POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea in Ingegneria della
Produzione Industriale e dell'Innovazione Tecnologica

Tesi di Laurea Magistrale

Analisi della Supply Chain di Tesla per i principali mercati Europei

Relatore

Maurizio Schenone

Candidato

Giovanni Michael Lombardo

Luglio 2020

Sommario

Sommario *2*

Acronimi e abbreviazioni *4*

Ringraziamenti *6*

Introduzione *8*

1 Tesla e i prodotti Energy *10*

1.1 L'azienda 10

1.2 Tesla Automotive 10

1.3 Il mercato dell'Energia 13

1.4 Tesla Energy 16

2 Cenni di Supply Chain *22*

2.1 Strategie di produzione e JIT 22

2.2 Il canale di distribuzione 24

2.3 L'arco di integrazione 25

2.4 Dal 1PL al 5PL 27

2.5 La misura della performance e il LUC 27

2.6 Miglioramento continuo dei processi (CIP) 30

2.7 Analisi di Pareto 30

3 La distribuzione dei prodotti Energy *31*

3.1 Il Network della Supply Chain di Tesla 31

3.2 Distribuzione in 2PL 35

3.3 I processi principali 36

4 L'evoluzione della Logistica *39*

4.1 Passaggio da 2PL a 3PL 39

4.1.1 Il modello di previsione della domanda 40

4.1.2 Il modello di pianificazione 48

4.1.3 L'implementazione del nuovo sistema in 3PL 51

4.2 Continuo miglioramento dei processi 54

4.2.1 Attività di routine giornaliera 54

4.2.2 Processi dei partner logistici 55

4.2.3 Sistemi interni di gestione 57

4.3 L'evoluzione della distribuzione 57
4.3.1 Tecnologia e integrazione in 4PL 58
4.3.2 Prodotti all'avanguardia e Blockchain in 5PL 60
5 Conclusioni 63
Bibliografia 66

Acronimi e abbreviazioni

ATO: Assemblato per essere ordinato

B2B: Commercio tra aziende

B2C: Commercio tra azienda e cliente finale

BESS: Sistema di immagazzinamento dell'energia tramite batterie

BTM: Dietro al contatore

CIP: Continuo miglioramento dei processi

DC: Corrente diretta

EDI: Scambio elettronico dei dati

ERP: Pianificazione delle risorse dell'azienda

ESMAP: Programma di assistenza alla gestione del settore energetico

EV: Veicolo elettrico

FTM: Davanti al contatore

GP: Gigapack

GSBN: Network globale delle aziende di spedizioni

IP67: Indice di protezione a sostanze solide e liquidi

JIT: Just in Time

KPI: Indicatore della performance

LCOE: Costo livellato dell'energia

LD: Lead Time

LEA: Lotto economico di acquisto

LUC: Costo minimo di lotto

LUC: Costo minimo per lotto

MP: Megapack

MRP: Pianificazione dei materiali richiesti

MTO: Prodotto per essere ordinato

MTS: Fatto per essere stoccato

POD: Prova di consegna

PUN: Prezzo unico dell'energia

PUR: Punto di riordino

PW: Powerwall

SLA: Livello di servizio accordato

TES: Smorzamento esponenziale triplo

TMS: Sistema di gestione dei trasporti

WMS: Sistema di gestione del magazzino

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare chi mi ha sostenuto in questi due anni di magistrale standomi vicino con il proprio supporto e disponibilità, punti fondamentali per il raggiungimento di questo obiettivo.

Prima di tutto la mia famiglia che ha sempre fatto il possibile perché non mi mancasse nulla stimolandomi e contribuendo a cercare sempre obiettivi più difficili e lontani. Alessandra, Salvo e Sergio vi ringrazio perché oltre a sostenermi, avete mantenuto sempre il sorriso e la solidità anche in scelte che presupponevano una distanza fisica tra me e la nostra terra, la Sicilia.

Ringrazio anche i miei nonni Giuseppe, Giuseppa, Lorenza e Luigi che avrei voluto fossero tanto qui con me durante questo importante traguardo ma che purtroppo potranno goderselo solo da lassù.

I miei amici e ormai anche fratelli Alfredo e Simone che in questi due anni ma anche negli ultimi dieci sono stati un punto di riferimento per me, li ringrazio per aver condiviso passioni comuni, difficoltà ma anche tanti traguardi importanti.

Ringrazio Lucia perché oltre a tre fratelli è importante poter contare anche su una sorella nonostante la terra non sia la stessa.

I miei cari compagni di corso Alessandro, Lorenzo, Michele, Nicola, Paolo e Stefano con cui ho vissuto questi anni di università nella maniera più felice e bella possibile condividendo tantissime esperienze e crescendo insieme sotto il punto di vista professionale e umano, mi mancherete.

Maria e Paola per volermi sempre bene e dimostrarmi il loro affetto in modi diversi ma mai scontati.

Vorrei ringraziare i miei ex compagni del Liceo quali Andrea, Enrica, Eleonora, Giuliana, Luca, Simone perché nonostante gli anni passino e nonostante le differenze di carattere ed esperienze, resta un legame indissolubile per cui sono sicuro che potrò sempre contare su di loro e magari loro sempre più su di me.

Gli amici del mare Andrea e Simone con cui sono cresciuto e con cui la distanza non ha mai intaccato la nostra grande amicizia.

Il mio Team in Tesla che non mi ha fatto mancare nulla in questo periodo di crisi e in particolare la mia manager Francoise che è stato un esempio per me durante lo svolgimento del tirocinio.
Ringrazio il mio professore e relatore Maurizio Schenone per il tempo dedicatomi e le preziose valutazioni e i consigli utili per perfezionare questo lavoro.
I ragazzi di JE Italy tra cui particolarmente Giovanni e Federico per la loro disponibilità e comprensione durante i periodi in cui ho avuto il maggior numero di impegni ma anche per avermi costretto a dare più del massimo in queste situazioni, tirando fuori una parte di me che ancora non mi era ben conosciuta.
Infine, voglio ringraziare una persona che negli ultimi mesi è diventata davvero speciale per me; ringrazio Arianna per essermi stata vicina, per avermi aiutato nei momenti di crisi personale e avermi spronato e ispirato nella stesura di questa tesi, probabilmente senza di lei non sarei riuscito a raggiungere questo obiettivo nelle stesse condizioni.

Introduzione

Questa trattazione ha l'obiettivo di, una volta illustrata l'azienda di Tesla con riferimento ai prodotti Energy e alcuni concetti di Supply Chain, quello di dimostrare come anche un periodo di crisi possa avere un risultato di cambiamento positivo sulla distribuzione di un prodotto. Utilizzando alcuni modelli e sistemi propri della Logistica si vuole spiegare come questi obiettivi siano stati raggiunti, mostrandone i risultati finali.

La tesi è organizzata in 5 capitoli:

Il primo è un capitolo propedeutico riguardante l'azienda e il mercato in cui si è svolto il tirocinio, verranno infatti illustrati i prodotti Energy e Automotive di Tesla con particolare attenzione a quelli su cui si è lavorato e poi una spiegazione generale anche sul mercato dell'energia e su come questo abbia influenzato la nascita del dipartimento di energia e aiutato l'azienda a crescere fino a raggiungere obiettivi difficili da raggiungere in così poco tempo.

Il secondo capitolo si occupa di fornire al lettore cenni della metodologia che sarà utilizzata durante la tesi in modo da avere una migliore comprensione dei temi che saranno trattati, si presenteranno nozioni basi di Supply Chain con particolare riferimento al network di distribuzione e la gestione della logistica.

Il terzo capitolo illustra la situazione in cui si trovava Tesla per quando riguarda la Supply Chain dei prodotti Energy all'inizio del tirocinio mettendo in luce le criticità e gli spunti utili per un miglioramento. Questo capitolo include inoltre un'analisi fatta sulla gestione delle scorte considerando il network della Supply Chain e concentrandosi sulla distribuzione e i processi in Europa utile ad avere un'idea sul modello di partenza per la diffusione di questi prodotti.

Il quarto evidenzia gli strumenti elaborati e i cambiamenti più rilevanti apportati mostrando come si è evoluta la logistica di Tesla negli ultimi mesi e su possibili spunti futuri su come la Supply Chain si potrà arricchire di nuovi elementi e di processi sempre più efficienti.

Verranno inoltre utilizzati due modelli conosciuti di previsione e pianificazione della domanda che saranno modificati per far fronte alle reali e concrete necessità dell'azienda in quel momento.

L’ultimo capitolo riassume infine i vantaggi e le implicazioni pratiche dell'attività svolta durante lo stage e dunque se e come si sono raggiunti gli obiettivi prefissati considerando il contributo dato e le limitazioni interne ed esterne all’azienda per ovvie ragioni che sono stati posti. Vi sono inoltre il alcuni spunti per attività future che potrebbero essere portate avanti da personale interno all'azienda e alcuni dati relativi ad alcuni risultati ottenuti come parte finale del tirocinio.

1 Tesla e i prodotti Energy

Per comprendere un po' meglio il contesto lavorativo bisogna introdurre prima di tutto l'azienda in cui è stato svolto il tirocinio: Tesla.

1.1 L'azienda

Tesla è un'azienda "automotive" che ultimamente, soprattutto grazie alla grande predisposizione per l'innovazione e l'automazione, suole definirsi come una "tech company".
Nasce nel 2003 grazie a un gruppo di ingegneri della Silicon Valley e dal visionario Elon Musk che dopo aver venduto PayPal, investe gran parte del suo patrimonio nella compagnia che ad oggi ha il maggior numero di vendite di auto elettriche e produzione di batteria al Litio del mondo.
Lo scopo di Tesla non è solo quello di creare una grande azienda in termini commerciali ma di rivoluzionare completamente il mercato dell'automobile prima e dell'energia rinnovabile in secondo luogo in relazione anche alla stessa missione che si pone come obiettivo quello di "accelerare la transizione del mondo verso le energie sostenibili".
Ad oggi, l'azienda conta tre fabbriche principali nel mondo di cui la "Tesla Factory" a Freemont California, la "Gigafactory" in Nevada e la "Gigafactory" a Shangay con i lavori già iniziati per un'ulteriore fabbrica all'avanguardia in Germania.
L'azienda si divide in due dipartimenti: Automotive che sarà descritto in maniera più generale ed Energy che invece è quello che sarà il protagonista di questa tesi in quanto è stato anche quello in cui si è svolto il tirocinio.

1.2 Tesla Automotive

Il dipartimento automotive di Tesla vede il suo avvio il 17 Marzo del 2005 quando viene lanciata per la prima volta sul mercato la Supercar Roadster che inizia la rivoluzione Tesla con un'autonomia di 1000 km e un'accelerazione 0-100 km/h di 2.1s. La figura 1 mostra come questa macchina completamente elettrica sfrutti la sua forma aerodinamica per

minimizzare l'attrito con l'aria e lo spazio lasciato del motore con il cielo in vetro che alleggerisce la macchina migliorandone le performance.

Fig. 1 Tesla Roadster

La Roadster è infatti il primo passo del "master plan" di Elon Musk che si compone in 4 fasi: produrre una macchina sportiva di lusso, usare quei soldi per produrre una macchina utilitaria di lusso, usare i soldi per costruire una macchina più economica, nel frattempo fornire al mondo opzioni di generazione elettrica a zero emissioni, non dirlo a nessuno.

L'ultimo step è ironico in quanto Tesla ha aperto i suoi brevetti a tutti a partire da Giugno 2014 in modo da "accelerare l'avvento del trasporto sostenibile" come dichiarato dallo stesso Elon Musk.

Per quanto riguarda gli altri step, l'azienda ha invece visto negli anni una grande evoluzione passando dal costruire la prima berlina e il primo SUV di lusso elettrico a trazione integrata, rispettivamente la Model S e Model X (figura 2), e lanciando sul mercato il più avanzato carica batteria, il Supercharger, risolvendo il problema della ricarica veloce che fino a quel momento era stato uno dei colli di bottiglia più rilevanti nell'adozione degli EVs.

Nel frattempo, in perfetta coerenza con il master plan, nel 2015, vengono annunciati i primi prodotti Energy – Powerwall e Powerpack – batterie utili per immagazzinare l'energia solare dedicate alle case, alle aziende e il campo dei servizi energetici che saranno trattati nel prossimo capitolo.

Viene inoltre acquisita l'azienda SolarCity, azienda di cui erano proprietari i cugini di Elon Musk e iniziando la progettazione di Solar roof ovvero delle tegole composte da micro-pannelli fotovoltaici integrati.

Fig. 2 Tesla Model S e Model X

Il “secret master plan” vede la sua massima definizione con l’entrata da parte di Tesla nel mercato di massa con la Model 3 che in 24 ore dall’annuncio riceve una richiesta da parte di 180.000 persone diventando così il più grande lancio di un bene di consumo della storia in termini di richieste. La Model 3 infatti consiste in una piccola rivoluzione del mondo dell’elettrico in quando viene messa sul mercato al prezzo di partenza di £35.000, che per il mercato considerato consiste nel primo prodotto davvero affidabile e allo stesso tempo accessibile per una maggior numero di utenti. La Model 3 e Model Y, che sarà annunciata più tardi e sarà disponibile a partire dal 2022, corrispondono quindi alla versione economica della Model S e Model X e quindi al modello economico di Tesla rispettivamente di una macchina Berlina e un SUV.

Altri prodotti che è importante menzionare per avere il quadro completo consistono poi nel sistema di auto pilota composto da otto videocamere che riescono a prendere dati dell’ambiente intorno per a 360° fino a 250 metri di distanza e dodici sensori ad ultrasuoni in grado di rilevare oggetti duri e morbidi; Il Cyber truck, un pick-up sportivo; il Semi che consiste nel primo modello di Tir elettrico.

Con questi si chiude infatti la descrizione dei prodotti Automotive e si apre quella dei prodotti Energy.

Fig. 3 Model Y e Model 3

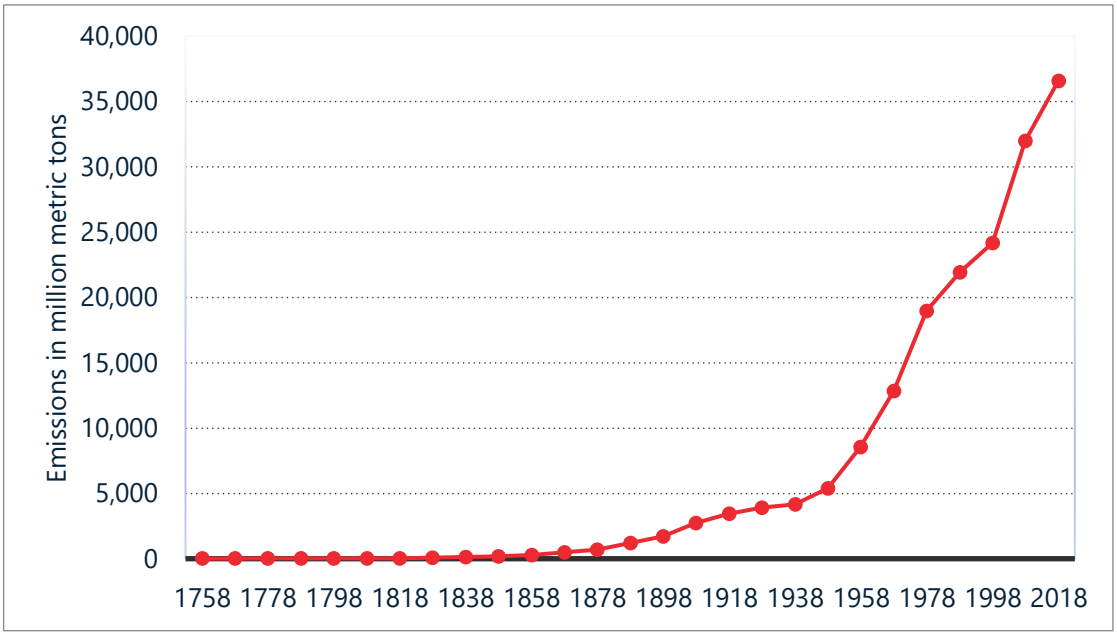
1.3 Il mercato dell'Energia

Come è stato trattato nel capitolo precedente, il Master Plan di Elon Musk si concentra fortemente sui prodotti Automotive ma non dimentica quelli Energy. Si può dire infatti che per Tesla i diversi modelli di auto sono solo il primo gradino, quello più semplice da vendere data l'appetibilità sul mercato, del reale piano che si pone invece l'obiettivo di riuscire ad integrare i prodotti Tesla in modo da creare un ecosistema basato sull'elettrico, per meglio dire sull'energia rinnovabile.

La creazione del piano di Tesla prende in considerazione quattro elementi principali: il cambio climatico, il costo di produzione dell'elettricità tramite energie rinnovabili e quindi l'innovazione tecnologica, l'immagazzinamento stazionario di questa energia e un'analisi della concorrenza.

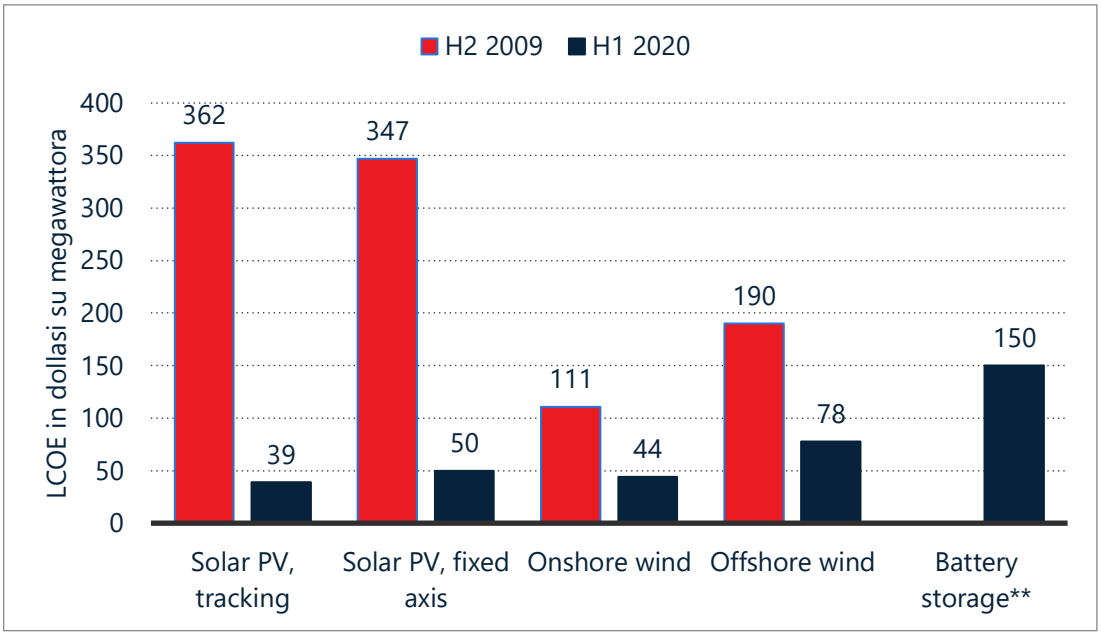
Iniziando dal primo punto, non è difficile comprendere quanto negli ultimi anni i livelli di anidride carbonica siano aumentati in maniera drastica; basti considerare che secondo uno studio della BBC in unione all'Università di Reading fino al 1950 il picco massimo

della storia di anidride carbonica raggiunto era stato di 300 parti per milione e che dal 1950 ad oggi questo valore sia aumentato del 133% raggiungendo le 400 parti per milione. Il grafico 1, preso dal "Global Carbon Project" in collaborazione con Statista, mostra come nel 2018 siano stati raggiunti quasi i 40 miliardi di tonnellate di emissioni di diossido di carbonio da combustione di carburanti fossili e altri processi industriali.



Graf. 1 Emissione di CO_2 dal 1758 al 2018

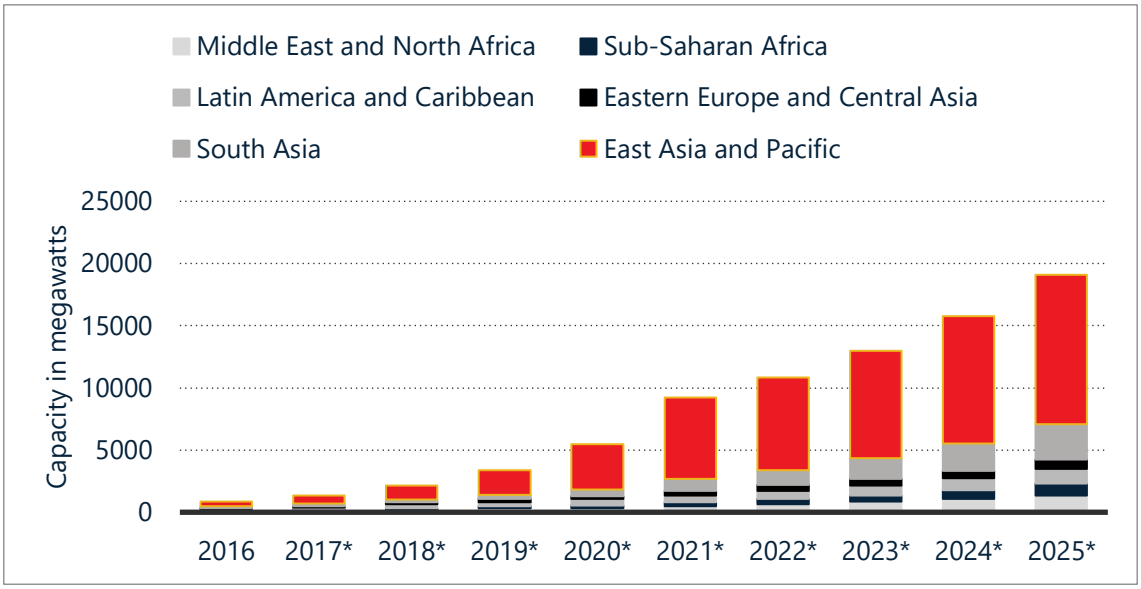
Il dato confortante però, passando al secondo punto, vede soprattutto negli ultimi anni uno sviluppo tecnologico che ha fortemente trasformato le risorse rinnovabili da un bene quasi inaccessibile a causa dei costi elevati in una risorsa agibile a molti. Dal secondo grafico si evince come l'LCOE che misura i costi per l'utilizzo di una particolare risorsa energetica diviso la produzione di elettricità in MWh, sia decresciuta drasticamente tra il 2009 e il 2020 in particolare nel campo dell'energia solare e dei pannelli fotovoltaici fissi vedendo una cifra di circa €50/MWh che corrisponde, secondo uno studio di Terna, al consumo medio annuale di un cittadino in Italia.



Graf.2 LCOE per le principali fonti di energia rinnovabile

Nello stesso grafico, oltre al LCOE per pannelli solari e pale eoliche, è presente anche un dato molto rilevante relativo al costo per MWh di sistemi di immagazzinamento dell'energia elettrica che al momento è pari a circa 150 €/MWh. Questa corrisponde a un punto davvero fondamentale per Tesla che ambisce nel giro di pochi anni a far scendere questo costo fino a raggiungere quello di altre fonti di energie rinnovabili rendendolo un prodotto di massa.

Nel grafico 3, secondo uno studio dell'ESMAP si evince una proiezione al 2025 della diffusione e l'utilizzo quindi di forme di immagazzinamento dell'energia elettrica che considera un aumento in 7 anni fino a raggiungere quasi 20 GWh. Importante quindi comprendere come questo sia un campo nuovo che da qualche anno Tesla sta esplorando con alcuni dei suoi principali prodotti quali Powerwall, Powerpack e Gigapack che corrispondono a forme di immagazzinamento rispettivamente rivolte a famiglie, business e società di servizi energetici. Rendere prodotti di massa quelli appena citati è ovviamente una delle sfide più grandi di Tesla che così come fatto con le macchine, vorrebbe versione dopo versione, modelli più energicamente efficienti e allo stesso tempo economici favorendo così la loro diffusione globale.



Graf.3 Diffusione in MW dei sistemi di immagazzinamento tramite batterie

Infine, l'ultimo punto è relativo alla concorrenza.

Tesla ha sfruttato negli anni il vantaggio competitivo ottenuto anticipando i tempi e investendo su qualcosa che a molte aziende sembrava distante ancora anni. Uno dei più grandi meriti di Tesla infatti non sta solo nell'aver creato dei prodotti efficienti ma anche quello di aver creato un'infrastruttura tale da poter assicurarsi il monopolio almeno momentaneo su prodotti elettrici che vedremo nel prossimo capitolo. I più rilevanti competitors quali Schneider Electric, Samsung SDI, ABB o LG Chem non hanno ancora un livello di integrazione e un'importanza tale da poter essere comparati a Tesla.

1.4 Tesla Energy

Una volta compreso il contesto in cui opera Tesla Energy e i motivi per cui è nata; è possibile approfondire i prodotti che sono stati i diretti protagonisti di questo tirocinio. Alla base di tutti i prodotti Tesla abbiamo un elemento semplice ma essenziale come la batteria.

Come ripetuto più volte la missione di Tesla è quella di accelerare la transizione del mondo verso forme di energia sostenibili in modo da definire un futuro migliore. Per poter far questo Tesla propone tre componenti principali che corrispondono: alla generazione di energia sostenibile tramite Solar Roof, l'immagazzinamento di questa

energia tramite Powerwall e il suo consumo con, tra le altre, le auto elettriche. Il sistema perfetto ovviamente per Tesla è quello che combina queste tre componenti.

Tesla infatti si distingue per la modularità e l'intercambiabilità di molti componenti il cui elemento principale è la batteria con la più alta densità per millimetri cubici di ioni di litio dell'industria dell'automobile. Essa infatti è l'elemento primario che compone il modulo di batterie che può contenere fino a migliaia di celle corrispondenti almeno a 100 kWh e che viene poi utilizzato sia per le automobili che per i prodotti Energy come Powerpack e Powerwall.

Prima di entrare nel merito con Powerwall è importante però illustrare brevemente il significato di Mercato libero e la sua differenza con il mercato tutelato. L'ultimo infatti si differenzia dal primo in quanto i prezzi del servizio sono regolati trimestralmente dall'autorità assicurando quindi un prezzo molto più stabile. Il mercato libero invece si basa appunto sulla competizione delle società che fissano il loro presso sulla base dei servizi offerti e sulla base del prezzo unico dell'energia (PUN) definito sulla borsa elettrica italiana, ovvero il luogo dove i fornitori del mercato libero acquistano l'energia. Il PUN oscilla solitamente sulla base di fattori quali il consumo di energia, l'incremento di forme di energia alternativa come quelle rinnovabili.

Powerwall è un prodotto che ha segnato la rivoluzione del mercato dell'energia e dei sistemi di immagazzinamento dell'energia tramite batterie (BESS) domestiche con non solo lo scopo di backup nel caso di mancanza di elettricità dalla rete ma anche quello di immagazzinare energia in eccesso che viene generata durante il giorno e renderla disponibile sempre quando se ne ha bisogno.

Infatti, uno dei vantaggi maggiori di Powerwall (Figura 4) consiste nel fatto che riesca a minimizzare i costi dell'energia e la dipendenza verso le società di servizi energetici soprattutto per quei paesi dove il costo per kWh è molto elevato, ad esempio proprio in Italia dove il prezzo dell'elettricità sul mercato libero può andare anche oltre i 0.04 €/kWh. Nel caso in cui la domanda di elettricità cresca e con questo anche il prezzo, è possibile appoggiarsi all'energia presente nella batteria piuttosto che quella diretta della rete. Un altro vantaggio infine risiede nel reparto software che aiuta a gestire e monitorare gli effettivi consumi di energia.

Fig.4 Powerwall

I componenti costruttivi sono, come menzionato prima, della stessa qualità costruttiva delle auto e tra i principali è possibile trovare come si può anche vedere nella figura 5:

- La scocca esterna che è ermeticamente saldato al corpo interno e possiede il ranking IP67 per cui può resistere sotto 1 metro d'acqua fino a 30 minuti;
- Il sistema attivo di refrigerazione liquida che serve a mantenere la temperatura delle celle a ioni di litio alla temperatura di massima efficienza energetica;
- Le batterie che vengono prodotte alla Gigafactory in Nevada di cui si è parlato in precedenza e che nella seconda versione di Powerwall compongono un modulo da 13.5 kWh;
- Fusibili per ogni cella che in modo da avvertire prontamente il sistema nel caso di un errore;
- Un inverter integrato che corrisponde a quello che viene installato nelle auto;
- Deflettori acustici che abbassano il rumore operativo fino a sotto 40 dB per metro/30° Celsius;
- Punti di accesso multipli per il cablaggio sia sul frontale che sul posteriore in modo da favorire il collegamento al muro;
- Vernici di alta qualità che anche qui corrispondono alle stesse che vengono utilizzate per le auto assicurando il colore per 10 anni anche all'esterno.

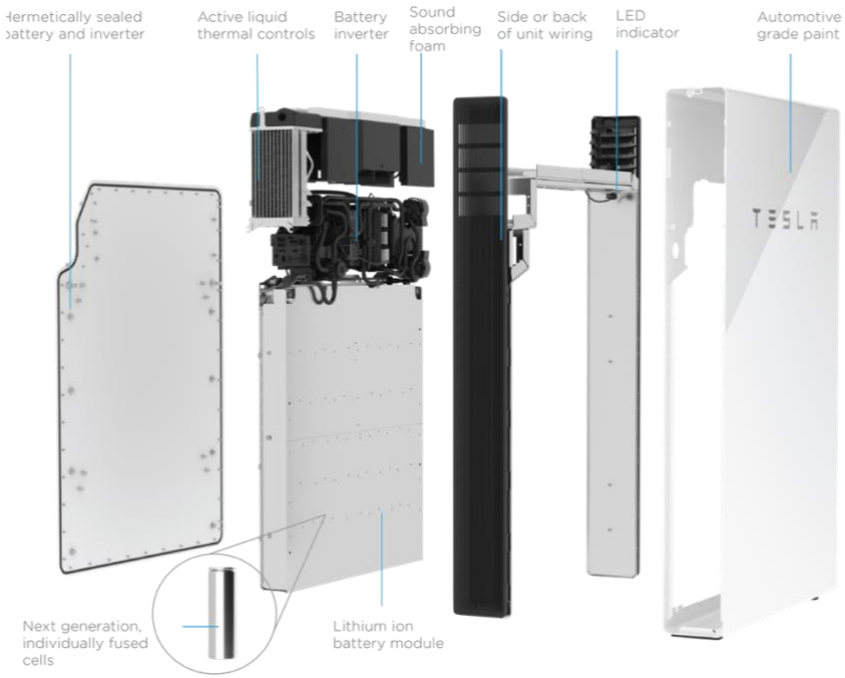


Fig.4 Componenti costruttivi Powerwall

Questa batteria può essere utilizzata sia con un generatore ad energia solare sia che collegata direttamente alla rete elettrica, è possibile sommare fino a 10 Powerwall insieme raggiungendo 135 kWh di energia e 50 kW di potenza.

Un pezzo fondamentale che fa parte dell'equipaggiamento è il Backup Gateway che consiste a un hardware di supporto che si occupa appunto di gestire l'energia e monitorare i consumi di Powerwall.

I fratelli maggiori di Powerwall sono Powerpack (Figura 5) e Megapack.

Se infatti il primo è dedicato alle famiglie e al business B2C, questi ultimi due vengono per lo più trattati per il B2B.

Powerpack è formato da due elementi principali: lo scompartimento in cui sono presenti le celle a ioni di litio e un inverter bidirezionale. Il primo componente corrisponde al Powerpack in sé, ovvero uno o più case contenenti gli stessi moduli di Powerwall però questa volta inseriti in maniera orizzontale raggiungendo fino a 16 moduli, un sistema parallelo e un convertitore DC-DC isolato che aumentano l'affidabilità del sistema. L'inverter bidirezionale invece consiste in una cabina modulare che può arrivare a controllare fino a 20 Powerpack e quindi 700 kW con un'efficienza massima del 99%.

Fig.5 Powerpack

Infine, il fratello maggiore della famiglia è Megapack che corrisponde alla versione scalabile più grande di Powerwall dedicata alle società energetiche.

Le caratteristiche costruttive più importanti di questo prodotto sono sicuramente il fatto che corrisponde a un sistema completamente integrato e pre-assemblato che include i moduli della batteria, gli invertitori, il sistema di controllo e refrigerazione termica, l'interruttore di alta tensione.

La scalabilità che rende possibile una potenza maggiore e capacità diminuendo lo spazio del 40% rispetto all'uso di Powerpack.

Le applicazioni di Megapack, anche grazie al sistema software che però non sarà analizzato durante questa tesi, sono diverse e variano da sistemi FTM (davanti al contatore) dedicati a società energetiche e ad altri BTM (dietro al contatore) che corrispondono agli utenti finali quali famiglie e altre aziende.

Un esempio è quello della partecipazione al mercato dell'energia FTM usando quindi Megapack per entrare nel mercato all'ingrosso o di capacità dell'energia, oppure per i servizi di rete elettrica.

Uno dei principali progetti in questo ambito è relativo alla centrale di energia virtuale NGEN in Slovenia che nasce nel 2019 con lo scopo di utilizzare un sistema di generazione mista dell'energia da immagazzinare appunto nelle batterie. L'impianto oggi è attivo con una capacità di 15 MW e una potenza di 30.168 MWh composto da 128 Powerpack.

I vantaggi principali del sistema BESS integrato sono quelli di assicurare un backup di emergenza in caso di mancanza di energia elettrica dalla rete slovena e, quello di una pronta risposta nel caso di oscillamento di consumo di energia seguendo perfettamente il sistema automatico di controllo di generazione dell'energia delle diverse centrali elettriche.

Una seconda possibilità consiste nell'affiancare a Megapack anche dei sistemi di generazione dell'energia rinnovabile. Ad esempio, questo avviene ad esempio nell'sola di KUAU'I nelle Hawaii dove la cooperativa che si occupa del mercato elettrico ha sfruttato Megapack per far fronte ai picchi e valli di generazione dell'energia da parte dei pannelli fotovoltaici assicurando con un sito da 13 MW e 52 MWh la presenza di elettricità anche di notte.

Un ultimo utilizzo probabilmente tra i più interessanti è quello di utilizzare Megapack come un'alternativa alle centrali che utilizzano invece carburanti come il Diesel. Un fantastico esempio proviene dall'isola di Ta'u nella Samoa Americana che non possiede nessun collegamento alla rete elettrica trovandosi in una località troppo sperduta.

Fino a qualche anno fa infatti l'unico modo per poter portare elettricità nelle case degli abitanti era tramite un impianto a base di carburanti che considerando anche il trasporto consumava migliaia di galloni annualmente.

Nel 2016 invece è stata costruita un centrale ad energia fotovoltaica da 1.4 MW affiancata da un sistema a immagazzinamento di energia tramite batterie con la capacità di 75 kW e una potenza fino a 6 MWh eliminando completamente gli sprechi precedenti.

Ultimo prodotto della famiglia energy è infine solar roof che è ultimo tassello dell'ecosistema completamente elettrico che Tesla vuole sviluppare. Solar roof infatti, che però non è ancora presente sul mercato europeo, consiste in mattonelle che è possibile montare sul letto con però già integrato la tecnologia di pannelli fotovoltaici ottimizzando lo spazio sui tetti familiari.

La vera sfida per Tesla come fatto anche coi prodotti Energy sarà quella di creare un network di distribuzione tale da poter assicurare la vendita di questo prodotto così come avviene al momento. I margini di crescita infatti sono davvero importanti e nello stesso tempo anche le quantità aumenteranno, è quindi fondamentale che i processi interni e la Supply Chain sia pronta a questo sviluppo preparando tutti i processi assicurando la loro scalabilità.

Nei prossimi capitoli infatti sarà possibile entrare dentro la distribuzione dei prodotti Energy in Europa capendo come durante il tirocinio è stato possibile dare un contributo alla costruzione di questo sistema.

2 Cenni di Supply Chain

Prima di addentrarsi nella parte centrale e principale di questa tesi è fondamentale una sezione in cui si tocchino alcuni cenni teorici per meglio comprendere il resto della tesi.

2.1 Strategie di produzione e JIT

Esistono tre sistemi principali di produzione: Push (fatto per essere immagazzinato) in cui si porta il prodotto verso il cliente, pull (fatto per essere ordinato) in cui è invece il cliente ad andare verso il prodotto tramite la creazione di maggiore coscienza riguardo il brand, oppure un sistema misto. I sistemi Push vengono solitamente utilizzati per qui prodotti standardizzati di cui la domanda è solitamente prevedibile e per cui i costi di produzione sono bassi e in cui l'obiettivo è di minimizzare i costi.
I sistemi Pull si utilizzano invece per i prodotti personalizzati più complessi in cui invece sono presenti più varianti e per cui le scorte sono ridotte ma il livello di servizio può essere migliore.
Il sistema misto infine, che solitamente è quello più utilizzato, prevede le prime fasi Push, con ad esempio l'assemblaggio parziale del prodotto basato su previsioni aggregate che sono più semplici da ottenere e quelle finali invece basate su un sistema Pull.
Il momento di passaggio da un sistema all'altro viene definito, secondo la classificazione di Wortmann, come punto di disaccoppiamento e consiste nel passaggio dall'uso di scorte all'effettuazione dell'ordine vero e proprio.
Questo punto viene definito come rapporto tra P (Lead Time di produzione) e D (Lead Time di spedizione). In tal senso si hanno impianti che producono MTS (make to stock – produci per il magazzino) per cui si producono prodotti standard normalmente di valore non elevato sulla base delle previsioni di vendita; sistemi ATO (Assembly to order – assembla sulla base dell'ordine) in cui l'ordine avviene quando già i beni sono stati prodotti ma devono essere solo assemblati con componenti diversi spesso in base anche alle esigenze e alla volontà di personalizzazione del cliente; MTO (Make to order – produci sull'ordine) simile ad ATO ma con la possibilità di anticipare le attività di ingegnerizzazione e ingegnerizzazione rispetto al momento di acquisizione dell'ordine.

Al livello strategico questa classificazione ha una grande importanza per diversi motivi: definire fissare il prodotto e servizio che il fornitore da al cliente, delineare i tempi di consegna e nello specifico quelli che intercorrono dal momento in cui il cliente fa l'ordine a quello in cui lo riceve, chiarire il grado di coinvolgimento dei clienti nelle fasi di progettazione del prodotto, acquisizione dei materiali, produzione, consegna, gestione delle scorte. Il coinvolgimento è maggiore in MTO rispetto agli altri sistemi.

Un'altra definizione che dipende dalle strategie di produzione sono i criteri "look back" basati sulla ricostituzione della scorta e quelli "look ahead" basati invece sul calcolo dei fabbisogni futuri. Si usa look back per i materiali per cui la domanda dipende dai prodotti finiti e ad alta frequenza di consumo; solitamente si usa per i materiali di classe C (tanti articoli con bassa quantità di capitale investito). Si usa look ahead per i materiali per cui la domanda dipende solo dalle richieste del mercato e per materiali a bassa frequenza di consumo, solitamente per materiali di tipo A (pochi articoli con alta quota di capitale investito).

L'uso di strategia Pull si contraddistingue per l'uso del JIT (Just in time), una tecnica con l'obiettivo di realizzare il giusto prodotto, nella quantità richiesta dal cliente, nel momento in cui è richiesto e le condizioni concordate. L'obiettivo del JIT e del modello Pull in questo modo è quello di minimizzare il livello di scorte, minimizzare gli errori di produzione con lotti di piccole dimensioni, riattrezzaggio veloce con alta flessibilità.

In questo modo è possibile quindi consegnar al cliente solo cosa è richiesto, quando viene richiesto e quanto richiesto. Infatti, è possibile limitare il Lead Time riducendo lo spreco nel tempo di attesa e lo spazio di stabilimento e quindi la gestione delle scorte e dei trasporti.

A livello operativo per ottenere un sistema JIT è necessario mappare i flussi andando ad eliminare i processi e le fasi intermedie che rallentano i tempi cercando di ottenere invece un flusso continuo, regolarizzare quando è possibile la domanda dei clienti livellando le spedizioni e regolarizzare la produzione utilizzando dei piccoli lotti alternati per prodotti diversi.

2.2 Il canale di distribuzione

Il canale di distribuzione fa parte di una 7P del marketing mix con cui tra le cose interagisce. Uno degli obiettivi più importanti e di particolare rilievo è quello di definire un sistema di distribuzione fisica includendo trasporto e immagazzinamento.
Esistono diversi tipi canali di distribuzione che dipendono dalle condizioni in cui si trova l'azienda; i principali sono vendita al dettaglio, vendita all'ingrosso, vendita tramite intermediari e distribuzione duale che unisce la vendita all'ingrosso e quella al dettaglio.
La gestione della distribuzione è uno delle chiavi di successo di un'azienda soprattutto nelle situazioni in cui l'azienda sia molto grande. I moderni sistemi di distribuzione infatti si sono evoluti dal semplice passaggio dei beni da un punto A ad un punto B ma hanno iniziato a basarsi sempre più sui dati e sugli indicatori di performance, utili appunto in modo da rendere la gestione di una distribuzione sia efficiente che efficace.
Ci sono principalmente due tipi di distribuzione: distribuzione commerciale e distribuzione fisica detta anche logistica. La logistica, solitamente la più determinante per i risultati di un'impresa, ha lo scopo finale di portare materiali grezzi, semi lavorati e prodotti finiti nel posto giusto al momento giusto col minor prezzo possibile sul mercato; dal luogo di produzione al cliente.
Un importante parte della Supply Chain e in generale della distribuzione è l'utilizzo del concetto di Network.
Infatti, in questo modo questa parola descrive una struttura ancora più complessa e più definita nei suoi componenti, collegando come fa la Supply Chain i flussi di materiali e informazioni con l'obiettivo di servire il cliente finale.
In poche parole, la Supply Chain network ha dato vita a una scomposizione ancora più consistente definendo meglio lo scopo e le funzioni di fornitore o fabbrica di produzione, magazzino, centro di smistamento, centro di distribuzione, centro logistico, showroom e negozio fisico. Ognuno di questi termini infatti può sembrare un sinonimo dell'altro ma è invece contraddistinto da delle sue particolarità.
Dato per assodato la conoscenza di cosa sia un fornitore e di cosa si occupi una fabbrica di produzione è importante definire gli altri termini. Con magazzino infatti si intende il luogo dove avviene lo stoccaggio delle merci con la possibilità che queste stiano anche

per un medio-lungo periodo, l'indice di rotazione (che considera appunto questi parametri) è infatti molto basso.
Il centro di smistamento si differenzia dal magazzino in quanto i beni qui si fermano per un tempo molto più limitato, infatti l'obiettivo è quello, come fa Amazon ad esempio, di raggruppare le merci in un centro magari Europeo per mandarlo nei singoli stati passando così ad un centro di distribuzione o centro logistico. La differenza con questo ultimo è invece molto sottile in quanto entrambi hanno un indice di rotazione delle merci molto alto e si trovano solitamente presenti nel paese o zona dove i beni poi dovranno essere spediti. La differenza più grande è che solitamente con centro logistico si intende una struttura che non appartiene all'azienda stessa ma che fa parte di un sistema di logistica di terze parti che gestisce i bene e li prepara per la spedizione, assicurando come vedremo nel prossimo capitolo anche altri servizi supplementari.

2.3 L'arco di integrazione

Negli ultimi dieci anni l'integrazione dei fornitori e dei clienti è in aumento.
L'arco di integrazione è un concetto sviluppato da Frohlich e Westrook (2001) che descrive il grado di integrazione di fornitori e clienti all'interno di una catena di approvvigionamento.
Regatz et al. (1997) hanno osservato che "l'effettiva integrazione dei fornitori nelle catene di approvvigionamento del prodotto sarà un fattore chiave per alcuni produttori nel raggiungimento dei miglioramenti necessari per rimanere competitivi".
Questo concetto è stato sviluppato nell'ambito di uno studio internazionale sulle strategie della catena di approvvigionamento.
Esistono due diverse forme di integrazione.
Il primo tipo di integrazione prevede il coordinamento e l'integrazione del flusso fisico in avanti delle consegne tra fornitori, produttori e clienti. Molti di questi sostenitori dell'integrazione della catena di approvvigionamento rientrano nella bandiera del just-in-time.
L'altro tipo di integrazione prevalente prevede il coordinamento arretrato delle tecnologie dell'informazione e il flusso di dati dai clienti ai fornitori.

Se vogliamo condividere le attività operative bisogna scegliere in quale direzione (verso i fornitori o verso il cliente si vuole andare) e il grado di integrazione. Prendendo questa coppia di decisioni come dimensioni chiave per rappresentare una posizione strategica, possiamo illustrarle graficamente come un arco, con la direzione del segmento che mostra se l'impresa è incline al fornitore o al cliente e il grado di arco che indica l'estensione dell'integrazione.

In altre parole, una maggiore integrazione che un'azienda ha con il cliente e i fornitori più grandi è il suo arco di integrazione.

Maggiore è il livello di integrazione con clienti e fornitori e maggiori sono i benefici che stanno arrivando.

Tutta la teoria si basa sull'ipotesi che le aziende con i maggiori archi di integrazione di fornitori e clienti avranno i maggiori tassi di miglioramento delle prestazioni.

La strategia della catena di approvvigionamento rivolta verso l'esterno è associata ai maggiori tassi di significativi miglioramenti delle prestazioni. un migliore coordinamento nella catena di approvvigionamento riduce l'incertezza nelle reti di produzione un coordinamento più stretto aiuta a eliminare molte attività senza valore aggiunto dai processi di produzione interni ed esterni, inclusi i sette rifiuti classici di Shigeo Shingo: sovrapproduzione, attesa, trasporto, fasi di lavorazione non necessarie, scorte, movimento e difetti. In termini di catena di approvvigionamento, un migliore coordinamento è direttamente correlato per ridurre la variabilità.

I produttori possono compromettere seriamente le prestazioni continuando a seguire la strategia rivolta verso l'interno. Le materie prime, il work-in-process e i prodotti finiti si spostano rapidamente solo se non vi sono ostacoli al flusso e la produttività aumenta proporzionalmente alla velocità con cui i materiali si muovono attraverso i processi. Le prestazioni per un funzionamento relativamente isolato ne risentiranno

I risultati delle strategie rivolte ai fornitori e ai clienti hanno suggerito che concentrarsi solo sui lati in entrata o in uscita della catena di approvvigionamento ha guadagnato poco di più per i produttori rispetto all'adozione delle strategie rivolte verso la periferia o verso l'interno. In questo modo non stanno sfruttando tutto il potenziale che devono nella strategia rivolta verso l'esterno.

2.4 Dal 1PL al 5PL

Conosciuta anche come catena di fornitura massiva, la logistica è una dettagliata organizzazione che tra le cose, come è stato menzionato nel capitolo precedente, si occupa di portare avanti operazioni relative a spedizioni e consegne. In base alle caratteristiche del business, alla sua grandezza e obiettivo sono infatti possibili diverse tecniche di distribuzione fisica dei prodotti:

- 1PL in cui una persona, organizzazione richiede l'invio di un bene da un punto A ad uno B come ad esempio il mittente e il destinatario.
- 2PL per cui una compagnia o organizzazione che si occupa di mobilitare fisicamente un bene tramite camion, nave, aereo, treno.
- 3PL dove la compagnia oltre al 2PL si occupa di offrire un servizio aggiuntivo come magazzino, packaging, intermediario.
- 4PL in cui è la compagnia o organizzazione che si occupa di misurare e controllare la performance del 3PL dando servizi di consulenza interna per poter migliorare i sistemi di logistica interna.
- 5PL che introduce l'implementazione di tecnologie all' avanguardia ed e-business (block-chain e robotica).

2.5 La misura della performance e il LUC

La teoria dei sistemi è stata sviluppata da Ludwig von Bertalanffy nel 1969; ha studiato l'organizzazione astratta dei fenomeni.
Si può dire che un sistema è composto da quattro parti: oggetti ovvero gli elementi del sistema (fisico, astratto o entrambi), gli attributi definiti come la qualità del sistema, le relazioni interne tra i suoi oggetti e l'ambiente in cui esiste il sistema.
Tutti questi componenti si influenzano a vicenda, interagiscono con l'ambiente e formano un modello più ampio che è diverso da qualsiasi parte. In effetti, secondo Bertalanffy, un sistema è qualcosa di più della semplice somma dei suoi componenti perché diverse disposizioni di tali componenti possono generare interazioni diverse tra loro e quindi creare sistemi diversi anche se i componenti sono equivalenti. Inoltre, ha introdotto l'idea

di un confine definibile che separa un sistema dal suo ambiente, consentendo input al sistema e output da esso. Il modello può essere sintetizzato nel seguente schema:

Questa teoria è stata applicata all'analisi del costo totale minimo, che consiste in una tecnica dinamica di dimensionamento dei lotti che calcola la quantità dell'ordine confrontando il costo di trasporto e i costi di installazione per varie dimensioni di lotto e quindi seleziona il lotto in cui questi sono quasi uguali. Inizialmente il costo totale è stato utilizzato come misura di efficienza a supporto della gestione della distribuzione fisica; consiste nel gruppo di attività associate alla fornitura al consumatore del prodotto finito dalla linea di produzione, pertanto può essere visto come un sistema di componenti collegati tra loro per l'efficiente circolazione dei prodotti. Questi componenti sono correlati: le decisioni prese in un'area influenzano l'efficienza relativa di altre. Ad esempio, una piccola impresa che fornisce personal computer personalizzati può trasportare i prodotti finiti per via aerea anziché via camion, poiché tempi di consegna più rapidi possono consentire costi di inventario inferiori, il che compenserebbe più che i costi più elevati del trasporto aereo. La visualizzazione della distribuzione fisica dal punto di vista dei sistemi può essere la chiave per fornire un livello definito di servizio clienti al minor costo possibile perché consente di identificare le attività che richiedono costi più elevati e quindi quegli aspetti del processo di fornitura che devono essere rivisti al fine di ridurre i costi.

Il costo totale minimo è stato successivamente utilizzato per supportare l'approccio di gestione della logistica; gli obiettivi dell'azienda possono essere realizzati riconoscendo l'interdipendenza reciproca delle principali aree funzionali dell'azienda, come marketing, produzione, finanza e logistica. Tutte queste attività pertinenti dovrebbero essere considerate nel loro insieme in quanto componenti del sistema; pertanto, i responsabili della logistica devono coordinare la logistica in entrata, la gestione dei materiali e la distribuzione fisica in modo efficiente in termini di costi utilizzando l'approccio del costo totale, che richiede la comprensione dei compromessi di costo quando è stata apportata una modifica suggerita in uno dei componenti o elementi di il sistema, in altre parole, le modifiche a un'attività logistica possono far aumentare alcuni costi e altri diminuire. Ad esempio, ciò potrebbe includere il passaggio dal trasporto ferroviario a quello automobilistico o l'aggiunta di un centro di distribuzione alla rete di distribuzione.

L'analisi dei costi è stata a lungo riconosciuta come una metrica importante per determinare l'efficienza. È vero ancora oggi; tuttavia, ci siamo evoluti dalla misurazione del costo funzionale al costo della catena di approvvigionamento, pertanto ciò significa che il relativo punto di misurazione è passato da costi totalmente interni a costi di impresa a costi collettivi di molte imprese coinvolte nella catena di approvvigionamento. Infatti, i costi funzionali sono tutti i costi associati a una specifica attività commerciale che vengono eseguiti per la produzione e la consegna del prodotto come risorse umane, IT, finanza, operazione, marketing e vendite; sono analizzati per aumentare la differenza con il valore del prodotto che è ciò che vale il prodotto agli occhi del cliente. D'altra parte, i costi della catena di approvvigionamento sono quei costi relativi ai diversi processi della catena di approvvigionamento, dal momento dell'ordine all'esecuzione; ci sono diversi tipi di costi della catena di approvvigionamento:

- Costi generalizzati: spesso utilizzati nel trasporto e comprende tutti i costi disparati che formano i costi opportunità globali.
- Costi logistici totali: vari costi associati all'approvvigionamento da fornitori diversi in luoghi diversi.
- Costi totali dell'outsourcing: estendere i costi logistici totali per incorporare anche i costi associati all'identificazione e alla gestione dei fornitori.
- Costi di inventario: come l'inventario può essere sia controllato che ridotto al minimo.
- Contabilità finanziaria, gestione finanziaria e contabilità di gestione: la contabilità finanziaria riguarda la sintesi, l'analisi e la rendicontazione delle transazioni finanziarie relative a un'azienda. La gestione finanziaria si riferisce alla gestione efficiente ed efficace della moneta (fondi) in modo tale da raggiungere gli obiettivi dell'organizzazione.

La misurazione della performance di un sistema di Supply Chain è solitamente la chiave utile ad avere un’idea di come questo stia funzionando su tutte le sue componenti principali. Questo è un utile perché serve a svolgere poi un’azione sui processi volta ad ottimizzarle come si vedrà nel prossimo paragrafo.

2.6 Miglioramento continuo dei processi (CIP)

Il miglioramento continuo o continuativo consiste nel miglioramento strada facendo dei prodotti, servizi e processi in modo incrementale e ciclico nel tempo.
I principi su cui si basa questo modello consistono in piccole modifiche che solitamente sono poco costose da implementare ma che nel tempo possono avere un grande impatto sui risultati. Questo sistema inoltre da grande responsabilità ai dipendenti che sono tra i principali fautori di questi piccoli miglioramenti tramite un sistema partecipativo con il management. Tutti i miglioramenti fatti ovviamente devono essere ripetibili e scalabili.
Esistono diversi tool per attuare il CIP ma il principale è il ciclo PDCA che si compone da 4 fasi: definire un'opportunità e crea un piano (plan), implementa i cambi con piccole modifiche (do), usa i dati per analizzare i risultati (check), se i cambiamenti sembrano efficaci su stretta scala è possibile implementarli anche su larga scala (act).
Altri strumenti comunemente usati sono il Six Sigma e il Kaizen derivanti dalla cultura giapponese ma che non saranno analizzati in dettaglio.

2.7 Analisi di Pareto

L'analisi di Pareto, definita anche come regola 80/20 è una tecnica statistica secondo cui per ogni situazione l'80% degli effetti sono provocati dal 20% degli input o delle attività scatenanti. Vilfredo Pareto, che per primo definì questa legge, infatti si rese conto che il 20% dei baccelli del suo giardino creava l'80% dei piselli sani. Questa regola poi fu generalizzata come: un piccolo e definito gruppo di cause genera la gran parte degli effetti e anche viceversa che la gran parte delle cause generano una piccola porzione di risultati.
L'analisi di Pareto viene poi applicata alla Supply Chain ad esempio per evidenziare quali sono le cause che provocano la maggior parte dei ritardi di un prodotto introducendo solitamente una distribuzione con percentuale cumulata. Questo serve quindi ad individuare così le cause da trattare con priorità per diminuire i ritardi.

3 La distribuzione dei prodotti Energy

Si entra adesso più nello specifico nel mondo Tesla dei prodotti Energy partendo, con questo capitolo, dalla situazione che c'era in Azienda prima che iniziasse il tirocinio.

3.1 Il Network della Supply Chain di Tesla

Come accennato nel primo capitolo, Tesla possiede al momento 3 maggiori fabbriche dove vengono prodotti i suoi prodotti di cui due in US e una a Shangai. Quella di riferimento per i prodotti Energy in Europa sono però la fabbrica in Nevada e quella a Buffalo. Infatti, un team specializzato periodicamente si occupa della produzione di Powerwall e in base alla domanda e manda in Europa, con spedizione via nave, containers da 136 Powerwall con un Lead Time tra le 3 e le 6 settimane. Ovviamente ogni lotto può essere composto da più containers ma definiamo 136 come la confezione standard.
Tutti gli ordini arrivano quindi a Tilburg nei Paesi Bassi (dove è presente il principale centro di stoccaggio, assemblaggio e smistamento europeo) nonché il quartier generale ad Amsterdam.
Una volta arrivati a Tilburg PW che tra i principali mercati Tesla viene spedito in UK, Germania e Italia. Tutti gli ordini devono essere chiaramente tracciati fin dalla partenza negli US fino alla consegna dei clienti. Una particolarità per Powerwall consiste nel fatto che quando un cliente emette un ordine tramite il sito web, viene contattato da Tesla per svolgere uno studio di fattibilità del numero di pezzi richiesti ed entrano in gioco quindi i tecnici specializzati che poi si occuperanno del montaggio. La consegna del bene avviene tramite consegna in una finestra di un giorno prestabilito con il cliente, quindi tramite un appuntamento e come visto prima un modello che possiamo definire di tipo Pull.
Per quanto riguarda Powerpack e Megapack invece, specialmente nel caso di progetti più grandi, questi possono essere spediti già assemblati direttamente nel paese richiedente a maggior ragione se non fa parte dell'unione europeo. Comunque, è presente un sito sempre nei Paesi Bassi, per accogliere queste parti.

Quindi ricapitolando, la produzione avviene negli US e il magazzino e il centro di distribuzione si trovano a Tilburg.

Per meglio comprendere a livello quantitativo il network considerando il movimento di beni e in particolare di PW è stato svolto durante il tirocinio un'analisi che qui sarà mostrata con dati solo indicativi rispetto a quelli completi e reali. In questa analisi saranno calcolati LEA e PUR per il singolo prodotto di PW in un regime deterministico.

Si consideri, per il mercato europeo, un consumo annuale (Q_o) di 800 pezzi con un costo di produzione per ogni singolo PW (p) di €3700. Il costo per spedire da US in Europa (a) in confezioni (c) da 136 è di circa €2800 e come è stato detto prima il Lead Time (T_a) è tra 3 e 6 settimane, si consideri uno scenario per cui ci vogliano 5 settimane con una deviazione standard di 2 settimane. Si prenda come coefficiente di immobilizzo (i) 0.3 per cui il costo finale di immobilizzo (p*i) risulti €1100.

Come prima cosa si calcola il LEA (Lotto economico di acquisto) che corrisponde al numero di pezzi ottimali che bisogna ordinare in un singolo lotto utilizzando la seguente formula:

$$LEA = \sqrt{\frac{2 \cdot Q_o \cdot a}{p \cdot i}}$$

Si ottiene così un lotto di 200,89 pezzi che equivale a 1.48 confezioni. Per scegliere il valore ottimale si fa un'analisi dei costi totali andando quindi a scegliere il lotto con costi minori scegliendo tra 1 o 2 confezioni e quindi a 136 o 272 pezzi, tramite la seguente formula:

$$C'_{tot} = \frac{L}{2} \cdot p \cdot i + \frac{Q_o}{L} \cdot a + p \cdot Q_o$$

Si analizzano due casi e si trova come dalla tabella successiva (Tabella 1) che il numero di unità per cui si ha il costo minore corrisponde a 272 pezzi:

Caso	Lotto	Unità	Ctot
a	1	136	29.840.186 €
b	***2***	***272***	***29.833.313 €***

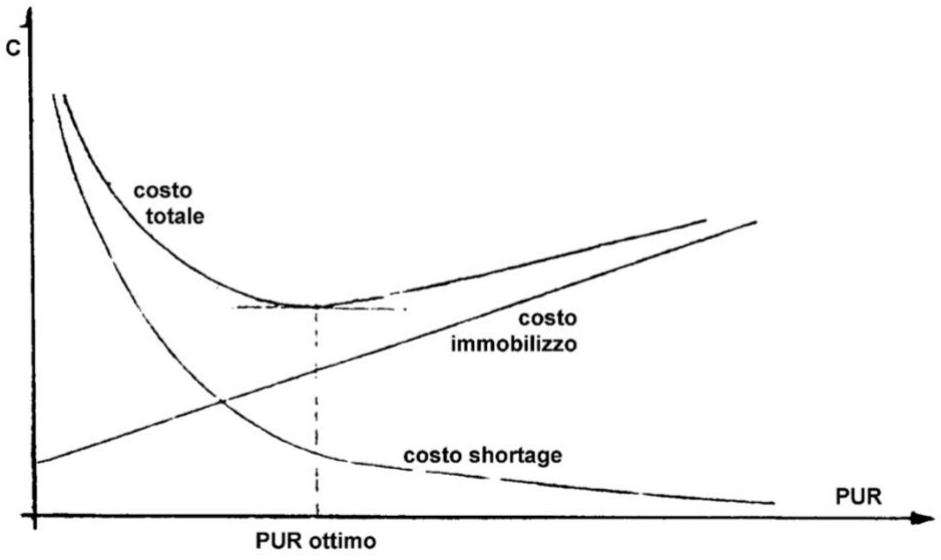
Tab.1 Comparazione lotti

Adesso, per questo lotto si vuole valutare la migliore gestione delle scorte.

Per far questo si consideri come tempo medio sotto scorta 7 giorni per cui si stima un costo in perdite di vendite di €38356 (calcolato considerando che il 5% dei clienti durante la settimana di sotto scorta rinunci al proprio acquisto cancellandolo).

Partendo da questi dati, è possibile risalire al consumo medio di approvvigionamento (C_{ma}) pari a 767 PW, la deviazione standard di questo consumo uguale a 91 pezzi e il numero di riordini necessari in un anno considerando la domanda totale e il LEA scelto equivalente a 29.41.

Per determinare il punto di riordino PUR ottimale si considerino quindi costo totale dipendente da costo di immobilizzo e costo di sotto scorta, andando ad individuare quello che corrisponde ad un minimo di funzione come è possibile ben vedere dal grafico seguente (Grafico 4):



Graf.4 Ricerca PUR ottimale

Per far questo si usa una funzione di due termini dipendenti dal valore del PUR dato che la probabilità di sotto scorta dipende da ps=1-F(z). Per ogni z e ogni PUR si calcola quindi il costo totale come:

$$C_{tot} = (PUR - C_{ma} + \frac{L}{2})pi + \frac{Q_o}{L}a + p_s NT_s c_s + pQ_o$$

.

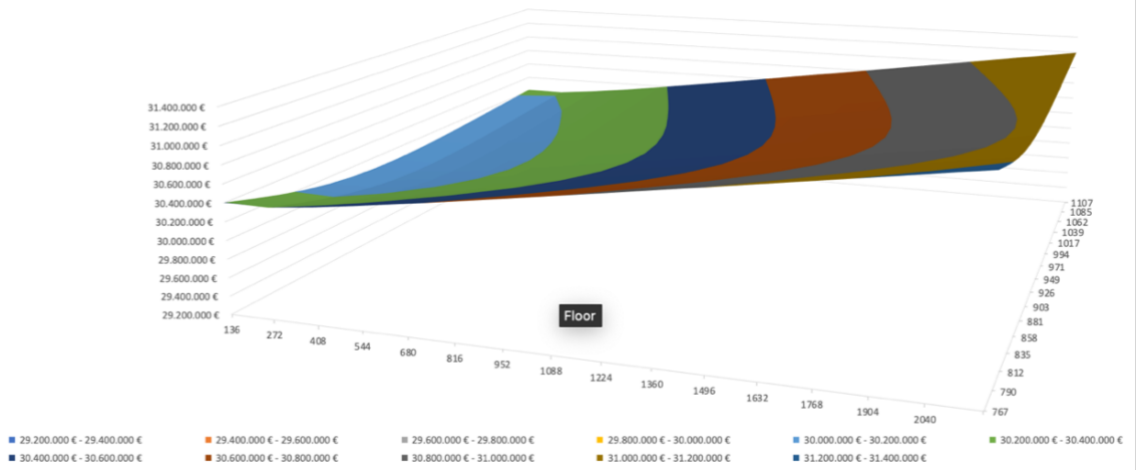
Si trova quindi il valore che minimizzi i costi pari a €30133958 come mostra la tabella successiva:

z	F(z)	ps	PUR	Ctot
0	0,5	0,5	767	33.781.742 €
0,25	0,5987	0,4013	790	33.027.499 €
0,5	0,6915	0,3085	812	32.319.849 €
0,75	0,7734	0,2266	835	31.698.274 €
1	0,8413	0,1587	858	31.187.255 €
1,25	0,8944	0,1056	881	30.793.109 €
1,5	0,9332	0,0668	903	30.511.889 €
1,75	0,9599	0,0401	926	30.326.221 €
2	0,9772	0,0228	949	30.214.783 €
2,25	0,9878	0,0122	971	30.156.254 €
2,5	0,9938	0,0062	994	30.134.050 €
2,75	**0,997**	**0,003**	**1017**	**30.133.958 €**
3	0,9987	0,0013	1039	30.145.711 €
3,25	0,9994	0,0006	1062	30.165.361 €
3,5	0,9998	0,0002	1085	30.187.380 €
3,75	0,9999	0,0001	1107	30.211.768 €
			MIN Ctot	30.133.958 €

Tab.2 PUR con minimo costo totale

In conclusione, la migliore strategia di gestione delle scorte, secondo questa analisi, consiste nell'ordinare un lotto da 276 PW (2 confezioni) quando il livello di scorte raggiunge 1017 pezzi.

Per avere un quadro completo inoltre è stato rappresentato graficamente l'andamento del costo di gestione al variare di LEA e PUR con un grafico 3D "a scivolo" che mostra come all'aumentare del valore del LEA (asse x) il costo totale aumenti mentre si mantiene più basso per valori del PUR (asse z) medi.



Graf.4 Costo totale al variare di PUR e LEA

3.2 Distribuzione in 2PL

Come si è trattato precedentemente, prima dell'inizio del tirocinio, tutti i beni venivano spediti al cliente o al tecnico direttamente dal magazzino e centro di distribuzione di Tilburg nei Paesi Bassi con uno o più corrieri che si occupavano di gestire le consegne tramite un modello di 2PL, nel pratico un corriere che preleva i beni al magazzino e li porta all'indirizzo richiesto senza nessun altro servizio incluso.

Chiaramente nel far questo sono presenti diversi limiti, soprattutto nei tempi di consegna che alle volte possono essere alti soprattutto a causa dell'alta varianza. Per avere un'idea si prendano infatti in considerazioni i mercati di UK, Italia e Germania per cui PW venivano spediti passando dal centro di distribuzione del relativo paese. Il Lead Time arrivava infatti fino a 9 giorni per UK, 11 giorni per l'Italia, 8 giorni per la Germania.

Una volta che il cliente richiedeva l'ordine, ci volevano infatti fino a 4 giorni per fissare l'appuntamento con il corriere, prelevare PW e impacchettare con le etichette necessarie, mandare i documenti al partner logistico e consegnarlo durante il ritiro. Una volta partito, in base alla località in Germania, il bene poteva passare dal magazzino del corriere e infine giungere a destinazione dopo altri 4 giorni.

In caso di distribuzione in 2PL inoltre il servizio clienti veniva gestito di Tesla con flussi di informazioni e richieste che dovevano essere elaborate continuamente per soddisfare le aspettative dei clienti.

La distribuzione in 2PL infatti prevede una gestione che non sempre riesce ad essere efficiente soprattutto per grandi quantità e soprattutto quando i clienti si trovano su un'area geografica molto ampia.

Uno dei rischi maggiori, con questo modello, consiste nel rischio di ritardi nella consegna in quanto le merci che partono da un centro di produzione o come in questo caso un magazzino centrale devono comunque passare da centri diversi prima di arrivare a destinazione.

Un altro rischio inoltre si trova nel fatto che aumenta in maniera esponenziale il rischio di danni durante la spedizione in quanto i trasporti per buona parte del tragitto vengono fatti per merci di compagnie diverse messe tutti insieme senza preoccuparsi troppo del contenuto e dello stato in quanto vengono le spedizioni e gli stessi beni non vengono raggruppati tra di loro ma partono tanti piccoli lotti che poi saranno divisi nei centri in

base alla destinazione finale. Ovviamente questo incide molto anche sui processi che alle volte rischiano di essere poco efficaci e si allontanano come si può vedere dall'obiettivo di avere un flusso di merci omogeneo e costante con costi contenuti.

3.3 I processi principali

Tra le attività principali vi erano: lo svolgimento di chiamate settimanale coi corrieri per gestire problematiche speciali con le consegne e in caso comunicarli con il dipartimento di vendite e quindi i clienti, la gestione di processi interni per seguire i passi che vanno dal ritiro del bene (PW o suoi accessori) fino alla sua consegna e il caricamento della prova di consegna. In tutto questo ovviamente vi era la definizione degli SLAs (livello di servizio accordato) con monitoraggio degli indicatori di performance e report settimanali sui risultati ottenuti.
Tra le attività di routine, una delle principali, era relativa al TMS (sistema di gestione dei trasporti) che aggiornavo giornalmente in base alle nuove consegne segnalate.
Il TMS riceve gli ordini, conferma le date di spedizione, controlla le tariffe, assegna i corrieri e stabilisce i programmi di ritiro e consegna prima di consegnare gli ordini al WMS (sistema di controllo del magazzino) per l'elaborazione.
Una volta che gli ordini sono stati raccolti, imballati e spediti, gestisce il monitoraggio dei pagamenti delle merci e le metriche delle prestazioni del corriere. Le funzioni del TMS di base comprendono la selezione della modalità, del corriere e del percorso. Il TMS può anche gestire la costruzione di carichi, che ottimizza gli ordini combinando le spedizioni LTL in carichi completi e aggrega le spedizioni di pacchi in regioni geografiche. Poiché il trasporto è una parte vitale ma costosa della catena di approvvigionamento che può erodere i margini di profitto se non gestito in modo efficace.
Uno dei punti critici in questo processo infatti consisteva nel riuscire a creare un collegamento efficiente tramite un database temporaneo che consentisse la possibilità di prendere i dati dal sistema di tracciamento del corriere, manipolarli in modo tale da poterli poi inserire nel sistema interno di trasporto.
Il processo di base consisteva nello scaricare una banca dati con tutte le spedizioni che dovevano essere consegnate in quel giorno, per ogni corriere, manipolare questi dati tramite l'utilizzo di query che avevano lo scopo di rendere comprensibile e standardizzare

per ogni partner logistico il template specificando soprattutto il numero di ordine, il numero di spedizione, la consegna prevista, quella effettiva e un segno che definisse se la prova di consegna fosse stata caricata o no.

Nel caso in cui non ci fossero problemi quali ritardi o errori nei dati, tutto veniva caricato nel TMS in modo da passar poi tutto al dipartimento di vendite dato che come riconoscimento finanziario si utilizza appunto la prova di avvenuta consegna che deve sempre contenere data di consegna, riferimento dell'ordine e firma del cliente.

Nell'eventualità invece in cui ci fosse un problema con l'ordine, mi occupavo invece di gestire il problema facendo da intermediario tra il dipartimento vendite (quindi il cliente) e alcuni dei nostri partner logistici. A tal proposito, per ognuno di questi, era presente uno spazio condiviso dove era possibile interfacciarsi nel caso di incompletezza dell'indirizzo, errori con le consegne o problemi che richiedevano una soluzione immediata.

Uno dei processi più importanti era infatti quello relativo alle call settimanali che avvenivano coi partner logistici per riassumere tutte le criticità passate e anticipare quelle future andando a delineare insieme un piano settimanale o mensile su cui basare i KPIs, degli indicatori ricavabili quantificabili, facilmente che misurano la capacità di un processo di soddisfare i requisiti di un cliente.

Il loro andamento veniva infatti discussa periodicamente in modo da capire come stessero preformando i diversi partner e chiedere delle correzioni nel caso di uno scostamento troppo elevato dal livello di servizio richiesto.

Facevo tutto ciò per gli ordini relativi a PW che quindi richiedevano un pallet e per i suoi accessori che invece erano delle spedizioni più piccole (parcel).

Una volta aggiornate tutte le spedizioni consegnate e aver inoltrato le prove di consegna al dipartimento finanziario tramite il TMS, mi occupavo di confrontare alcuni KPIs interni tramite dei pannelli di controllo realizzate con Tableau. In particolare, le due principali consistevano infatti in uno storico con le prove di consegna e un dettaglio sugli ordini in ritardo e sulle motivazioni per cui questi fossero arrivati in ritardo. Ognuno di questi infatti doveva mostrare in maniera esplicativa il responsabile del ritardo e il relativo motivo; dati che, come vedremo più avanti, erano utili per fare un'analisi delle principali cause di ritardo e dei modi per evitarlo in futuro.

Per quanto riguarda le prove di consegna secondo gli SLAs, queste dovevano essere fornite per il 95% entro 3 giorni e per il restante 5% entro 5 giorni. All'inizio del mio tirocinio in media solo il 70% venivano provviste entro i tempi stabiliti.

Per riassumere quindi a livello operativo il tutto consisteva in un continuo flusso informatico tra il sito di tracciamento con ordini aggiornati dal partner logistico, database intermedio di manipolazione dati e TMS. Tutto ciò coordinato tramite canali di comunicazione diretta con clienti e lo stesso corriere.

Un ultimo passaggio importante da menzionare è la mappatura di tutti i processi e di tutti i cambiamenti che venivano fatti; di fondamentale importanza infatti consisteva l'aggiornare la documentazione interna con tutti i processi interni in modo tale da lasciare una banca dati da utilizzare per formazioni e l'ingresso di nuovi membri nella squadra.

4 L’evoluzione della Logistica

Prima di iniziare con il capitolo relativo ai cambiamenti apportati all’interno dell’azienda e agli strumenti utilizzati è importante fare una piccola premessa relativa al periodo in cui il tirocinio si è svolto.

Questo infatti ha avuto luogo tra Febbraio e Luglio 2020, esattamente nel periodo principale della crisi causata dal Coronavirus. Tralasciando il rilevante quanto drammatico dato sul numero di vittime che ha causato questa pandemia, è determinante far riferimento anche all’impatto che ha avuto questo sull’economia mondiale.

Tra i principali effetti che hanno anche influenzato il tirocinio in piccolo e il mercato dei prodotti Energy Tesla sono stati la chiusura degli impianti di produzione, la chiusura dei confini nazionali durante le fasi di chiusura dei confini e la limitazione della movimentazione dei bene in Europa.

Un punto fondamentale da considerare però è che le crisi spesso corrispondo ad una pretesa e una necessita per velocizzare lo sviluppo e velocizzare il cambiamento.

Nei prossimi paragrafi si vedrà infatti come, questa crisi sia stato anche un trampolino di lancio per molti progetti.

4.1 Passaggio da 2PL a 3PL

Come anticipato, le crisi spesso costringono ad un cambiamento modificando completamente il modo in cui un’attività veniva svolto precedentemente.

Questo in un certo modo è infatti avvenuto in relazione a uno dei progetti principali a cui ero assegnato: assistere la transazione da un sistema di 2PL a uno di 3PL, selezionando tra i candidati il partner logistico e quindi il centro logistico da utilizzare nei principali mercati Europei.

Questo doveva essere infatti un progetto che avrebbe dovuto accompagnare tutto il mio tirocinio dall’inizio alla fine passando fase dopo fase alla selezione del partner che avrebbe assicurato un livello di servizio e affidabilità migliori a costi chiaramente più competitivi.

Come detto però, a volte le crisi velocizzano e costringono a dei cambiamenti più immediati e repentini, per questo nel momento in cui gli Stati iniziavano a limitare la mobilità e chiudere le frontiere si è deciso di anticipare i tempi e definire la partnership coi paesi più rilevanti in termini di consegne e aprendo tra questi un centro logistico in UK, Germania e Italia; i paesi che prenderemo in considerazione durante questo studio.
Per evitare infatti che la distribuzione dei prodotti PW e accessori rimanesse bloccato si è pensato in maniera preventiva e proattiva di mandare alcuni pezzi stimati in base alla quantità richiesta da quel mercato per il periodo di picco di casi colpiti del virus nei mesi di marzo, aprile e maggio.

4.1.1 Il modello di previsione della domanda

Per far questo si è partito quindi dall'analisi dei dati sulle vendite per ognuno di questo paese e la previsione della domanda futura.
Come strumento si è deciso di utilizzare l'Exponential Smoothing triplo (TES) o modello di Winters che ha come ipotesi iniziale che l'importanza dei dati diminuisce con l'aumento del divario temporale.
L'obiettivo del TES è quello di associare pesi decrescenti (in modo esponenziale) ai valori della domanda meno recenti. Viene chiamato smorzamento esponenziale perché ogni incremento dei dati passati viene appunto smorzato, diminuito di una o più variabili definite.
Ho scelto questa tecnica perché si basa sulla previsione più recenti e il mercato dei PW essendo molto giovane si è stabilizzando sono nell'ultimo periodo, prende in considerazione la domanda reale fino a quel tempo, considera tre variabili a, b, c di smorzamento.

- La variabile di smorzamento a, fissa la velocità di reazione alle differenze tra gli eventi reali e le previsioni fatte. Viene analizzato quindi per quali valori di a si minimizza la deviazione standard dell'errore della previsione sulla serie storica. Si introduce S_t che corrisponde ad una stima dell'intercetta della serie al tempo t.
- La variabile b è invece relativa al trend e smorza l'errore che vi è tra i valori reali e quelli della previsione. Viene inserita il valore G_t che corrisponde a una stima della pendenza della serie al tempo t.

- La variabile c relativa alla stagionalità e C_{t-S+t} ovvero la stima della componente stagionale che dipende da un valore S definito a priori.

Si è deciso di utilizzare il TES in quanto tra i modelli esistenti è quello che presenta un migliore "trade-off" tra precisione nei calcoli e la difficolta nelle operazioni per creare il modello di previsione della domanda.
Nel far questo l'obiettivo però non era solo quello comune del modello di minimizzare la deviazione standard ma di creare un sistema che tenga in considerazione anche il periodo di crisi in cui ci si è trovati.
Per far questo quindi sono stati presi in esame gli indici smorzamenti di altri periodi di crisi e si è cercato, una volta minimizzata la deviazione standard, di pesare gli indici trovati su quelli passati.
In particolare, si è considerata la domanda dei pannelli solari in Europe negli anni della Grande Depressione tra il 2007 e il 2013, prodotto che in quel momento proprio come PW era all'inizio della fase di crescita.
Si è poi cercato di combinare i dati trovati con gli effetti di alcune guerre come la Seconda guerra mondiale che hanno avuto il comune effetto di blocco dei confini e una condizione di vita simile a quella vissuta negli ultimi mesi in cui si passava gran parte della giornata in casa.
In ottica di sistema in 3PLs si è quindi analizzata la domanda prevista per alcuni mercati europei.
Si consideri che il modello è stato modificato col tempo e si è aggiornato, per cui quello che appare in questa analisi sarà aggiornato all'ultimo periodo stimato. Include però i periodi citati utilizzando le stesse modalità che saranno specificate a seguire.
Partendo dalla Germania si è preso quindi un campione di dati delle vendite passate di PW componenti una serie di 75 settimane, scegliendo come stagionalità un periodo di 4 settimane.
Si sono poi definite le variabili di smorzamento con alcuni valori casuali che poi sono stati modificato utilizzando un solver di tipo lineare, ottenendo la combinazione di valori che minimizzasse la deviazione standard. Si è infine definito il numero di valori stimati pari a 8 (per cui v=67-8=59) e scelto un tau uguale a 1:

t	S	a	b	c	v	tau
75	4	0,01	0,01	0,469113	67	1

Tab.3 Dati di partenza analisi TES mercato tedesco

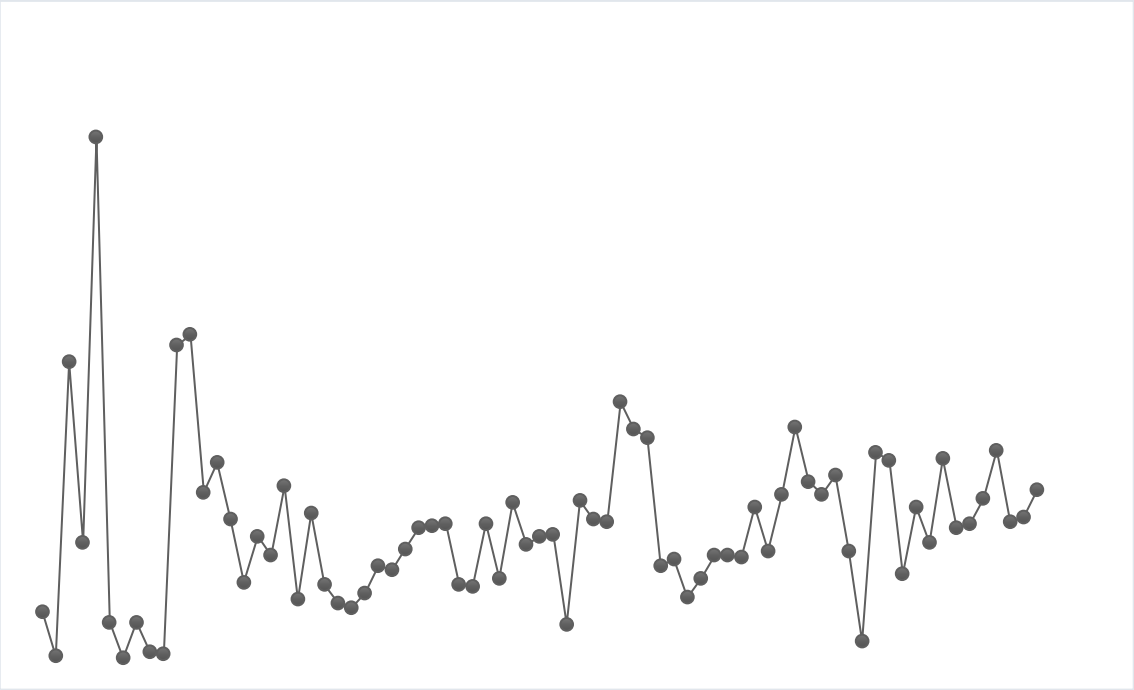
Partendo da questi dati si è quindi proceduto applicando il modello di Exponenthial Smoothing Triplo; i dati precisi relativi alle vendite precedenti sono stati coperti per regolamentazioni relative alla privacy e alla divulgazione di dati sensibili, inoltre questa è una versione in cui mancano alcuni valori intermedi:

Week	Xt	St	Gt	Ct	Pt	(Xt-Pt)^2
8				0,41256		
9				0,03587		
10				2,54709		
11		55,75	3,9375	1,00448		
12		65,1262	3,99189	2,0126	25	50344,39
8		253,861	3,98401	0,24543	73	548,1684
9		257,096	3,97653	0,23158	69	401,9516
10		261,112	3,97692	0,27737	72	1,197564
11		264,745	3,97348	0,21183	60	60,2765
12		269,25	3,9788	0,26794	66	170,2534
13		275,29	3,99941	0,31209	63	2277,856
14		279,561	4,00212	0,28989	77	56,75266
15		284,457	4,01106	0,24274	60	358,471
16		288,867	4,01506	0,28515	77	114,675
17		291,62	4,00243	0,24934	91	1552,862
18		292,976	3,97597	0,16831	86	5882,367
19		298,061	3,98706	0,28468	72	724,563
20		302,359	3,99017	0,29878	86	78,66969
21		304,93	3,97598	0,19544	76	1252,012
22		310,155	3,98846	0,19977	52	441,3714
23		312,969	3,97672	0,23507	89	1117,623
24		316,989	3,97716	0,30069	95	1,699487
25		320,98	3,9773	0,19583	63	0,072334
26		324,962	3,97734	0,19989	65	0,007176
27		328,925	3,9772	0,23461	77	0,105409
28		332,899	3,97717	0,30055	100	0,009947
29		336,878	3,97718	0,19587	66	0,000804
30		340,848	3,97711	0,19971	68	0,017508
31		344,83	3,97716	0,23475	81	0,009791
32					105	

Tab.4 Analisi TES mercato tedesco

Ciò che conta però consiste nella previsione delle settimane che vanno dalla 13 alla settimana 20 che corrispondono appunto ai mesi di aprile e maggio, periodi in cui l'effetto del virus è stato più di impatto e per cui si è quindi previsto il numero di PW da spostare nel centro logistico in Germania equivalente in questo caso a circa 600 pezzi.

Per dare sostegno a questi dati si fa riferimento a un grafico scatter con linee e marcatori di valore anche qui a livello qualitativo per ragioni di privacy:



Graf.5 Andamento indicativo domanda PW in Germania

La stessa cosa si è fatto anche per gli altri mercati, per UK si è infatti preso in considerazione un campione formato da una serie di 65 settimane con il numero di prodotti PW venduti, una stagionalità di un mese, 9 valori stimati e un tau pari a 1:

t	S	a	b	c	v	tau
65	4	0,045	0,369	0,152	56	1

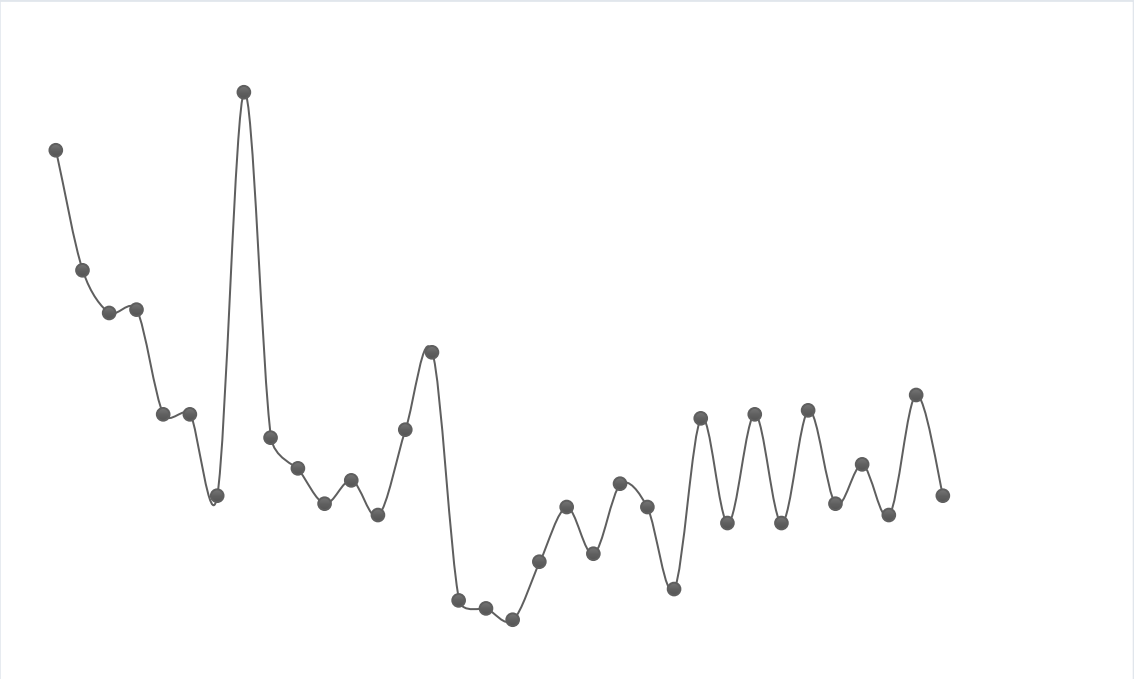
Tab.5 Dati di partenza analisi TES mercato inglese

Anche qui si è sviluppato un modello di TES in modo da individuare la previsione di domanda per le vendite di PW in UK per i mesi di aprile e maggio con un totale di 350 unità da dover inviare prima della chiusura delle frontiere:

Week	Xt	St	Gt	Ct	Pt	(Xt-Pt)^2
18				1,2836		
19				0,9751		
20				0,8657		
21		100,500	-8,188	0,876		
22		90,313	-8,925	1,191	**118**	3305,177
47		-0,588	0,232	-20,212	**0**	3677,805
48		-0,481	0,186	-23,392	**4**	1260,403
49		-0,420	0,140	-91,475	**14**	16989,325
50		-0,464	0,072	-28,690	**4**	2650,782
51		-0,478	0,040	-32,112	**8**	1528,137
1		-0,490	0,021	-31,629	**10**	771,311
9		-0,578	-0,025	-41,139	**19**	622,062
10		-0,595	-0,022	-83,015	**53**	314,815
11		-0,658	-0,037	-44,323	**23**	1179,537
12		-0,746	-0,056	-51,505	**29**	2267,929
13		-0,780	-0,048	-37,413	**33**	399,726
14		-0,797	-0,036	-72,481	**69**	3335,562
15		-0,804	-0,026	-39,091	**37**	837,972
16		-0,813	-0,019	-47,972	**43**	390,327
17		-0,839	-0,022	-38,428	**31**	34,302
18		-0,838	-0,013	-65,989	**62**	1401,219
19		-0,863	-0,018	-40,726	**33**	94,162
20		-0,876	-0,016	-47,102	**42**	27,395
21		-0,870	-0,008	-35,378	**34**	333,051
22		-0,879	-0,008	-66,330	**58**	4,248
23		-0,884	-0,007	-40,207	**36**	9,976
24		-0,910	-0,014	-50,140	**42**	361,213
25		-0,924	-0,014	-35,430	**33**	0,111
26		-0,938	-0,014	-66,299	**62**	0,041
27		-0,951	-0,014	-40,167	**38**	0,067
28		-0,965	-0,014	-50,082	**48**	0,151
29		-0,979	-0,014	-35,480	**35**	0,112
30		-0,993	-0,014	-66,326	**66**	0,035
31		-1,006	-0,014	-40,104	**40**	0,190
32					**51**	

Tab.6 Analisi TES mercato inglese

Anche qui alcuni valori sono stati oscurati per la privacy e si fa riferimento per quei dati ad un grafico qualitativo:



Graf.6 Andamento indicativo domanda PW in UK

Infine, è stata fatta la stessa cosa per il mercato italiano andando a prendere un campione formato da 70 elementi, una stagionalità di 4 settimane, definendo dei valori casuali per le variabili di smorzamento a, b e c e definendo una tau di 1:

t	S	a	b	c	v	tau
70	4	0,061	0,179	0,313	63	1

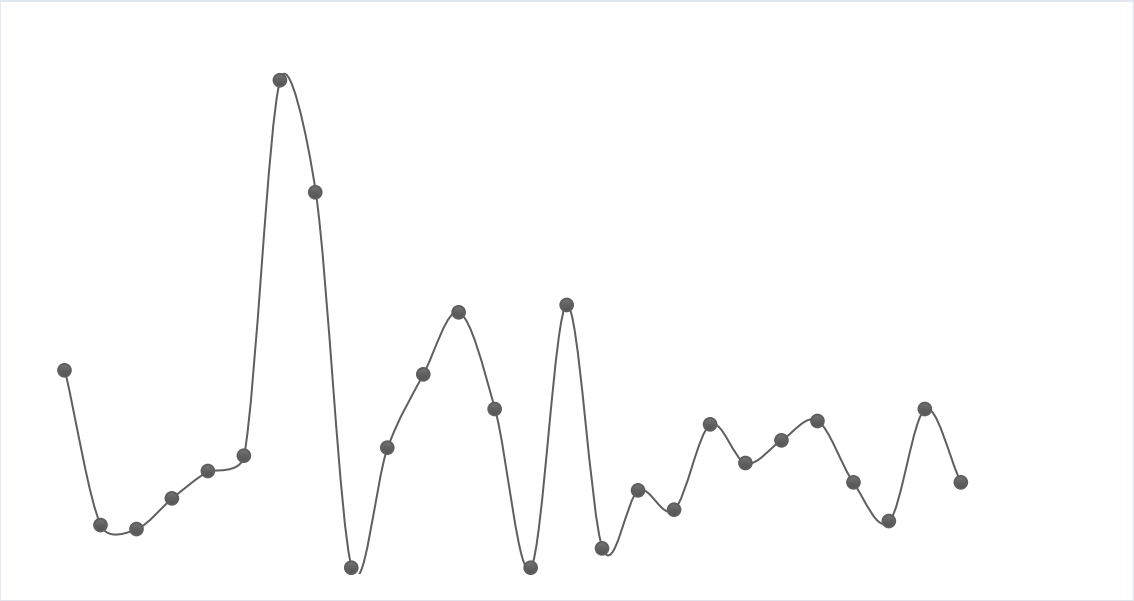
Tab.7 Dati di partenza analisi TES mercato italiano

Si è sviluppato quindi il modello con TES e si è definito un numero di pezzi da mandare al centro logistico in Italia di circa 300 Powerwall:

Week	Xt	St	Gt	Ct	Pt	(Xt-Pt)^2
6				2,212766		
7				0,510638		
8				0,468085		
9		23,5	3,125	0,808511		
10		25,71105	2,961508	1,837168	59	1083,3902
11		30,52058	3,292091	0,658281	15	235,88952
49		116,8021	2,625578	0,684213	54	5325,7376
50		122,3278	3,14437	0,654715	70	770,65359
51		117,8685	1,784201	0,402334	73	5177,4634
1		114,7218	0,902123	0,645508	97	4248,8392
9		104,3871	-0,82974	0,6026	69	340,42534
10		104,5565	-0,651	0,584691	58	82,688657
11		103,0947	-0,79604	0,445628	48	37,331611
12		96,14627	-1,89662	0,320779	47	2139,4669
13		95,49411	-1,674	0,640099	57	148,96577
14		88,6861	-2,5924	0,423065	55	2386,8902
15		83,69935	-3,02071	0,384755	38	301,57042
16		78,78622	-3,35923	0,283986	26	97,613919
17		74,44016	-3,53576	0,599579	48	105,69348
18		70,61434	-3,58765	0,414767	30	3,9887598
19		68,33794	-3,35309	0,420008	26	67,422459
20		69,42993	-2,55793	0,370805	18	422,10507
21		65,12018	-2,87131	0,522559	40	292,24077
22		60,34994	-3,211	0,352448	26	164,3214
23		59,7723	-2,73993	0,508367	24	324,04268
24		57,33927	-2,68503	0,380282	21	3,4302708
25					29	

Tab.8 Analisi TES mercato italiano

Anche qui sono stati oscurati i dati per motivi di privacy e per questo si fa riferimento a un grafico qualitativo in cui è possibile vedere la domanda di PW nel campione:



Graf.7 Andamento indicativo domanda PW in Italia

Una volta fatto questo è stato possibile definire quindi il numero di PW da spedire nei diversi mercati prima della chiusura delle frontiere, assicurando così un continuo flusso di informazioni con i partner logistici che si sarebbero occupati di gestire appunto con sistema 3PL il nuovo sistema di distribuzione.

Bisogna però specificare che nel calcolo della previsione tramite il modello TES si è riscontrata un'alta deviazione standard per cui i calcoli ottenuti riguardo la domanda sono stati utilizzati come punto di partenza per poi definire i valori finali.

Come sarà comunque trattato nel capitolo finale la scelta si è rivolta essere corretta in quanto la distribuzione di PW e pezzi correlati ha potuto continuare senza nessun problema di distribuzione durante i mesi di aprile e maggio diminuendo inoltre il Lead Time di spedizioni rispetto ai mesi precedenti.

La sfida nei mesi di pandemia, oltre le limitazioni e i contrattempi derivanti dal virus stesso, è stata quella di applicare e utilizzare al meglio un sistema in 3PL che era stato generato in poco tempo date le circostanze. Una dei punti focali infatti consisteva nel riuscire istruire e coordinare i partner logistici in modo che tutti i processi funzionassero correttamente seguendo così gli accordi sul livello di servizio richiesto.

Per far questo sono state create diverse dashboard relative alla performance dei partner soprattutto per misurare i Lead Time di spedizione e il caricamento della prova di consegna. In generale questi sono migliorati, come si vedrà nel paragrafo grazie al nuovo

sistema 3PL e a u un'ottica incentrata su Kaizen (continuo miglioramento dei processi) semplificato dal continuo dialogo con i partner.

4.1.2 Il modello di pianificazione

Passati quindi questi duri e significativi mesi in cui comunque si è tenuto in continuo monitoramento il livello di scorte è stato possibile iniziare a pianificare la domanda per i mercati considerati in questa trattazione quali Italia, Regno Unito e Germani ponendo le basi per un MRP, utilizzando sempre il TES per stimare il numero di pezzi settimanali che il mercato avrebbe consumato.

SI è utilizzato quindi l'MRP (Material Requirements Planning) con l'obiettivo di determinare i fabbisogni netti di PW e pianificare la loro distribuzione nei 3 mercati.

Si diano come noti la scorta di sicurezza (SS), il Lead Time (LT), i fabbisogni lordi che sono stati appunto stimati tramite il modello TES, e la giacenza del magazzino al momento in cui è stata fatta l'analisi (t=0).

Per calcolare i periodi seguenti si utilizzeranno le seguenti formule:

$$\text{Magazzino diponibile}_n = \text{Magazzino disponibile}_{n-1} + \text{Consegne attese}_n - \text{Magazzino}_{n-1} + SS$$

$$\text{Fabbisogni netti}_n = \text{Fabbisogni lordi}_n - \text{Consegne attese}_n - \text{Magazzino disponibile}_{n-1} + SS$$

(si utilizza la scorta di sicurezza nel caso in cui non ci siano altre possibilità).

PW DE	LT= 1		SS= 30						
PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FABBISOGNO LORDO	0	63	65	77	100	66	68	81	105
CONSEGNE ATTESE									
MAGAZZINO DISPONIBILE	232	169	104	30	30	30	30	30	30
FABBISOGNI NETTI				3	100	66	68	81	105
ORDINI PIANIFICATI			**103**		**66**	**68**	**81**	**105**	

Tab.9 MRP Germania

PW IT	LT= 1		SS= 20						
PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FABBISOGNO LORDO	0	29	18	25	18	23	14	20	14
CONSEGNE ATTESE									
MAGAZZINO DISPONIBILE	91	62	44	20	20	20	20	20	20
FABBISOGNI NETTI				1	18	23	14	20	14
ORDINI PIANIFICATI			**56**				**54**		

Tab.10 MRP Italia

PW UK	LT= 1		SS= 20						
PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FABBISOGNO LORDO	0	33	62	38	48	35	66	40	51
CONSEGNE ATTESE									
MAGAZZINO DISPONIBILE	117	84	22	20	20	20	20	20	20
FABBISOGNI NETTI				36	48	35	66	40	51
ORDINI PIANIFICATI			**84**		**101**		**91**		

Tab.11 MRP UK

Per tutti i paesi si è scelto di optare per una politica di riordino del tipo LUC che come dice appunto la parola ha lo scopo di minimizzare i costi unitari per immagazzinamento e costo d'ordine.

Questa politica di riordino infatti accosta possibili lotti diversi sulla base dei fabbisogni netti nei periodi via via crescenti. Per ogni lotto si calcola quindi il costo del magazzino per ogni unità e il costo fisso di ordine unitario, tramite la somma di questi si confrontano i diversi lotti, cercando quello che minimizza i costi. La procedura chiaramente viene poi ripetuta ripartendo dal periodo successivo.

In questo caso i dati noti sono i costi fissi di ordine (Cf*) e il costo unitario di magazzino per periodo (Cm*).

Si faccia riferimento alle seguenti formule:

- Costo MG lotto = (Cm*Periodo*Fabbisogni netti) + Costo MG lotto_{n-1}
- Costo MG unità = Costo MG lotto/Dimensione ordine
- Costo fisso unità = Costo fisso/Dimensione ordine
- Ctu = Costo MG unità + Costo fisso unità

A partire dai fabbisogni netti per ogni paese è stata quindi elaborata una tabella LUC.

PERIODO p	FB N. f	P. GIACENZA MG pg	L d	Costo MG L clm	Costo MG u cmu	Costo F. u cfu	Costo tot u ctu
3	3	0	3	- €	- €	30,00 €	30,00 €
4	100	1	103	200,00 €	1,94 €	15,00 €	16,94 €
5	66	2	169	464,00 €	2,75 €	15,00 €	17,75 €
5	66	0	66	- €	- €	15,00 €	15,00 €
6	68	1	134	136,00 €	1,01 €	15,00 €	16,01 €
6	68	0	68	- €	- €	15,00 €	15,00 €
7	81	1	149	162,00 €	1,09 €	15,00 €	16,09 €
7	81	0	40	- €	- €	15,00 €	15,00 €
8	105	1	186	210,00 €	1,13 €	15,00 €	16,13 €

Tab.12 LUC Germania

PERIODO p	FB N. f	P. GIACENZA MG pg	L d	Costo MG L clm	Costo MG u cmu	Costo F. u cfu	Costo tot u ctu
3	1	0	1	- €	- €	60,00 €	60,00 €
4	18	1	19	36,00 €	1,89 €	60,00 €	61,89 €
5	23	2	42	128,00 €	3,05 €	35,00 €	38,05 €
6	14	3	56	248,00 €	4,43 €	30,00 €	34,43 €
7	20	4	76	572,00 €	7,53 €	30,00 €	37,53 €
7	20	0	20	- €	- €	60,00 €	60,00 €
8	14	1	34	28,00 €	0,82 €	45,00 €	45,82 €

Tab.13 LUC Italia

PERIODO p	FB N. f	P. GIACENZA MG pg	L d	Costo MG L clm	Costo MG u cmu	Costo F. u cfu	Costo tot u ctu
2	36	0	36	- €	- €	70,00 €	70,00 €
3	48	1	84	96,00 €	1,14 €	45,00 €	46,14 €
4	35	2	119	236,00 €	1,98 €	45,00 €	46,98 €
4	35	0	35	- €	- €	70,00 €	70,00 €
5	66	1	101	132,00 €	1,31 €	45,00 €	46,31 €
6	40	2	141	292,00 €	2,07 €	45,00 €	47,07 €
7	40	0	40	- €	- €	55,00 €	55,00 €
8	51	1	91	102,00 €	1,12 €	45,00 €	46,12 €

Tab.14 LUC Regno Unito

In definitiva gli ordini totali per nazione sono:

	1	2	3	4	5	6	7	8
DE	0	**103**	0	**66**	**68**	**81**	**105**	0
IT	0	**56**	0	0	0	**54**	0	0
UK	0	**84**	0	**101**	0	**91**	0	0

Tab.15 Pianificazione della domanda in Europa

Possiamo concludere che l'utilizzo di questo modello possa avere un risultato significativo in termini di abbattimento di costi e aumento dell'efficienza generale del sistema. Infatti, questo ha un impatto importante sulle prestazioni dell'azienda in quanto influenza fortemente i costi complessivi della catena di approvvigionamento. Pertanto, il modello può essere utile per:

- Ridurre i costi operativi in quanto la misurazione dei costi operativi aiuta a identificare se e dove apportare modifiche operative, a controllare le spese e a scoprire aree per una migliore gestione patrimoniale mentre comunque si minimizzano i lotti impiegati.

- Promuovere la crescita dei ricavi in quanto la riduzione dei costi e il miglioramento del servizio nelle attività logistiche può migliorare il prezzo/valore dei prodotti offerti attirando e trattenendo clienti di valore.

Questi sembrano essere ovvi motivi per cui le aziende dovrebbero voler essere competenti nella misurazione delle prestazioni logistiche e adottare modelli come il LUC.

4.1.3 L'implementazione del nuovo sistema in 3PL

Come accennato nel capitolo precedente, l'utilizzo di risorse esterne prevede quindi la contrattazione e poi l'utilizzo dei processi dell'azienda quali ordinaria amministrazione per payroll e reclami, processi operativi legati alla inbound e outbound e funzioni non primarie come call center e gestione dei servizi offerti ad esempio. Una volta che si prevede e pianifica la domanda andando a impostare quindi la logistica di terze parti è necessario poi definire tutti i termini del contratto con il partner logistico scelto per lo stoccaggio e la distribuzione dei PW.
Dato l'aumento globale della complessità dei sistemi di Supply Chain è diventato sempre più difficile per una singola entità ad esempio un'azienda organizzare da sola in maniera efficace ed efficiente magazzini, trasporti e altre attività amministrative relativi alle spedizioni e alla gestione dell'inventario. Specialmente per una realtà come Tesla che si focalizza sulla vendita di prodotti tangibili con alto valore unitario, infatti, l'utilizzo di una logistica di terze parti è e nel lungo termine può essere essenziale per poter abbassare i costi totali di stoccaggio e trasporti, migliorando allo stesso tempo il livello di servizio per il cliente. Uno dei vantaggi più immediati consistono ad esempio alla non necessità di asset e risorse proprie quali magazzini, flotta di camion, dipendenti che consisterebbero in un altissimo investimento iniziale e un debito che sotto diversi punti di vista potrebbe porsi come un limite per lo sviluppo tecnologico dei prodotti dell'azienda. La logistica di terze parti infatti conferisce il grande vantaggio all'azienda di potersi concentrare su ciò che al momento più conta, ovvero lo sviluppo di prodotti sempre più all'avanguardia. Nel caso di Powerwall quello di diminuire i costi per la sua produzione in modo da rendere l'utilizzo di batterie remote qualcosa di accessibile a tutti con un costo per GWh sempre più basso.

In definitiva con un sistema in 3PL ci si è posto l'obiettivo di diminuire i costi di investimento per aumentare la produttività degli asset grazie a miglioramenti sul servizio e i costi: principalmente ci si aspetta che ciò che dovrebbe per lo più beneficiare di questo sistema sono i servizi di gestione del magazzino (inbound, stocking, picking, packing, outbound), le tariffe negoziabili, il consolidamento delle spedizioni, i servizi di trasporto diretto. Un classico esempio consiste nella possibilità di mobilitare sempre un maggior numero di beni portando a delle tariffe più competitive.

Anche attività di amministrazione straordinaria quali dogane e tasse sono da considerare come un ulteriore fonte di risparmio adottando un sistema di 3Pl per quando riguarda la distribuzione dei prodotti.

Per contestualizzare questa scelta, si consideri che l'utilizzo di 3PL è un trend che è cresciuto in maniera davvero importante negli ultimi anni: secondo un report di Armstrong and Associates, l'85% delle compagnie nella lista "Domestic Fortune 500" utilizzano un modello in 3PL per la gestione della logistica e della propria Supply Chain. Procter & Gamble, Wal-Mart, General Motors sono tra queste compagnie.

Comunque, la scelta di introdurre un sistema del genere non è e non è stato qualcosa da sottovalutare in quando necessità la considerazione di diversi punti sia prima che durante che dopo la sua attenzione.

Nel caso di Tesla, preso in esame, nonostante la sua implementazione sia stata anticipata rispetto al dovuto, ha avuto bisogno di essere pienamente compreso nei processi da tutte le aree coinvolte e ha richiesto un controllo e un monitoraggio continuo relativo al livello di servizio richiesto ma anche alle modifiche apportate alle operazioni e attività interne. Un esempio di quest'ultima è relativa alle attività di preparazione della confezione che adesso richiede la creazione della documentazione da mandare al partner logistico con tutti i dati necessari quali codice seriale, indirizzo e possibili indicatori Hazmat (beni pericolosi). Dall'altra parte il partner logistico deve aggiornare l'inventario scansionando i codici seriali spediti.

Il sistema concordato di stoccaggio in questo caso è di tipo FIFO anche per semplificare la scelta dei prodotti da spedire quindi la loro tracciabilità ad inventario.

In definitiva oltre a quelle già citate, le cose da considerare nell'implementazione di un sistema in 3PL sono:

- Migliore gestione dell'inventario;

- Servizi di auditing;
- Servizio di etichettatura;
- Tracciamento delle spedizioni;
- Semplificazione dei processi di creazione dell'ordine e pagamento;
- Sistemi olistici di gestione dei trasporti (TMS).

In tutto cioè è fondamentale, e lo è stato durante la sua implementazione, non aspettarsi più del dovuto ma definire obiettivi che siano misurabili tramite KPIs, raggiungibili considerate le risorse utilizzate e concrete.

Da questa esperienza è emerso però che bisogna anche considerare gli aspetti critici e possibilmente negativi nell'adottare un sistema in 3PL:

- L'abbattimento dei costi si ha solitamente nel lungo periodo;
- Il partner logistico deve essere disposto a crescere con l'azienda soprattutto a livello tecnologico. Scegliere un partner che abbia gli stessi valori e punti di forza dell'azienda è di critica importanza;
- Bisogna scegliere il 3PL considerando esistono diversi tipi di servizi che possono essere esternalizzati e bisogna quindi scegliere quelli che corrisponderanno a una reale diminuzione dei costi e aumento del valore dell'azienda;
- Si dovrebbe instaurare una reale rapporto di collaborazione con il partner e far comprendere questa collaborazione a tutti i dipendenti. Il partner logistico deve infatti diventare parte integrante del Team sviluppando in rapporto basato sulla correttezza, trasparenza e impegno in quanto i risultati positivi dell'azienda devono essere cercati e richiesti come se ne facessero parte. Dall'esperienza questo porta infatti anche a un aumento dei volumi e un guadagno da entrambe le parti.
- Necessita l'attenzione verso i dipendenti che svolgevano alcune operazioni in un certo modo e devono essere istruiti nel modificare in parte o del tutto il modo in cui svolgere queste attività.

Considerare tutti i punti citati è la chiave per la creazione di un modello che possa crescere e auto sostenersi.

Comunque, il business del 3PL negli ultimi anni come visto è cresciuto in maniera impressionante e si è allo stesso tempo evoluto in sistemi diversi definiti come 4PL e 5PL.

Questi sistemi come si vedrà più avanti in questa trattazione, aggiungono al 3PL competenze su disponibilità delle conoscenze, IT e abilità volte a formare e sostenere Supply Chain di successo.

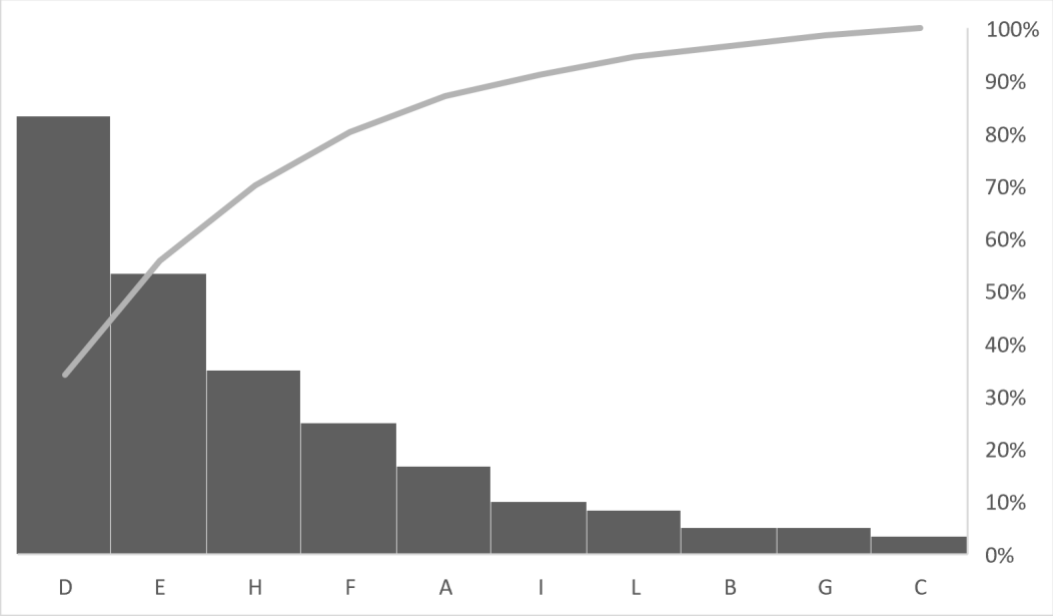
4.2 Continuo miglioramento dei processi

Come visto nel capitolo precedente, durante il tirocinio, si è visto lo svolgimento di diversi processi interni utili per le operazioni giornaliere di routine.
Oltre infatti a svolgere queste attività infatti, uno dei punti più importanti consisteva nel cercare sempre un modo per migliorare gli strumenti utilizzati e i processi svolti, sia relativi ad attività pratiche che alla gestione dei partner.

4.2.1 Attività di routine giornaliera

Per quanto riguarda i primi infatti, tramite uno spazio condiviso e dei report venivano segnate tutte le operazioni che potevano avere un margine di miglioramento di qualsiasi tipo.
Poteva essere una semplice modifica al database utilizzato, il cambiamento di qualche formula o l'incorporamento di piccole attività in una maggiore. Seguendo quindi l'ottica del continuo miglioramento e sviluppando il ciclo di Denim sono state messe in pratiche tante piccole modifiche che possono poi avere un impatto consistente sugli output.
Tra le varie attività svolte una delle maggiori è stata relativa allo studio delle possibili cause di ritardo durante una spedizione. Partendo infatti dal TMS si è calcolato prima di tutto il numero di spedizioni in ritardo rispetto al totale e per questo si è andato ad inserire, ogni volta la ragione per cui queste fossero in ritardo. Tramite una dashboard poi era possibile verificare che a tutte le spedizioni in ritardo fosse stato assegnato un codice per segnalare responsabile e causa del ritardo.
Una volta fatto ciò si è potuto notare come un piccolo numero di codici fossero la causa della gran parte dei ritardi seguendo quindi l'analisi di Pareto di cui si è trattato nei precedenti capitoli.
Circa il 20% dei motivi causava infatti circa l'80% di ritardi come si può vedere dal grafico di Pareto di cui sono stati omessi i valori specifici per motivi di privacy.

In particolare, infatti i due più comuni motivi di ritardo sono stati individuati nel



Graf.8 Grafico di Pareto sulle cause di ritardo nelle spedizioni

Tutto questo veniva poi mappato e documentato internamente per avere in maniera semplice e immediata la spiegazione e lo svolgimento di taluno processo.

4.2.2 Processi dei partner logistici

Lo stesso è stato fatto poi con i partner logistici in 3PL, durante le chiamate infatti l'obiettivo principale era quello di verificare l'ultimo traguardo raggiunto e partendo da quei dati cercare di migliorare ancor di più. Questo veniva fatto soprattutto relativamente a due obiettivi: il Lead Time di spedizione e la velocità di trasmissione dei dati relativi a spedizioni consegnate e ricevuta delle prove di consegna.
Tramite infatti un modello di reportistica era possibile capire su cosa lavorare coi partner per migliorare i KPIs richiesti dal livello di servizio accordato. Uno dei canali più importanti per il continuo miglioramento di questi è stato l'utilizzo di uno spazio condiviso dove gestire questioni più urgenti relative a spedizioni presenti o future e escalation reattiva verso altre aree interne o manager reattiva nel caso di situazioni urgenti.

Un altro componente volta al miglioramento dei processi legato ad una parte più di monitoraggio e controllo comprende la gestione della visibilità degli eventi della Supply Chain con lo scopo di integrare tra di loro gli applicativi tra cui WMS e TMS. Questi sistemi infatti hanno lo scopo di rispondere prontamente ad eventi imprevisti come la mancanza di un pezzo ad inventario o più solitamente un disallineamento tra i due sistemi In caso di evento, il sistema invia un avviso via e-mail in modo da poter intraprendere un'azione immediata. Incorporando le regole del flusso di lavoro, il sistema può offrire suggerimenti che consentono a un decisore di implementare la migliore alternativa in termini di costi, tempi e clienti requisiti di servizio.

Sotto un punto di vista invece più strategico, si è avviata l'ottimizzazione del processo di acquisto da parte del cliente per PW. Come spiegato prima infatti il cliente, una volta richiesto l'acquisto dal sito web, viene contattato dal dipartimento di vendite per fissare un appuntamento per eseguire uno studio di fattibilità nella struttura che dovrebbe ospitare questi beni. Una volta fatto questo poi il cliente comunica una data alle vendite in cui sarebbe disposto a ricevere il suo ordine e le vendite quindi scelgono la data approssimativa in cui mettere l'appuntamento per la consegna.

La prima ridondanza però avviene perché il partner logistico, nonostante ci sia già una data generica, chiama il cliente di nuovo per confermare e fissare una data effettiva che solitamente è diversa da quella attuale.

Questo viene fatto perché l'idea sarebbe quella di seguire un modello Pull per la consegna in cui i beni vengono mandati in magazzino della regione del cliente sulla base della data approssimativa scelta e quindi quando richiesto.

Per il modello attuale invece si può capire come utilizzare un modello Pull in un ecosistema basato sul modello in 3PL appaia un po' incoerente e rischia solo di allungare il Lead Time.

Ciò a cui si è pensato quindi consiste nel trasformare questo sistema e renderlo più vicino a un modello Push per cui l'ordine vero e proprio e l'appuntamento effettivo con il corriere venga preso nel momento in cui il cliente effettua l'ordine così da eliminare una ripetizione inutile e accorciare i tempi oltre al fatto di sapere in anticipo con precisione quale sarà il giorno effettivo di consegna.

4.2.3 Sistemi interni di gestione

Un'ultima sfida consisteva infine nella necessità di velocizzare e aumentare l'efficienza dell'aggiornamento del TMS relativamente allo status della spedizione e il caricamento delle prove di consegna in quanto buona parte delle attività di routine erano allocate in questi processi. Si è deciso quindi di agire utilizzando e implementando due soluzioni.
Sono state sviluppate quindi tecnologie informatiche.
La prima consiste nello scambio elettronico di dati, EDI, ovvero una tecnologia per far interagire tra di loro i dati tra i sistemi interni di due o più società. Per alcuni partner logistici infatti è stato possibile collegare lo status della spedizione nel sistema di gestione dei trasporti con il sistema di tracciamento del corriere in modo da aggiornare con qualche ora di ritardo lo status.
Questo ovviamente ha portato diversi vantaggi aggiuntivi tra cui, forse il più importante, quello di monitorare facilmente ogni spedizione e reagire velocemente nel caso qualcosa stesse andando male.
Il secondo software invece consiste in un portale condiviso dove i partner possono caricare tutti i documenti necessari per il trasporto di merci come prove di consegna e richiedere le informazioni necessarie per l'invio delle merci.
In questo modo lo scambio è quasi istantaneo e si riesce ad evitare il problema di trasmissione errata delle informazioni e quindi ridurre il numero di escalation e l'uso intensivo di e-mail e altri processi che rallentano solamente lo svolgimento corretto delle operazioni.
In generale quindi questi cambiamenti insieme a quelli descritti prima seguono perfettamente la logica del continuo miglioramento per cui piccoli cambiamenti e implementazioni di nuovi software servono ad ottenere grandi risultati in termini di ore di lavoro e di diminuzione degli errori.

4.3 L'evoluzione della distribuzione

Il futuro della distribuzione di Tesla risiede nella possibile ulteriore evoluzione della distribuzione da un modello in 3PL ad uno in 4PL o 5PL, utili per l'organizzazione di una Supply Chain globalmente integrata.

4.3.1 Tecnologia e integrazione in 4PL

Per registrare una Supply Chain come in 4PL è necessario seguire la definizione di Arthur Andersen (Accenture) che definisce il 4PL come un integratore che assembla le risorse, tecnologie proprie e quelle di fornitori esterni per progettare e gestire Supply Chain globali.

Questa definizione già dimostra come sia importante gestire una crescita che sia controllata e programmata nel futuro. Nel caso di Tesla ad esempio lo sviluppo dei processi interni e allo stesso numero un possibile aumento di domanda per i suoi prodotti non può che considerare l'espansione della Supply Chain. Il piano di Elon Musk di avere dei prodotti elettrici che possano essere alla portata di tutti significa infatti anche creare un modello di business che sia scalabile partendo dalla produzione e finendo con la distribuzione di massa.

Uno studio di Frost and Sullivan ha mostrato come l'implementazione del sistema in 4PL ha contribuito alla crescita del mercato globale per quasi 10 miliardi tra il 2002 e il 2010 ed è ancora in crescita.

Chiaramente per progettare e implementare di un modello tale è necessario considerare diversi punti relativi alla Supply Chain tra cui i vantaggi operazionali, i fattori dominanti, la progettazione e il modo in cui la sua implementazione può avvenire. A volte inoltre è anche difficile comprendere se un business possa essere considerato come 4PL o 3PL, in quanto vi è molta confusione tra i due termini ma si usi la definizione del capitolo 3 come riferimento.

In generale, una logistica 4PL può essere classificata in diversi modi e interagire con la Supply Chain dell'azienda incidendo sui servizi e sulla complessità di questi, sulla sua performance o sulla natura stessa del servizio emesso. L'obiettivo finale e comune però è quello di utilizzare un fornitore esterno per gestire il network di distribuzione nella sua totalità.

Tornando nel caso di Tesla e della sua crescita questo consentirebbe all'azienda di controllare in maniera dislocata, anche per ogni possibile nuovo mercato SLAs e KPIs nel territorio geografico definito (ad esempio Uk, Italia o Germania) e costruire un modello che si basi realmente su questi dati e apportare modifiche e azioni che siano quindi mirate e specifiche per quel modello.

L'utilizzo di un fornitore esterno che abbia una visione a 360° del mercato in cui opera, dei dati sulla performance richiesta, la conoscenza delle proprie risorse e tecnologie può essere la scelta giusta per consentire la giusta flessibilità per un'azienda con una crescita esponenziale quale quella di Tesla in modo da rispondere in maniera pronta alle richieste del mercato senza dover espandere il proprio numero di risorse interne e centri logistici, specialmente perché per far questo sarebbe necessario fare delle previsioni molto accurate e al momento difficili da fare. La logistica in 4PL infatti sopperisce alle richieste di esperti e esperienza che per l'azienda sarebbe difficile da acquisire in così poco tempo e costoso da mantenere in proprio.

Per far questo ovviamente è necessario fare una analisi di tutti i possibili fornitori in modo da capire quale può essere più coerenti con gli obiettivi dell'azienda. I fornitori esterni sono chiaramente legalmente responsabili e obbligati dal produrre il i risultati richiesti. Per scegliere e impostare il modello corretto solitamente si va a vedere il numero di risorse che saranno assegnate, la posizione dei centri logistici, il livello di servizio offerto andando a vedere le statistiche passate su Lead Time e ordini gestiti senza danni, la tecnologia interna e le possibilità di sviluppo futuro. Se alcuni punti sono più generici e possono essere validi anche per un sistema in 3PL, gli ultimi due assumono un'importanza fondamentale nel caso di un sistema 4PL. Infatti, la possibilità di affidarsi a un fornitore esterno che abbia dei sistemi all'avanguardia come un ERP ben integrato e soprattutto un'area IT e analisti in grado di seguire la crescita dell'azienda.

Nel caso di Tesla, considerando sempre una crescita nella complessità della propria Supply Chain è fondamentale che il fornitore e la complessità dei propri sistemi e dell'analisi dei dati crescano insieme ai processi e ai volumi di Tesla.

Tra le altre inoltre un fornitore esterno di impegna nella gestione del servizio clienti, nella previsione della domanda, nella pianificazione della domanda con software spesso interni volti a questi calcoli.

Come si è visto nel capitolo precedente molte di queste operazioni vengono svolte in Tesla ancora in modo manuale come fatto ad esempio durante il tirocinio per calcolare il numero di PW da spedire in ogni nazione prima della chiusura dei confini.

Un punto fondamentale relativo a questo servizio consiste inoltre nella possibilità di avere accesso anche a delle pianificazioni aggregate in quanto spesso i fornitori esterni gestiscono il proprio portfolio di clienti con prodotti che sono simili o comunque

complementari tra loro. In questo senso, con la crescita del mercato del rinnovabile, dell'elettrico e dei sistemi remoti di immagazzinamento dell'energia si può avere accesso a informazioni utili a stimare la domanda in maniera più precisa e accurata.
In questo senso Tesla potrebbe ottenere un grande vantaggio, soprattutto per PW che si torva nel momento di sviluppo iniziale e di espansione per questa tecnologia che nei prossimi anni vedrà sicuramente altre aziende al seguito.
Come detto quindi la logistica in 4PL è uno step probabilmente necessario per Tesla considerando la sua espansione e la sua crescita nel mercato dei prodotti Energy al di sopra di tutto, volto all'eliminazione di tutti i muda, muri e mura che normalmente un'azienda incontra a causa della difficoltà di mantenere una Supply Chain omogenea lungo tutto la filiera che non risenta del cosiddetto colpo di frusta che consiste nel non riuscire a comprendere le reali necessità e domanda del cliente allontanandosi nella filiera dal momento in cui avviene la consegna.
Questo consisterebbe in una fase quindi di massima crescita e consentirebbe quindi la giusta elasticità mentre Tesla potrebbe imparare come gestire questi volumi e trasformare i processi.

4.3.2 Prodotti all'avanguardia e Blockchain in 5PL

Da questo poi quindi si potrebbe dopo qualche anno in cui la crescita si inizia a stabilizzare, la possibilità di iniziare a progettare un sistema di logistica in 5PL che sarebbe quindi il gradino finale per avere un network della Supply Chain completamente integrato ed efficiente. Una Supply Chain integrata con l'uso di un sistema in 5PL può essere determinante per quanto riguarda Tesla.
Considerando il concetto di blockchain ad esempio si adatta perfettamente a un'azienda che tratta prodotti ad alto valore unitario.
L'azienda ha infatti già avviato diversi progetti piloti tra cui uno relativo alle lettere di trasporto marittimo e documentazione relativa portato avanti dal consorzio Global Shipping Business Network (GSBN) con lo scopo di migliorare l'efficienza, la sicurezza e la velocità nell'uso di questi documenti.
In questo caso Tesla aveva utilizzato il protocollo Hyperledger Fabric che è definito come il protocollo al momento dominante per le applicazioni sulla Supply Chain.

Grazie a questo protocollo infatti è stato possibile controllare e firmare istantaneamente tutti i documenti che venivano richiesti una volta che i container arrivano nei porti.
Nel caso specifico di Tesla, tramite questo progetto pilota, i container sono stati rilasciati e controllati accelerando inoltre anche il passaggio dei prodotti dalla nave merci ai camion anche grazie la compagnia di gestione tecnologica della Supply Chain CargoSmart.
Uno degli obiettivi a cui il Consorzio e le compagnie come Tesla ambiscono con l'introduzione della Supply Chain consiste nella creazione di una piattaforma condivisa per tutti gli attori della Supply Chain dove poter scambiare documenti e eseguire transazioni in massima sicurezza e velocità.
Dall'altra parte, questa crescita può essere consentita dallo stesso sviluppo di nuovi prodotti all'avanguardia, cosa su cui Tesla sta investendo già in prima persona.

Fig. 6 Tesla Semi

Bisogna infatti citare tra i prodotti il Tesla Semi (figura 6), un camion elettrico su cui l'obiettivo è sviluppare un software di Autopilota in grado di non necessitare di qualcuno alla guida.

Lo sviluppo di questo prodotto avrebbe un impatto incredibile sulle Supply Chain di moltissime aziende e probabilmente rivoluzionerebbe il nostro modo di intendere la movimentazione e il trasporto di merci.

Questa tecnologia diminuirebbe infatti drasticamente i costi relativi a carburante e personale oltre che a automatizzare e integrare tutti i processi relativi al trasporto che normalmente richiedono sprechi di tempo.

Basti pensare alla semplice restrizione per cui un operatore che guida un camion non può stare per strada per più di 4 ore di seguito, l'utilizzo di questi camion potrebbe anche essere di 24 ore al giorno considerando anche attività di carico e scarico.

Ovviamente al momento una tecnologia del genere sempre difficilmente attuabile in quanto soprattutto le leggi e regolamentazioni dovranno meglio definire i limiti entro cui sarà possibile operare.

Dall'altra parte come è intuibile, si tratterà di una grande rivoluzione che cambierà appunto i modelli presenti di gestione del Network della Supply Chain in un modo che probabilmente prima non poteva essere nemmeno immaginato.

5 Conclusioni

In definitiva quindi durante questa trattazione si è visto come funziona la distribuzione dei prodotti Energy in Europa partendo da una conoscenza generale dell'azienda e approfondendo poi il mercato Energy e i prodotti quali Powerwall, Powerpack e Megapack di cui ci si è poi concentrati su un interessante caso studio relativo a come l'ecosistema Tesla possa essere utile e importante per la transizione globale verso l'elettrico utilizzando nel caso di aziende energetiche impianti che producono elettricità tramite pannelli fotovoltaici e immagazzinano e poi distribuiscono energia con Megapack e Gigapack; a livello di privati invece l'ecosistema consiste nell'uso di pannelli fotovoltaici o solar roof (presto commercializzato in Europa), di Powerwall per l'immagazzinamento dell'elettricità e di EV per il un consumo meno inquinante.

Da questo si è quindi passato all'illustrazione di come la situazione della distribuzione dei Powerwall fosse nel momento in cui è iniziato il tirocinio, in particolare temporalmente ci si trovava prima dell'inizio della crisi del coronavirus con il progetto principale che doveva essere collegato allo studio del mercato europeo per la scelta e l'introduzione di alcuni partner logistici per l'introduzione di un modello 3PL.

Si è visto come, infatti, prima dell'inizio del tirocinio la distribuzione veniva gestita a partire da un Hub centrale in Olanda da dove partivano le spedizioni per i mercati europei di cui si è considerato principalmente lo studio su: Italia, UK e Germania.

La pandemia come si è letto ha però velocizzato i tempi ed è stato necessario scegliere i partner logistici in anticipo rispetto a ciò che era stato pianificato in modo da anticipare la possibile chiusura dei confini e la limitazione della distribuzione di PW.

In quest'ottica è stato fondamentale l'implementazione di un modello basato sull'Exponential Smoothing Triplo volto a prevedere la domanda di PW in un possibile periodo di regressione considerando i mesi di aprile e maggio principalmente.

Per far questo infatti si è deciso di pesare gli indici di smorzamento sulla base di quelli per prodotti simili in precedenti periodi di crisi. L'obiettivo del modello infatti non è solo quello di minimizzare la deviazione standard (che si sapeva avrebbe comunque mantenuto un valore alto dato che PW è un prodotto relativamente giovane su cui la domanda ancora non era stabile) ma appunto anche quello di considerare i possibili effetti della pandemia sulla domanda.

Il risultato è stato positivo in quanto si è riuscito ad ottenere una stima media corrispondente al 93% corretta rispetto a quella effettiva in termini di numero di PW per paese riuscendo comunque a soddisfare al 100% la domanda.
Una volta stabilizzata la crisi e riaperti i confini è stato possibile creare un nuovo modello per la pianificazione della domanda tramite l'uso di un MRP e anche qui di una rivisitazione del modello di costo minimo di lotto. Anche questo modello ha avuto un buon impatto bilanciando bene i costi di ordine e magazzino con il possibile rischio di fine delle scorte che non è mai avvenuto in questi mesi.
Nel frattempo, si è iniziato un lavoro giornaliero di confronto con i partner logistici in 3PL di cui ero il riferimento per la misurazione degli indici di performance e per l'utilizzo di report e escalation per situazioni inaspettate.
Tramite il lavoro descritto sul continuo miglioramento dei processi infatti è stato possibile migliorare due indicatori di efficienza quali Lead Time di consegna e caricamento di POD oltre che la percentuale di consegne in tempo.
Nel primo caso infatti l'analisi di Pareto ha dimostrato come i principali motivi per i ritardi fossero dovuti per l'80% a: ritardi procedurali durante il trasporto da parte dei corrieri, lo scambio di informazioni come indirizzi o recapiti e documentazioni non corretta, l'utilizzo di un sistema di appuntamento per la consegna di tipo Pull per cui alcune operazioni venivano ripetute più avanti nella catena di fornitura.
L'introduzione infatti del nuovo sistema in 3PL insieme all'utilizzo di EDI e un nuovo sistema Push ha fatto sì che il Lead Time di consegna, dal momento in cui l'ordine veniva emesso, tra febbraio e maggio sia diminuito di circa 60 ore con inoltre un numero di consegne in tempo per alcuni mercati pari a quasi al 99%.
Per quanto riguarda il caricamento delle prove di consegne, grazie alle continue chiamate e report giornalieri, la piattaforma condivisa si è riuscito a raggiungere il 100% di caricamenti entro i 3 giorni per alcuni partner e in generale una media del 95% entro i tempi massimi fissati a 5 giorni.
Nonostante l'impatto della crisi si è in definitiva riuscito a mantenere la performance inalterata (considerando ad esempio il numero di spedizioni consegnate in tempo) e in certi casi si è riuscito addirittura ad aumentarla in maniera davvero significativa come nel caso di LT di consegna e caricamento di POD nei tempi richiesti. Questo mostra come a volte eventi inaspettati e critici portino alla necessità di una risposta veloce e decisa che

porta con sé oltre a molti rischi e limiti anche opportunità e vantaggi se sfruttato bene. Quello successo durante questi mesi può infatti essere considerato come un importante esempio dell'avvento di un cambiamento positivo in risposta a un momento mondiale di crisi.

Bibliografia

Golson, J., 2016. *The Verge.* [Online]
Disponibile in: https://www.theverge.com/2016/7/20/12242162/tesla-elon-musk-master-plan-solarcity-autonomous
[Accesso 14 Aprile 2020].

Office of India Energy, 2015. *Levelized costo of energy,* s.l.: U.S. department of energy.

Codd, V., 2019. *NES Global Talent.* [Online]
Disponibile in: https://www.nesgt.com/blog/2019/07/offshore-and-onshore-wind-farms#:~:text=What%20is%20onshore%20wind%3F,low%20conservation%20or%20habitat%20value.
[Accesso 20 Aprile 2020].

McGee, D., 2020. *Kiewit.* [Online]
Disponibile in: https://www.kiewit.com/plant-insider/current-issue/fixed-tilt-vs-axis-tracker-solar-panels/#:~:text=A%20fixed%2Dtilt%20system%20positions,the%20sun%20throughout%20the%20day.
[Accesso 22 Aprile 2020].

Selectra, 2020. *LuceGas.* [Online]
Disponibile in: https://luce-gas.it/guida/tariffe/kwh
[Accesso 24 Aprile 2020].

Field, K., 2020. *CleanTechnica.* [Online]
Disponibile in: https://cleantechnica.com/2020/02/09/everything-you-need-to-know-about-the-powerwall-2-2019-edition/
[Accesso 6 Maggio 2020].

CARLBERG, S., 2018. *Energy consumer of the carolinas.* [Online]
Disponibile in: https://energyconsumersofthecarolinas.org/do-you-sit-in-front-of-the-

meter-or-behind-it/
[Accesso 5 Maggio 2020].

Eller, A., 2017. *Energy Storage News.* [Online]
Disponibile in: https://www.energy-storage.news/blogs/understanding-the-energy-storage-world-leaders-anticipating-the-next-big-ma
[Accesso 10 Maggio 2020].

Haughey, D., 2020. *Project Smart.* [Online]
Disponibile in: https://www.projectsmart.co.uk/pareto-analysis-step-by-step.php#:~:text=Pareto%20Analysis%20is%20a%20statistical,of%20doing%20the%20entire%20job.
[Accesso 15 Maggio 2020].

iThink Logistics, 2019. *IThink Logistics.* [Online]
Disponibile in: https://ithinklogistics.com/blog/logistics-and-its-types-difference-between-1pl-2pl-3pl-and-4pl/
[Accesso 20 Maggio 2020].

William Joseph, 2013. *William Joseph Communication.* [Online]
Disponibile in: https://www.williamjoseph.com/understanding-push-pull-strategies/#:~:text=Simply%20put%2C%20a%20push%20strategy,ongoing%20relationship%20with%20the%20brand.
[Accesso 3 Giugno 2020].

Schooley, S., 2020. *business.com.* [Online]
Disponibile in: https://www.business.com/articles/supply-chain-distribution/
[Accesso 3 Giugno 2020].

KENTON, W., 2019. *Investopedia.* [Online]
Disponibile in: https://www.investopedia.com/terms/d/distribution-management.asp#:~:text=Distribution%20management%20refers%20to%20the,%2C%

20supply%20chain%2C%20and%20logistics.
[Accesso 6 Giugno 2020].

Millard, M., 2018. *Kainexus.* [Online]
Disponibile in: https://blog.kainexus.com/continuous-improvement/6-principles-of-the-continuous-improvement-model
[Accesso 6 Giugno 2020].

Asq, 2020. *asq.org.* [Online]
Disponibile in: https://asq.org/quality-resources/continuous-improvement
[Accesso 6 Giugno 2020].

Kanbanize, 2020. *Kanbanize.* [Online]
Disponibile in: https://kanbanize.com/lean-management/improvement/what-is-continuous-improvement
[Accesso 9 Giugno 2020].

Hinz, P., 2011. *Adaptalift.* [Online]
Disponibile in: https://www.adaptalift.com.au/blog/2011-09-27-what-is-a-supply-chain-network
[Accesso 9 Giugno 2020].

Saglietto, L., 2013. *Researchgate.* [Online]
Disponibile in:
https://www.researchgate.net/profile/Laurence_Saglietto/publication/278826127_Towards_a_classification_of_Fourth_Party_Logistics_4PL/links/56d6e2eb08aebe4638aefcee/Towards-a-classification-of-Fourth-Party-Logistics-4PL.pdf
[Accesso 12 Giugno 2020].

More, A., 2020. *Marketwatch.* [Online]
Disponibile in: https://www.marketwatch.com/press-release/5pl-solutions-market-size-is-showing-strong-growth-in-2020-leading-players-in-transportationair-freight-logistics-

sector-will-reach-cagr-of-247-in-2023-2020-04-21?mod=mw_quote_news
[Accesso 15 Giugno 2020].

Dimitrov, B., 2020. *Forbes.* [Online]
Disponibile in: https://www.forbes.com/sites/biserdimitrov/2020/04/14/how-tesla-and-bmw-are-leading-a-supply-chain-renaissance-with-blockchain/#7508f962eda2
[Accesso 18 Giugno 2020].

Wagner, I., 2020. *Statista.* [Online]
Disponibile in: https://www.statista.com/topics/2086/tesla/
[Accesso 18 Giugno 2020].

Jobber, D., 2013. In: *Principles and Marketing Management.* s.l.:s.n., p. Capitolo 17.

Harrison, A., 2008. Logistics and the Supply Chain. In: *Logistics Management and Strategy.* Edinburgh: Finantial Times and Pearson Education.

Cashin, M., 2017. *Logistics & Supply Chain Management.* 2nd edition ed. Athlone: AIT.

Montgomery, O., 2019. *Software Advice.* [Online]
Disponibile in: https://www.softwareadvice.com/resources/elon-musk-tesla-supply-chain-lessons/
[Accesso 18 Giugno 2020].

Erlichman, J., 2020. *Bloomberg.* [Online]
Disponibile in: https://www.bnnbloomberg.ca/tesla-turnaround-boosts-musk-s-fortune-by-us-6-billion-1.1369515
[Accesso 20 Giugno 2020].

Rowlatt, J., 2020. *BBC.* [Online]
Disponibile in: https://www.bbc.com/news/business-53067009
[Accesso 21 Giugno 2020].