	0,059	1934	1934	1,972	1,474	
						24,80	17,28				2,029	3,329	39,05%	
18	22066		CZ76	Ujezd	763 25	12,28	12,28	49%	0,076	203	2056	0,188	1,908	
	22904		CZ67	OKRISKY	256 21	11,65	2,99	61%	0,064	1887	1887	1,853	1,418	
						23,93	15,27				2,042	3,326	38,62%	
19	42335		CZ75	NOV POD RADHOS	756 61	8,72	6,14	25%	0,130	207	2082	0,166	1,668	
	39464		CZ69	BRECLAV	690 75	15,54	6,18	49%	0,076	1888	1888	1,758	1,521	
						24,26	12,32				1,924	3,189	39,68%	
20	17808		CZ50	HRADEC KRALOVE	500 03	7,44	7,44	30%	0,112	37	1848	0,031	1,535	
	37838		CZ53	PRELOUC	535 01	17,33	17,33	99%	0,047	1833	1833	2,121	1,874	
						24,77	24,77				2,151	3,410	36,91%	
21	37404		CZ41	KRUPKA	417 42	12,93	11,93	48%	0,077	78	1811	0,071	1,658	
	36268		CZ26	RAKOVNIK	269 01	10,87	7,00	76%	0,055	1696	1696	1,775	1,406	
						23,80	18,93				1,846	3,064	39,76%	

Figura 48: Calcolo emissioni CO₂ Repubblica Ceca 08.11.21, fonte: interna SEAT

- Slovacchia – Austria: In questo cluster si è verificato l'unico caso di rotta in cui devono essere utilizzati due camion arrivando a un forecast+16 complessivo di quasi 50 tonnellate. Questa eccezione è stata analizzata in modo particolare per il calcolo delle emissioni poiché le formule andavano cambiate visto che anche in una ipotetica rotta Milk Run andrebbero usati due camion. Per le emissioni attuali il calcolo non cambia, mentre la differenza si ha nelle emissioni potenziali. Le tonnellate trasportate e i chilometri percorsi sono uguali a tutte le altre rotte, ma ciò che cambia è come si trova il fattore di emissione e in particolare il fattore di riempimento che si usa. Per il primo tratto rimane tutto uguale visto che si utilizza solamente un camion, ma per il secondo e terzo tratto si ipotizza che vengano utilizzati due camion con capacità massima 25 tonnellate e dunque si dividono le tonnellate trasportate in ogni tratto per una capacità massima di 50 tonnellate. L'utilizzo di due camion porta a un risparmio molto più basso rispetto alle altre rotte, infatti non si arriva nemmeno al 20%, che comunque non è un valore così negativo poiché invece di tre camion se ne utilizza comunque uno in meno.

Ruta	Proveedor	Denominación Prov	COD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +16 (Peso facturable)	Forecast +16 (Peso Bruto Previsto)	% de llenado	Factor emisiones kgCO2/ (kg km)	Distancia Proveedores	Distancia a Seat	Emisiones SOLL (Tn)	Emisiones IST (Tn)	Ahorro CO2
22	22219 22242		SK84	BRATISLAVA	841 07	13,12	6,87	27%	0,122	283	1894	0,237	1,589	
			AT40	Hoersching	4063	10,67	2,43	37%	0,094	1614	1614	1,413	1,170	
						23,79	9,30						1,650	2,760
23	42123 22023		SK97	VLKANOVA	976 31	7,84	4,44	18%	0,174	101	2082	0,078	1,608	
			SK95	VRABLE	952 10	13,51	13,51	72%	0,057	1990	1990	2,047	1,889	
						21,35	17,95						2,125	3,496
24	36972 23186 34724		SK91	TRNAVA	917 02	15,07	11,57	46%	0,079	78	1927	0,072	1,767	
			SK90	LOZORNO	900 55	16,46	13,35	50%	0,074	246	1905	0,456	1,812	
			AT32	ENBERG BEI GAMIN	3291	16,74	16,74	83%	0,052	1723	1723	3,744	1,737	
						48,27	41,66						4,272	5,316

Figura 49: Calcolo emissioni CO₂ Slovacchia-Austria 08.11.21, fonte: interna SEAT

- Ungheria – Slovenia: Ultimo cluster preso in considerazione, con tre rotte tutte formate da due fornitori. I valori delle emissioni sono in linea con quelli trovati in precedenza, con un risparmio di poco maggiore dove la distanza tra i fornitori è minore, ma comunque anche in questo mostrando tutti valori soddisfacenti ai fini del progetto.

Ruta	Proveedor	Denominación Prov	COD_FACTUR	CIUDAD	CP	Forecast +16 (Peso facturable)	Forecast +16 (Peso Bruto Previsto)	% de llenado	Factor emisiones kgCO2/ (kg km)	Distancia Proveedores	Distancia a Seat	Emisiones SOLL (Tn)	Emisiones IST (Tn)	Ahorro CO2
25	42198 34569		HU35	MISKOLC	3526	13,74	13,74	55%	0,069	282	2150	0,269	2,047	
			HU28	TATA	2890	8,00	8,00	87%	0,051	1916	1916	2,108	1,624	
						21,74	21,74						2,376	3,671
26	34674 41774		HU26	BALASSAGYARMAT	2660	9,61	9,61	38%	0,092	155	2029	0,137	1,796	
			HU80	SZEKESFEHERVAR	8000	14,79	6,07	63%	0,063	1879	1879	1,853	1,542	
						24,40	15,69						1,990	3,338
27	41714 33807		HU70	TOLNA	7130	16,03	4,39	18%	0,174	463	1930	0,353	1,473	
			SI	MEDVODE	1215	9,09	5,64	40%	0,088	1486	1486	1,318	1,175	
						25,13	10,03						1,671	2,648
												51,542	87,013	40,77%

Figura 50: Calcolo emissioni CO₂ Ungheria-Slovenia 08.11.21, fonte: interna SEAT

Al fondo dell'ultima immagine rappresentante il cluster Milk Run Ungheria – Slovenia si possono vedere tre valori segnati in rosso, che sono nient'altro che la somma delle rispettive colonne. Si può quindi concludere che le tonnellate di CO₂ attualmente emesse con il sistema di invii diretti sono 87 a settimane (se si considera che ogni fornitore effettua all'incirca un invio diretto a settimana), mentre se si applicassero le rotte Milk Run trovate grazie a questo progetto si otterrebbero circa 51 tonnellate di CO₂ a settimana. Questi numeri indicano come grazie al progetto Milk Run si possano ridurre del 40% le emissioni su questi tragitti, che con i dati attualmente a nostra disposizione significano 36 tonnellate di CO₂ in meno a settimana. Inoltre, si suppone che col passare delle settimane e dei mesi il volume di materiali trasportati aumenti e restando su un margine di risparmio medio del 40% questo porterebbe a un numero sempre maggiore di CO₂ risparmiata, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi aziendali di impatto ambientale fissati per il 2025.

Conclusioni

Per concludere questo elaborato è necessario tornare indietro nel tempo, ancora prima che iniziasse il mio tirocinio alla SEAT e che si pensasse e pianificasse il progetto che è stato il tema centrale di questo lavoro. Gli ultimi due anni sono stati particolarmente complicati per il settore dell'automobile in tutto il mondo, prima per la pandemia di SARS Covid-19 che ha causato enormi perdite dovute al blocco della produzione e al calo delle vendite, poi per la crisi delle materie prime.

Quest'ultima è arrivata inaspettata e ha sconvolto un settore che dopo il forte calo avuto nel 2020 sperava subito di riprendersi e tornare a lavorare a pieno regime recuperando i livelli di utili pre-pandemia. Invece proprio a causa della crisi scatenata dalla pandemia che ha bloccato tutte le attività quasi ovunque, una volta usciti dal culmine della crisi sanitaria tutto il mondo è ripartito nello stesso momento generando una domanda eccessiva che non poteva essere soddisfatta dai già scarsi stock di materie prime quasi esauriti durante i lockdown.

Questa problematica si è abbattuta su quasi tutti i settori poiché è venuto a mancare qualunque tipo di materia prima, dal cotone alla carta, dalla plastica ai carburanti e tornando all'industria automotive sono pesate le scarse quantità di materiali da costruzione come acciai, alluminio e in particolare i semiconduttori. Proprio questi ultimi sono stati il principale problema dell'ultimo anno per SEAT e in generale per tutto il settore, causando numerosi fermi di produzione per la loro irreperibilità. Infatti, mentre per gli altri materiali in qualche modo SEAT era riuscita a trovare delle soluzioni temporanee in attesa che questo shortage di materiali finisse, per i semiconduttori, richiestissimi anche dal settore informatico e delle telecomunicazioni, non si riusciva a trovare una soluzione.

Questa premessa è fondamentale per capire la situazione che si viveva durante il mio tirocinio in SEAT, in cui la crisi dei semiconduttori era letteralmente una questione quotidiana. Anche sui progetti più a lunga durata questa crisi influiva fortemente, rallentando le tempistiche e in molti casi, come per il progetto Milk Run, congelandone l'effettiva implementazione in attesa che la situazione si stabilizzi e si ritorni alla normalità. Questa crisi è iniziata ancora prima che si pianificasse il progetto, per questo fin dal principio si è lavorato sapendo che prima si sarebbe studiato su un piano teorico facendo tutte le analisi e simulazioni necessarie, così da poterlo realmente avviare una volta che la situazione generale fosse ritenuta stabile. Per questo

motivo i calcoli finali del risparmio economico e di emissioni in cui vengono simulate delle possibili rotte basandosi sui dati estratti a fine settembre e novembre sono stati fatti al fine di capire la possibile portata del progetto e creare un modus operandi per la sua futura applicazione, non tanto con la pretesa di avviare immediatamente le rotte trovate.

Fortunatamente il picco della crisi, avvenuto in estate tra i mesi di giugno e ottobre, è stato superato e si prevede un progressivo miglioramento delle forniture che è stato già riscontrato a partire da quest'autunno con i dati di novembre 2021. Ad ogni modo ci vorrà ancora tempo prima che questa situazione si risolva del tutto e le forniture di materie prime tornino agli standard pre-pandemia, si stima infatti che fino al termine del primo semestre del 2022 sono previste ancora difficoltà, ma di entità decisamente inferiori rispetto a quanto accaduto nell'estate del 2021. Con queste prospettive ottimistiche e grazie ai dati raccolti durante questo tempo è possibile pensare che nei primi mesi del 2022 si potrà effettivamente iniziare l'implementazione delle rotte Milk Run, considerando che nonostante non sia stato possibile averle già avviate, il lavoro è già stato in gran parte completato e sarebbe necessario solo inserire i dati aggiornati e seguire i passi segnati nei documenti di pianificazione e programmazione del progetto.

L'obiettivo di questo elaborato è proprio mostrare lo sviluppo del progetto Milk Run, dalla sua ideazione fino all'effettiva implementazione. Per questo è stato prima introdotto l'ambiente in cui è nato, descrivendo cos'è la supply chain e la logistica e infine l'azienda che lo metterà in atto, ovvero la SEAT. Dopodiché l'elaborato si è concentrato direttamente sul progetto, prima analizzando tutti gli strumenti teorici e pratici che l'hanno reso possibile e l'hanno ispirato, poi con lo studio approfondito dei risultati che potrebbe potenzialmente dare una volta implementato. Proprio i due capitoli finali risultano fondamentali per la comprensione del progetto, ma soprattutto per il suo futuro avviamento, poiché basandosi sui dati raccolti e i calcoli fatti si vedono dei risultati estremamente positivi che hanno portato alla piena approvazione del progetto da parte del dipartimento di logistica inbound. Il risparmio economico che si può potenzialmente ottenere supera il milione di euro annui così come le emissioni di CO₂ verrebbero ridotte del 40%, entrambi dati che hanno superato le previsioni iniziali. Inoltre, considerando che il progetto sarà possibile avviarlo solo una volta terminata la crisi dei semiconduttori, il risparmio economico ottenuto molto probabilmente sarebbe ancora superiore rispetto a quello trovato.

Si può dunque concludere che gli obiettivi di riduzione dei costi e di emissioni di CO₂ grazie all'implementazione di rotte Milk Run sono stati verificati e dettagliatamente spiegati all'interno dell'elaborato, sottolineando in particolare l'importanza della logistica all'interno dell'azienda e di come questo progetto aiuti ad ottimizzare l'intera supply chain.

Chiudendo il lavoro, vorrei infine sottolineare che il mio tirocinio purtroppo è terminato in data 12 novembre 2021 e perciò non mi è stato possibile vedere e collaborare all'implementazione del progetto. Nonostante ciò, sono certo che una volta terminata la crisi delle materie prime attualmente in corso, i miei colleghi con i quali ho lavorato a questo progetto sapranno avviarlo con successo e portarlo a termine nel minor tempo possibile e con i migliori risultati possibili.

Bibliografia

- “Cosa è la supply chain e il supply chain management”, da <https://www.entersoftware.it/supply-chain-management>
- Secchi R., Supply chain management e made in Italy: Lezioni da nove casi di eccellenza, 2012, Egea
- “The value chain”, da <https://www.isc.hbs.edu/strategy/business-strategy/Pages/the-value-chain.aspx>
- Porter Michael E., Competitive Advantage, 1985, Ch.1, The Free Press. New York
- D. Kaparis, “Driving Innovation for Automotive Suppliers”, da <https://www.engusa.com/en/posts/driving-innovation-for-automotive-suppliers>
- B.Hoey, “Supply chain nel settore automotive”, da: <https://blog.flexis.com/supply-chain-optimization-in-the-automotive-industry>
- V. Singh, “Ottimizzazione della supply chain nel settore automotive”, da: <https://erpsolutions.oodles.io/blog/supply-chain-in-the-automotive-industry/>
- “Guide to Inbound and Outbound Logistics: Processes, Differences and How to Optimize”, da <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/inbound-outbound-logistics/>
- “Che cos’è la logistica e come si articola nella gestione aziendale”, da <https://www.smet.it/blog/logistica/>
- <https://www.seat-italia.it/azienda/storia>
- “La storia di Seat”, da <https://amag75.ch/it/innovazioni/la-storia-di-seat/>
- “Report annuale 2020”, da <https://seat.cegeglobal.com/.annual-report-2020/>
- “70 anni di storia”, da <https://www.seat.ch/it/azienda/news/company/70-anni-storia.html>
- “Fábrica de Martorell”, da <https://www.seat-mediacycenter.es/>
- Hermann Hänle, “Seat: Supply Chain Management With Real-Time Data”, da <https://www.t-systems.com/de/en/newsroom/expert-blogs/supply-chain-management-real-time-data-seat/>
- “MRP e pianificazione della produzione”, da <https://blog.cybertec.it/mrp-pianificazione-produzione>

- “Bullwhip Effect: come controllare l’effetto Forrester o effetto frusta”, da <https://www.mecalux.it/blog/effetto-frusta-bullwhip-effect>
- Sheffi Y., Logistics Clusters, 2012, MIT Press
- Porter M.E., Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions, 1998, Harvard Business School Working Paper
- “Definition – The Milk Run Concept”, da <https://logistikknowhow.com/en/planning-and-organization-of-a-warehouse/definition-the-milk-run-concept/>
- “Che cos’è la business intelligence (BI)?”, da <https://www.oracle.com/it/what-is-business-intelligence>
- “Business Intelligence”, da <https://www.ibm.com/it-it/analytics/business-intelligence>
- Giulio Turconi, “Che cos’è la Business Intelligence e come può aiutare un’azienda”, da <https://universeit.blog/business-intelligence/>
- “Che cos’è Power BI?”, da <https://docs.microsoft.com/it-it/power-bi/fundamentals/>
- Julia Martins, “Quali sono i vantaggi della gestione dei progetti?”, da <https://asana.com/it/resources/benefits-project-management>
- M.Issel, “Green Logistics – Contabilidad de emisiones generadas por el transporte”, da Volkswagen Konzernlogistik, 2015
- Luca Bolognini, “La crisi delle materie prime: cause ed effetti. Ecco quanto sono aumentati i prezzi”, da <https://www.quotidiano.net/cronaca/materie-prime-crisi-1.6996737>
- Rosario Murgida, “Chip, materie prime, energia: per l'auto sarà un altro anno difficile”, da <https://www.quattroruote.it/news/industria-finanza/2021/12/27/>