

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Relazione per la prova finale

***OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA
INBOUND E IN-HOUSE DEI COMPONENTI DI
ASSEMBLAGGIO IN OTTICA ATO: IL CASO
DUCATI MOTOR HOLDING S.P.A***

Tutor Universitario:

Chiar.ma Prof.ssa Daria Battini

Tutor Aziendale:

Sig. Silvano Fini (*Supplier Development Engineer*)

Ing. Viviana Mercurio (*Purchasing After Sales Director*)

Laureando:

Alessandro Iacono 2055614

Anno Accademico 2022/2023

*A chi mi supporta e sopporta,
a tutti coloro che mi hanno trasmesso qualche cosa:
questo secondo traguardo è nuovamente merito vostro.*

*Non c'è mai tempo per far bene le cose...
ma perché ce n'è sempre abbastanza per rifarle?*

Sommario

Lo sviluppo di supply chain sempre più efficienti rappresenta una delle principali sfide che ogni azienda deve affrontare in un contesto globale caratterizzato da elevata competitività e scarsa prevedibilità. Le partnership strategiche con i principali supplier risultano perciò fondamentali per ottenere miglioramenti lungo l'intera catena del valore, a partire dallo sviluppo prodotto fino alle dinamiche produttive e logistiche.

Questa relazione si propone di analizzare come Ducati Motor Holding S.P.A, leader nel settore automotive, promuova e sviluppi l'ottimizzazione della propria supply chain. In particolare, l'elaborato si focalizza sui progetti di ottimizzazione della logistica inbound e in-house per componenti di assemblaggio in ottica ATO (Assembly To Order) attraverso l'implementazione di workshop Kaizen che coinvolgono team inter-funzionali di Ducati e dei suoi fornitori.

Il problema è analizzato esponendo le metodologie e i risultati ottenuti all'interno di un workshop condotto in collaborazione con il principale produttore e verniciatore dei componenti delle carene dei modelli Ducati. Il workshop si è focalizzato sulla progettazione dei flussi produttivi e logistici tra le due aziende in ottica ATO. Partendo dalla mappatura dei flussi, si è esaminata la convenienza di introdurre un kit per la movimentazione e il trasporto dei componenti di assemblaggio. Definiti due possibili flussi TO BE, questi sono confrontati sia a livello quantitativo, mediante KPI e saving finanziari, sia qualitativo, al fine di individuare il più vantaggioso.

Dalle analisi eseguite, risulta che l'implementazione del kit comporterebbe significative ottimizzazioni dei trasporti, della gestione dello stock e dei flussi produttivi, contribuendo anche alla riduzione dell'impatto ambientale di Ducati. Dal punto di vista finanziario, tali ottimizzazioni produrrebbero saving pari a circa 100 k€/anno.

In sintesi, i risultati suggeriscono che la ricerca di ottimizzazioni logistiche in stretta collaborazione con fornitori strategici possa generare vantaggio competitivo anche in contesti ad alta complessità come la transizione da un modello ATS (Assembly To Stock) ad uno ATO (Assembly To Order).

INDICE

Introduzione	1
1. Concetti teorici di base: il Lean Thinking e i modelli produttivi.....	5
1.1. Il Lean Thinking	5
1.1.1. Storia e concetti base del Lean Thinking	5
1.1.2. Strumenti del Lean Thinking.....	7
1.1.3. Principi del Workshop Kaizen	11
1.2. Classificazione dei metodi di produzione e l'approccio ATO	12
1.2.1. La classificazione di Wortmann	12
1.2.2. Caratteristiche dell'approccio ATO.....	14
2. Il contesto Ducati	15
2.1. Storia di Ducati	15
2.2. La strategia della Supply Chain Ducati.....	16
2.2.1. Outsourcing Ducati	16
2.2.2. Offshoring Ducati	20
2.3. Approcci Lean adottati in Ducati	21
2.3.1. Storia dei Workshop Kaizen in Ducati	21
2.3.2. Metodologia dei progetti DESMO in Ducati	22
2.4. Progetto ATO Ducati	28
2.4.1. AS IS: il sistema ATS.....	28
2.4.2. TO BE: il sistema misto ATS/ATO	30
3. Fase iniziale del workshop Kaizen	35
3.1. Selezione del fornitore	35
3.2. Fase preparatoria al workshop	37
3.2.1. Composizione del team Ducati.....	37
3.2.2. Strumenti utilizzati	38
3.2.3. Selezione del perimetro e mappatura dell'AS IS in Ducati	45
3.3. Kick off meeting	52
3.3.1. Condivisione degli obiettivi e primi feedback	52

3.3.2.	Mappatura del AS IS in VNI.....	54
4.	<i>Kit di vestizione: progettazione del flusso e KPI utilizzati.....</i>	59
4.1.	Obiettivi e dati preliminari.....	59
4.2.	Mappatura dell'AS IS	62
4.3.	Mappatura del TO BE.....	66
4.3.1.	Ipotesi A: introduzione del kit di vestizione nel flusso AS IS.....	67
4.3.2.	Ipotesi B: bypass del warehouse	70
4.4.	KPI utilizzati.....	72
4.4.1.	Metodologia	72
4.4.2.	Tempi e costi di movimentazione in-house.....	74
4.4.3.	Trasporti inbound e in-house	76
4.4.4.	Saturazione del magazzino e livello di stock in-house.....	78
4.4.5.	Valutazione dell'integrità dei componenti in-house	81
4.4.6.	KPI per la sostenibilità ambientale	82
4.4.7.	Safety Stocks in-house	83
5.	<i>Risultati ottenuti.....</i>	87
5.1.	Ipotesi A.....	87
5.1.1.	Tempi e costi di movimentazione in-house.....	87
5.1.2.	Trasporti inbound e in-house	88
5.1.3.	Saturazione del magazzino e livello di stock in-house.....	88
5.1.4.	Valutazione dell'integrità dei componenti in-house	90
5.1.5.	KPI per la sostenibilità ambientale	91
5.1.6.	Safety Stocks	92
5.2.	Ipotesi B.....	93
5.2.1.	Tempi e costi di movimentazione in-house.....	93
5.2.2.	Trasporto inbound e in-house	94
5.2.3.	Saturazione del magazzino e livello di stock.....	94
5.2.4.	Valutazione dell'integrità dei componenti in-house	95
5.2.5.	KPI per la sostenibilità ambientale	95
5.2.6.	Safety Stocks.....	95
5.3.	Confronto ipotesi A e B.....	96
5.3.1.	Confronto dei KPI.....	96

5.3.2.	Ulteriori parametri di progetto	96
5.3.3.	Saving economici	99
5.3.4.	Analisi qualitativa	101
5.3.5.	Scelta della configurazione ottimale	102
6.	<i>Ulteriori campi di indagine</i>	103
6.1.	Ottimizzazioni presso di VNI	103
6.2.	Returnable Packaging Instruction	104
6.3.	Estensione perimetro di impiego del kit	107
6.4.	Valutazione ergonomica dell'operazione di picking	108
	<i>Conclusioni</i>	113
	<i>Bibliografia.....</i>	117

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1.1 Tipologie di processo lavorativo	5
Figura 1.2 7 muda [12].....	6
Figura 1.3 I 5 step del Lean Thinking [12]	7
Figura 1.4 Gli strumenti del Lean Thinking	7
Figura 1.5 Esempio di analisi PQ [12].....	8
Figura 1.6 Esempio di matrice per analisi PR [12].....	9
Figura 1.7 Esempio di VSM [12].....	9
Figura 1.8 Esempio di Spaghetti Chart realizzata nell'ambito del caso studio.....	10
Figura 1.9 Innovazione a grandi passi vs Kaizen [13].....	11
Figura 1.10 Modello di Wortmann, differenziato per CODP [4].....	13
Figura 1.11 Matrice allineamento prodotto - strategia- processi [3].....	13
Figura 1.12 Approccio "Leagility" del ATO.....	14
Figura 2.1 Modello decisionale per l'Outsourcing [13]	17
Figura 2.2 Matrice di Kraljic [13].....	19
Figura 2.3 Distribuzione geografica dei fornitori Ducati.....	19
Figura 2.4 Organigramma della supply Chain in Ducati	22
Figura 2.5 Campo di applicazione dei progetti DESMO	23
Figura 2.6 I 3 moduli DESMO.....	24
Figura 2.7 Composizione dei team Kaizen Ducati e del fornitore.....	26
Figura 2.8 Metodologia PDCA dei progetti DESMO	27
Figura 2.9 Posizionamento del CODP nel modello ATS Ducati, sulla base del modello di Olhager [4].....	29
Figura 2.10 Nuovo modello misto ATS/ATO Ducati, sul modello di Olhager [4]	30
Figura 2.11 Possibile timeline di gestione degli ordini per un modello Multistrada Ducati	33
Figura 3.1 Composizione fatturato VNI nel 2022.....	36
Figura 3.2 Team Ducati per il progetto DESMO con VNI.....	38
Figura 3.3 Esempio di VSM utilizzata durante il progetto DESMO	39
Figura 3.4 Simbologia VSM utilizzata [20].....	39

Figura 3.5 Colori utilizzati per differenziare la tipologia di attività all'interno del DESMO	40
Figura 3.6 Esempio di matrice PR.....	40
Figura 3.7 Esempio di tabella delle caratteristiche dei nodi.....	41
Figura 3.8 Esempio di matrice UnPivot	42
Figura 3.9 Esempio tabella Excel degli archi	43
Figura 3.10 Esempio di Spaghetti Chart generata con Gephi.....	44
Figura 3.11 Esempio di Spaghetti Chart completa	44
Figura 3.12 Volumi 2023 per famiglia di prodotti forniti da VNI	45
Figura 3.13 Fatturato 2023 per famiglia di prodotti forniti da VNI	46
Figura 3.14 Distribuzione fatturato delle plastiche verniciate per famiglia moto. 46	
Figura 3.15 VSM semplificata del flusso delle plastiche verniciate Multistrada..	48
Figura 3.16 VSM di Sala Bolognese	49
Figura 3.17 Spaghetti Chart di Sala Bolognese.....	49
Figura 3.18 VSM del plant di Borgo Panigale	50
Figura 3.19 Carrello per trasporto dei componenti di vestizione	51
Figura 3.20 Spaghetti Chart del plant Borgo Panigale	51
Figura 3.21 VSM del processo produttivo dei componenti plastici verniciati	55
Figura 3.22 Spaghetti Chart dei componenti Multistrada nel plant di VNI	56
Figura 3.23 Riassunto delle operazioni preliminari del Workshop.....	57
Figura 4.1 Famiglie di prodotto contenute nel kit di vestizione. In verde i componenti disponibili in più varianti colore, in blu i componenti non personalizzabili.....	60
Figura 4.2 VSM del flusso presso VNI	63
Figura 4.3 VSM delle operazioni cronometrate a Sala Bolognese.....	63
Figura 4.4 Planimetria del magazzino dinamico H42. In rosso l'area di stock dei 20 imballi 1500x1100 mm.....	64
Figura 4.5 VSM del flusso AS IS di Borgo Panigale	65
Figura 4.6 Mappatura completa dell'AS IS del flusso fisico degli imballaggi	65
Figura 4.7 Dettaglio del kit di vestizione	66
Figura 4.8 Vista dall'alto del kit con componenti alloggiati all'interno.....	67
Figura 4.9 VSM del processo TO BE in VNI, ipotesi A.....	68

Figura 4.10 VSM del TO BE nel magazzino di Sala Bolognese, ipotesi A.....	69
Figura 4.11 Picking, AS IS (a sx) vs TO BE (a dx).....	69
Figura 4.12 VSM del TO BE di Borgo Panigale, ipotesi A.....	70
Figura 4.13 VSM del TO BE, ipotesi A.....	70
Figura 4.14 VSM del TO BE presso VNI, ipotesi B.....	71
. Figura 4.15 VSM del TO BE di Borgo Panigale, ipotesi B.....	72
Figura 4.16 VSM del TO BE, ipotesi B.....	72
Figura 4.17 % di Rest Aluance previste dal metodo Bedeaux [9].....	74
Figura 4.18 Gestione delle non conformità mediante l'utilizzo delle scorte di sicurezza, AS IS vs TO BE.....	83
Figura 4.19 Tabella di conversione del fattore k in livello di servizio [11].....	84
Figura 5.1 Differenza di unità minima di trasporto tra imballi AS IS (in grigio) e TO BE (in rosso).....	90
Figura 6.1 Spaghetti Chart del flusso di VNI. Si noti la presenza di molteplici movimentazioni dei componenti tra l'area delle operazioni manuali e quella di verniciatura.....	104
Figura 6.2 Esempio di errata condizione di restituzione degli imballi.....	105
Figura 6.3 Esempio di Returnable Packaging Instruction.....	106
Figura 6.4 Schema generale per la stima del RWL [10].....	109
Figura 6.5 Posizionamento del kit all'interno del carrello mediante elevatore elettrico.....	112

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1 Vantaggi e svantaggi del Arm' s lenght relationship e della Partnership commerciale.....	18
Tabella 2.2 Punti preliminari del workshop Kaizen	25
Tabella 2.3 Vantaggi e Svantaggi del modello ATS	30
Tabella 2.4 Vantaggi e Svantaggi del modello ATO/ATS.....	33
Tabella 3.1 Punti chiave del workshop tra Ducati e VNI.....	52
Tabella 4.1 Imballi utilizzati nell' AS IS per il trasporto dei componenti	62
Tabella 4.2 Numero di imballi impilabili a seconda del magazzino Ducati considerato.....	78
Tabella 4.3 Numero di imballi necessari per soddisfare il fabbisogno del magazzino dinamico H42	80
Tabella 4.4 Numero m ² per soddisfare il fabbisogno giornaliero del magazzino dinamico H42	80
Tabella 4.5 numero di componenti in eccesso nel magazzino dinamico H42.....	81
Tabella 4.6 Valore economico dei componenti a Stock nel magazzino dinamico H42	81
Tabella 5.1 Tempi e costi di movimentazione, AS IS vs TO BE (ipotesi A).....	88
Tabella 5.2 Saving di trasporti inbound e in-house, AS IS vs TO BE (ipotesi A)	88
Tabella 5.3 Saturazione del magazzino e livello di stock, AS IS vs TO BE (ipotesi A).....	90
Tabella 5.4 Miglioramenti di qualità dei componenti, AS IS vs TO BE (ipotesi A)	91
Tabella 5.5 Sostenibilità ambientale, AS IS vs TO BE (ipotesi A).....	92
Tabella 5.6 Safety Stock e analisi dello stock, ipotesi A.....	93
Tabella 5.7 Tempi e costi di movimentazione, AS IS vs TO BE (ipotesi B).....	93
Tabella 5.8 Saving di trasporti inbound e in-house, AS IS vs TO BE (ipotesi B)	94
Tabella 5.9 Saturazione del magazzino e livello di stock, AS IS vs TO BE (ipotesi B)	94
Tabella 5.10 Safety Stock e analisi dello stock, ipotesi B.....	95
Tabella 5.11 Confronto KPI Ipotesi A vs B	96
Tabella 5.12 Saving economici, ipotesi A vs B.....	100

Tabella 5.13 Analisi qualitativa TO BE (ipotesi A vs B)	102
Tabella 6.1 Valutazioni del metodo NIOSH [10]	109
Tabella 6.2 Valori del metodo NIOSH per l'operazione di picking, AS IS vs TO BE	110

ELENCO DELLE ABBREVIAZIONI

- MTO: Make To Order
- ATO: Assembly To Order
- ATS: Assembly To Stock
- CODP: Customer Order Decoupling Point
- WIP: Work In Progress
- PR: Product Routing
- PQ: Product Quantity
- OEE: Overall Equipment Effectiveness
- VSM: Value Stream Mapping
- SMED: Single Minute Exchange of Die
- DESMO: Ducati Evolution & Supply Management Optimization
- GMK: Gruppi di Miglioramento Kaizen
- VNI: Verniciatore Nord Italia
- NC: Non Conformi
- TBD: To Be Defined
- ND: Non Disponibile
- IF: Indice di Flusso
- LI: Lifting Index
- RWL: Recommended Weight Limit
- NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health
- LS: Livello di Servizio
- SS: Safety Stocks
- CAPEX: Capital Expenditure
- KPI: Key Performance Indicator

Introduzione

Oggigiorno, l'approccio ATO (Assembly To Order) è ormai diventato uno standard del settore automotive. Tale approccio richiede un costante impegno nell'ottimizzazione della supply chain al massimo grado di efficienza. Infatti, la complessità dei prodotti e la competitività dei mercati moderni hanno portato i produttori automotive ad un sempre maggiore outsourcing delle proprie attività, trasformandoli in aziende incentrate principalmente sul R&D, sulla gestione logistica e dei processi di assemblaggio. In questo scenario, la ricerca dell'ottimizzazione dei flussi materiali e informativi lungo l'intera catena di approvvigionamento è diventata cruciale per mantenere un vantaggio competitivo nel settore.

Partendo dalla classificazione dei modelli produttivi proposta da Wortmann [1], il presente elaborato esamina la tematica dell'allineamento della struttura delle operations con il modello considerato mediante i lavori di Romsadal [2], Stravrulaki & Co [3] e Olhager [4]. Al fine di applicare tali concetti al settore automobilistico, si sono presi come riferimenti gli studi condotti da Collins & Co. [5] e Milone [6]. L'ottimizzazione dei flussi produttivi e logistici mediante l'approccio Lean sono stati approfonditi attraverso le opere di Taiichi Ohno [7], di Rother & Co [8] e le lezioni dei professori Battini [9] [10] [11] e Panizzolo [12].

In generale, l'intero elaborato si basa sui concetti cardini della gestione delle operations esposti da Slack & Co [13].

L'obiettivo del presente progetto è quindi l'analisi delle metodologie e delle possibili ottimizzazioni nella gestione della logistica inbound e in-house in un contesto ATO automotive. In particolare, questa analisi si concentra sull'introduzione di un kit appositamente progettato per il trasporto dei componenti d'assemblaggio. Tale soluzione è stata esplorata nel contesto di un workshop Kaizen condotto in collaborazione tra Ducati Motor Holding S.p.A. e uno dei suoi fornitori strategici, specializzato nella produzione e verniciatura dei componenti della carena dei modelli Ducati.

Il problema in esame è stato affrontato attraverso l'applicazione di metodologie e approcci caratteristici della Lean Production. Tra questi, l'impiego del modello PDCA (Plan-Do-Check-Act), l'analisi delle matrici prodotto-fatturato e l'applicazione del principio di Pareto. Inoltre, è stata condotta la mappatura del flusso AS IS e la definizione del TO BE utilizzando le Value Stream Mapping (VSM) e le Spaghetti Chart. L'intero processo è stato gestito all'interno di un workshop di miglioramento, che ha coinvolto team interfunzionali provenienti da entrambe le aziende.

Dopo aver individuato il perimetro di analisi e identificato i KPI, quest'ultimi sono stati misurati principalmente mediante un approccio empirico, il quale ha coinvolto la raccolta di dati tramite misurazioni dirette e indirette.

In seguito sono state analizzate le possibili ottimizzazioni ottenibili in due differenti configurazioni TO BE attraverso il confronto dei KPI misurati, dei possibili saving economici ottenibili e ad una analisi qualitativa.

L'elaborato è suddiviso in sei capitoli.

Nel primo capitolo, vengono delineati i fondamenti teorici del Lean Thinking e dei modelli produttivi, con particolare enfasi sul modello ATO.

Il secondo capitolo è dedicato all'analisi del contesto Ducati. Partendo da un breve excursus storico sull'azienda, vengono poi analizzate le attuali strategie della supply chain Ducati e le pratiche Lean in uso, concludendo con un approfondimento sul modello ATO attualmente in fase di sviluppo.

Nel terzo capitolo vengono presentate le metodologie utilizzate nel contesto del workshop Lean oggetto del presente elaborato. In particolare, vengono inizialmente esposte le motivazioni che hanno portato alla selezione di VNI come fornitore partecipante al workshop, per poi analizzare la fase preparatoria al workshop condotta internamente a Ducati. Vengono infine riportati i risultati del kick off meeting del progetto.

Il capitolo quarto analizza l'implementazione del kit di vestizione, definendone gli obiettivi e confrontando la configurazione AS IS con due proposte TO BE. Successivamente, sono definiti i KPI di progetto, illustrando la metodologia di calcolo e i settori di applicazione.

Nel quinto capitolo, vengono analizzati e confrontati i risultati delle due possibili

opzioni TO BE su tre differenti livelli: a livello dei KPI selezionati; a livello di saving finanziari; a livello qualitativo. Considerando questi tre livelli di analisi, è stata identificata l'opzione TO BE più vantaggiosa per Ducati.

Infine, nel sesto capitolo, vengono presentati una serie di progetti collegati al workshop che non sono stati ancora completamente sviluppati, ma che costituiranno oggetto di future analisi.

1. Concetti teorici di base: il Lean Thinking e i modelli produttivi

In questo capitolo si espongono i concetti teorici fondamentali su cui si basa il presente elaborato, ossia il Lean Thinking e il modello produttivo Assembly To Order (ATO).

Riguardo il Lean Thinking, vengono presi in rassegna la sua storia, i suoi principali strumenti e le applicazioni.

A seguire, si analizzano i vari modelli di produzioni esistenti secondo la classificazione di Wortmann, focalizzandosi in particolar modo sulle caratteristiche del modello ATO.

1.1. Il Lean Thinking

1.1.1. Storia e concetti base del Lean Thinking

Con Lean Thinking, si intende una serie di concetti filosofici e manageriali sviluppati a partire dagli anni 50 e 60 in Giappone dalla Toyota, in aperta contrapposizione con i concetti di “produzione di massa” sviluppati negli Stati Uniti all’inizio del 900. Uno dei padri fondatori di tale approccio fu Taiichi Ohno, ingegnere meccanico di Toyota, il quale individuò nell’ eliminazione degli sprechi la chiave per portare al successo l’industria giapponese post-bellica [7]. In particolare, il Lean Thinking individua 3 tipologie di processi lavorativi, come riportato in figura 1.1:

Valore aggiunto	attività che aggiungono valore al prodotto
Muda riducibile	attività NON a valore aggiunto e NON eliminabile
Muda eliminabile	attività NON a valore aggiunto e eliminabile

Figura 1.1 Tipologie di processo lavorativo

I muda (spreco, in giapponese) possono essere poi essere suddivisi in 7 tipologie: la principale è la sovrapproduzione, la quale genera a sua volta gli altri 6 muda, ossia

l'eccesso di giacenze, di spazi di stoccaggio, di trasposti materiale, di spostamenti dell'operatore, di riparazioni e di tempi di attesa.

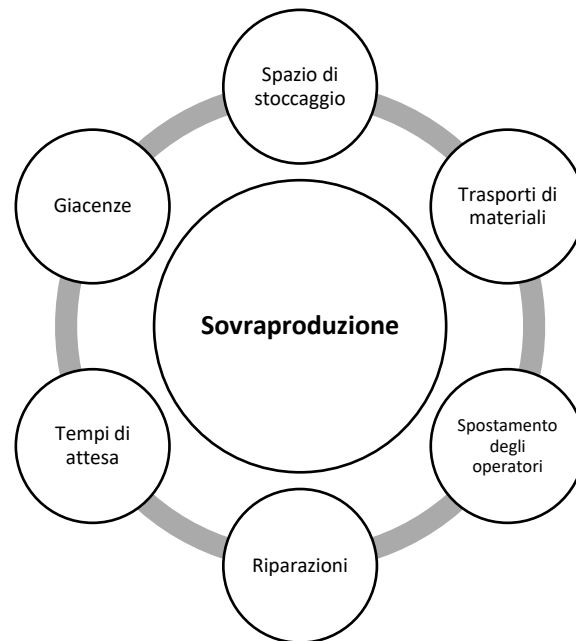


Figura 1.2 7 muda [12]

Al fine di eliminare i 7 muda, secondo la filosofia Lean è necessario seguire 5 step fondamentali:

1. *Definire il valore*: individuare quali elementi forniscono valore aggiunto al prodotto e al processo
2. *Identificare il flusso del valore*: mappare il flusso produttivo per individuare dove avviene la creazione di valore
3. *Far scorrere il flusso*: individuare dove il flusso produttivo viene interrotto a causa della presenza di muda
4. *Implementazione di un sistema PULL*: creazione di un sistema che tiri il flusso da valle verso monte e non viceversa (sistema PUSH)
5. *Ricerca della perfezione*: ricerca continua del miglioramento in ogni fase del processo

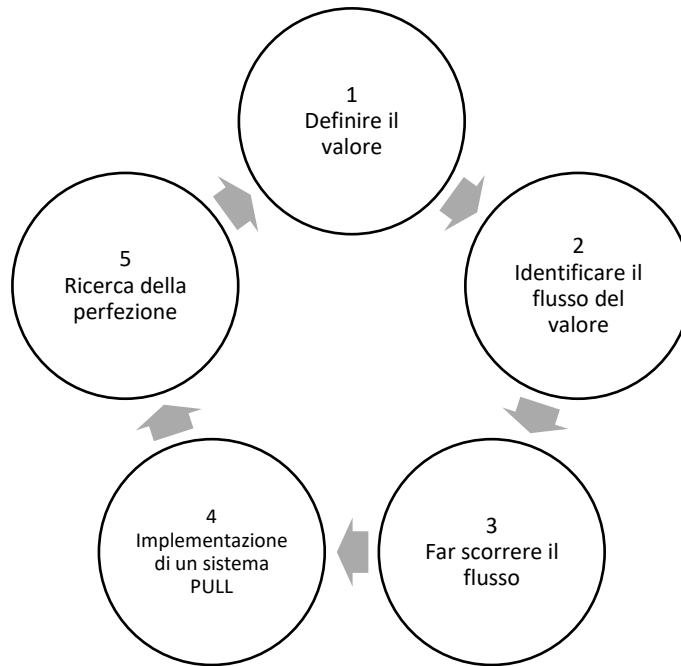


Figura 1.3 I 5 step del Lean Thinking [12]

1.1.2. Strumenti del Lean Thinking

Per implementare i 5 step fondamentali, il Lean Thinking prevede l'applicazione di diversi strumenti, specifici per ogni fase, come evidenziato in figura 1.4:

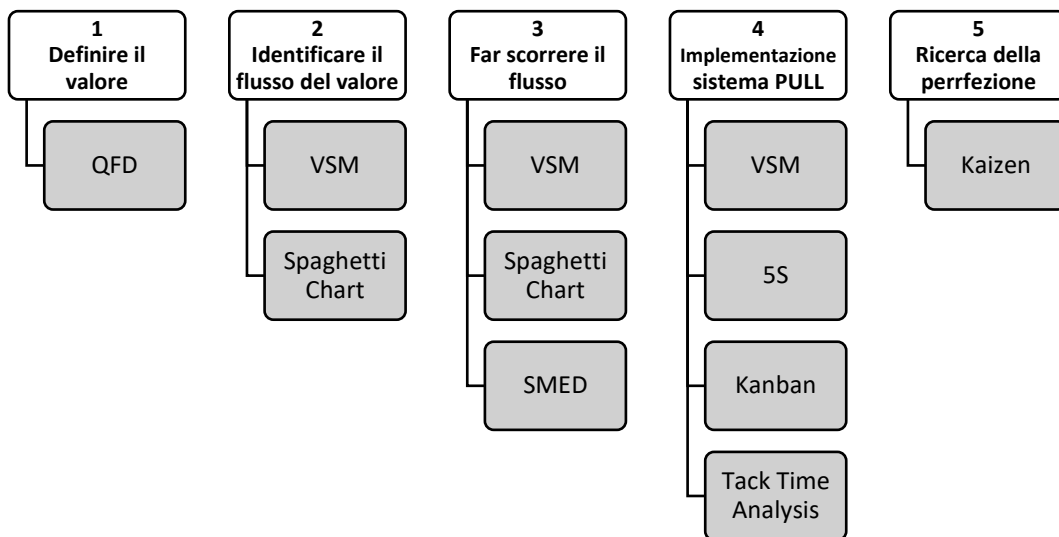


Figura 1.4 Gli strumenti del Lean Thinking

1. QFD: Quality Function Deployment

Implementato da Akao [14], il QFD è uno strumento che permette di tradurre le

esigenze del cliente in specifiche interne all'azienda

2. VSM: Value Stream Mapping

La VSM consiste nella mappatura grafica e quantitativa di tutte le attività che costituiscono un processo, includendo sia il flusso fisico sia quello informativo, al fine di individuare le fasi a valore e i muda. [8]

Tale strumento è utile in molteplici step dell'approccio Lean, in quanto permette sia di studiare l'AS IS dei processi sia di definire i possibili scenari TO BE.

Al fine di rendere la VSM efficace e facilmente leggibile, è necessario focalizzare la realizzazione della VSM su un numero limitato di famiglie di prodotto. Per far ciò, è solito l'utilizzo di strumenti come l'analisi PQ (Product-Quantity) e la PR (Product Routing) [12]. La prima permette di individuare le famiglie di prodotto più rilevanti nel business aziendale in termini di volumi e fatturato, mediante l'applicazione di un'analisi di Pareto, come mostrato in figura 1.5:

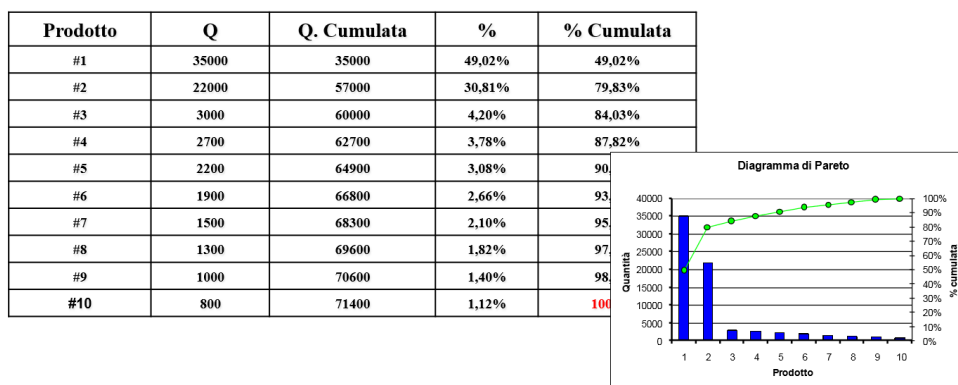


Figura 1.5 Esempio di analisi PQ [12]

L'analisi PR permette invece di individuare le famiglie di prodotto aventi processi di produzione simili. Per far ciò, vengono solitamente realizzate matrici sulle cui righe vengono riportati famiglie di prodotto e sulle colonne le lavorazioni/macchinari che vengono impiegate per la realizzazione del determinato prodotto, come illustrato in figura 1.6.

		Macchine							
		M#1	M#2	M#3	M#4	M#5	M#6	M#7	M#8
Prodotti e Quantità	1500	P#1	x	x	x		x	x	
	12000	P#2		x		x	x		x
	10000	P#3		x		x	x		x
	5400	P#4	x	x	x	x	x		
	3000	P#5			x		x	x	x
	2800	P#6	x	x	x		x	x	x
	2700	P#7	x		x			x	x
	1500	P#8	x		x			x	x

Famiglia	Prodotti	Quantità totale
F#1	P#1, P#4, P#6	9700
F#2	P#2, P#3	22000
F#3	P#5, P#7, P#8	7200

Figura 1.6 Esempio di matrice per analisi PR [12]

Individuate quindi le famiglie più rilevanti e con processi simili, se ne rappresenta il flusso attraverso la VSM, riportando dati fondamentali come le scorte o WIP presente in ogni fase intermedia, i tempi ciclo e il numero di operatori impegnati ad ogni stazione produttiva, la frequenza dei trasporti e del flusso informativo. Un esempio di VSM completa è mostrato in figura 1.7.

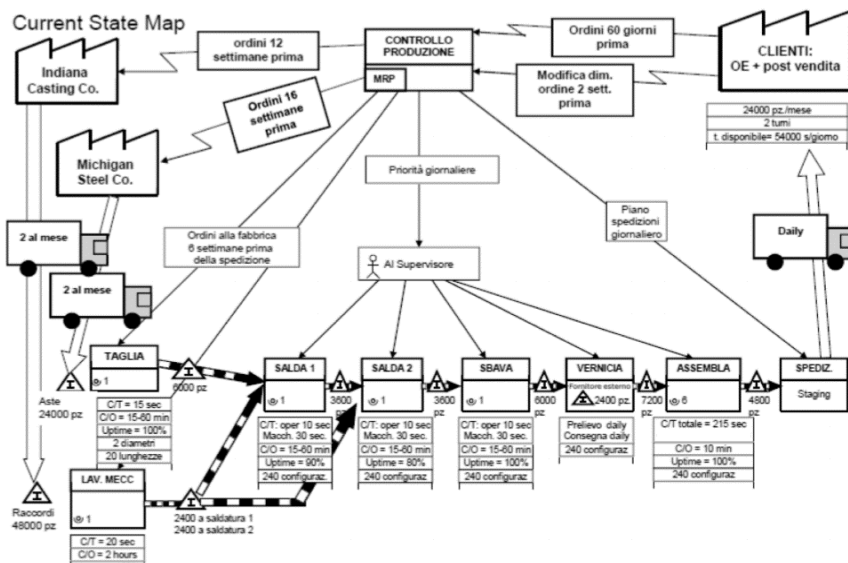


Figura 1.7 Esempio di VSM [12]

3. Spaghetti Chart

La Spaghetti Chart è uno strumento atto a mappare gli spostamenti dei materiali e degli operatori all'interno del layout produttivo.

Viene realizzata a partire dalla matrice PR e permette di individuare quanto razionale sia il flusso e il layout produttivo esistente. Maggiori sono gli incroci

di traiettoria e i ritorni dei materiali nella stessa stazione, più il flusso risulta scarsamente teso, con conseguente generazione di muda.

Come la VSM, la Spaghetti Chart è uno strumento utile sia alla mappatura dell'AS IS sia per la definizione del TO BE, in particolare per la razionalizzazione dei flussi e dei layout.

In figura 1.8 si riporta un esempio di Spaghetti Chart

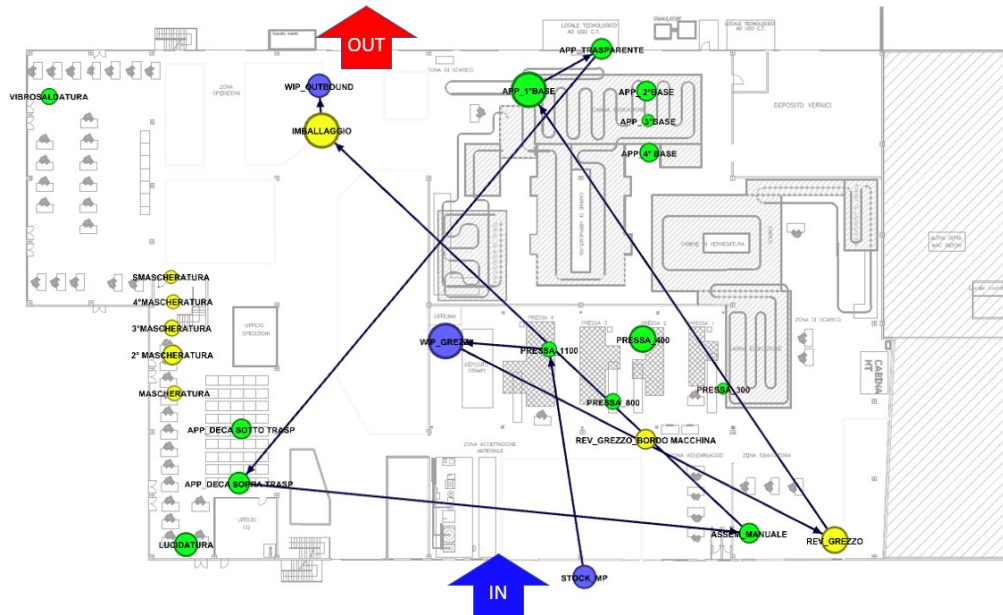


Figura 1.8 Esempio di Spaghetti Chart realizzata nell'ambito del caso studio

4. SMED: Single Minute Exchange of Die

Si tratta dell'insieme di metodologie atte alla minimizzazione dei tempi di set up, sia in termini di tempo interno macchina (tempo di set up a macchina ferma) sia esterno macchina (tempo di set up in macchina in funzione) [7]

5. 5S

Metodologia atta al miglioramento e al mantenimento delle condizioni di ordine e di pulizia della postazione di lavoro. Si sviluppa in 5 passaggi, ossia Separare, Riordinare, Pulire, Standardizzare e Sostenere [15]

6. Kanban

Insieme di strumenti, fisici o elettronici, che permettono il funzionamento a PULL di un sistema produttivo. Attraverso l'emissione di un segnale kanban a

necessità da parte l'ente a valle del processo, viene innescata la produzione a monte

7. *Tack Time Analysis*

Analisi che permette di individuare gli eventuali colli di bottiglia di un processo, mediante il confronto tra il tempo ciclo di ogni operazione e il tack time, ossia il tempo massimo disponibile per rispettare la domanda di mercato

8. *Kaizen*

Con Kaizen si intende la ricerca continua del miglioramento, attraverso piccoli step, pianificazioni a breve termine e l'implementazione di un approccio Bottom-Up, come mostrato in figura 1.9

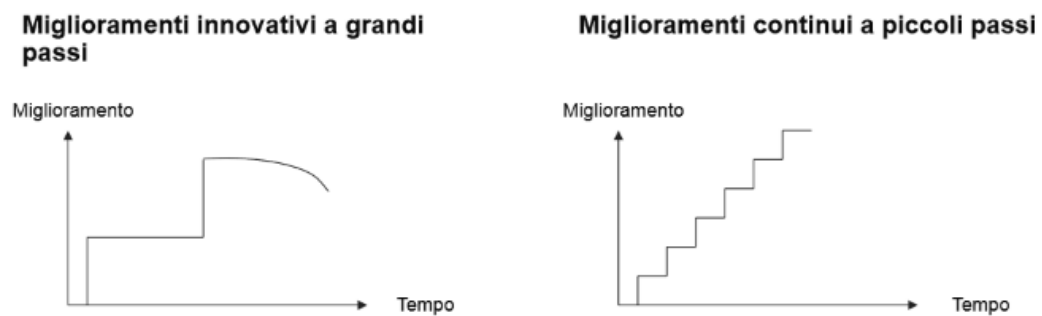


Figura 1.9 Innovazione a grandi passi vs Kaizen [13]

1.1.3. Principi del Workshop Kaizen

L'applicazione concreta della filosofia Lean e i suoi strumenti all'interno di un contesto aziendale possono avvenire in vari modi. Tra questi, ricopre un ruolo fondamentale il workshop Kaizen [16]. Si tratta di un progetto di miglioramento strutturato, in cui vengono definiti durante la fase preparatoria:

- *Perimetro d'azione*: deve essere il più definito possibile, al fine di non disperdere le energie e le risorse del team su aree troppo vaste
- *Obiettivi del workshop*: gli obiettivi devono essere chiari, raggiungibili e sfidanti, al fine di rendere il workshop profittevole

- *Team*: deve essere composto da 4-8 persone tra gli enti direttamente coinvolti nel perimetro d'azione. Deve essere definito un team leader, solitamente appartenente al Kaizen Promotion Office (se presente nel contesto aziendale)
- *Durata del workshop*: può variare da pochi giorni a svariati mesi a seconda della portata e degli obiettivi del workshop
- *Strumenti di lavoro Lean adottati*
- *Definizione della distribuzione dei saving e dei vantaggi ottenuti alla conclusione del workshop*: ciò risulta particolarmente importante per i workshop condotti in collaborazione con i propri fornitori e/o clienti.

Il workshop, durante il suo svolgimento, deve essere caratterizzato da:

- *Presenza nel Gemba*: le attività di analisi e misurazione devono essere eseguiti il più possibile sul Gemba (luogo di lavoro, in giapponese) al fine di avere piena consapevolezza ed esperienza diretta dei processi
- *Comunicazione frequente*: stabilire meeting ricorrenti ad alta frequenza al fine di condividere le informazioni e l'avanzamento degli stati di lavoro durante lo svolgersi del workshop
- *Metodologia PDCA (Plan, Do, Check, Act)*: applicazione di un approccio scientifico basato sulla pianificazione (Plan), l'esecuzione (Do), il controllo dei risultati (Check) e la standardizzazione dei risultati (Act)
- *Condivisione dei risultati*: i risultati devono essere condivisi con gli enti interessati, al fine di rendere evidente i vantaggi raggiunti e mettere in evidenza eventuali problematiche emerse durante il workshop.

1.2. Classificazione dei metodi di produzione e l'approccio ATO

1.2.1. La classificazione di Wortmann

Il modello di Wortmann prevede quattro tipologie di sistemi produttivi, differenziati secondo il posizionamento del COPD (Customer Order Decoupling Point) [4], ossia il momento in cui la supply chain produttiva passa da un'ottica push ad una pull, secondo quanto illustrato dalla figura 1.10:

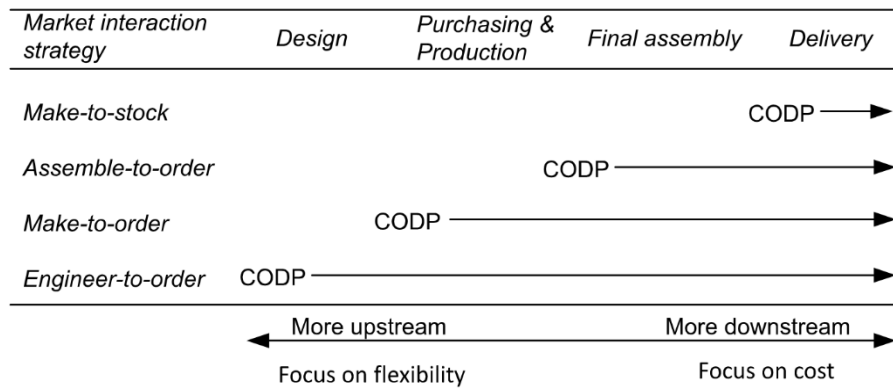


Figura 1.10 Modello di Wortmann, differenziato per CODP [4]

I driver fondamentali per la scelta del modello di produzione di una supply chain sono raggruppati in 3 macrogruppi [3]:

1. Driver Logistici
2. Driver di Prodotto
3. Driver di Produzione

La figura seguente riassume le caratteristiche fondamentali di ogni metodo di processo produttivo

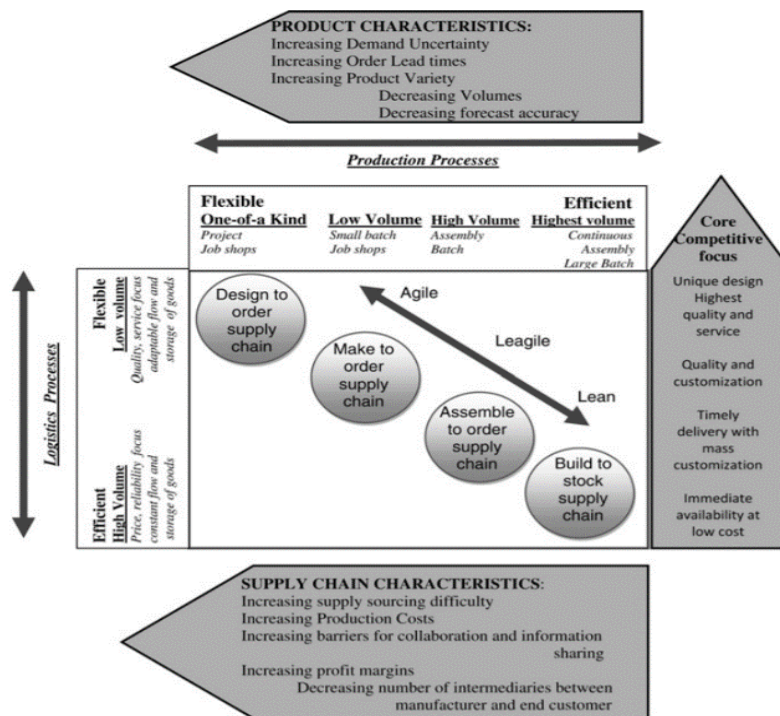


Figura 1.11 Matrice allineamento prodotto - strategia- processi [3]

1.2.2. Caratteristiche dell'approccio ATO

Secondo Stavrulaki e Co [3], l'approccio ATO è caratterizzato dai seguenti driver:

1. *Driver di Prodotto*

- Prezzi e marginalità dei prodotti medio-elevate
- Mass customization
- Forecast accurato
- Ciclo di vita del prodotto medio lungo

2. *Driver di Produzione*

- Produzione in linea di assemblaggio
- Limitati volumi di vendita
- Design modulare del prodotto
- Buona efficienza dei processi

3. *Driver Logistici*

- Media attenzione alla qualità del prodotto
- Medio-alto livello di servizio
- Spinta innovazione tecnologica e obsolescenza del prodotto

Tale combinazione di driver richiede perciò l'adozione di un approccio "Leagility", ossia una combinazione di un approccio agile e flessibile a valle del CODP (ossia l'assemblaggio del prodotto finito) e di un flusso Lean ed efficiente a monte del CODP, come illustrato nella figura seguente:

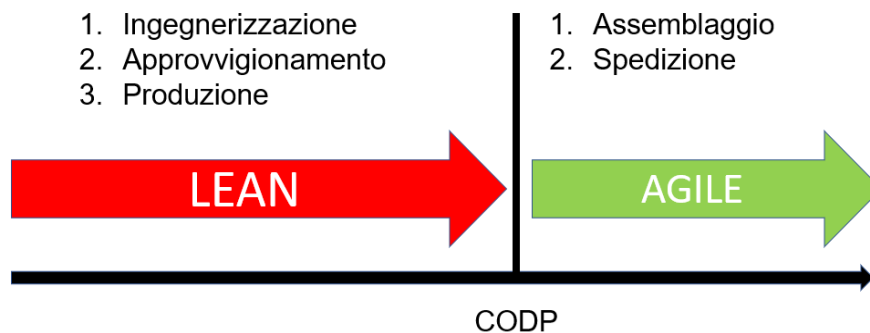


Figura 1.12 Approccio "Leagility" del ATO

2. Il contesto Ducati

In questo capitolo si analizza il contesto Ducati, al fine di comprendere le logiche, le pratiche e i progetti attualmente in essere all'interno dell'azienda. In particolare, dopo un breve excursus storico nel primo paragrafo, si analizzano le attuali strategie adottate dalla Supply Chain Ducati.

A seguire, il terzo paragrafo si focalizza sull'analisi dei workshop Kaizen attualmente svolti in Ducati e in particolare sui progetti DESMO svolti internamente alla Supply Chain.

Infine, nel paragrafo quattro vengono analizzati gli effetti che l'imminente introduzione del modello produttivo ATO produrrà all'interno di Ducati.

2.1. Storia di Ducati

Ducati venne fondata il 4 luglio 1926 sotto il nome di “Società Scientifica Radiobrevetti Ducati” dai fratelli Andriano, Bruno e Marcello Cavalieri. Il core business dell'azienda era la ricerca e produzione di tecnologie per la comunicazione radio ad uso civile. [17]

Durante il secondo conflitto mondiale, la produzione venne convertita a scopo militare. Nel 1944, il plant produttivo fu distrutto da un bombardamento alleato. [17]

Nel 1946, l'azienda venne rifondata, introducendo, su volontà dell'IRI (Istituto per la Ricostruzione Industriale) un reparto motociclistico, al fine di creare veicoli economici e a basso consumo per motorizzare un'Italia devastata dal conflitto appena conclusosi. [17]

Nel 1954, Ducati fu scissa in due divisioni, Ducati Meccanica (incentrata sulla produzione di motocicli) e Ducati Elettronica (oggi Ducati Energia). [17]

Nel 1975, a causa della forte concorrenza generata dall'arrivo sui mercati internazionali dei marchi motociclistici Giapponesi, Ducati passò sotto il controllo Statale. La ricerca e la produzione vennero focalizzati sulla produzione di motori a Diesel. [17]

Nel 1998, Ducati viene acquisita dal gruppo Texas Pacific Group. Sotto la guida della nuova proprietà, Ducati viene per la prima volta quotata in borsa sotto il nome di Ducati Motor Holding S.p.A. e iniziò il suo percorso verso il successo odierno. [17]

Nel 2012 Ducati viene infine acquisita dal gruppo Audi AG, entrando così a far parte del mondo Volkswagen.

Oggi, Ducati è considerata una delle marche di moto più prestigiose al mondo, con una gamma di dieci famiglie di prodotti che spaziano da moto sportive a moto cruiser: Panigale, Streetfighter, Monster, Hypermotard, Supersport, Scrambler, DesertX, Diavel, XDiavel, Multistrada.

Nel 2022, grazie anche agli strabilianti risultati sportivi ottenuti nei campionati MotoGP e Superbike, l'azienda ha raggiunto risultati notevoli: impiegando 1900 dipendenti, Ducati ha conseguito un fatturato di oltre 1 miliardo e 89 milioni di euro e un utile operativo di circa 109 milioni di euro [18]. Nello stesso anno il numero di moto vendute ha superato le 61 mila unità. La maggior parte dei volumi venduti sono relativi a prodotti destinati alla circolazione stradale, ma per i modelli più sportivi esistono anche versioni esclusivamente dedicate al mondo racing.

2.2. La strategia della Supply Chain Ducati

Come evidenziato da Collins R. [5] e da Milone [6], le strutture delle Supply Chain nel mondo automotive stanno radicalmente cambiando. Le cause sono da ricercare principalmente nella sempre maggiore competitività generata da un mercato globalizzato e nella necessità di sviluppare competenze specifiche dovute alla complessità dei prodotti.

Tali sfide hanno portato Ducati a decidere di organizzare la propria supply chain in modo molto più orizzontale, ricorrendo all'outsourcing, nazionale e internazionale, e all'apertura di stabilimenti offshoring.

2.2.1. Outsourcing Ducati

Come riportato da Slack [13], per outsourcing si intende l'acquistare all'esterno prodotti o servizi invece di realizzarli internamente all'azienda.

A partire dal 1996, Ducati ha gradualmente ridotto la propria integrazione verticale, includendo sempre più fornitori all'interno della Supply Chain.

Le motivazioni sono molteplici e possono essere riassunte dal modello decisionale di outsourcing illustrato in figura 2.1:

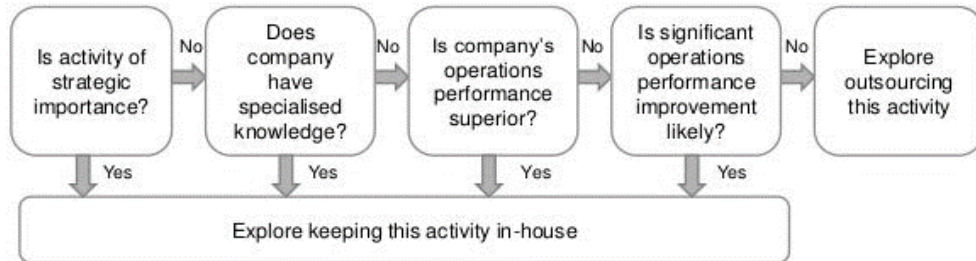


Figura 2.1 Modello decisionale per l'Outsourcing [13]

Seguendo tale logica, Ducati ha deciso di mantenere internamente solo le attività core del proprio business, come R&D, la produzione di alberi motore e di distribuzione e il Marketing.

Tutte le altre attività, come la produzione di componenti meccanici, motoristica, carenatura, elettronica e servizi IT, sono stati esternalizzati al fine di:

1. Ridurre i costi fissi inerenti ad attività non considerate “core”
2. Aumentare la flessibilità della supply chain
3. Sopperire alla mancanza di competenze specifiche estremamente verticali
4. Stipulare cooperazioni con brand affermati (come Brembo, Akrapovic, Alpinestars etc.) al fine di innalzare la percezione e il valore del brand

Tali scelte hanno portato Ducati ad avere un ampio parco fornitori (circa 340 fornitori), i quali svolgono circa l'80% delle attività produttive e generano circa il 92% del valore del prodotto finale.

La tipologia di relazione instaurata da Ducati con i fornitori poi può essere riassunta in due macro-tipologie, in accordo con quanto sostenuto da Slack [13]:

1. *Arm's lenght relationship*
relazione commerciale orientata a transizioni spot, di breve periodo, focalizzata al prezzo.

2. *Partnership commerciale*

creazione di legami commerciali di lungo periodo, incentrati sullo sviluppo di innovazione e occasioni di co-design, ottimizzazione dei processi, secondo una logica “win -win”

I vantaggi e gli svantaggi delle due tipologie di relazione sono riassunti nella tabella 2.1:

Tabella 2.1 Vantaggi e svantaggi del Arm' s lenght relationship e della Partnership commerciale

ARM' S LENGHT RELATIONSHIP		PARTNERSHIP COMMERCIALE	
<i>Vantaggi</i>	<i>Svantaggi</i>	<i>Vantaggi</i>	<i>Svantaggi</i>
Ridotti switching cost	Scarso controllo	Innovazione e sviluppo condivisi	Alti switching cost
Accesso rapido all'innovazione	Scarsa acquisizione di Know How	Razionalizzazione del parco fornitori (identificazione capi commessa)	Rischio di spill-over del Know How
Costi della fornitura inferiori		Forniture stabili	Maggiore complessità della supply chain
Flessibilità della supply chain		Condivisione rischi e benefici	

Ducati stabilisce la relazione più adatta con i propri fornitori principalmente sulla base di 3 fattori:

1. *Strategicità della fornitura*

Utilizzando il modello di Kraljic, ogni fornitore è classificato in base alla rilevanza delle sue forniture in termini di “rischio di fornitura” e “impatto economico della fornitura”, come mostrato in figura 2.2

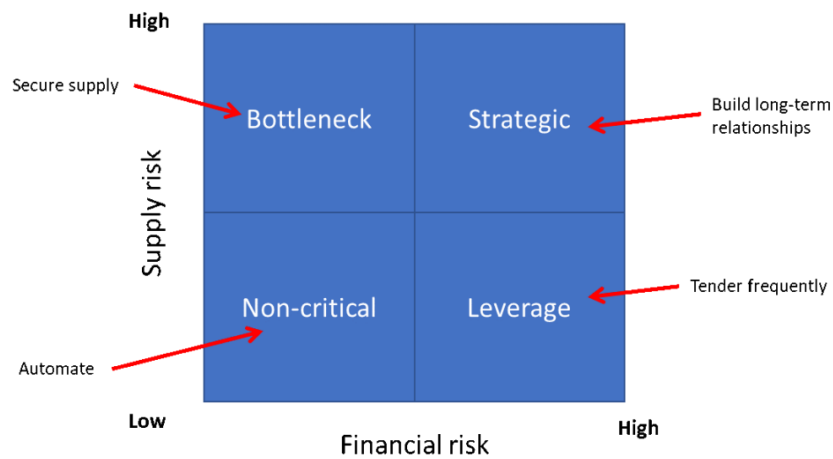


Figura 2.2 Matrice di Kraljic [13]

2. Posizionamento geografico del fornitore

I supplier Ducati si distinguono in Local Suppliers e Global Suppliers.

I primi sono i supplier localizzati in Italia e rappresentano circa il 64% dei fornitori Ducati. La maggior parte di questi sono localizzati principalmente nel nord-centro Italia. Tale scelta è dettata dalla volontà di mantenere una filiera logistica il più corta possibile, al fine di ridurre i costi e lead time legati ai trasporti e, per quanto riguarda i fornitori strategici, instaurare partnership commerciali duratura e proficue attraverso progetti di sviluppo dei fornitori come i workshop Kaizen.

I Global Supplier sono costituiti principalmente da fornitori strategici in quanto leader del proprio settore e quindi in grado di fornire tecnologie uniche e con un ritorno di immagine per il brand elevato.

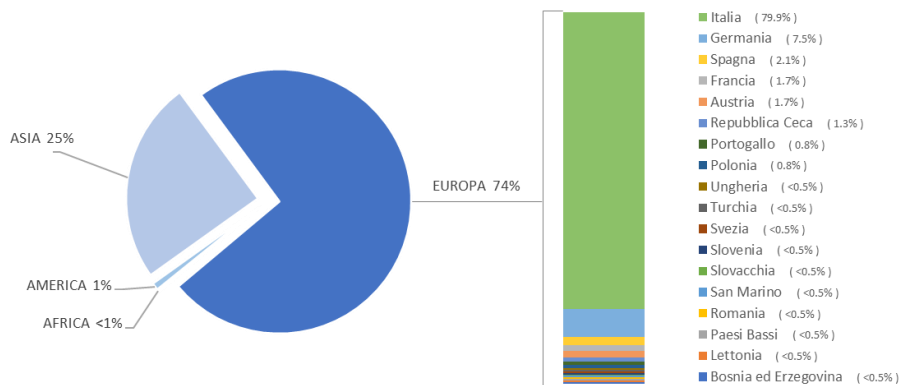


Figura 2.3 Distribuzione geografica dei fornitori Ducati

3. *Valutazione del fornitore*

Ogni fornitore Ducati viene valutato secondo un processo “ex ante” e “ex post” su 5 livelli:

- a. *Logistico*
- b. *Qualitativo*
- c. *Capacità tecnica*
- d. *Sostenibilità ambientale, sociale ed economica*
- e. *Stabilità finanziaria*

Durante l’analisi “ex ante”, un candidato fornitore Ducati viene ritenuto idoneo solo nel caso in cui soddisfi i requisiti minimi su ogni livello di analisi, ossia ottenga un rating “B” su una scala da A-C.

L’analisi “ex post” avviene invece annualmente: ogni fornitore viene rivalutato sui 5 livelli in base alle prestazioni mostrate nell’anno precedente. In caso di rating C in anche solo un livello di valutazione, il fornitore diventa non idoneo per l’assegnazione di future commesse. In tal caso, vengono quindi organizzati dei brevi workshop di miglioramento tra Ducati e il fornitore al fine di delineare le linee guida per il raggiungimento di un rating almeno sufficiente.

2.2.2. Offshoring Ducati

Per Offshoring, si intende la delocalizzazione degli impianti produttivi in regioni del mondo diverse dal paese d’origine dell’azienda, al fine di ridurre i costi di produzione e/o penetrare in mercati globali attraverso condizioni particolarmente vantaggiose [13]. Gli impianti produttivi possono essere di proprietà diretta dell’azienda (operations offshore), oppure di provider esterni (outsourcing delocalizzato).

Per competere anche in mercati al di fuori dell’Europa e degli Stati Uniti, Ducati ha deciso di aprire due plant produttivi delocalizzati in Asia e in Sud America:

1. Ducati Motor Thailand Co. Ltd. ha sede in Thailandia ed è stata inaugurata nel 2011. Il plant è sotto diretto controllo Ducati (operation offshore).
Al suo interno vengono svolte attività di assemblaggio veicolo ed è presente un ufficio acquisti, il quale esegue attività di scouting e procurement presso fornitori locali.

Tali attività sono state localizzate nel plant thailandese per poter usufruire di una ridotta tassazione sulle importazioni (di circa il 60%) e sfruttare il più basso costo della manodopera locale. In tal modo, Ducati si è presentata sul mercato asiatico con prezzi altamente concorrenziali, aumentando sensibilmente il suo market share nella regione.

2. Il secondo plant DAFRA ha sede in Brasile ed è stato inaugurato nel 2012.

Si tratta di un plant sotto il controllo di un service provider (outsourcing delocalizzato), in cui vengono assemblati i componenti inviati dalla casa madre in Italia.

Le motivazioni legate all'apertura di questo plant sono analoghe a quelle del plant thailandese, ossia di sfruttare le agevolazioni fiscali fornite dal governo locale e poter quindi aggredire il mercato sudamericano con prezzi concorrenziali.

2.3. Approcci Lean adottati in Ducati

2.3.1. Storia dei Workshop Kaizen in Ducati

L' introduzione della cultura Lean all'interno di Ducati risale alla fine degli anni 90, grazie all'esperienza di una serie di workshop Kaizen svolti nel plant produttivo di Bordo Panigale in collaborazione con il Porsche Consulting Group.

In seguito, la cultura Lean è entrata gradualmente a far parte delle pratiche aziendali, generando notevoli miglioramenti e coinvolgendo trasversalmente le varie funzioni aziendali. Ad oggi, in Ducati sono presenti due tipologie di workshop Kaizen strutturati:

1. GMK (Gruppi di Miglioramento Kaizen)

I progetti GMK nascono nel 2015 con l'obiettivo di migliorare i processi produttivi e di assemblaggio interni a Ducati, aumentandone la produttività, riducendo gli scarti, incrementando l'ergonomia e implementando tecniche 5S. I GMK vengono organizzati e condotti dal GMK Office interno alla funzione aziendale OIN (Organizzazione Industriale) e consistono nello svolgimento di cantieri Kaizen focalizzati su perimetri limitati dei plant Ducati. I GMK sono caratterizzati da un approccio bottom-up, in cui gli operatori

impiegati nel perimetro del workshop vengono coinvolti direttamente per poter analizzare le cause radice delle problematiche, trovare soluzioni condivise e diffondere la cultura Kaizen all'interno dell'azienda.

2. DESMO (Ducati Evolution & Supply Management Optimization)

I progetti DESMO mirano allo sviluppo di partnership durature tra Ducati e i propri fornitori strategici attraverso la realizzazione di workshop Kaizen collaborativi. Gli obiettivi dei workshop sono l'ottimizzazione dei processi interni del fornitore, dei flussi informativi e materiali tra Ducati e il fornitore, lo sviluppo di una cultura Lean condivisa lungo l'intera supply chain e la creazione di occasioni di dialogo e collaborazione tra gli enti di entrambi le aziende.

Maggiori dettagli circa le metodologie adottate nell'ambito dei progetti DESMO sono riportati nel prossimo sottoparagrafo.

2.3.2. Metodologia dei progetti DESMO in Ducati

I progetti DESMO sono organizzati e condotti internamente all'organizzazione Supply Chain Ducati, in particolare dagli enti riquadrati in rosso in figura 2.4:

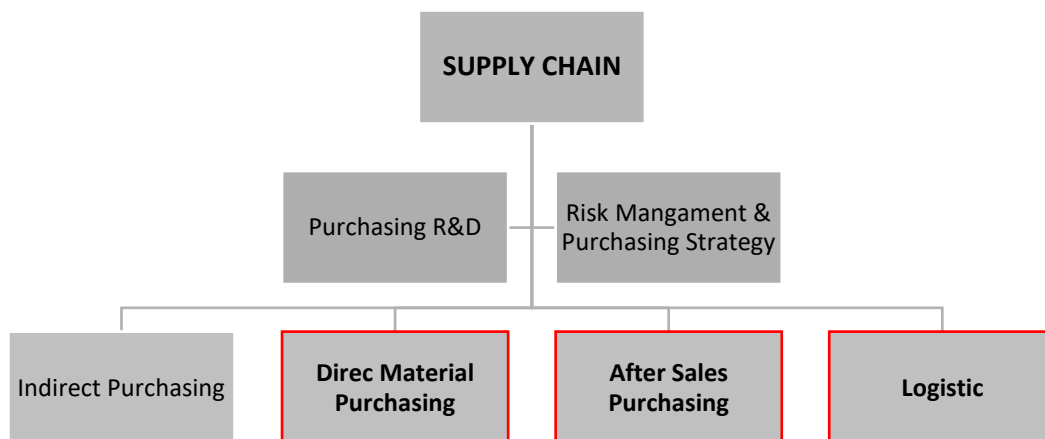


Figura 2.4 Organigramma della supply Chain in Ducati

In particolare, la decisione circa quali fornitori coinvolgere all'interno dei workshop viene stabilita da un gruppo composto dal direttore della Supply Chain e dai responsabili del Direct Material Purchasing, dell'After Sales Purchasing e della Logistica.

Il Direct Material Purchasing si occupa dell'acquisto della componentistica veicolo, elettronica e motore che compongono la distinta base dei modelli Ducati.

L'After Sales Purchasing si occupa invece dell'approvvigionamento degli accessori moto Ducati (non presenti in distinta base e acquistabili separatamente), dell'Apparel Ducati e dei ricambi moto.

La Logistica si occupa dell'approvvigionamento e dell'inbound dei componenti acquistati dall'ufficio Direct Purchasing e After Sales.

Gli obiettivi dei progetti DESMO sono molteplici:

1. *Migliorare le performance della supply chain*

Attraverso l'ottimizzazione dei processi produttivi del fornitore e dei flussi informativi e fisici tra Ducati e il fornitore, Ducati mira ad ottenere importanti saving economici, la riduzione dei Lead Time e la riduzione delle scorte lungo l'intera catena di fornitura

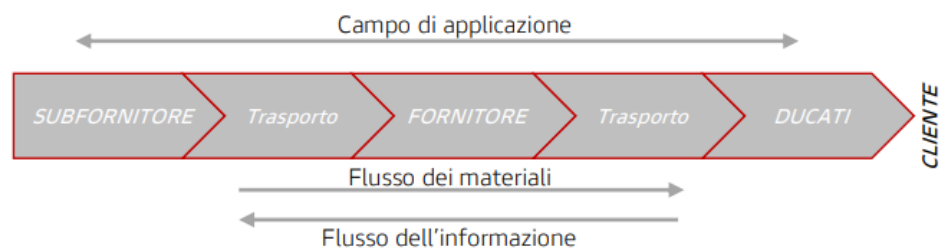


Figura 2.5 Campo di applicazione dei progetti DESMO

2. *Generare partnership durature con i fornitori*

Ducati mira a generare vantaggio competitivo attraverso le proprie relazioni di partnership, in particolare con i propri Local Supplier strategici.

I workshop risultano occasioni di miglioramento di tali partnership, in quanto permettono un contatto diretto tra le parti e creano occasioni di dialogo, di co-design e di apprendimento dalle esperienze passate attraverso meeting di

“Lesson Learned”

3. *Migliorare il Vendor rating dei fornitori*

I workshop sono occasioni per migliorare uno o più parametri del Vendor rating dei fornitori, al fine di incrementare l'efficienza dell'intera supply chain Ducati o correggere le problematiche che hanno portato un fornitore ad ottenere una valutazione insufficiente “ex post”.

4. *Diffondere la cultura Lean all'interno della Supply Chain*

Grazie all'utilizzo di concetti e strumenti propri del Lean Thinking, i DESMO hanno anche l'obiettivo di diffondere tali concetti lungo tutta la supply chain e non solo ai fornitori Ducati di tier 1. Attraverso l'esperienza maturata internamente ai DESMO, i fornitori di tier 1 possono essere poi loro stessi promotori dell'approccio Lean presso i propri fornitori, ottimizzando quindi la catena di fornitura potenzialmente fino a monte.

I progetti DESMO mirano all'analisi di 3 moduli, come illustrato in figura 2.6:

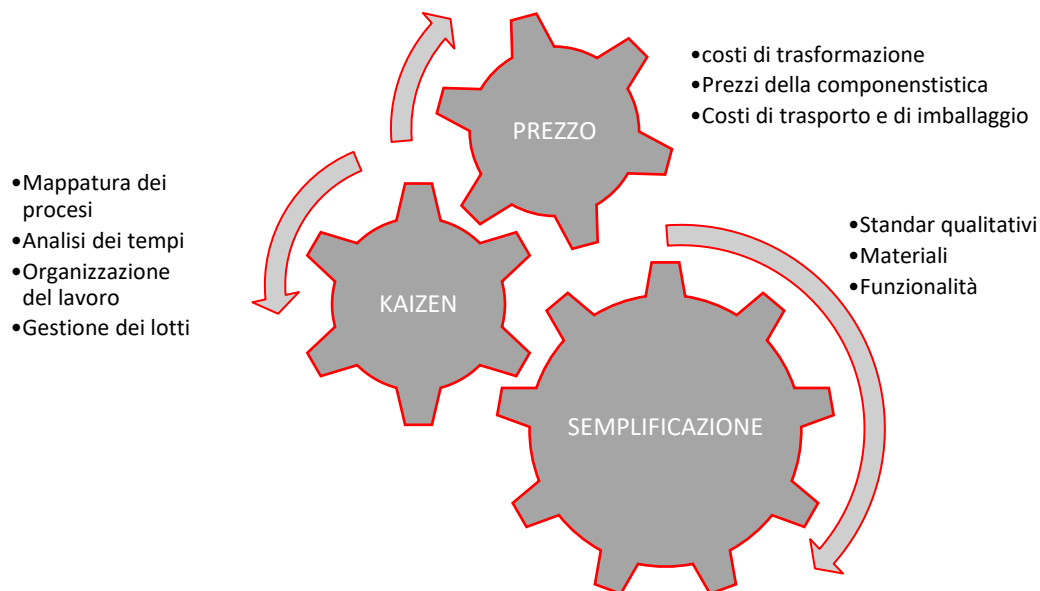


Figura 2.6 I 3 moduli DESMO

1. KAIZEN

Il modulo KAIZEN riguarda la parte di interazione diretta tra Ducati e il fornitore e si svolge principalmente nel Gemba.

In linea con quanto esposto nel paragrafo 1.1.3 “Principi del Workshop Kaizen”, in fase preliminare vengono definiti il perimetro d’azione, gli obiettivi del workshop, la composizione dei Team Ducati e del Team fornitore, la durata del workshop, gli strumenti di lavoro adottati e la distribuzione dei saving ottenuti alla conclusione del workshop, come mostrato in tabella 2.3:

Tabella 2.2 Punti preliminari del workshop Kaizen

PERIMETRO	<ul style="list-style-type: none">•limitato•rilevante
OBBIETTIVI	<ul style="list-style-type: none">•chiari•ambiziosi•condivisi
TEAM	<ul style="list-style-type: none">•DUCATI<ul style="list-style-type: none">•Supplier development engineer•Buyer del Direct Material Purchasing•Buyer del After Saler Purchasing•Referenti qualità, logistica, programmazione•FORNITORE<ul style="list-style-type: none">•Resonsabile delle operations•Operatori•Referenti qualità, logistica, programmazione, e commerciale
DURATA e FREQUENZA	<ul style="list-style-type: none">•da definire a seconda degli obiettivi del workshop
STRUMENTI	<ul style="list-style-type: none">•VSM•Spaghetti Chart•Analisi dei Tempi•Kanban•SMED
SAVING	<ul style="list-style-type: none">•1/2 Fornitore•1/2 Ducati

Il Team Ducati è solitamente composto da: il Supplier Development Engineer (figura facente parte dell'ente Direct Material Purchasing) il quale ricopre il ruolo del Kaizen Leader; dal Buyer di riferimento del Direct Material Purchasing per il fornitore partecipante al workshop, il quale ha un ruolo chiave nella modulo *PREZZO*; eventualmente, il Buyer di riferimento dell'After Sales Purchasing per il fornitore partecipante al workshop, con compito analogo al Buyer del Direct Material Purchasing; a chiamata, consulenti esterni e referenti degli enti qualità, logistica e programmazione.

Il team del fornitore deve essere composto dal responsabile delle operations, da almeno un operatore impiegato nel perimetro d'esame e, a chiamata, da referenti appartenenti ad enti qualità, logistica, programmazione e commerciale.

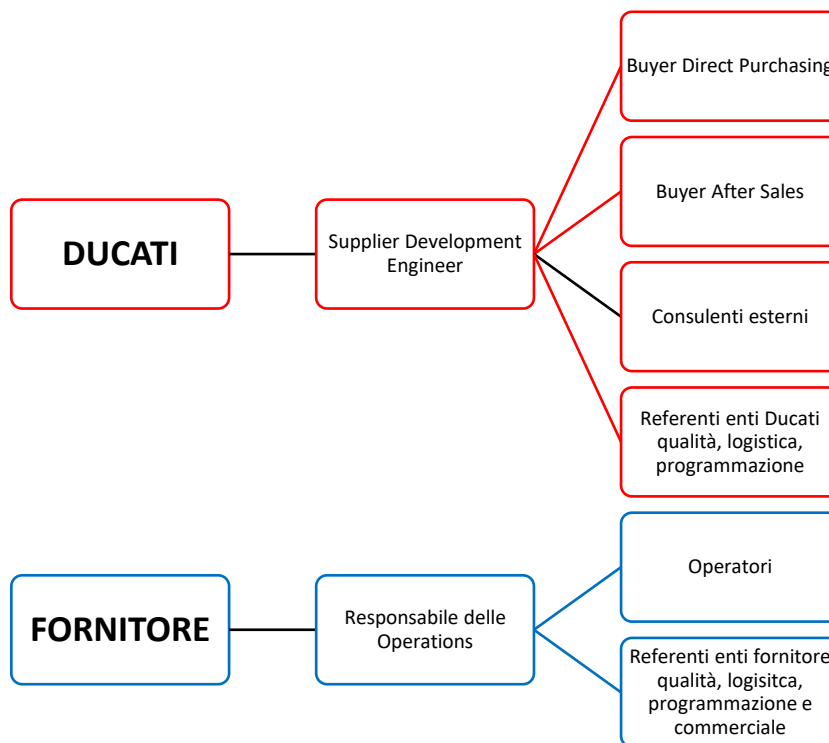


Figura 2.7 Composizione dei team Kaizen Ducati e del fornitore

Il workshop Kaizen si caratterizza per l'applicazione di una metodologia PDCA e dall'analisi diretta del Gemba, ossia i team devono recarsi fisicamente e lavorare il più possibile all'interno dei perimetri delineati. In figura 2.8 sono riportati i passaggi fondamentali dell'approccio PDCA:

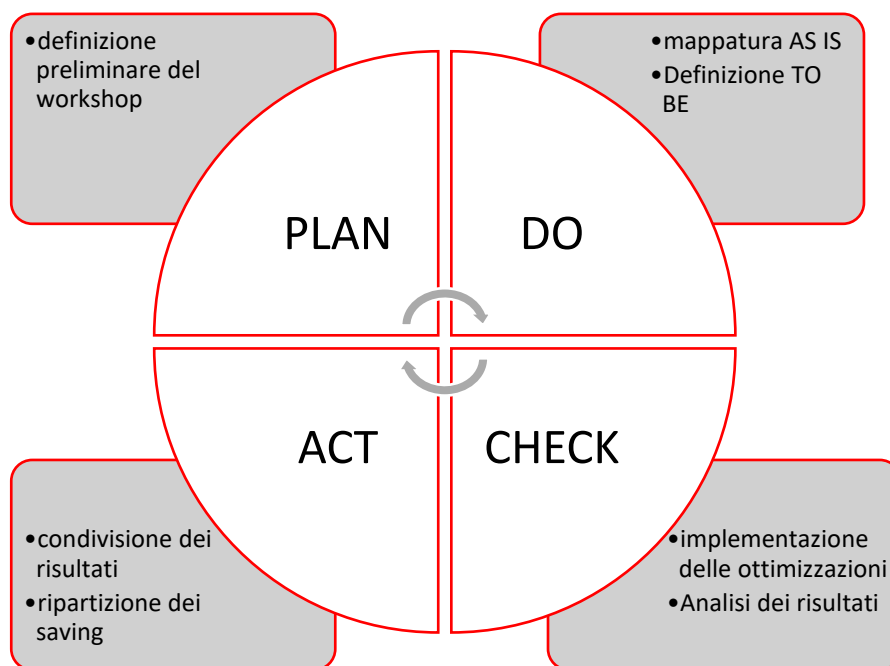


Figura 2.8 Metodologia PDCA dei progetti DESMO

Per ripartizione dei saving, si intende la distribuzione tra Ducati e il fornitore dei vantaggi ottenuti in seguito alle ottimizzazioni introdotte durante il workshop. In particolare, Ducati intende suddividere equamente i saving ottenuti. Ad esempio, si ipotizzi che una determinata ottimizzazione di processo conseguita all'interno del workshop produca un saving di costo di una cifra X sulla produzione di un componente Y da parte del fornitore. Come regola del workshop, Ducati richiede che il prezzo di acquisto del componente Y venga ridotto della quantità $X/2$, mentre il fornitore sarà in grado di marginare un $X/2$ in più sulla produzione del componente. In questo modo, entrambi i business risulteranno incrementati grazie alle ottimizzazioni conseguite.

2. PREZZO

La fase di analisi del prezzo viene svolta internamente a Ducati al fine di riesaminare in dettaglio il Cost Breakdown delle forniture acquistate dal fornitore coinvolto nel workshop.

In particolare, in questa fase vengono rivisti i termini stabiliti in fase di assegnazione, come:

- Costi dei materiali in distinta base
- Costi dei materiali ausiliari e di consumo: da validare tramite fatture d'acquisto
- Costo del lavoro diretto e indiretto: da validare tramite payroll
- Logiche di ribaltamento dei costi: da validare con i risultati della mappatura di processo
- Consistenza e rotazione dei magazzini: da validare con i risultati della mappatura di processo. Ulteriori attività da svolgere in tale ambito sono l'analisi della performance dei subfornitori e rilevare il lead time, il Minimum Order Quantity (MOQ), il rateo qualitativo dei subfornitori

3. *SEMPLIFICAZIONE*

Il modulo di *SEMPLIFICAZIONE* riguarda principalmente gli enti prodotto, processo e qualità di entrambe le parti e mira alla riduzione delle criticità, se esistenti, legate al design di prodotto e al corrispettivo processo produttivo. In particolare, verranno prese in considerazione possibili soluzioni e ottimizzazioni legate a problemi di over-engineering, limiti tecnologici specifici del fornitore e/o connaturati nelle specifiche forniture assegnate, tolleranze qualitative e dimensionali richieste

2.4. Progetto ATO Ducati

2.4.1. AS IS: il sistema ATS

Oggigiorno, Ducati adotta un modello produttivo ATS (Assembly To Stock): seguendo una logica push, le fasi di approvvigionamento e assemblaggio vengono determinate dal forecast Ducati, al fine di generare uno stock di moto sufficiente a soddisfare la futura domanda dei dealers e filiali presenti sul territorio.

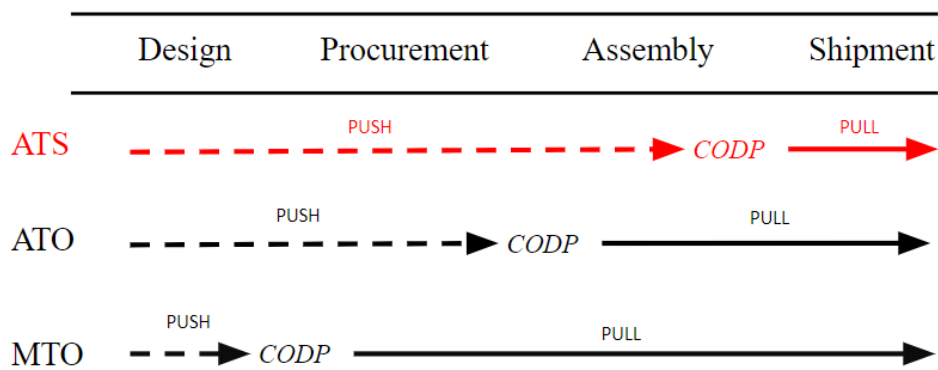


Figura 2.9 Posizionamento del CODP nel modello ATS Ducati, sulla base del modello di Olhager [4]

Questo genere di approccio presenta una serie di vantaggi e svantaggi per l'intera gestione della supply chain. Da una parte, il flusso produttivo può essere fortemente standardizzato e pianificato con largo anticipo, in quanto sia Ducati sia i suoi fornitori sono in grado di pianificare i volumi e le varietà di prodotto con almeno 6 mesi di anticipo (periodo di congelamento degli ordini). In particolare, i fornitori sono in grado di sfruttare le economie di scala dovute alla produzione di lotti di dimensioni più elevate. Allo stesso tempo, Ducati è in grado di standardizzare i propri processi di assemblaggio finale e fornire un alto livello di servizio ai proprie dealers, avendo a disposizione un elevato stock di prodotti finiti.

D'altro canto, questo approccio costringe ad una limitata possibilità di personalizzazione del prodotto finale: al momento, solo su pochi modelli moto premium è possibile eseguire personalizzazioni estetiche (colore carenatura, telaio, serbatoio, cerchi etc.), mentre l'aggiunta di caratteristiche funzionali (borse laterali, cavalletto centrale, paramotore etc.) e accessori premium (scarico, sospensioni, cambio, freni) è possibile solo attraverso l'acquisto di pacchetti o componenti after sales, cioè venduti separatamente alla moto. Questo genere di approccio costringe Ducati ad un elevato di stock dei componenti e vincola strettamente le prestazioni dell'azienda all'accuratezza del proprio forecast. In caso di deviazioni dai valore di forecast, Ducati difficilmente riuscirebbe infatti a reagire velocemente, andando in contro a stock eccessivi di componenti o prodotti finiti in caso di flessione delle vendite, oppure alla generazione di innumerevoli back orders e/o mancate vendite in case di aumento repentino delle domanda.

Tabella 2.3 Vantaggi e Svantaggi del modello ATS

Vantaggi	Svantaggi
<ul style="list-style-type: none"> • Elevata standardizzazione dei processi • Sfruttamento di economie di scala da parte dei fornitori • Alto livello di servizio per il cliente finale 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitata personalizzazione del prodotto • Elevata dipendenza dal Forecast • Livello di stock di prodotto finito e semilavorati elevato

2.4.2. TO BE: il sistema misto ATS/ATO

La vision aziendale di Ducati stabilisce chiaramente quali siano, ad oggi, i driver e gli obiettivi dell'azienda: Stile, Sofisticazione e Performance sono le tre parole chiave per il raggiungimento dello status di brand di lusso che Ducati vuole ottenere attraverso la creazione di prodotti raffinati, dal design inconfondibile e attraverso la creazione di una community estremamente fidelizzata. [19]

Il raggiungimento di tali obiettivi, a livello di operations, passa anche attraverso lo sviluppo di una metodologia mista ATS/ATO (Assembly To Order), la quale allineerebbe Ducati alle best practice diffuse nel mondo automotive. [5]

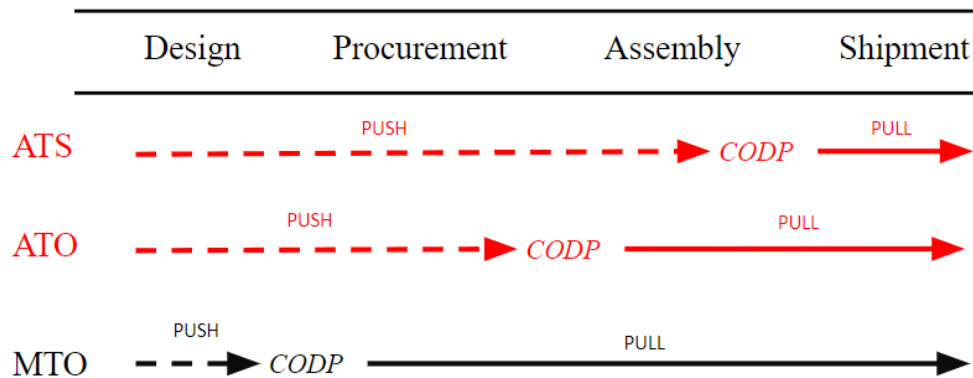


Figura 2.10 Nuovo modello misto ATS/ATO Ducati, sul modello di Olhager [4]

Con tale approccio ibrido, Ducati mira all'adozione di COPD differenziati al fine di ottenere un corretto allineamento tra strategia e prodotto, coerentemente con quanto esposto da Romsdal [2].

Il modello ATS verrà mantenuto per i modelli moto caratterizzati da un'alta prevedibilità della domanda o in fase di lancio, in modo da limitare almeno inizialmente la personalizzazione da parte dei clienti e sviluppare efficienze nei nuovi processi di procurement e assemblaggio.

La metodologia ATO coinvolgerà principalmente le famiglie di moto a più alto volume di vendita di Ducati, con lo scopo di introdurre una vasta gamma di configurazioni di prodotto. Ogni famiglia di moto sarà dotata di diversi livelli di personalizzazione. In linea generale, il nuovo approccio permetterà la personalizzazione della moto da parte del cliente su 3 macroaree:

1. *Personalizzino estetiche*

Il cliente potrà optare tra una vasta gamma di colori della carenatura, del telaio, delle pinze freno oltre che a diverse tipologie di cerchi e selle

2. *Componenti funzionali*

La moto potrà essere personalizzata con componenti aggiuntivi come borse laterali, cavalletto centrale, paramotore e griglia radiatore

3. *Componenti moto*

Tipologia di scarico, sospensioni, cambio e freni potranno essere selezionati dal cliente stesso, al fine di ottenere una moto con le performance tecniche desiderate

In tal modo, le possibili combinazioni di moto ottenibili passeranno da poche decine ad alcune centinaia. Inoltre, l'assemblaggio moto dovrà quindi avvenire solo a seguito della ricezione di un ordine cliente, e non solamente sulla base di modelli di forecast.

Tale rivoluzione comporterà perciò una radicale modifica delle strutture Ducati a livello di gestione Master Data, Forecasting, Order Management, Sales and Operations Planning, Material Planning, Acquisti, Produzione e Process Control.

In particolare, l'ufficio Acquisti e Logistica dovranno sviluppare un maggior livello

di integrazione e collaborazione con i fornitori Ducati al fine di ottimizzare al meglio i processi di:

1. Emissione e gestioni degli ordini
2. Condivisione dei dati pre-ordine e take rate di produzione
3. Emissione e gestione degli ordini di assemblaggio del prodotto finito
4. Programmazione del carico delle linee
5. Controllo e ottimizzazione dei processi di part feeding delle linee e assemblaggio

Tali modifiche saranno infatti necessarie al fine di rendere attuabile la nuova timeline di gestione degli ordini cliente, così strutturata:

- I dealers o filiali Ducati potranno emettere mensilmente ordini in consegna a partire dal primo mese successivo al periodo di congelamento degli ordini. In una prima fase, il tempo di congelamento degli ordini si ipotizza compreso tra i 4 e i 5 mesi.
- All'interno dei periodi di congelamento, saranno presenti diversi "gate", ossia delle finestre temporali durante le quali il dealer potrà modificare la configurazione moto per ordini già comunicati a Ducati. Le finestre temporali avranno ampiezze differenti a seconda della tipologia di personalizzazione considerata: i componenti con lead time di approvvigionamento più elevato disporranno di gate di ampiezza limitata mentre i componenti con tempi di consegna rapidi saranno modificabili più a ridosso della consegna finale.

Nella figura seguente si riporta una possibile timeline per il modello Multistrada Ducati

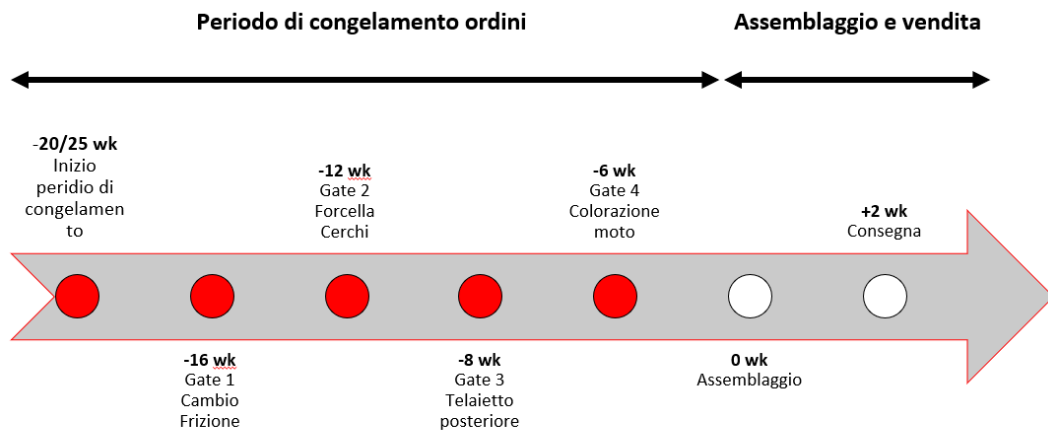


Figura 2.11 Possibile timeline di gestione degli ordini per un modello Multistrada Ducati

A seguire, sono riportati vantaggi e svantaggi individuati da Ducati circa l'introduzione del nuovo approccio ATO/ATS

Tabella 2.4 Vantaggi e Svantaggi del modello ATO/ATS

Vantaggi	Svantaggi
<ul style="list-style-type: none"> • Personalizzazione del prodotto • Riduzione dello stock di prodotti finiti • Minore dipendenza dal forecast 	<ul style="list-style-type: none"> • Complessità di gestione degli ordini • Minore sfruttamento delle economie di scala • Maggiore variabilità nel processo di assemblaggio

3. Fase iniziale del workshop Kaizen

Il capitolo tre riassume tutta la fase preparatoria al workshop Kaizen analizzato nel presente elaborato. Nel primo paragrafo, sono riportate le caratteristiche e le motivazioni che hanno portato alla scelta del fornitore oggetto del workshop. Nel secondo paragrafo, viene fornita una panoramica del team Ducati, degli strumenti utilizzati e le prime analisi svolte internamente a Ducati. Infine, nel terzo paragrafo, si riportano i contenuti del primo meeting workshop svolto in collaborazione con il fornitore.

3.1. Selezione del fornitore

Per motivi di riservatezza, la ragione sociale del fornitore oggetto del progetto DESMO non potrà essere riportata all'interno di tale elaborato. Per semplicità, il fornitore verrà soprannominato da qui in avanti "VNI" (Verniciatore Nord Italia)

VNI è un'azienda situata nel Nord Italia e specializzata nella progettazione e produzione di carrozzeria verniciata per l'industria automotive. Dispone di 3 plant produttivi in grado di eseguire processi di stampaggio di materiale plastico, verniciatura industriale altamente automatizzata, cataforesi, finitura e assemblaggio. Il fornitore è in grado, inoltre, di sviluppare e industrializzare su commissione dei clienti grafiche personalizzate grazie al suo reparto R&D dedicato.

La scelta del fornitore VNI per il progetto DESMO è dovuta a molteplici fattori:

- 1. Rilevanza del fatturato*
- 2. Importanza strategica delle forniture*
- 3. Ruolo chiave del fornitore nel progetto ATO*
- 4. Migliorare il Vendor Rating*
- 5. Pregressa esperienza nei workshop Kaizen*

Il fornitore VNI si colloca tra i primi 10 fornitori in termini di turnover annuale nella supply chain Ducati ed è il più importante verniciatore dell'azienda, in quanto fornisce prodotti a elevato valore aggiunto in grandi quantità. In particolare, VNI produce interamente i componenti della carenatura e vernicia i serbatoi di 7 famiglie moto Ducati (su 10 disponibili), per un totale 23 modelli se si includono anche le moto versioni speciali a numero limitato.

Il fatturato del fornitore è in costante crescita (+45% dal 2018 al 2022, con un risultato di 32 milioni di euro nel 2022), così come sta crescendo l'annual turnover di Ducati verso VNI, +175% dal 2018 al 2023, per un ammontare di 12,1 milioni di euro registrati nel 2023. Ducati rappresentava, nel 2022, il 36% del fatturato totale di VNI, posizionandosi perciò come uno dei clienti più importanti e influenti per il business del fornitore.

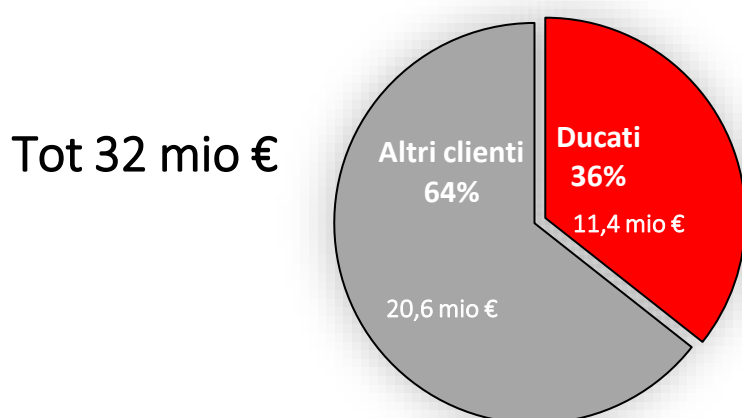


Figura 3.1 Composizione fatturato VNI nel 2022

Tenendo in considerazione la vicinanza geografica delle due aziende (il plant principale di VNI dista circa 150 km dal plant Ducati), il fornitore rientra nella categoria dei Local Supplier strategici di Ducati, con i quali l'azienda intende rafforzare sempre più i rapporti di partnership al fine di ottenere importanti vantaggi competitivi.

Altra importante motivazione è l'avvio del progetto ATO di Ducati. VNI sarà infatti il fornitore delle carenature e dei serbatoi delle moto coinvolte nel progetto ATO e ciò comporterà un notevole aumento delle varianti colore che il fornitore sarà chiamato a produrre. Il tutto genererà una maggiore complessità dei processi produttivi e dei flussi informativi e fisici tra Ducati e VNI. Il management Ducati ha perciò ritenuto il progetto DESMO un'occasione per la definizione delle dinamiche ATO tra Ducati e VNI, secondo un approccio collaborativo.

Un altro fattore per la scelta del fornitore VNI è stata l'analisi del suo Vendor Rating Ducati. Il fornitore possiede una votazione massima per quanto riguarda il rating finanziario, mentre a livello tecnologico, logistico, qualitativo e di sostenibilità ha ottenuto un rating B. Pur non essendoci al momento della scelta segnali di peggioramento delle prestazioni del fornitore, l'avviamento del progetto DESMO è stata ritenuta un'opportunità per analizzare le motivazioni legate a tali votazioni e provare a individuare delle soluzioni per incrementare le prestazioni del fornitore.

Infine, l'esperienza pregressa del fornitore nei progetti DESMO è stato un altro fattore rilevante per la sua scelta. Infatti, VNI era già stato coinvolto in un workshop Kaizen agli inizi degli anni 2000. Un progetto DESMO può risultare un'esperienza sfidante a livello di risorse e di tempo per i fornitori, soprattutto nei periodi di alta stagione del settore moto, ossia tra marzo e luglio. La conoscenza delle dinamiche e degli scopi dei progetti DESMO da parte di VNI e il fatto di essere un supplier strutturato e competente nel settore, hanno convinto il management Ducati a intraprendere ugualmente tale progetto DESMO, con inizio ad aprile 2023.

3.2. Fase preparatoria al workshop

3.2.1. Composizione del team Ducati

In seguito alla scelta del fornitore e alla conferma da parte di VNI di poter partecipare al progetto DESMO, Ducati ha quindi formato il proprio team di lavoro. La leadership del team è stata affidata al Supplier Development Engineer, nella figura di Silvano Fini (co-relatore aziendale di questo progetto di tesi). Come membri permanenti del team, hanno partecipato anche un buyer del Direct Material Purchasing (il quale gestisce il business tra Ducati e VNI) e il sottoscritto, come rappresentante dell'ufficio After Sales Purchasing e con il compito specifico di realizzare mappature VSM, Spaghetti Chart e l'elaborazione dei dati raccolti.

Secondo le linee guida del management Ducati, solo il Team Leader si sarebbe dedicato full time al progetto DESMO. Il buyer After Sales avrebbe dedicato invece il 50% del tempo al progetto DESMO e il rimanente al business After Sales, mentre il buyer Direct Purchasing sarebbe intervenuto ogniqualvolta gli altri due membri del team Ducati necessitassero di dati e informazioni riguardanti il business di VNI.

Tale scelta è stata dettata dalla necessità di non interrompere completamente lo svolgimento delle attività quotidiane degli uffici Direct Material Purchasing e After Sales.

Come membri a chiamata, sono stati selezionati due consulenti esterni già impegnati su diversi progetti interni Ducati e personale Ducati facente parte delle funzioni logistica, qualità e industrializzazione.

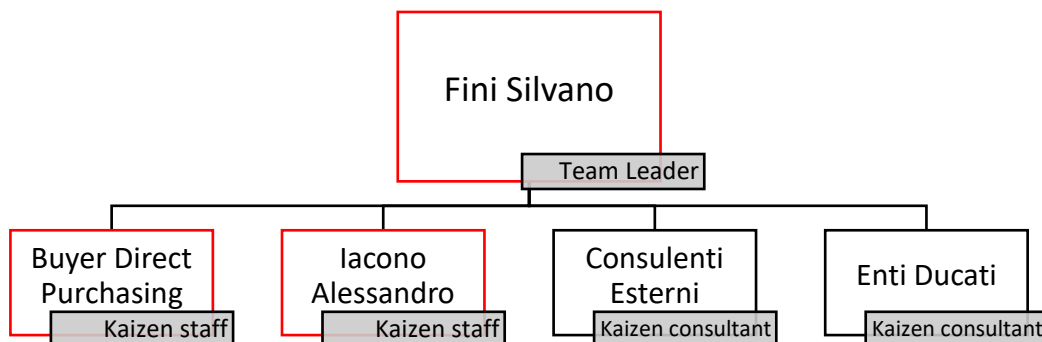


Figura 3.2 Team Ducati per il progetto DESMO con VNI

3.2.2. Strumenti utilizzati

Per la raccolta e analisi dei dati utili, il team Ducati ha selezionato 4 diversi strumenti:

1. SAP

SAP è l'ERP utilizzato da tutti gli enti Ducati e rappresenta quindi lo strumento base per l'estrapolazione di dati inerenti alla gestione dei flussi fisici e informativi interni ed esterni a Ducati

2. Excel

Excel è stato utilizzato per l'elaborazione dei dati raccolti durante il workshop e per la creazione delle Spaghetti Chart, attraverso la realizzazione di matrici PR (Product Routing)

3. MIRO

Miro è un piattaforma collaborativa online gratuita, dove ogni membro di un team può lavorare creando grafici, strategie e progetti partendo da un vasto

portafoglio di template offerti dall'applicazione. [20]

Il software è stato utilizzato principalmente per la realizzazione delle VSM, strumento Lean fondamentale per lo svolgimento dei workshop Kaizen.

La scelta di MIRO è stata dettata dalla sua intuitività e dalla possibilità di lavorare in maniera collaborativa a livello di team.

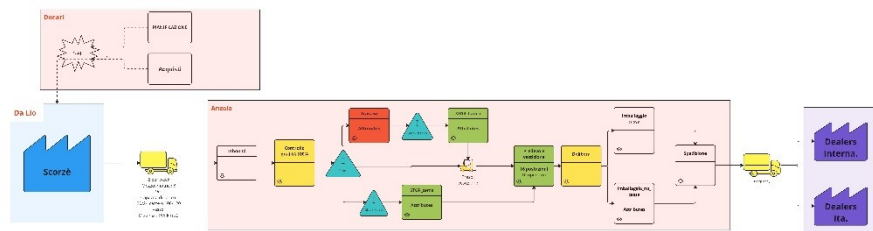


Figura 3.3 Esempio di VSM utilizzata durante il progetto DESMO

La simbologia adottata per la realizzazione delle VSM è riportata in figura 3.4:



Figura 3.4 Simbologia VSM utilizzata [20]

Per differenziare la natura dei processi rappresentati nella VSM, sono stati utilizzati diversi colori: il rosso per i muda eliminabili, il giallo per i muda riducibili, il verde per le attività a valore aggiunto e il blu per gli stock/wip.



Figura 3.5 Colori utilizzati per differenziare la tipologia di attività all'interno del DESMO

4. Gephi

Gephi è un software gratuito per la creazione, visualizzazione e analisi dati sotto forma di grafici, mappe e networks composti da grafi e nodi. [21]

Nell'ambito del workshop, il software è stato utilizzato per la creazione di Spaghetti Chart digitali, le quali permettono la visualizzazione e l'analisi delle movimentazione (rappresentate dagli archi) e dei processi (rappresentati dai nodi) all'interno dei layout produttivi in maniera rapida ed efficace.

Il processo per la realizzazione di una spaghetti chart comporta diversi passaggi:

a. Matrice Excel PR

La matrice PR deve essere composta da tante righe quanti sono i prodotti analizzati e da tante colonne quante sono le fasi di processo a cui i prodotti sono sottoposti. Le colonne devono essere disposte con la stessa sequenza del processo di produzione. Se un prodotto della riga B esegue il processo della colonna 3, allora la cella B3 dovrà essere riempita con il valore 1. In figura 3.6 si riporta un esempio di matrice PR creata nell'ambito del progetto

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
1	Codice	Ricevimento BP	Scarico BP	trasp. H52	scarico H52	prep. Syncro H52	prelievo H52	Trasporto zona STGR	Creazione STGR	trasp. in linea MTS	scarico Linea MTS	prelievo linea MTS	assemblaggio in linea MTS	trasp. in linea Pan/SF	scarico Linea Pan/SF	prelievo linea Pan/SF	assemblaggio in linea Pan/SF	trasp. in linea MS/SS/DV/DX	scarico Linea MS/SS/DV/DX	prelievo linea MS/SS/DV/DX	assemblaggio in linea MS/SS/DV/DX	trasp in BS02 da Linea	controllo	spedizione	
2	58613111BB	1	1	1	1	1	1																		
3	460PM981AA	1	1	1	1	1	1																		
4	460PM981AB	1	1	1	1	1	1																		
5	480PC252AA	1	1	1	1	1	1																		
6	480PC252AB	1	1	1	1	1	1																		
7	480PC252AC	1	1	1	1	1	1																		
8	480PC252AD	1	1	1	1	1	1																		
9	480PC262AA	1	1	1	1	1	1																		
10	480PC262AB	1	1	1	1	1	1																		
11	480PC262AC	1	1	1	1	1	1																		
12	480PC262AD	1	1	1	1	1	1																		

Figura 3.6 Esempio di matrice PR

b. Tabella Excel delle caratteristiche

Al fine di caratterizzare ogni step di processo che compone la Spaghetti Chart, è necessario creare una tabella Excel che codifichi le caratteristiche di ogni nodo.

Nella prima colonna “ID”, vengono riportati tutti processi presenti nella matrice. Nella seconda colonna “Label”, viene riportato il nome che si vuole visualizzare a schermo all’interno della rappresentazione di Gephi. Nell’ultima colonna “Color”, si attribuisce un valore numerico ad ogni attività a seconda delle sue caratteristiche. In questo modo, i nodi con lo stesso valore verranno rappresentati con lo stesso colore. All’interno del workshop, si è deciso di assegnare un determinato numero (e di conseguenza colore) ad ogni attività secondo lo schema riportato nella precedente figura 3.5. Si riporta a seguire un esempio di tabella delle caratteristiche.

	A	B	C
1	ID	Label	Color
2	Ricevimento	Ricevimento	0
3	pick_to_light H47	pick_to_light H47	1
4	vestizione_BS02	vestizione_BS02	2
5	prep_Syncro_H52	prep_Syncro_H52	1
6	sequenz_H71	sequenz_H71	1
7	Creazione_STGR	Creazione_STGR	2
8	ass_linea_MTS	ass_linea_MTS	2
9	ass_linea_Pan/SF	ass_linea_Pan/SF	2
10	ass_linea_MS/SS/DV/DX	ass_linea_MS/SS/DV/DX	2
11	stock	stock	3
12	controllo	controllo	4
13	spedizione	spedizione	0
14			
15			

Figura 3.7 Esempio di tabella delle caratteristiche dei nodi

c. Tabella Excel UnPivot

Attraverso l’utilizzo di una Query Excel, è necessario generare una tabella UnPivot partendo dalla matrice PR. La matrice UnPivot permette di eseguire la funzione inversa della matrice Pivot, ossia di disaggregare i dati contenuti in una certa fonte dati. In particolare, attraverso la matrice

UnPivot è possibile ottenere una tabella sulla quale ogni riga rappresenta, in ordine cronologico, ogni step di processo subito da ogni prodotto.

Nel dettaglio: nella prima colonna è riportato il codice prodotto; nella seconda colonna è riportato il processo eseguito sul prodotto considerato; nella terza colonna sono riportati un valore “0” o “x”. Se il valore riportato è “0”, allora esiste un ulteriore step di processo e nella riga successiva verrà riportato nuovamente lo stesso codice prodotto. Se il valore riportato è “x” allora il processo del prodotto è completo e nella riga successiva verrà riportato un nuovo codice prodotto.

	A	B	D
1	Codice	Attributo	Attributo2
2	586P3111BA	Ricevimento	0
3	586P3111BA	prep_Syncro_H52	0
4	586P3111BA	ass_linea_MTS	0
5	586P3111BA	stock	0
6	586P3111BA	controllo	0
7	586P3111BA	spedizione	x
8	586P3111BB	Ricevimento	0
9	586P3111BB	prep_Syncro_H52	0
10	586P3111BB	ass_linea_MTS	0
11	586P3111BB	stock	0
12	586P3111BB	controllo	0
13	586P3111BB	spedizione	x
14	586P3113AA	Ricevimento	0
15	586P3113AA	prep_Syncro_H52	0
16	586P3113AA	ass_linea_MTS	0
17	586P3113AA	stock	0
18	586P3113AA	controllo	0
19	586P3113AA	spedizione	x

Figura 3.8 Esempio di matrice UnPivot

d. Tabella Excel degli archi

Attraverso l'utilizzo di una macro fornita dai consulenti esterni Ducati e utilizzando come input la matrice UnPivot, è possibile ottenere automaticamente una tabella delle precedenze di processo, le quali costituiranno gli archi del diagramma spaghetti.

Nel dettaglio: sulla prima colonna, è riportato lo step di processo sorgente dell'arco; nella seconda colonna, è riportato lo step di processo immediatamente successivo a quello riportato nella prima colonna, e quindi la destinazione dell'arco; nella terza colonna è riportato il codice prodotto analizzato. In questo modo, si forma una tabella con tante righe quanti sono gli archi che collegano i nodi (ossia gli step di processo) attraversati da ogni singolo prodotto, nella stessa sequenza di processo.

	A	B	C
1	Source	Target	Codice
2	Ricevimento	pick_to_light H47	480PA921AA
3	pick_to_light H47	vestizione_BS02	480PA921AA
4	vestizione_BS02	controllo	480PA921AA
5	controllo	spedizione	480PA921AA
6	Ricevimento	pick_to_light H47	480PA921AC
7	pick_to_light H47	vestizione_BS02	480PA921AC
8	vestizione_BS02	controllo	480PA921AC
9	controllo	spedizione	480PA921AC
10	Ricevimento	pick_to_light H47	480PD001AA
11	pick_to_light H47	vestizione_BS02	480PD001AA
12	vestizione_BS02	controllo	480PD001AA
13	controllo	spedizione	480PD001AA
14	Ricevimento	pick_to_light H47	480PD001AC
15	pick_to_light H47	vestizione_BS02	480PD001AC
16	vestizione_BS02	controllo	480PD001AC
17	controllo	spedizione	480PD001AC
18	Ricevimento	pick_to_light H47	480PD011AA
19	pick_to_light H47	vestizione_BS02	480PD011AA
20	vestizione_BS02	controllo	480PD011AA
21	controllo	spedizione	480PD011AA

Figura 3.9 Esempio tabella Excel degli archi

e. Immissione dati input di Excel

All'interno del software Gephi, si immettono come dati di input le tabelle degli archi e dei nodi precedentemente create. Regolando alcuni parametri di sistema, il software elabora quindi una possibile rappresentazione grafica della spaghetti chart, come illustrato in figura 3,10



Figura 3.10 Esempio di Spaghetti Chart generata con Gephi

f. Adattamento del grafo al layout di impianto

A questo punto è possibile modificare la posizione, il colore e le dimensioni dei singoli nodi al fine di rappresentare in maniera più dettagliata possibile la spaghetti chart. Aggiungendo inoltre il layout di impianto, si ottiene infine una rappresentazione come in figura 3.11

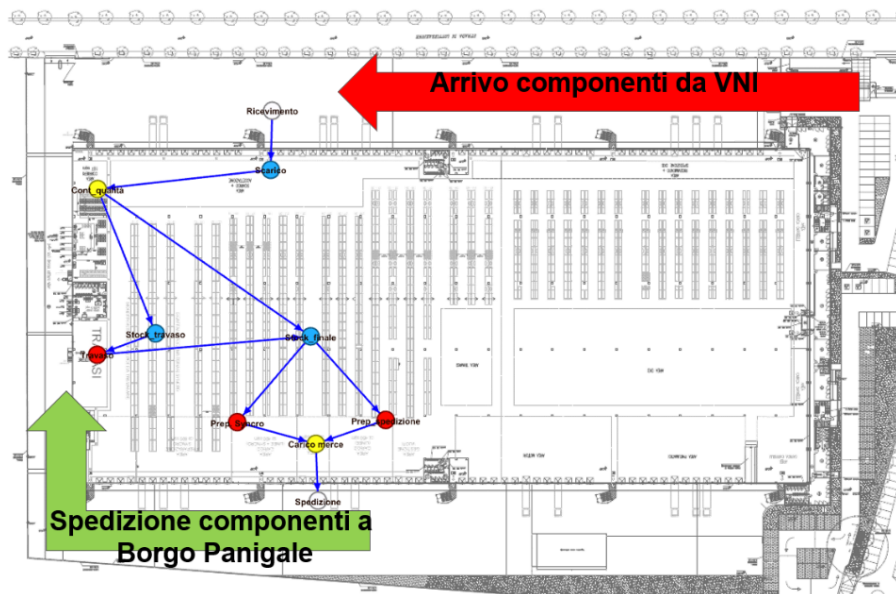


Figura 3.11 Esempio di Spaghetti Chart completa

3.2.3. Selezione del perimetro e mappatura dell'AS IS in Ducati

Come prima fase del workshop, il Team Ducati ha analizzato la struttura del business di VNI, cercando di individuare le famiglie di prodotto esistenti e le più impattanti a livello di fatturato annui. Inoltre, è stata eseguita una completa mappatura del flusso materiale e informativo nel perimetro Ducati.

Dall'analisi dei dati estratti da SAP, sono state individuate 3 macro-famiglie di prodotto fornite da VNI e i rispettivi fatturati annui.

La famiglia più rilevante è risultata quella delle plastiche verniciate, la quale comprende tutti i componenti moto che costituiscono la carenatura, i parafanghi, la sella moto etc. VMI si occupa dell'intero processo di produzione di tali componenti, che si articola in stampaggio, verniciatura e rifinitura estetica.

La seconda macro-famiglia riguarda i serbatoi moto, sui quali VNI esegue il processo di verniciatura, rifinitura e controllo di tenuta.

La famiglia meno rilevante è quella dei componenti verniciati in carbonio. Tali componenti non vengono prodotti da VMI, ma solamente verniciati e rifiniti esteticamente. I volumi di tali componenti sono particolarmente bassi in quanto vengono impiegati solo su moto premium o progetti speciali. Esistono inoltre altri fornitori Ducati specializzati nella verniciatura di questa tipologia di componenti.

In figura 3.12 e 3.13 vengono riportati i volumi e i fatturati delle macro-famiglie di prodotto.

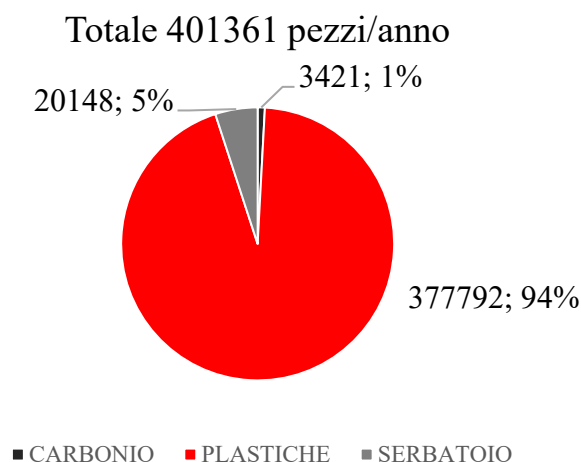


Figura 3.12 Volumi 2023 per famiglia di prodotti forniti da VNI

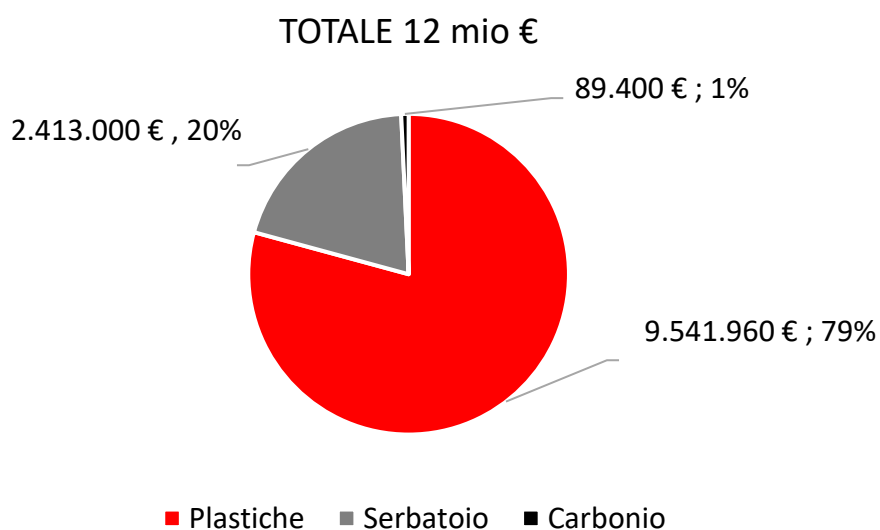


Figura 3.13 Fatturato 2023 per famiglia di prodotti forniti da VNI

Avendo individuato nelle **plastiche verniciate** la macro-famiglia più rilevante per il business di VNI, il team ha quindi analizzato la composizione della stessa secondo le famiglie moto Ducati, al fine di ridurre ulteriormente il perimetro del workshop. Prendendo in considerazione i 471 codici Ducati attualmente prodotti da VMI e dividendoli secondo la famiglia moto di appartenenza, si è ottenuta la distribuzione rappresentata in figura 3.14:

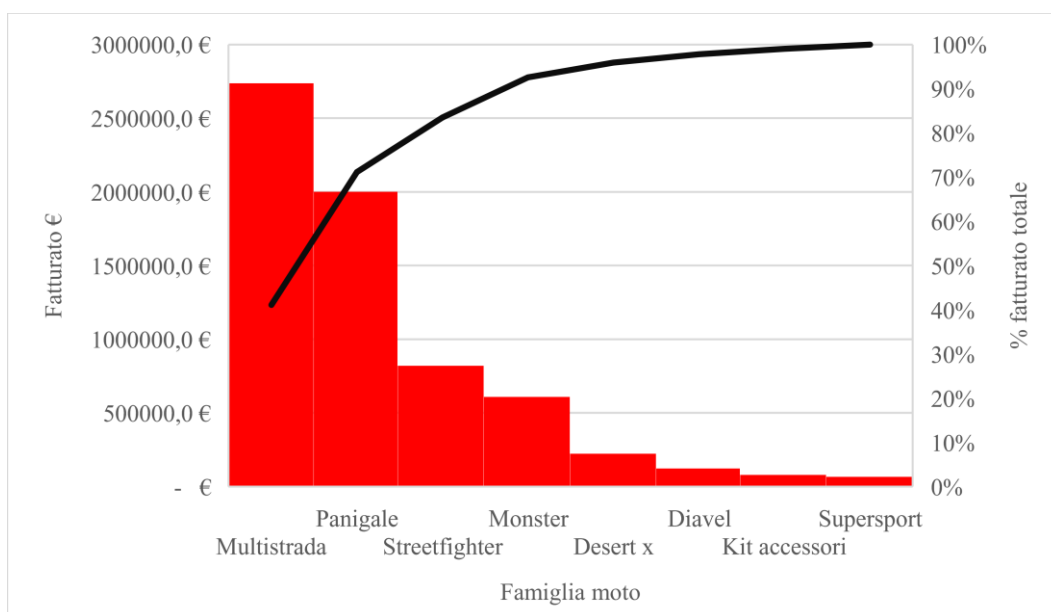


Figura 3.14 Distribuzione fatturato delle plastiche verniciate per famiglia moto

Risulta perciò evidente come i modelli Multistrada e Panigale siano di gran lunga le famiglie più rilevanti nel business di VMI, rappresentando rispettivamente circa 3 e 2 milioni di € su un totale di 9,52 milioni di € di turnover annuale delle plastiche verniciate.

Il team Ducati ha quindi scelto come perimetro del workshop l'analisi e l'ottimizzazione dei processi inerenti alle **plastiche verniciate della famiglia Multistrada** per i seguenti motivi:

1. *Rilevanza del fatturato e dei volumi di vendita*

La famiglia Multistrada è da anni la top seller tra tutti i modelli moto Ducati. Il team DESMO Ducati ha quindi stimato che la ricerca di ottimizzazioni lungo la supply chain di questa famiglia di moto potesse generare importanti saving finanziari e migliorare la redditività del prodotto.

2. *Introduzione del modello ATO per la famiglia Multistrada*

Il modello ATO Ducati coinvolgerà inizialmente solamente la fascia premium della famiglia Multistrada. In quest'ottica, incentrare il workshop DESMO su tale categoria di prodotti risulta una scelta strategica per comprendere appieno l'AS IS di produzione e gestione dei prodotti con modalità ATS e definire un TO BE coerente con le nuove logiche ATO.

Il perimetro d'azione è stato perciò limitato all'analisi di 44 codici prodotto, i quali sono stati raggruppati nelle seguenti famiglie:

1. *Parafanghi*
2. *Assieme cover serbatoio – Pezzo unico*
3. *Assieme cover serbatoio – Pezzo dx e sx*
4. *Cupolino*
5. *Sottobecco*
6. *Assieme Convogliatore*
7. *Ali /assieme ali*

I modelli moto Multistrada considerati sono invece:

1. *Multistrada V2*
 - a. *V2 standard*

- b. V2S
 - c. V2S Travel
2. *Multistrada V4*
- a. V4 standard
 - b. V4 S
 - c. Pikes Peak
 - d. Rally

Selezionato il perimetro d'azione, il team Ducati ha quindi iniziato il processo di mappatura dell'AS IS dei flussi dei componenti all'interno dei propri stabilimenti. La mappatura è stata eseguita attraverso l'osservazione e la raccolta diretta dei dati, coinvolgendo direttamente il personale impiegato nelle varie aree di lavoro. In particolare, è stata effettuata la mappatura di 3 plant produttivi, come illustrato nella VSM semplificata della figura 3.15.

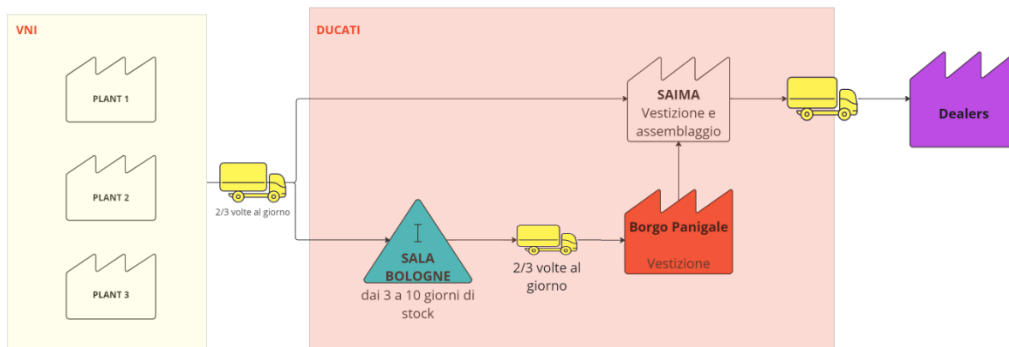


Figura 3.15 VSM semplificata del flusso delle plastiche verniciate Multistrada

Una volta completata la produzione presso i plant di VNI, i componenti vengono spediti 2/3 volte al giorno verso 2 possibili destinazioni di proprietà Ducati:

1. *Plant SAIMA*

Si tratta di un plant storico di Ducati, dove vengono attualmente svolte le operazioni di vestizione (ossia assemblaggio dei componenti della carenatura sulla moto) di alcune famiglie Ducati e la spedizione delle moto complete verso i dealers.

Le operazioni di vestizione in questo plant verranno gradualmente trasferite nel plant principale di Borgo Panigale. Conseguentemente, l'analisi dei flussi all'interno di tale plant è stata solamente abbozzata, in quanto non vi era alcun

interesse ad ottimizzare i processi di un plant in phase out.

2. Magazzino di SALA BOLOGNESE

La maggior parte dei componenti verniciati viene consegnato a Sala Bolognese, ossia il principale magazzino logistico di Ducati, situato a circa 10 km dal plant produttivo di Borgo Panigale. Al suo interno, vengono svolte attività di movimentazione e controllo qualità (in giallo) e stock dei componenti (in blu), ma nessuna attività a valore aggiunto, come rappresentato nella seguente figura.

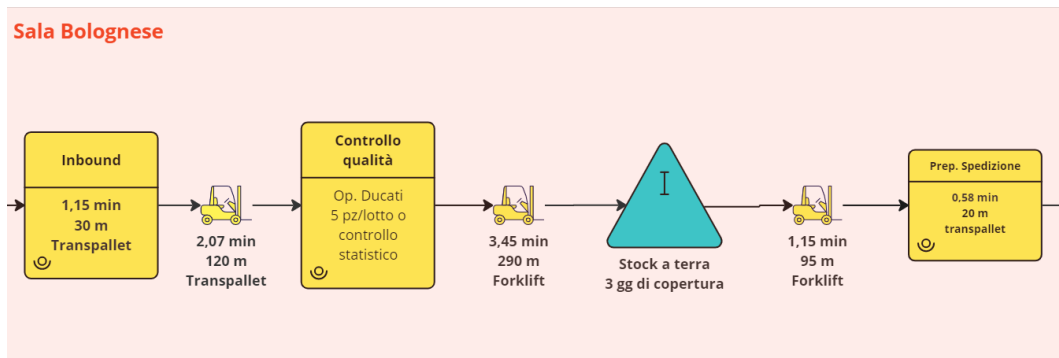


Figura 3.16 VSM di Sala Bolognese

Dall'analisi della spaghetti chart, il flusso fisico dei materiali è risultato razionale, come è possibile vedere in figura 3.17.

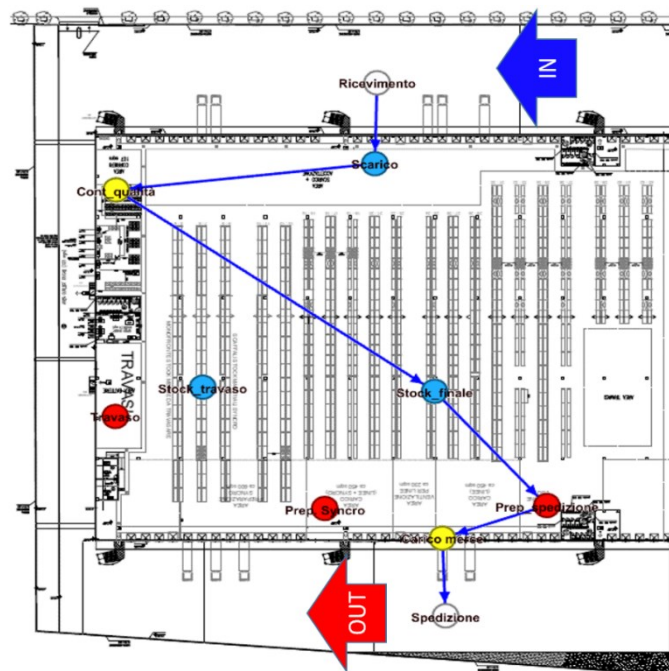


Figura 3.17 Spaghetti Chart di Sala Bolognese

Per i componenti verniciati in esame, il ruolo del magazzino di Sala Bolognese è quello di creare un punto di disaccoppiamento tra il fornitore VNI e Ducati. Tale necessità nasce dall'attuale impossibilità di Ducati di determinare a priori la sequenza di vestizione delle proprio moto in uscita dalla linea di assemblaggio a causa dell'eccessiva difettosità delle moto rilevata nel controllo pre-vestizione. Il magazzino di Sala Bolognese permette quindi a Ducati di stoccare una quantità di componenti (da 3 a 10 giorni di copertura) sufficienti a coprire il fabbisogno scarsamente prevedibile della linea di vestizione senza sovraccaricare le limitate zone di stock presenti nel plant di Borgo Panigale.

3. *Plant BORGOPANIGALE*

Si tratta del principale e storico plant produttivo di Ducati, dove vengono assemblate e, in un prossimo futuro, vestite tutte le moto della famiglia Ducati. Si riporta a seguire la VSM dell'impianto di Borgo Panigale, inerente alle plastiche verniciate del modello Multistrada in arrivo dal magazzino di Sala Bolognese.

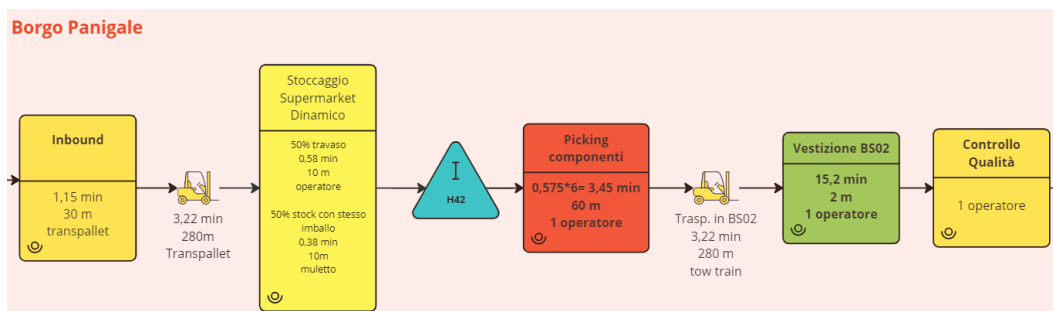


Figura 3.18 VSM del plant di Borgo Panigale

Una volta eseguite le operazioni di inbound, i componenti vengono trasportati nel magazzino dinamico H42 e stoccate. Il magazzino deve garantire circa 3 giorni di copertura. Una volta confermata la sequenza di vestizione, un operatore esegue l'operazione di picking dei pezzi dai relativi imballi. Si noti che al momento esistono varie tipologie di imballi e che non è presente nessun kit di vestizione moto; perciò, l'operatore deve eseguire il picking di svariati componenti e depositarli su un carrello specifico per la vestizione, riportato nella seguente figura:

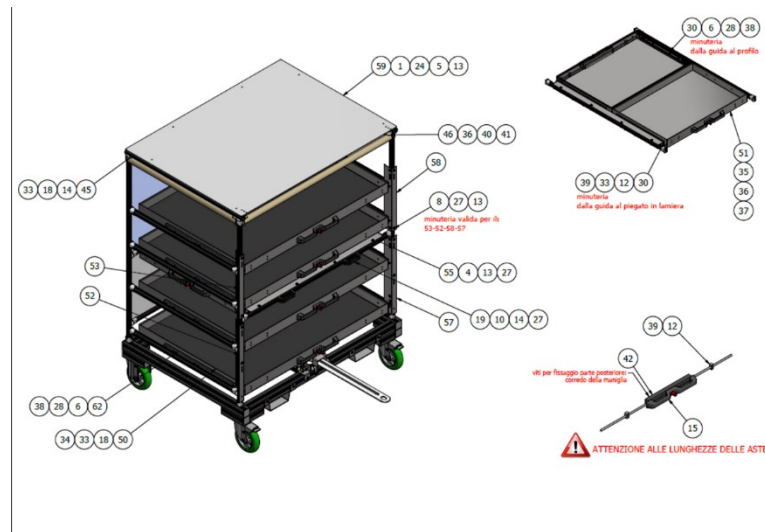


Figura 3.19 Carrello per trasporto dei componenti di vestizione

Una volta completo, il carrello viene trasportato nella zona di vestizione BS02 mediante un tow train. Il carrello viene quindi depositato presso la postazione fissa di vestizione, dove un operatore esegue le operazioni di vestizione sulla moto. L'operazione di vestizione è l'unica operazione a valore aggiunto presente nel flusso Ducati per quanto riguarda i componenti analizzati.

Una volta completata l'operazione di vestizione, viene eseguito un controllo qualità e infine le moto deliberate vengono trasportata al plant di SAIMA dove verranno spedite verso i dealers.

In figura 3.20 si riporta la Spaghetti Chart del plant di Borgo Panigale.

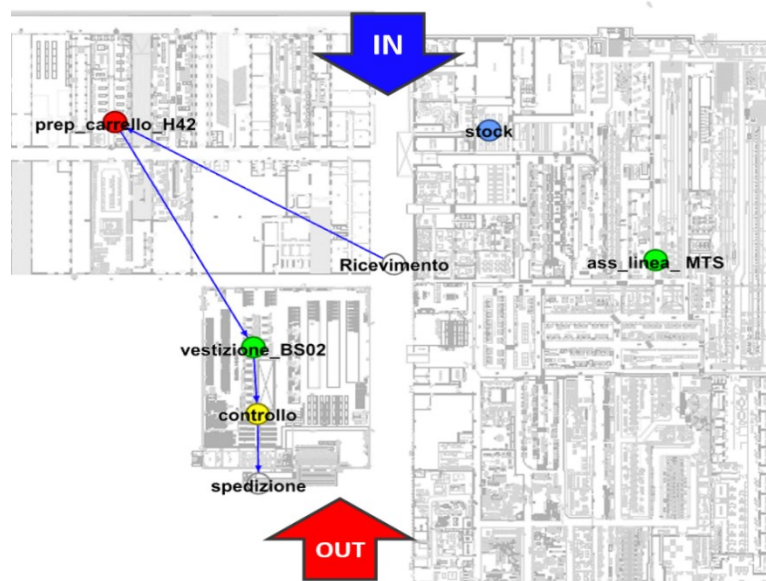


Figura 3.20 Spaghetti Chart del plant Borgo Panigale

Il flusso ottenuto è risultato sufficientemente razionale da una prima analisi preliminare.

Come si può evidenziare dai colori utilizzati nella VSM e nella Spaghetti Chart, l'operazione di picking dei singoli pezzi è stata classificata come muda eliminabile, in quanto si tratta di un'operazione che non apporta nessun valore aggiunto e comporta potenzialmente il danneggiamento dei delicati componenti durante la fase di manipolazione.

Una volta completata la prima mappatura interna dei flussi, il team si è quindi potuto focalizzare sulla preparazione del primo meeting con il fornitore, secondo quanto riportato nel paragrafo 3.3.

3.3. Kick off meeting

3.3.1. Condivisione degli obiettivi e primi feedback

Il meeting di kick off si è svolto presso l'head quarter del fornitore, e sono stati stabiliti i seguenti punti:

Tabella 3.1 Punti chiave del workshop tra Ducati e VNI

OBBIETTIVI <ul style="list-style-type: none">• Ottimizzazione dei processi tra Ducati e VNI• Progettazione flusso ATO per la famiglia Multistrada	DURATA e FREQUENZA <ul style="list-style-type: none">• 12 settimane• 1 meeting a settimana presso la sede del fornitore• Meeting online di allineamento
TEAM VNI <ul style="list-style-type: none">• CEO• Responsabile delle operations• 2 Referenti Ufficio Comm.• Enti aziendali	PERIMETRO <ul style="list-style-type: none">• Plastiche Verniciate• Progetto ATO• Analisi Vendor Rating Ducati
STRUMENTI <ul style="list-style-type: none">• VSM• Spaghetti Chart• Analisi dei Tempi	SAVING <ul style="list-style-type: none">• 1/2 Fornitore• 1/2 Ducati

Si riportano poi alcune informazioni chiave condivise durante il primo meeting:

- *Know How progresso di VNI riguardo il modello ATO*

VNI ha sviluppato con alcuni suoi clienti nell'ambito automotive approcci tipici del modello ATO, come il sequenziamento dei componenti e la creazione di kit per l'assemblaggio in linea.

Per queste motivazioni, entrambi i team hanno concordato sulla possibilità di sviluppare un kit di assemblaggio per il trasporto dei componenti plastici del modello Multistrada, al fine di generare un modello di part feeding più coerente con modello ATO [11]

- *Produzione con modello MTS*

VNI adotta un modello Make To Stock, basato sulle previsioni fornite da Ducati e caratterizzato dalla produzione di medi-grandi lotti. Alla luce dell'inizio del progetto ATO, entrambi i team hanno concordato che una revisione degli attuali parametri di produzione fosse necessaria al fine ottimizzare le nuove logiche produttive, caratterizzate da un maggior numero di set up dei macchinari per produrre tutte le varianti colore previste.

Inoltre, nell'ottica di adottare un approccio collaborativo e Bottom Up, sono stati aggiunti alcuni obiettivi a corredo del workshop su suggerimento del team di VNI, ossia:

- *Definizione di una Returnable Packaging Instruction*

VNI ha evidenziato come da tempo esistessero problematiche legate alle condizioni di restituzione degli imballi presso i loro plant. In particolare, gli imballi vuoti riconsegnati da Ducati spesso contenevano sporcizia e rifiuti mentre alcuni componenti degli imballi (ripiani divisorii, perimetrali ecc.) a volte erano assenti. Il team Ducati si è quindi impegnato a definire delle istruzioni di restituzione degli imballi ad uso interno, al fine di migliorare le condizioni di restituzione e ridurre i costi del fornitore legati alla pulizia degli imballi stessi e al riassortimenti dei componenti mancanti.

- *Meeting di Lesson Learned*

VNI ha sottolineato la necessità di essere coinvolto maggiormente nelle prime fasi dei progetti Ducati al fine di adattare i processi sulla base del proprio

know-how e impianti. Data questa necessità, è stato deciso di organizzare dei meeting di “Lesson Learned”, durante le quali VNI e Ducati potranno esporre tutte le problematiche sorte durante i progetti svolti in passato.

3.3.2. Mappatura del AS IS in VNI

Contestualmente al primo meeting, i due team hanno svolto un primo sopralluogo dell’impianto produttivo di VNI in cui vengono prodotti tutti i componenti verniciati del modello Multistrada.

A seconda del tipo di componente analizzato, il processo produttivo può includere dalle 13 alle 19 fasi, la maggior parte della quali risulta a valore aggiunto.

Nel dettaglio, il processo produttivo prevede:

1) *Prelievo delle materie prime dal magazzino*

2) *Stampaggio dei componenti plastici*

VNI dispone di quattro presse di diverse dimensioni, le quali vengono impiegate per la realizzazione di componenti dal peso e dalle dimensioni differenti

3) *Revisione del grezzo a bordo linea*

I grezzi in uscita dalle presse vengono controllati e, eventualmente, viene eseguita un’operazione di sbavatura da un operatore a bordo macchina

4) *Stock dei grezzi*

I grezzi vengono stoccati nel magazzino dei semilavorati in attesa di essere processati nell’impianto di verniciatura

5) *Mascheratura*

Se un componente deve essere verniciato con 2 o più colori differenti, è necessaria l’operazione di mascheratura. Il componente deve infatti essere ricoperto da un film protettivo ad eccezione delle zone che si vogliono verniciare. La mascheratura viene eseguita da un operatore in una postazione fissa. L’operazione di mascheratura può essere eseguita fino a quattro volte.

6) *Verniciatura*

Il componente attraversa un tunnel di verniciatura, dove viene verniciato da robot antropomorfi e subisce un processo di cottura. Il numero di componenti verniciati ad ogni singolo passaggio nel tunnel dipende dalla grandezza dei componenti stessi: i più piccoli vengono verniciati a gruppi, mentre i pezzi più ingombranti vengono verniciati singolarmente. L’operazione di verniciatura

può richiedere fino a quattro passaggi, uno per ogni colore da applicare sul componente.

7) *Smascheratura*

Una volta completati tutti i passaggi di verniciatura, il film protettivo viene rimosso dal componente da un operatore

8) *Applicazione decalcomania sotto trasparente*

Su alcuni componenti delle moto premium viene applicata una decalcomania prima dell'*applicazione del trasparente*, al fine di proteggere la decalcomania dall'usura. L'operazione viene eseguita manualmente da un operatore altamente specializzato su un banco da lavoro.

9) *Applicazione trasparente*

Il componente ritorna ora nel tunnel di verniciatura, dove viene applicato uno strato di vernice trasparente protettiva.

10) *Controllo e lucidatura*

Il componente viene controllato e poi lucidato, in maniera che sia conforme agli standard qualitativi stabiliti

11) *Applicazione decalcomania sopra trasparente*

Su parte dei componenti plastici viene applicata una decalcomania dopo l'*applicazione del trasparente*. L'operazione viene eseguita manualmente da un operatore altamente specializzato su un banco da lavoro.

12) *Assemblaggio o Vibrosaldatura*

A seconda del tipo di componente, VNI esegue un processo di assemblaggio manuale o una vibrosaldatura su una postazione fissa

13) *Stock dei materiali finiti*

I componenti pronti alla spedizione vengono imballati e depositati nel magazzino di VNI, in attesa di essere spediti a Ducati

Si riporta a seguire una VSM semplificata del processo produttivo di VNI

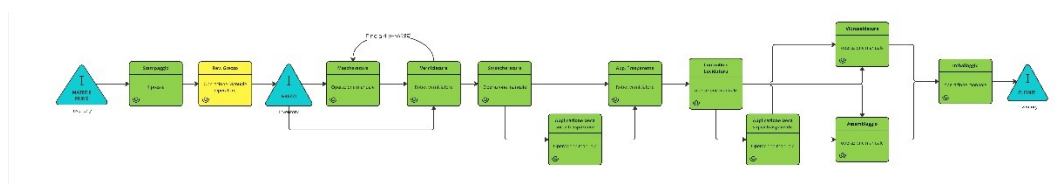


Figura 3.21 VSM del processo produttivo dei componenti plastici verniciati

Da una prima analisi della Spaghetti Chart, il flusso è risultato piuttosto complesso e di difficile lettura. Per i componenti dotati di più colori, il processo presenta ripetuti spostamenti dalla zona di mascheratura alla zona di verniciatura, generando un'elevata movimentazione del componente all'interno del plant in quanto i due reparti non sono adiacenti.

Si riporta a seguire la Spaghetti Chart, rappresentante tutte le famiglie di componenti montati sul modello Multistrada.

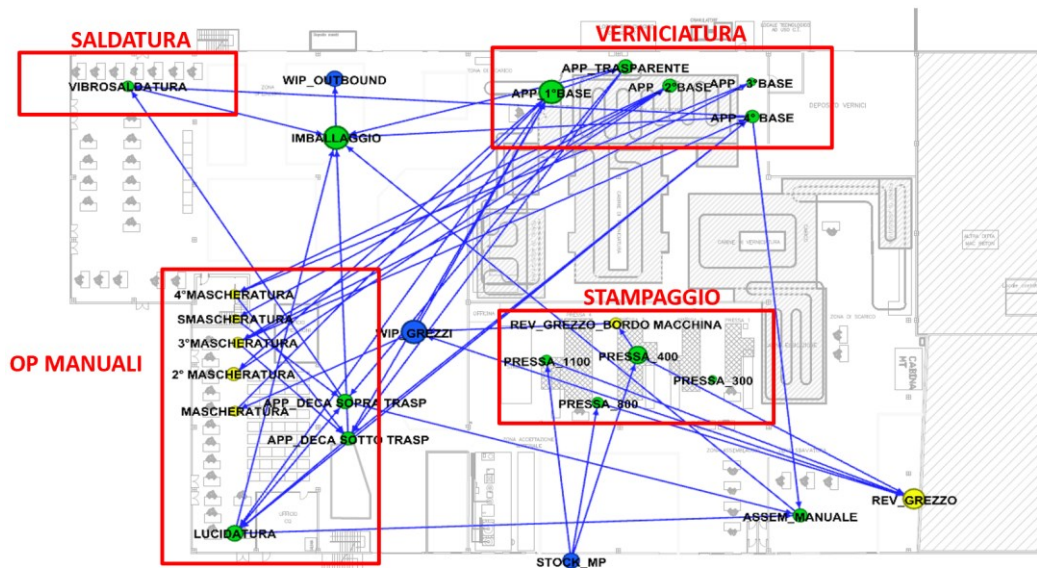


Figura 3.22 Spaghetti Chart dei componenti Multistrada nel plant di VNI

In figura 3.23, si riporta un sunto delle operazioni preliminari svolte.

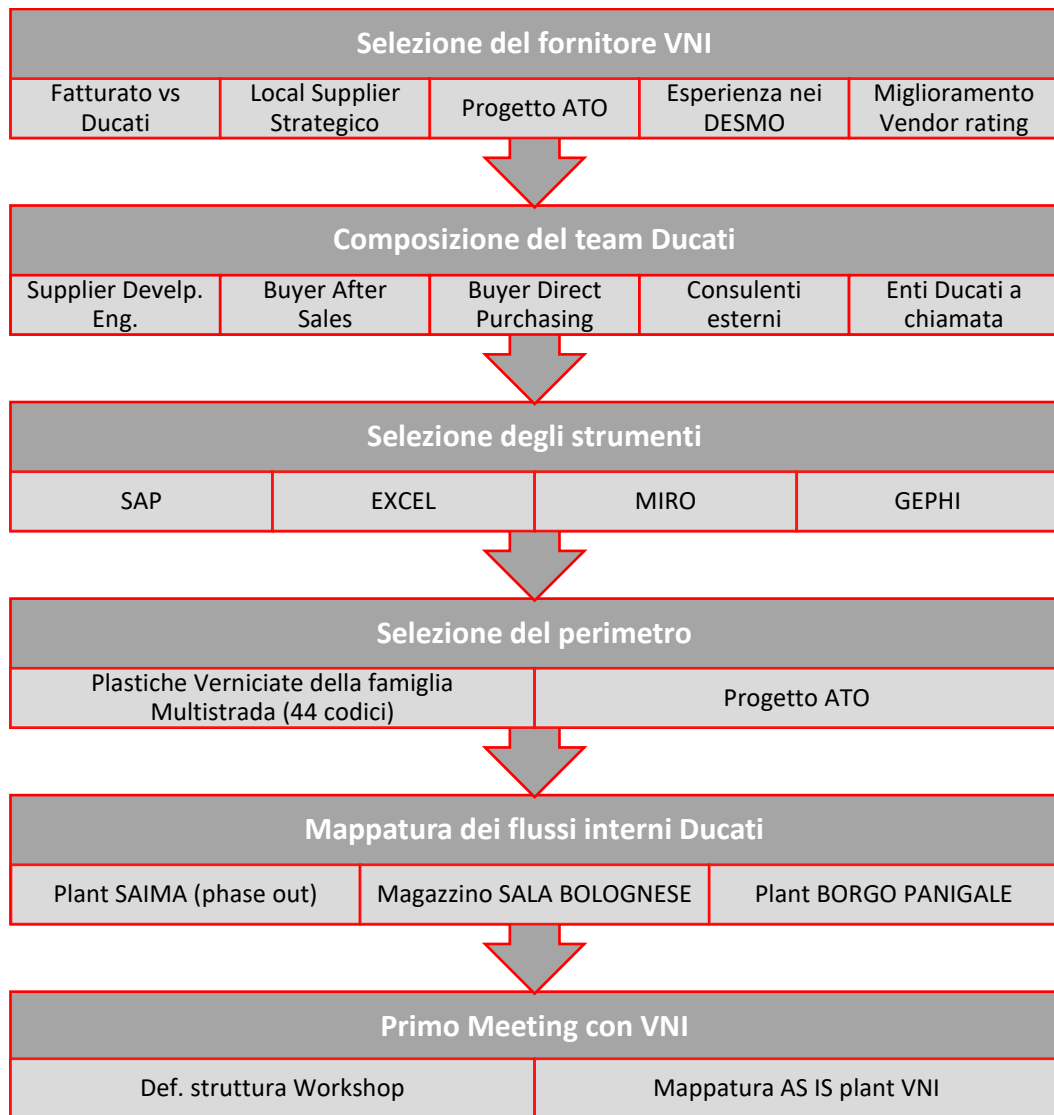


Figura 3.23 Riassunto delle operazioni preliminari del Workshop

4. Kit di vestizione: progettazione del flusso e KPI utilizzati

Nel capitolo quattro si illustra la principale azione di miglioramento intrapresa nel corso del workshop, ossia l'implementazione di un kit per il trasposto inbound e in-house dei componenti di assemblaggio. In particolare, si presentano gli obiettivi e i dati preliminari del progetto, la mappatura della gestione AS IS e TO BE degli imballi e, infine, la definizione dei KPI scelti per la valutazione delle configurazioni TO BE.

4.1. Obiettivi e dati preliminari

La progettazione del kit di vestizione per i modelli Ducati Multistrada ha coinvolto molteplici enti: in Ducati, sono stati coinvolti la Logistica inbound e in-house, l'Organizzazione Industriale, il reparto Qualità e il Sustainability Department; in VNI, la Logistica Outbound e le Operations; un fornitore terzo di Ducati e VNI, incaricato di progettare e produrre il Kit.

L'introduzione del kit, secondo la visione degli enti sopracitati, ha lo scopo di ottenere i seguenti miglioramenti:

1. Creazione di uno standard Ducati per la movimentazione dei componenti in ottica ATO e ATS
2. Riduzione del tempo ciclo delle operazioni di picking manuale e sequenziamento interne a Ducati
3. Ottenere una miglior saturazione dei trasporti da VNI a Ducati
4. Riduzione dello spazio necessario per lo stock dei componenti e del livello di stock complessivo in Ducati
5. Riduzione della percentuale di componenti NC (Non Conformi) annuali, a causa dei danneggiamenti generati durante il trasporto e la manipolazione dei componenti
6. Riduzione dell'impatto ambientale della supply chain Ducati in termini di CO₂ emessa e rifiuti plastici generati

I codici selezionati per il trasporto mediante il kit sono appartenenti a cinque famiglie di componenti prodotte da VNI. Tre di queste (Cover Serbatoio, Cupolino

e Parafango) riguardano i componenti che nel futuro modello ATO potranno essere personalizzate secondo le numerose varianti colore offerte. Le altre due famiglie di componenti (Convogliatore e Sottobecco) non avranno nessuna personalizzazione e risultano identiche per ogni modello modo.

In figura 4.1 si riporta il dettaglio dei componenti destinati al trasporto mediante l'impiego del kit.



Figura 4.1 Famiglie di prodotto contenute nel kit di vestizione. In verde i componenti disponibili in più varianti colore, in blu i componenti non personalizzabili

In particolare, i modelli di moto Multistrada V4 coinvolti nel perimetro di progetto sono:

- 1) Multistrada V4
- 2) Multistrada V4S
- 3) Multistrada V4 Rally
- 4) Multistrada V4 Pikes Peak
- 5) Nuovi modelli Multistrada in uscita nell'anno 2024

Il kit dovrà essere dotato delle seguenti caratteristiche:

- Ogni kit è dedicato al trasporto di componenti per una singola moto, secondo la personalizzazione scelta dal cliente
- Il kit dovrà avere dimensioni tali da poter essere inserito in uno dei vani del carrello di vestizione Ducati (vedasi figura 3.19)

- È necessaria la presenza di inserti e supporti al fine di garantire il trasporto dei componenti in sicurezza e minimizzare l'ingombro del kit stesso attraverso una disposizione razionale dei componenti al suo interno
- I kit dovranno essere impilabili, al fine di ottimizzare la saturazione dei trasporti e l'occupazione dello spazio a magazzino
- La scelta dei materiali dovrà essere tale da garantire robustezza all'imballo senza aumentare eccessivamente il peso, al fine di garantire un'ottima ergonomia e trasportabilità

Per eseguire una comparazione tra l'AS IS e il TO BE e determinare quindi la convenienza o meno dell'introduzione del kit, sono stati selezionati i seguenti KPI di confronto, valutati nel perimetro Ducati:


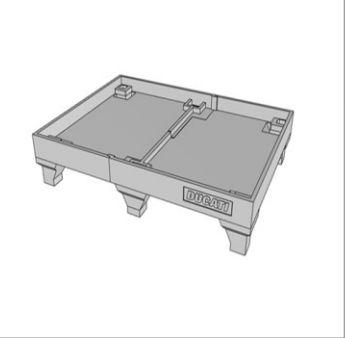

- Tempo ciclo totale di movimentazione dei componenti all'interno dei plant Ducati
- Tempo ciclo dell'attività di Picking in Ducati
- Saturazione e costo dei trasporti
- Spazio occupato dagli imballi a magazzino e livello di stock
- Costi legati al danneggiamento dei pezzi a causa delle modalità di trasporto e della manipolazione dei pezzi
- Impatto ambientale degli imballi in termini di rifiuti plastici generati e CO₂ emessa per il trasporto e lo smaltimenti dei rifiuti stessi

Verrà inoltre riportata anche un'analisi inerente all'introduzione di scorte di sicurezza dei componenti in analisi, stoccate in imballi tradizionali all'interno del magazzino di Sala Bolognese e nel plant di produzione Ducati. L'introduzione di scorte di sicurezza è necessaria al fine di prevedere la sostituzione rapida dei componenti che dovessero risultare danneggiati al momento dell'assemblaggio, senza dover prelevare tali componenti da altri kit.

4.2. Mappatura dell'AS IS

Dalla mappatura dell'AS IS, si è compreso che la movimentazione dei componenti è gestita attualmente mediante l'utilizzo di tre diverse tipologie di imballi, riportati nella seguente tabella:

Tabella 4.1 Imballi utilizzati nell' AS IS per il trasporto dei componenti

		
Cesta a rete <ul style="list-style-type: none">• <i>Dimensioni:</i> 1,45 x 1,1 x 1,1 m• <i>N° imballi impilabili:</i> 2 imballi• <i>Codici trasportati:</i><ul style="list-style-type: none">• Convogliatore: 45 pz• Parafanghi: 40 pz• Sacchetti in foam per protezione di ogni pezzo	Vassoio EPP <ul style="list-style-type: none">• <i>Dimensioni:</i> 1,36 x 0,27 x 1 m• <i>N° imballi impilabili:</i> 5 imballi• <i>Codici trasportati:</i><ul style="list-style-type: none">• Cupolino: 10 pz• Sottobecco: 10 pz• Sacchetti in foam per protezione di ogni pezzo	Cesta in HPPE <ul style="list-style-type: none">• <i>Dimensioni:</i> 1 x 0,76 x 1,2 m• <i>N° imballi impilabili:</i> 2 imballi• <i>Codici trasportati:</i><ul style="list-style-type: none">• Cover Serbatoio: 8 pz• Sacchetti in foam per protezione di ogni pezzo

Il flusso AS IS è così composto:

1. VNI

VNI, concluso il processo di produzione, imballa i componenti nei rispettivi contenitori. Ogni imballo contiene una sola tipologia codice, sia in termini di famiglia di prodotto che di variante colore. Ogni componente viene riposto all'interno di sacchetti protettivi in foam, al fine di evitare il danneggiamento dei pezzi a causa del contatto diretto tra i pezzi all'interno dell'imballo.

La spedizione viene eseguita mediante un bilico di 8-9 m e un'altezza di 2,60 m con un costo di 420€/viaggio di andate e ritorno.

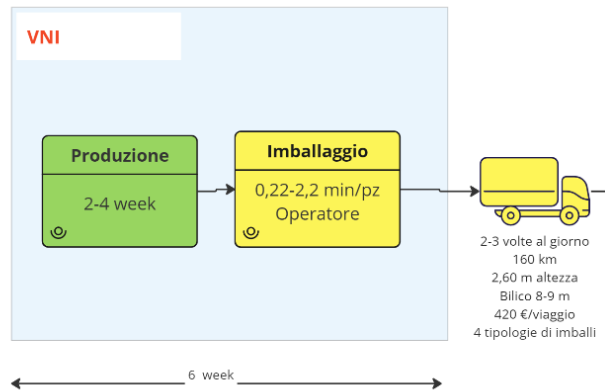


Figura 4.2 VSM del flusso presso VNI

2. Sala Bolognese

Gli imballi giungono al magazzino di Sala Bolognese, dove vengono scaricati, controllati, stoccati e poi spediti al plant di Borgo Panigale. In questa fase, gli imballi vengono movimentati impilati uno sull'altro al fine di minimizzare il numero di movimentazioni necessarie.

Per il trasporto dal magazzino al plant di produzione, Ducati impiega una motrice, dal costo di 420€/giorno, che compie 2-3 viaggi al giorno.

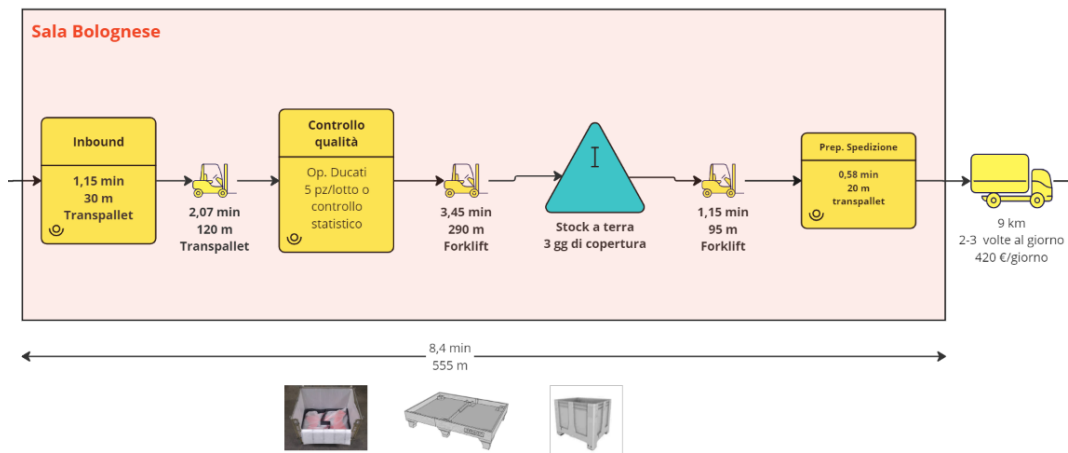


Figura 4.3 VSM delle operazioni cronometrate a Sala Bolognese

3. Borgo Panigale

Una volta giunti al plant, gli imballi vengono scaricati e trasportati nel magazzino H42. Per ragione di sicurezza, il trasporto in H42 non può essere eseguito con gli imballi impilati analogamente a quanto fatto al magazzino di

Sala Bolognese. In particolare, le ceste a rete e le ceste in HPPE devono essere trasportate singolarmente, mentre i vassoi in EPP possono essere trasportati 2 alla volta. Giunti nel magazzino dinamico H42, i componenti vengono stoccati a terra in un postazioni dedicate di dimensioni 1500x1100 mm, tali da contenere le 3 tipologie di imballi. Attualmente, sono presenti 20 zone di stock.

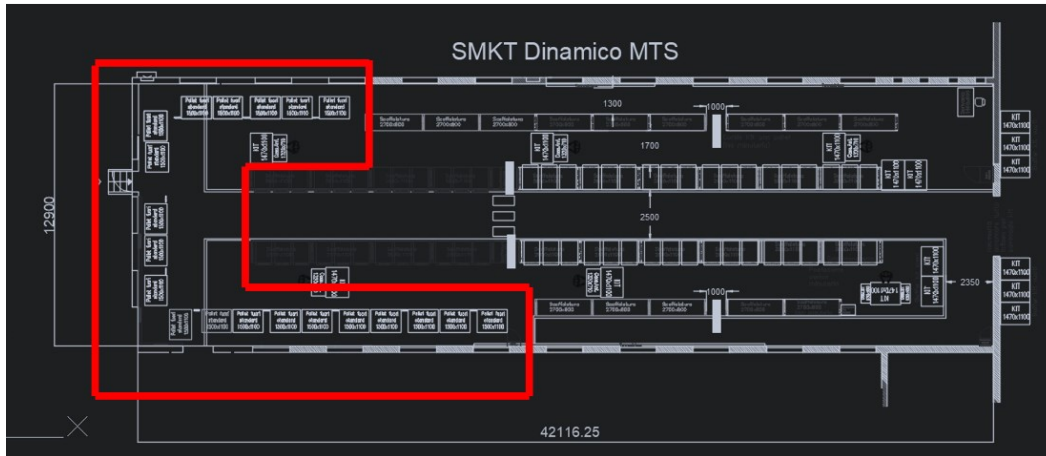


Figura 4.4 Planimetria del magazzino dinamico H42. In rosso l'area di stock dei 20 imballi 1500x1100 mm

La scelta di sviluppare un magazzino dinamico nasce dall'esigenza di Ducati di trovare un compromesso tra la mancanza di spazio per lo stoccaggio dei componenti di vestizione presso il plant di Borgo Panigale e l'impossibilità di congelare la sequenza di vestizione delle moto. Attraverso l'utilizzo del magazzino dinamico, Ducati è perciò in grado di monitorare il fabbisogno dei componenti fino a 3 giorni di anticipo, potendo perciò generare ordini di prelievo per i componenti necessari e di riconsegna dei componenti che non hanno domanda nell'arco temporale stabilito.

In seguito, viene eseguita l'operazione di picking secondo il metodo pick to light: l'operatore esegue il picking dei componenti con l'aiuto di segnali luminosi a scaffale che lo guidano nell'individuazione dell'ubicazione dei componenti necessari per comporre il carrello di vestizione.

Una volta giunti nella zona di vestizione, i componenti vengono assemblati sulla moto.

Si riporta a seguire la VSM del flusso di Borgo Panigale

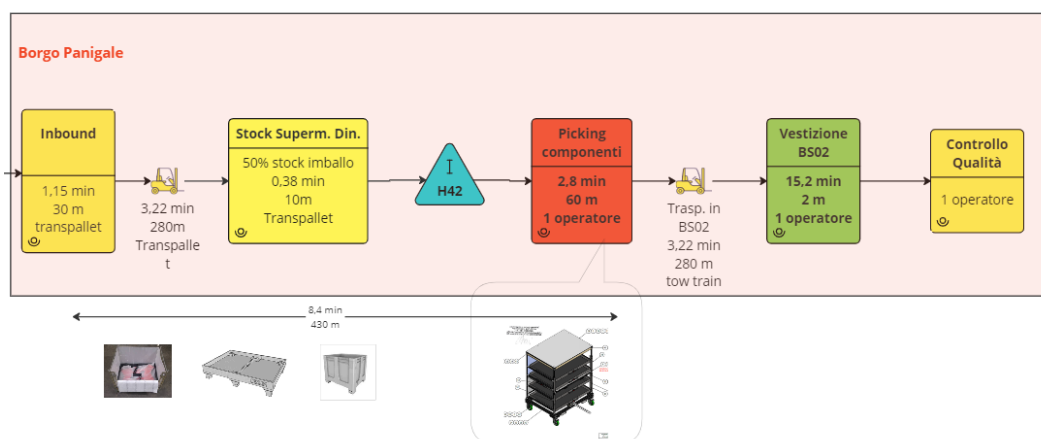


Figura 4.5 VSM del flusso AS IS di Borgo Panigale

Si riporta a seguire la mappatura completa dell'AS IS del flusso fisico da VNI al plant di Borgo Panigale:

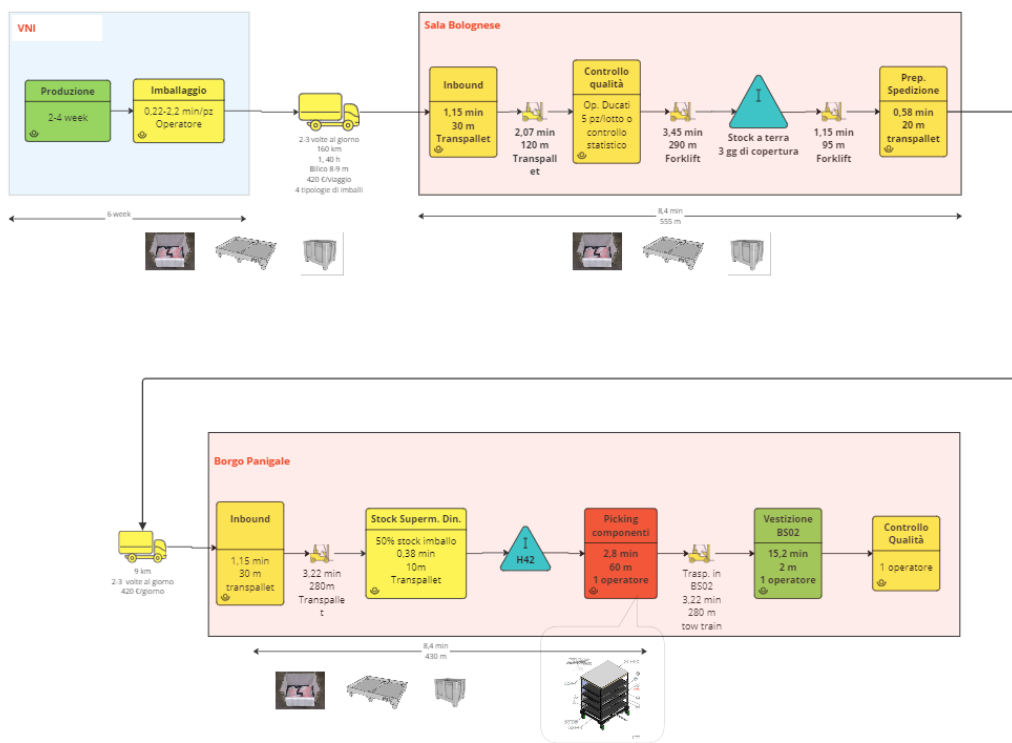


Figura 4.6 Mappatura completa dell'AS IS del flusso fisico degli imballaggi

4.3. Mappatura del TO BE

La progettazione tecnica del kit ha visto coinvolti gli enti Logistica di VNI, la logistica Inbound Ducati e un fornitore di imballaggi. La collaborazione di questi enti ha portato alla progettazione di un kit di dimensioni 1200x800x385 mm, dal peso di 6,5 kg da vuoto e circa 9 kg da carico, a seconda della tipologia di componenti trasportati. Il kit si compone di una cassa con cornice dotata di due maniglie disposte sui lati corti, da un fondo in espanso per l'alloggiamento di otto espansi che garantiscono il corretto posizionamento e bloccaggio dei componenti plastici all'interno del kit e infine da un coperchio in materiale cannettato. I componenti sono disposti senza alcuna sovrapposizione, al fine di permettere l'estrazione dei componenti senza una sequenza predefinita e agevolare le operazioni di controllo qualità e assemblaggio.

La disposizione dei componenti senza contatto diretto ha permesso l'eliminazione dei sacchetti in foam protettivi, presenti negli imballi AS IS.

Per quanto riguarda il trasporto, i kit sono stati progettati per essere movimentati su un europallet e impilabili fino a 6 livelli.

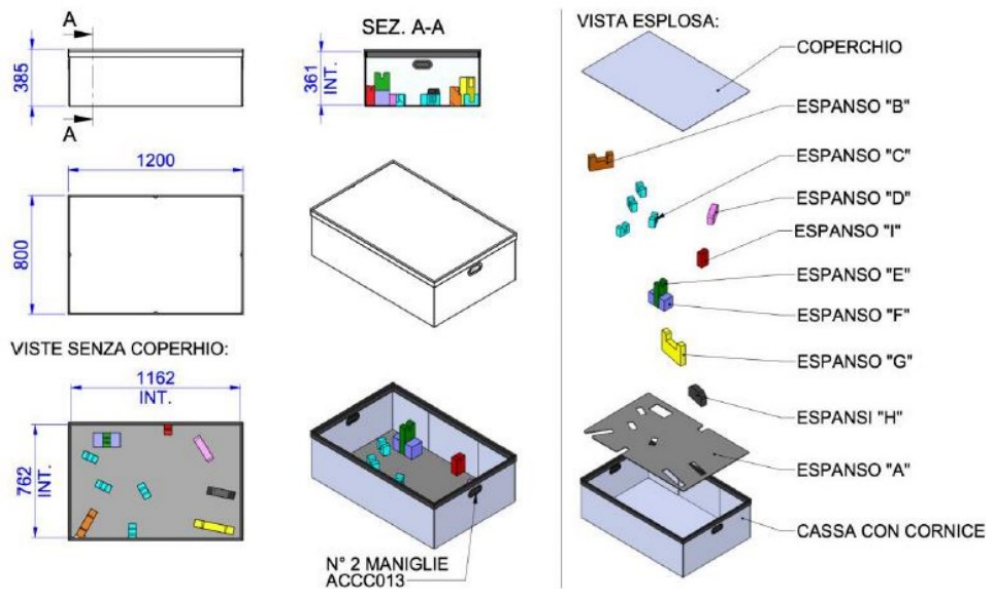


Figura 4.7 Dettaglio del kit di vestizione



Figura 4.8 Vista dall'alto del kit con componenti alloggiati all'interno

Nella fase di implementazione dei progetti di miglioramento, sono stati ipotizzati due possibili scenari TO BE:

- *Ipotesi A*: introduzione del kit nel flusso AS IS
- *Ipotesi B*: introduzione del kit e bypass del magazzino di Sala Bolognese

4.3.1. Ipotesi A: introduzione del kit di vestizione nel flusso AS IS

L'ipotesi A prevede i seguenti passaggi:

1. *VNI*

Nel perimetro di VMI, sarà necessaria l'introduzione di un supermarket a valle del processo di produzione per la preparazione del kit di assemblaggio. L'introduzione del supermarket introdurrà probabilmente un aumento del tempo ciclo di preparazione dell'imballaggio e un aumento dello stock presente in VNI.

All'interno del supermarket, VNI procederà alla creazione di europallet composti al massimo da 6 kit, tutti contenenti i medesimi pezzi.

Le modalità di trasporto rimangono invece le medesime del 'AS IS.

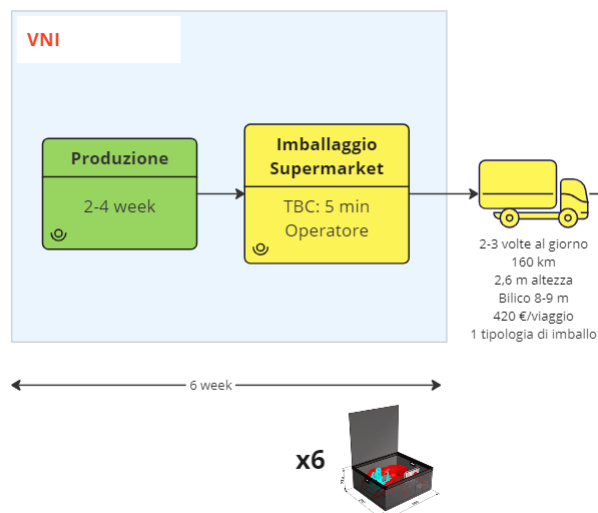


Figura 4.9 VSM del processo TO BE in VNI, ipotesi A

2. Sala Bolognese

Il flusso all'interno del magazzino di Sala Bolognese presenta 2 differenza rispetto al flusso AS IS.

La prima è la gestione dei componenti NC rilevati durante il controllo qualità, mentre la seconda riguarda la fase di preparazione del kit.

L'impiego del kit renderà necessaria l'introduzione di safety stock sufficienti a garantire la sostituzione dei soli componenti NC individuati all'interno del kit durante il controllo qualità, senza dover generare lo scarto dell'intero kit. Tale aspetti verranno analizzati più approfonditamente nella sezione 4.4.7.

Per quanto riguarda la fase di preparazione della spedizione, un operatore dovrà preparare pallet contenenti al massimo 4 kit impilati. Tali pallet avranno altezza massima di 1,70 m, tali da permettere il trasporto nella motrice Ducati e per rendere più agevoli le operazioni di picking nel magazzino dinamico H42. Ciò comporterà un aumento del tempo ciclo necessario per la preparazione della spedizione.

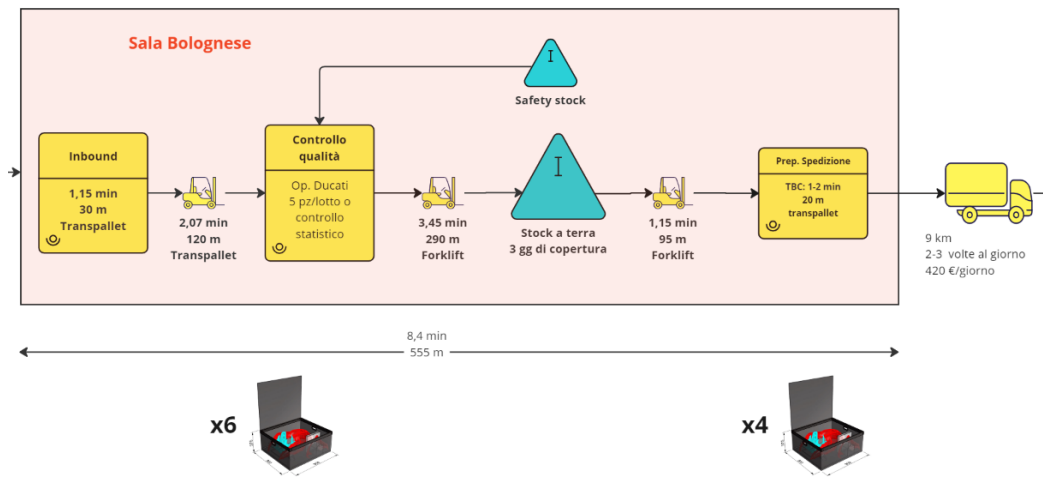


Figura 4.10 VSM del TO BE nel magazzino di Sala Bolognese, ipotesi A

3. Borgo Panigale

La differenza più rilevante data dall'introduzione del kit consiste nell'ottimizzazione dell'occupazione degli spazi nel magazzino dinamico H42 e nella drastica riduzione del tempo ciclo dell'operazione di picking per la preparazione del carrello di vestizione.

Per quanto riguarda la saturazione degli spazi in H42, l'impiego di imballi di dimensioni europallet permetterà di incrementare le zone di stoccaggio, passando dalle attuali 20 a 35-37, equivalenti a un massimo di 150 kit. Tale quantitativo permetterebbe di garantire la copertura del massimo fabbisogno Ducati per circa due giorni.

Per quanto riguarda l'operazione di picking, l'operatore dovrà eseguire il prelievo di un solo componente, ossia l'intero kit, invece che di 5-6 componenti, come nella situazione AS IS.

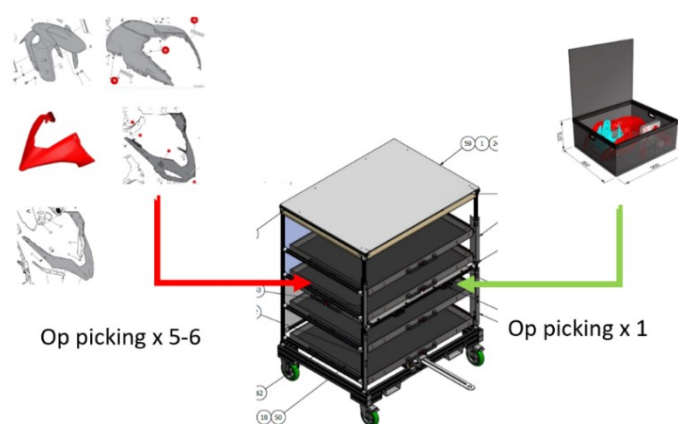


Figura 4.11 Picking, AS IS (a sx) vs TO BE (a dx)

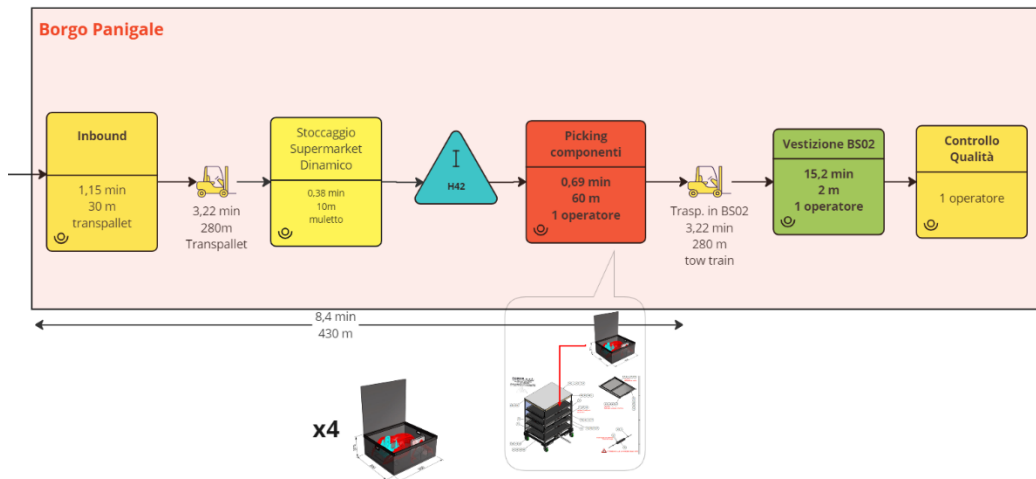


Figura 4.12 VSM del TO BE di Borgo Panigale, ipotesi A

Si riporta la VSM del TO BE completo nell'ipotesi A

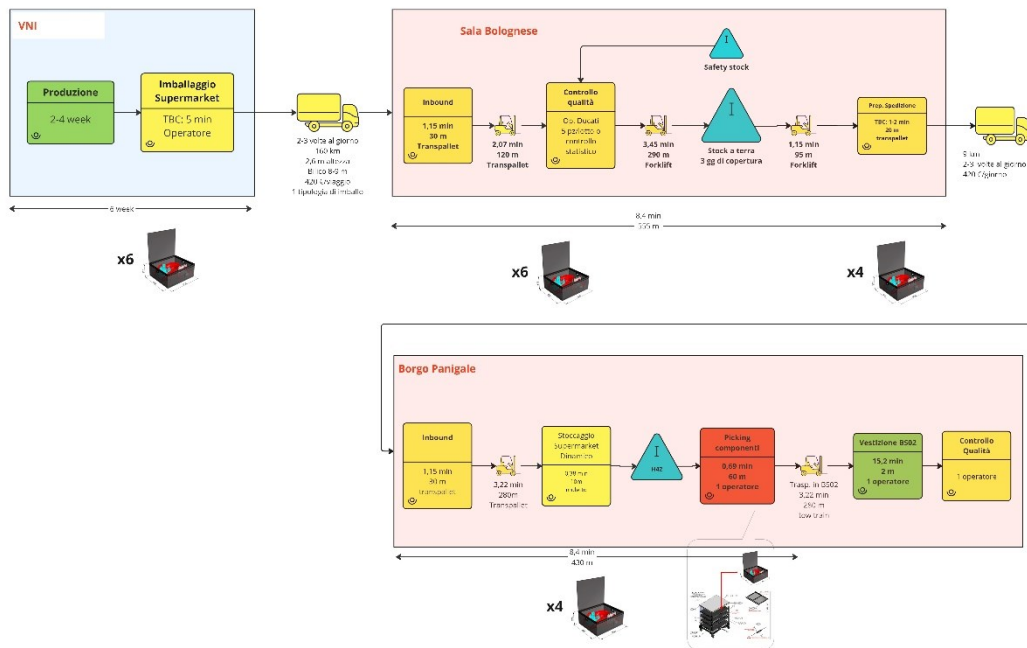


Figura 4.13 VSM del TO BE, ipotesi A

4.3.2. Ipotesi B: bypass del warehouse

L'ipotesi B prevede l'eliminazione del passaggio dei kit attraverso il magazzino di Sala Bolognese, determinando il seguente flusso:

1. VNI

L'eliminazione del decoupling point tra VNI e Ducati porterà all'introduzione di due nuove fasi all'interno del perimetro di VNI: il controllo qualità effettuato

da personale Ducati e il sequenziamento dei kit.

L'introduzione del controllo qualità effettuato da personale Ducati presso la sede di VNI ha molteplici motivazioni: eliminazione delle operazioni di controllo in Ducati, rendendo il flusso materiale più teso; spostamento a monte del controllo, al fine di ridurre muda legati al trasporto e movimentazione di componenti NC; velocizzare la ricerca delle cause radice dei NC.

La fase di sequenziamento sarà necessaria al fine di allineare la sequenza dei kit posizionati sui singoli pallet con la sequenza di vestizioni delle moto all'interno del plant di Borgo Panigale.

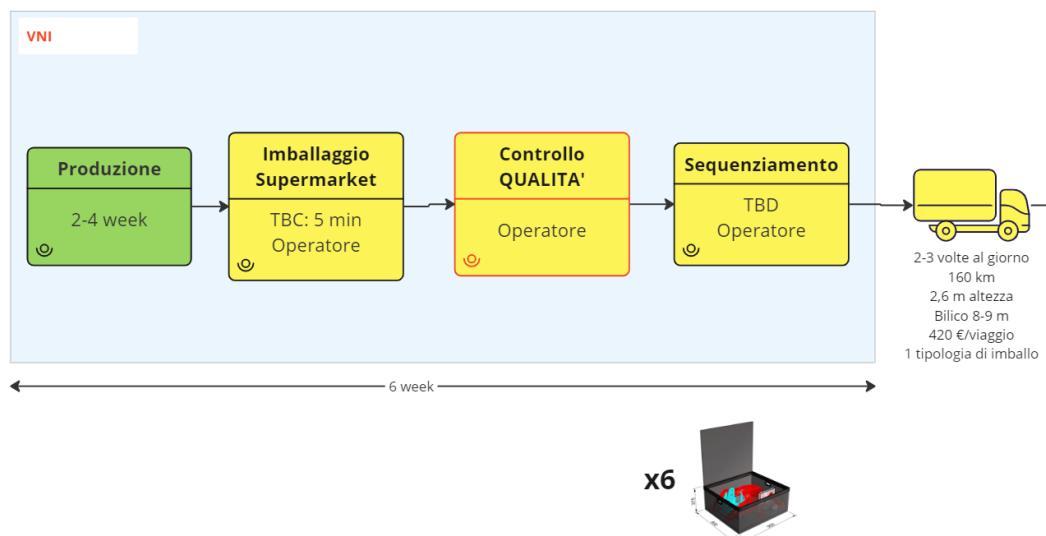


Figura 4.14 VSM del TO BE presso VNI, ipotesi B

2. Borgo Panigale

Il flusso all'interno di Borgo Panigale vedrebbe l'introduzione delle operazioni di de-palettizzazione dei kit, al fine di stoccare pallet di 4 kit partendo dai pallet di 6 kit inviati da VNI.

Inoltre, dovrà essere creata una safety stock di componenti all'interno del magazzino H42 al fine di poter sostituire i componenti che dovessero risultare danneggiati o NC all'interno del kit, senza generare lo scarto dell'intero kit.

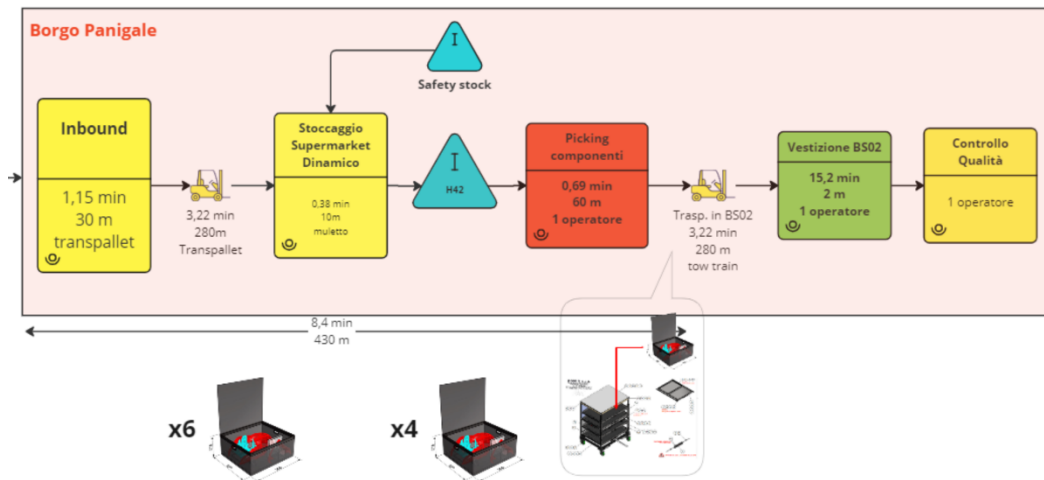


Figura 4.15 VSM del TO BE di Borgo Panigale, ipotesi B

Si riporta a seguire la VSM completa per l'ipotesi B del TO BE

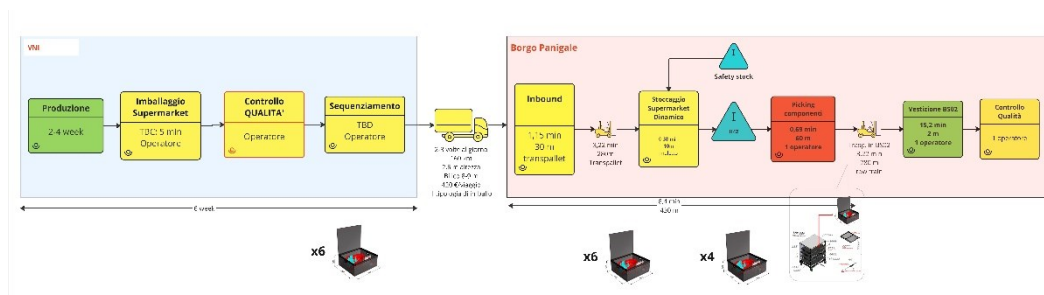


Figura 4.16 VSM del TO BE, ipotesi B

4.4. KPI utilizzati

4.4.1. Metodologia

Al fine di poter confrontare gli imballi attualmente in uso con il kit di vestizione, si è reso necessario individuare delle unità di misura omogenee per il calcolo dei KPI selezionati.

L'approccio utilizzato è stato quindi il seguente:

- I KPI sono stati calcolati confrontando un kit di vestizione contenente 5 componenti (1 parafango, 1 cover serbatoio, 1 sottobecco, 1 cupolino, 1 convogliatore) con i 5 imballi AS IS impiegati per il trasporto dei medesimi componenti

- Essendo gli imballi AS IS non omogenei in termini di dimensioni, numero di componenti trasportati e di numero di imballi impilabili, si è optato per il calcolo dei parametri di confronto su base unitaria di componente. Per esempio, per la valutazione del componente i durante la fase di processo k , il tempo ciclo di movimentazione di un singolo componente ($T_{c_{ik}}$) è stato calcolato dividendo il tempo di movimentazione dell'imballo j nella fase k ($T_{c_{jk}}$) per il numero di pezzi presenti nell'imballo (Z_{ji}) e il numero di imballi trasportati impilati (N_{jk})

$$T_{c_{ik}} = \frac{T_{c_{jk}}}{Z_{ji} * N_{jk}}$$

Noti i valori unitari per i 5 imballi AS IS, questi sono stati sommati tra di loro per ottenere grandezze comparabili con quelle registrate dal kit di vestizione TO BE. In altre parole, si sono calcolate le performance di un kit di vestizione fittizio, dato della somma delle prestazioni unitarie degli imballi AS IS.

Per esempio, il tempo ciclo dell'insieme dei 5 componenti (T_c) è dato dalla sommatoria dei tempi ciclo del componente i ($T_{c_{ik}}$), con M uguale al numero di fasi di processo k analizzate:

$$T_c = \sum_k^M \sum_{i=1}^5 T_{c_{ik}}$$

4.4.2. Tempi e costi di movimentazione in-house

Il cronometraggio dei tempi ciclo della attività interne a Ducati è stato eseguito in collaborazione con il dipartimento “Tempi e Metodi” (facente parte dell’organizzazione industriale). I tempi ciclo sono stati misurati attraverso l’utilizzo di un cronometro e ad ogni misurazione è stata applicata un coefficiente di maggiorazione del 15%, secondo lo standard Ducati. Tale maggiorazione è dovuta alla variabilità delle prestazioni dell’operatore nel tempo a causa di molteplici fattori, che possono essere riassunti nelle percentuali di Rest Aluance previsti dalla Cronotecnica di Bedeaux [22], riportati nella seguente figura.

Metodi Bedaux	Coefficienti di Riposo			
	Donna	5%	Uomo	4%
NECESSITÀ FISILOGICHE	Leggera ≤ 2 Kg	Med. Leggera ≤ 5 Kg	Media ≤ 15 Kg	Pesante ≥ 15 Kg
	2%	4%	6%	8%
POSIZIONE LAVORO	Normale	Disagevole		
Seduti	0%	###		
In piedi	2%	3%		
In marcia (carico)	In piano	In piano sconnesso	Salita o discesa	Con carrello
	2%	3%	4%	1%
PERICOLOSITA'	Bassa	Moderata	Costante	Alta
	0%	1%	2%	4%
ATTENZIONE	Modesta	Leggera	Continua	Alta
	0%	1%	2%	4%
MONOTONIA	Nulla	Ciclo ≤ 1 min.	Ciclo ≤ 0,5 min.	
	0%	2%	4%	
TEMPERATURA - UMIDITA'	Condizionam.	Normale	Moderata	Forte
		1%		
	20 - 22 °C - Um. 80%		3%	
	24 °C - Um. 60%			8%
27 °C - Um. 80%				
30 °C - Um. 60%				
RUMOROSITA'	Debole	Normale	Forte	Lacerante
	0%	1%	2%	3%
ILLUMINAZIONE	Buona	Normale	Scarsa	Insuffic.
	0%	1%	3%	6%
INQUINAMENTO	Debole	Polveri	Maschera	
	0%	3%	5%	

Figura 4.17 % di Rest Aluance previste dal metodo Bedeaux [9]

I KPI utilizzati per la quantificazione delle movimentazioni dei componenti sono i seguenti:

1. *Tempo ciclo di movimentazione dell'assieme dei 5 componenti*
 [min/assieme pz]

$$T_c = \sum_{i=1}^5 \sum_{k=1}^M T_{c_{ik}}$$

con $T_{c_{ik}}$ = tempo ciclo di movimentazione della fase k del componente i e M uguale al numero totale di fasi di processo analizzate

2. *Tempo ciclo delle operazioni di picking dell'assieme dei componenti nel magazzino dinamico H42* [min/assieme pz]

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^5 T_{cp_i}$$

con T_{cp_i} = tempo ciclo di picking di un singolo componente i

3. *Costo di movimentazione dell'assieme dei pezzi* [€/assieme pz]

$$C_{mov} = T_c * C_h$$

Con C_h costo orario degli operatori, pari 25,31 €/h

4. *Costo movimentazione su base annua* [€/anno]

$$\frac{C_{mov}}{anno} = n_{moto} * C_{mov}$$

con n_{moto} = numero di moto Multistrada prodotte annualmente da Ducati, ipotizzato di 11000 moto/anno

5. *Indice di flusso dell'assieme dei componenti* [%]

$$IF = \frac{\sum_i^5 T_{ass\ i}}{\sum_i^5 lead\ time_i}$$

Dove:

- $T_{ass\ i}$ è il tempo di assemblaggio/vestizione del componente i , ossia l'unica attività a valore aggiunto lungo il flusso interno a Ducati. Tale valore è considerato il medesimo nella situazione AS IS e TO BE
- $Lead\ time_i$ è il tempo totale di attraversamento del componente i al netto dei tempi di attesa. Nello specifico, sono stati tenuti in considerazione solo i tempi di movimentazione e non il tempo di stock.

L'indice di flusso IF è stato impiegato per stimare la bontà del flusso materiale dei componenti: maggiore è l'indice di flusso, maggiore è la percentuale di tempo a valore aggiunto rispetto al tempo totale di movimentazione.

4.4.3. Trasporti inbound e in-house

L'analisi delle efficienze di trasporto è stata eseguita su due distinte fasi:

1) Trasporto da VNI a Sala Bolognese

il trasporto viene eseguito mediante bilico di dimensioni interne di 9,60x2,48x2,70 m (L x L x H), volume utile di circa 60 m³, con un costo complessivo di 420 € di viaggio di andata e ritorno su una distanza totale di 320 km totali

2) Trasporto da Sala Bolognese al plant di Borgo Panigale

il trasporto viene eseguito mediante l'utilizzo di un mezzo di dimensioni interne di 8x2,44x2,6 m (L x L x H), volume utile 50 m³ con costo complessivo di 420 €/gg, indipendentemente dal numero di viaggi di andata e ritorno compiuti. Per tale motivo, l'analisi delle efficienze per questo trasporto si è limitato al calcolo della saturazione del mezzo, escludendo la quantificazione dei possibili saving finanziari ottenuti

I KPI utilizzati sono i seguenti:

1. *Saturazione del trasporto*

Per il calcolo della saturazione del trasporto, è stata utilizzata la formula

$$Saturazione\% = \frac{volume\ occupato}{volume\ disponibile}$$

in quanto la tipologia merceologica considerata appartiene alla famiglia delle "merci voluminose", ossia con peso specifico < 250-300 Kg/m³ [23]. Analizzando infatti i parametri tecnici del kit di vestizione, il suo peso risulta pari a 9kg e il suo volume a 0,36 m³. Di conseguenza, il peso specifico del kit è di circa 25 kg/m³. Per analogia, anche gli imballi utilizzati nel AS IS possono essere considerati appartenenti alla stessa classe merceologica.

Per il calcolo della saturazione dei due mezzi u considerati, sono stati calcolati i seguenti parametri.

Per prima cosa, si è individuato il numero di imballi di tipo j caricabili sul mezzo

u (R_{uj}). Sia inoltre valida l'ipotesi che ogni mezzo u sia caricato in maniera omogenea di imballi j

$$R_{uj} = \frac{(area_j * N_{ju})}{area_u}$$

Dove N_{ju} il numero di imballi impilabili nel mezzo u .

Si è calcolata poi la saturazione % del mezzo u da parte dell'imballo j come

$$sat\%_{uj} = \frac{(volume_j * R_{uj})}{volume_u}$$

Infine, la saturazione media degli imballi AS IS per il mezzo u ($sat\%_u$) è stata calcolata facendo la media pesata tra $sat\%_{uj}$ e in numero B_{ij} di imballi di tipo j contenenti componenti i necessari per soddisfare il bisogno annuo di 11000 moto di Ducati

$$sat\%_u = \frac{\sum_{i=1}^5 (sat\%_{uj} * B_{ij})}{\sum_{i=1}^5 B_{ij}}$$

2. *Saving di trasporto*

Per quantificare i possibili saving finanziari generati da una migliore saturazione dei trasporti tra VNI e Ducati, sono stati usati due approcci differenti.

Il primo ha preso in considerazione la variazione di saturazione dei trasporti.

Nota la saturazione dei trasporti, il costo dei trasporti di 420€/trasporto, il numero di kit trasportabili per trasporto B_{kit} e il numero di moto annue n_{moto} , il saving economico è stato calcolato come la differenza tra la $sat\%$ AS IS e la $sat\%$ TO BE, moltiplicato il costo del singolo trasporto, il numero di moto annue e diviso il numero di kit per trasporto [€/annuo] :

$$C_{tsat\%} = \frac{(sat\%_{TO\ BE} - sat\%_{AS\ IS}) * 420 * n_{moto}}{B_{kit}}$$

Il secondo approccio si basa invece sul calcolo del numero di trasporti necessari all'anno.

Noto il numero di imballi j trasportabili per viaggio (R_{uj}), il numero di componenti i per imballo j (Z_{ji}) e il numero di moto prodotte anno n_{moto} , è

possibile calcolare il numero minimo di trasporti $t_{AS\ IS}$ e $t_{TO\ BE}$ necessari per rifornire Ducati dei pezzi necessari per la produzione annuale [*trasporti/anno*]:

$$t_{AS\ IS} = \sum_{i=1}^5 \frac{n_{moto}}{R_{uj} * Z_{ji}}$$

Moltiplicando poi la differenza tra il numero di trasporti $t_{AS\ IS}$ e il $t_{TO\ BE}$ per il costo del trasporto, si ottiene il saving economico annuo dei trasporti [*€/anno*]:

$$C_t = (t_{AS\ IS} - t_{TO\ BE}) * 420$$

Si noti che entrambi gli approcci hanno portato allo stesso risultato; pertanto, nella presentazione dei risultati nel capitolo 5 verranno riportati solo i costi C_t

4.4.4. Saturazione del magazzino e livello di stock in-house

Per il calcolo dell'ingombro a magazzino degli imballi e il livello di stock dei componenti, si sono stabilite le seguenti assunzioni:

- Ogni imballo AS IS contiene la stessa tipologia di componenti, adatta all'assemblaggio di un solo modello di moto Multistrada V4
- Si presuppone che gli imballi vengano sempre spediti completamente saturi di componenti
- Ogni magazzino Ducati deve garantire un determinato numero di giorni di copertura. Per il magazzino di Sala Bolognese sono stati considerati 3 giorni di copertura, mentre per il magazzino H42 1 giorno di copertura.
- Gli imballi sono stoccati e trasportati secondo la seguente tabella

Tabella 4.2 Numero di imballi impilabili a seconda del magazzino Ducati considerato

Imballo	Sala Bolognese	H42
<i>Cesta a rete (AS IS)</i>	2 piani	1 piano
<i>Cesta in HPPE</i>	2 piani	1 piano
<i>Vassoio EPP</i>	5 piani	2 piani
<i>Kit di vestizione</i>	Pallet 6 piani	Pallet 4 piani

- Sia stabilito il piano di produzione medio giornaliero nei periodi di massima produzione per ogni modello di moto Multistrada V4 oggetto di studio. Tale

assunzione è necessaria al fine di misurare le efficienze del kit sulla base del reale mix di componenti presenti attualmente nei magazzini Ducati

Note queste assunzioni, è stato possibile calcolare:

1. *Ingombro unitario [m² /assieme pz]*

$$I = \sum_i^5 \frac{area_{ji}}{N_{ij}}$$

Dove:

- $area_{ji}$ è l'area dell'imballo j per il componente i [m²]
- N_{ij} è il numero di componenti i contenuti nell'imballo j [pz]

Tale valore quantifica l'efficienza di stoccaggio combinata dei singoli imballi AS IS rispetto ad un solo singolo kit di vestizione, senza tener conto delle condizioni di stoccaggio degli imballi riportati in tabella 4.2

2. *Ingombro unitario per magazzino u [m² /assieme pz]*

$$I_u = \sum_i^5 \frac{area_{ji}}{Z_{iju} * N_{ij}}$$

Dove Z_{iju} è il numero di imballi impilabili nel magazzino u (vedasi tabella 4.2)

Con tale KPI è possibile stimare l'efficienza di stoccaggio degli imballi considerando le condizioni di immagazzinamento nei due warehouse

Al fine di verificare i risultati ottenuti con i 2 precedenti KPI, si è scelto di calcolare l'efficienza dei kit sull'attuale mix di produzione secondo il seguente approccio:

1. Si è stabilito il fabbisogno Ducati per ogni modello Multistrada V4

MODELLO MOTO	PRODUZIONE [MOTO/GG]
Modello 1	2
Modello 2	19
Modello 3	15
Modello 4	15
Modello 5	11
Modello 6	11
Modello 7	11
TOTALE	84

2. Sulla base del fabbisogno Ducati, si è calcolato il *Numero di imballi AS IS e TO BE necessari* per ogni tipologia di componente *i*, a seconda del modello di moto considerato, arrotondati per eccesso. Ogni imballo è stoccato e movimentato secondo le logiche espresse in figura 4.2. L'analisi si differenzia per il magazzino considerato, data la differenza di giorni di copertura richiesta. Per semplicità, si riporta a seguire solo esempi inerenti ai calcoli effettuati per il magazzino H42.

Tabella 4.3 Numero di imballi necessari per soddisfare il fabbisogno del magazzino dinamico H42

COMPONENTE	IMBALLO	N° IMBALLI NECESSARI							Tot
		Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 4	Mod. 5	Mod. 6	Mod. 7	
PARAFANGO	Cesta a rete	1	1	1	1	1	1	1	7
CUPOLINO	Vassoio EPP	1	2	2	2	2	2	2	13
COVER SERB.	Cesta HPPE	1	3	2	2	2	2	2	14
CONVOGLIAT.	Cesta a rete				2				2
SOTTOBECCO	Vassoio EPP				9				9
5 PZ	Kit	4	20	16	16	12	12	12	92

3. $A [m^2 / gg]$: Numero di m^2 necessari per lo stoccaggio degli imballi

Tabella 4.4 Numero m^2 per soddisfare il fabbisogno giornaliero del magazzino dinamico H42

COMPONENTE	IMBALLO	A [M ² /ASSIEME PZ]							Tot.
		Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 4	Mod. 5	Mod. 6	Mod. 7	
PARAFANGO	Cesta a rete	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	46.1
CUPOLINO	Vassoio EPP	1.4	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	
COVER SERB.	Cesta HPPE	1.2	3.6	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	
CONVOGLIAT.	Cesta a rete				3.2				
SOTTOBECCO	Vassoio EPP				6.1				
5 PEZZI	Kit	1.0	4.8	3.8	3.8	2.9	2.9	2.9	22.1

4. E [numero pezzi/gg]: Numero di pezzi in eccesso stoccati, misurato come la differenza tra il numero di componenti contenuti negli imballi necessari e il fabbisogno Ducati

Tabella 4.5 numero di componenti in eccesso nel magazzino dinamico H42

COMPONENTE	IMBALLO	E [PZ/GG]							Tot.
		Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 4	Mod. 5	Mod. 6	Mod. 7	
PARAFANGO	Cesta a rete	38	21	25	25	29	29	29	282
CUPOLINO	Vassoio EPP	8	1	5	5	9	9	9	
COVER SERB	Cesta HPPE	6	5	1	1	5	5	5	
CONVOGLIAT.	Cesta a rete				6				
SOTTOBECCO	Vassoio EPP				6				
5 PEZZI	Kit	10	5	5	5	5	5	5	

5. C_E [€/gg]: valore economico dei componenti in eccesso

Tabella 4.6 Valore economico dei componenti a Stock nel magazzino dinamico H42

COMPONENTE	IMBALLO	C_R [€/GG]							Tot. k€
		Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 4	Mod. 5	Mod. 6	Mod. 7	
PARAFANGO	Cesta a rete	943	521	620	620	719	719	719	7,85
CUPOLINO	Vassoio EPP	192	24	120	120	216	216	216	
COVER SERB.	Cesta HPPE	360	300	60	60	300	300	300	
CONVOGLIAT.	Cesta a rete				198				
SOTTOBECCO	Vassoio EPP				14				
5 PEZZI	Kit	288	144	144	144	144	144	144	

4.4.5. Valutazione dell'integrità dei componenti in-house

Per la valutazione delle efficienze in ambito qualità e integrità dei componenti, sono stati utilizzati i seguenti KPI:

- Percentuale di componenti danneggiati su base annua

$$\%NC_{mov} = \frac{NC_{mov}}{P}$$

Con:

- NC_{mov} pari al numero di componenti danneggiati all'anno a causa di manipolazione dei componenti internamente a Ducati

- P il numero totale di componenti Multistrada V4 consegnati annualmente da VNI, stimato pari a circa 56000 mila unità
- *Costo di danneggiamento [€/anno]*

$$C_d = NC_{mov} * C_i$$

con C_i costo medio di acquisto e gestione dei componenti danneggiati, stimato pari a 50 €/pz.

4.4.6. KPI per la sostenibilità ambientale

In linea con il progetto “goTOzero” del gruppo Volkswagen [24], la normativa europea 2019/904 [25] e il progetto Green Deal [26], Ducati si impegna nel ridurre le emissioni di CO₂ e l’utilizzo di materiali plastici monouso.

I KPI impiegati sono i seguenti:

1. *Costi legati all’utilizzo di sacchetti di foam monouso C_r [€/anno]*

Il costo totale legato all’utilizzo dei sacchetti di foam monouso che proteggono i pezzi negli imballi AS IS è così composto:

- Costo di acquisto del sacchetto: 0,77 €/sacchetto
- Costo di smaltimento dei sacchetti: 190€/tonnellata
- Costo del trasporto dei sacchetti al centro di smaltimento: 96,5 €/viaggio
- Costo manodopera Ducati per gestione dei rifiuti: 19 €/h

2. *Superficie equivalente di rifiuti generata S_r [m²/anno]*

Per il calcolo di tale KPI, si è considerata la superficie totale occupata dai sacchetti di foam monouso, considerando la loro superficie da aperti e disposti non sovrapposti.

Come unità di confronto, si è calcolato il numero equivalente di campi da calcio 100x70 m ricopribili dai rifiuti prodotti annualmente

3. *Emissioni di CO₂ per il trasporto dei componenti e dei rifiuti [CO₂/anno]*

$$CO_2 = e * q$$

Dove e è l’emissione media dei veicoli utilizzati per il trasporto dei componenti da VNI a Ducati e infine presso il centro di smaltimento dei rifiuti, calcolata pari a 0,54908 Kg CO₂/km, mentre q è la distanza totale percorsa.

La riduzione CO₂ media emessa annualmente è stata poi confrontata con le emissioni generate da un viaggio aereo di linea da Milano a New York.

4.4.7. Safety Stocks in-house

Con l'introduzione del kit di vestizione, si rende necessaria l'introduzione di safety stock nei magazzini Ducati al fine di sostituire i componenti che dovessero risultare NC o danneggiati durante la movimentazione interna. Nella situazione AS IS, i componenti NC vengono scartati durante il controllo qualità. Conseguentemente, un operatore procede al prelievo di un altro componente dal medesimo imballo da cui è stato prelevato il NC.

Nella situazione TO BE, la presenza di una NC costringerebbe allo scarto dell'intero kit o al prelievo di componenti da altri kit disponibili a magazzino.

Per ovviare a tale problema, è stata analizzata l'introduzione di un supermarket di safety stock presso i magazzini Ducati in cui stoccare componenti in imballi AS IS. Dal supermarket potranno essere attinti i pezzi sostitutivi a quelli individuati come non conformi all'interno dei kit di trasporto. Il processo di gestione degli scarti è rappresentato dallo schema seguente:

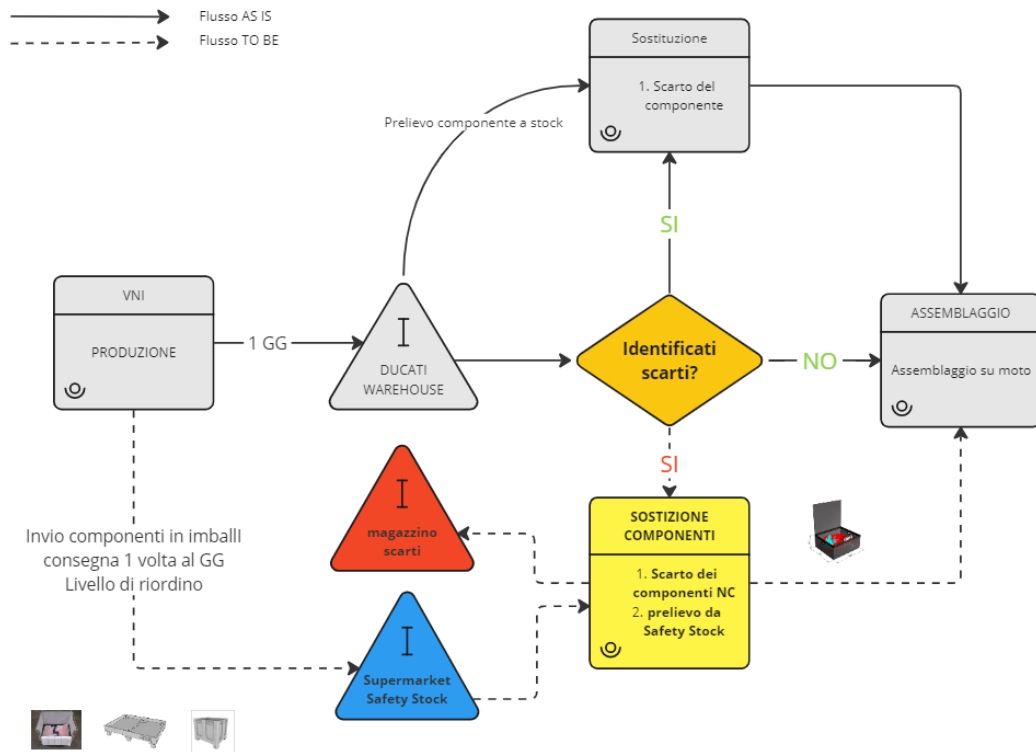


Figura 4.18 Gestione delle non conformità mediante l'utilizzo delle scorte di sicurezza, AS IS vs TO BE

Il calcolo delle scorte di sicurezza per ogni modello di moto m è stata realizzato mediante la seguente formula [11] :

$$SS_m = k * \sigma_m * \sqrt{LT}$$

Dove:

- k rappresenta il livello di servizio desiderato, espresso come numero di deviazioni standard σ tali per cui le SS sono sufficienti a non generare una rottura di stock.

Nel presente caso, il livello di servizio selezionato è del 99%, al fine di garantire un continuo rifornimento delle postazioni di vestizione e dare così continuità al flusso produttivo, già caratterizzato da un non trascurabile tasso di imprevedibilità. Adottando una distribuzione normalizzata, è stato perciò individuato un valore $k=2,4$, pari e a un livello di servizio del 99%

Tabella A		
k	LS (%)	D _{RS}
0,0	50,00	0,80* dev-std D
0,2	57,93	0,78* dev-std D
0,4	65,55	0,67* dev-std D
0,6	72,57	0,62* dev-std D
0,8	78,81	0,57* dev-std D
1,0	84,13	0,53* dev-std D
1,2	88,49	0,49* dev-std D
1,4	91,92	0,46* dev-std D
1,6	94,52	0,43* dev-std D
1,8	96,41	0,40* dev-std D
2,0	97,72	0,37* dev-std D
2,2	98,61	0,35* dev-std D
2,4	99,18	0,32* dev-std D
2,6	99,53	0,30* dev-std D
2,8	99,74	0,26* dev-std D
3,0	99,86	0,21* dev-std D
3,2	99,93	0,13* dev-std D
3,4	99,97	circa 0

Figura 4.19 Tabella di conversione del fattore k in livello di servizio [11]

- σ_m : deviazione standard della domanda
 In questo caso, è stato considerata la domanda mensile di Ducati su n periodi. In particolare, l'intervallo considerato è gennaio-giugno, ossia il periodo di alta stagione, al fine di dimensionare in maniera cautelativa le scorte di sicurezza. Per ogni modello di moto m e intervallo di tempo n , note la domanda media \underline{d}_m

e la domanda nell'intervallo d_{mn} , σ_m è stato calcolato come:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^6 (d_{mn} - \underline{d_m})^2}{n - 1}}$$

- *LT: lead time di approvvigionamento [mesi]*

Il lead time considerato in questo caso è di 0,033 mesi (1 giorno), in quanto, mediamente l'introduzione del supermarket presso VNI, la disponibilità di componenti presso il fornitore sarà tale da poter garantire un rifornimento giornaliero del supermarket Ducati

Essendo il lead time di approvvigionamento inferiore o uguale ai giorni di copertura richiesti dai due magazzini Ducati, le SS sono state quindi ricalcolate sui seguenti intervalli temporali su base giornaliera invece che mensile:

1. Sala Bolognese: 3 gg di copertura richiesti

$$SS_{mSALA} = \frac{SS_m}{21} * 3$$

2. Magazzino dinamico H42: 1 giorno di copertura richiesto

$$SS_{mH42} = \frac{SS_m}{21}$$

Il riassortimento delle scorte di sicurezza verrà gestito mediante riordino giornaliero sulla base del consumo registrato: verranno pertanto riordinati tanti componenti quanti ne verranno consumati in una giornata, al fine di mantenere costante il livello delle scorte di sicurezza.

5. Risultati ottenuti

In questo capitolo, si confrontano i KPI e i saving economici calcolati nella situazione AS IS e il TO BE, sia per l'ipotesi A (passaggio per il magazzino di Sala Bolognese), sia per l'ipotesi B (bypass del magazzino di Sala Bolognese). Inoltre, entrambe le soluzioni sono analizzate anche livello qualitativo, al fine di individuare la miglior soluzione tenendo conto del maggior numero possibile di fattori.

5.1. Ipotesi A

5.1.1. Tempi e costi di movimentazione in-house

Per quanto riguarda i tempi e costi di movimentazione, l'introduzione del kit genererebbe i seguenti effetti:

- un aumento del tempo di movimentazione ($Tc +25\%$) all'interno del magazzino di Sala Bolognese, in quanto la movimentazione dei kit su pallet a 6 livelli risulta meno efficiente rispetto alla movimentazione degli imballi AS IS impilati. Di conseguenza, il costo di movimentazione per kit e l'ammontare annuale risultano più elevati nella configurazione TO BE
- Una diminuzione sostanziale del tempo ciclo di movimentazione all'interno del plant produttivo ($Tc -71\%$), grazie alla possibilità di trasportare i kit su pallet a 4 livelli, mentre gli imballi AS IS devono essere trasportati singolarmente per motivi di sicurezza. Inoltre, si riscontra una notevole riduzione del tempo di picking del kit ($-T_{cp} 76\%$). Ciò permetterà un sostanziale abbattimento dei costi di movimentazione
- Sommando i risultati ottenuti nel warehouse e nel plant produttivo, si riscontra una diminuzione generale del tempo e dei costi di movimentazione del 57%, e in particolare è risulta notevolmente ridotto il tempo di picking T_{cp} , individuato come muda fondamentale da eliminare e/o ridurre a monte del progetto
- L'indice di flusso risulta migliorato nella configurazione TO BE ($IF +11\%$) in quanto il lead time risulta inferiore rispetto a quello nella configurazione AS IS. Ciò è dovuto alla maggiore efficienza di movimentazione del kit e il ridotto tempo di picking all'interno del plant produttivo

Tabella 5.1 Tempi e costi di movimentazione, AS IS vs TO BE (ipotesi A)

KPI	UNITÀ DI MISURA	WAREHOUSE			PLANT PRODUTTIVO			TOTALE	
		AS IS	TO BE	Saving	AS IS	TO BE	Saving	Saving	%
T _C	min/assieme pz	1,13	1,42	0,28	6,77	1,99	-4,78	-4,49	-57%
T _{CP}	min/assieme pz	ND	ND	ND	2,88	0,69	-2,19	-2,19	-76%
C _{MOV}	€/assieme pz	0,48	0,60	0,12	2,86	0,84	-2,02	-1,90	-57%
C _{MOV/ANNO}	k€/anno	5,26	6,58	1,32	31,4	9,25	-22,17	-20,86	-57%
IF	%	ND	ND	ND	55%	66%	+11%	+11%	ND

5.1.2. Trasporti inbound e in-house

L'impiego del kit permetterebbe un sostanziale aumento della saturazione dei trasporti sia da VNI al warehouse (*sat%* +28%) sia dal warehouse al plant produttivo (*sat%* +22), con conseguente abbattimento del numero di trasporti all'anno e relativi costi (*t* e *C_t* -22%). Tali efficienze sono generate dall'utilizzo di kit con dimensioni europallet, i quali permettono di saturare maggiormente i trasporti grazie ad una migliorata simmetria e verticalità rispetto agli imballi AS IS di dimensioni extra standard.

Tabella 5.2 Saving di trasporti inbound e in-house, AS IS vs TO BE (ipotesi A)

KPI	UNITÀ DI MISURA	WAREHOUSE			PLANT PRODUTTIVO			TOTALE	
		AS IS	TO BE	Saving	AS IS	TO BE	Saving	Saving	%
Sat%	%	57%	85%	28%	65%	87%	22%	42%	ND
t	trasporti/anno	103	80	-23	ND	ND	ND	-23	-22%
C _t	k€/anno	43	34	-9,66	ND	ND	0,0	-9,66	-22%

5.1.3. Saturazione del magazzino e livello di stock in-house

Analizzando le efficienze del kit all'interno dei due magazzini Ducati, si sono riscontrati i seguenti risultati:

- L'ingombro per assieme pz *I* risulta sfavorevole nella situazione TO BE (*I* +93%), data la minor capacità del singolo kit di trasportare componenti rispetto ai singoli imballi AS IS a. Tale valore risulta poco indicativo in quanto non rappresenta le condizioni di utilizzo reali del kit nel contesto Ducati

- Per quanto riguarda l'ingombro I_u , si stimano invece miglioramenti sia all'interno del warehouse (-4%) sia soprattutto nel magazzino dinamico H42 (-34%), per un miglioramento complessivo del -24%. Come evidenziato nel paragrafo 5.1.1, le ragioni sono da ricercare nella miglior efficienza dei kit rispetto agli imballi AS IS nel caso vengano movimentati impilati
- Dall'analisi dei dati di produzione di Ducati nei giorni di picco della domanda, si sono stimate ottimizzazioni ancora superiori rispetto al parametro I_u . In particolare, per il parametro A (spazio necessario a magazzino per coprire il fabbisogno di produzione), l'impiego del kit genererebbe un saving di spazio notevole sia nel warehouse (-15%) sia soprattutto nel magazzino dinamico H42 (-52%), per un miglioramento complessivo del -33%. Analogamente, si nota come l'impiego di kit permetta la sostanziale riduzione dello stock in eccesso rispetto al fabbisogno Ducati sia nel warehouse (-64%) sia nel magazzino dinamico H42 (-86%) in termini di numero di pezzi E in eccesso e, di conseguenza, valore economico a stock C_e , per un miglioramento globale del -75%.

Tali risultati sono dovuti alla notevole differenza di unità minima di trasporto tra gli imballi AS IS e i kit di vestizione: il trasposto di elevate quantità per imballo genera un disallineamento tra la quantità entranti in Ducati e il reale fabbisogno produttivo. Si ricordi che in tale elaborato sussiste l'ipotesi che gli imballi siano sempre saturi di componenti.

Attraverso l'uso del kit, il quale presenta unità minima di trasporto pari a 1 per ogni tipologia di pezzo, risulta possibile, ipoteticamente, allineare perfettamente il fabbisogno Ducati con il numero di pezzi tenuti a stock. Nel presente elaborato, ciò non si verifica in quanto si è ipotizzato che VNI spedisca pallet da 6 kit identici, perciò l'unità minima di trasporto per il kit risulta di 6 pz per ogni tipologia. Tuttavia, anche in questa ipotesi la riduzione di eccesso di componenti circolanti risulta rilevante.

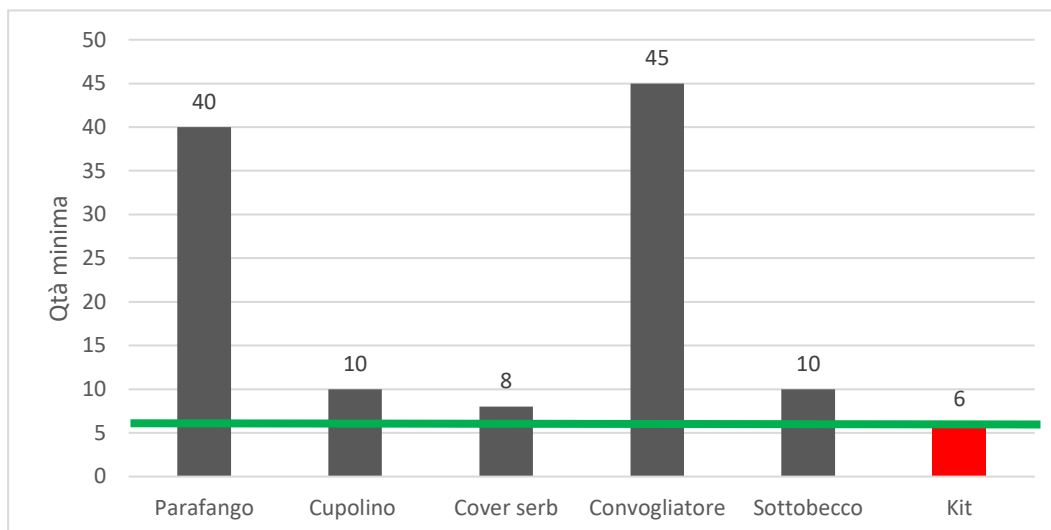


Figura 5.1 Differenza di unità minima di trasporto tra imballi AS IS (in grigio) e TO BE (in rosso)

La possibilità e la convenienza di modulare la quantità di kit per ogni pallet andrà approfondita in futuri studi.

Tabella 5.3 Saturazione del magazzino e livello di stock, AS IS vs TO BE (ipotesi A)

KPI	UNITÀ DI MISURA	WAREHOUSE			PLANT PRODUTTIVO			TOTALE	
		AS IS	TO BE	Saving	AS IS	TO BE	Saving	Saving	%
I	m2/assieme pz	0,497	0,960	0,463	0,497	0,960	0,463	0,926	93%
I _U	m2/assieme pz	0,167	0,160	-0,007	0,361	0,240	-0,121	-0,128	-24%
A	m2/gg	51	43	-7	46	22	-24	-32	-33%
E	n° pezzi/gg	248	90	-158	282	40	-242	-400	-75%
C _E [K€/GG]	k€/gg	7,36	2,59	-4,77	7,86	1,53	-6,71	-11,48	-75%

5.1.4. Valutazione dell'integrità dei componenti in-house

Nelle stime preliminari condotte in collaborazione con l'ente Qualità Ducati, l'introduzione del kit dovrebbe produrre un azzeramento dei danneggiamenti da manipolazione dei componenti all'interno del perimetro Ducati, grazie alla riduzione drastica delle operazioni di manipolazione e alla migliore protezione offerta dal kit.

Tale assunzione andrà necessariamente verificata in seguito all'introduzione del kit.

Come si può vedere, il numero di %NC annuali è stimato pari 0,3% sul totale dei

componenti oggetto di analisi, generando un extracosto C_d annuale di circa 10k€ dovuti alla necessità di acquistare nuovamente i componenti NC e alla loro gestione.

Tabella 5.4 Miglioramenti di qualità dei componenti, AS IS vs TO BE (ipotesi A)

KPI	UNITÀ DI MISURA	WAREHOUSE + PLANT PRODUTTIVO		
		AS IS	TO BE	Saving
%NC	Pz/anno	0,3%	0%	-0,3%
C_D	k€/anno	9,33	0,00	-9,33

A latere di questa analisi, si sono identificati ulteriori vantaggi dati dalla mancata manipolazione dei componenti, che andranno quantificati in studi successivi:

- Riduzione dei contenziosi tra fornitore e Ducati sull'attribuzione della responsabilità del danneggiamento dei pezzi
- Riallocazione delle risorse Ducati impiegate per la gestione di questi casi

5.1.5. KPI per la sostenibilità ambientale

L'eliminazione dei sacchetti di foam per il trasporto dei componenti attraverso il kit ha permesso di stimare i seguenti risultati:

- Una sensibile riduzione dei costi di utilizzo dei sacchetti C_r , dato principalmente dal costo di acquisto dei sacchetti (-43 k€/anno) e marginalmente dal costo di smaltimento (-5k€/anno), per un totale di 48 k€/anno risparmiati
- Una riduzione dell'impatto ambientale di Ducati, stimato di -48000 m² di rifiuti plastici prodotti annualmente, pari alla superficie di 7 campi di calcio

Per quanto riguarda le emissioni di CO₂, i risultati stimati sono i seguenti:

- Una rilevante riduzione delle emissioni generate annualmente per il trasporto dei componenti da VNI al magazzino di Sala Bolognese (-3940 Kg/anno), grazie alla riduzione del numero di trasporti annuali di circa il 20%
- Una limitata riduzione delle emissioni dovute al trasporto dei rifiuti al centro di smistamento (-17 kg/anno)
- In totale, le emissioni verranno ridotte di circa 4000 kg/anno, equivalenti a 4 viaggi aerei di linea sulla tratta Milano-New York

- In tale analisi, non sono state considerate le emissioni di CO2 legate alla produzione dei sacchetti, al processo di smaltimento degli stessi e alla riduzione dei trasporti da magazzino di Sala Bolognese a plant produttivo H42. Al fine di sviluppare un Life Cycle Assesment completo dei propri prodotti, Ducati approfondirà in successivi studi tali aspetti

Tabella 5.5 Sostenibilità ambientale, AS IS vs TO BE (ipotesi A)

KPI	UNITÀ DI MISURA	WAREHOUSE			PLANT PRODUTTIVO			TOTALE	
		AS IS	TO BE	Saving	AS IS	TO BE	Saving	Saving	Note
C _R	k€/anno	43	0	-43	5	0	-5	-48	ND
S _R	m ² /anno	ND	ND	ND	48000	0	-41	-48000	7 campi da calcio
CO ₂	Kg/anno	17645	13705	-3940	17	0	-17	-4000	Milano – New York x4

5.1.6. Safety Stocks

Calcolando le scorte di sicurezza per i 2 magazzini Ducati, si sono ottenuti i seguenti risultati:

- Nel magazzino di Sala Bolognese, al fine di garantire la copertura di 3 giorni, è necessario introdurre una scorta di 48 pz per ogni tipologia di componente, per un totale di 240 pz per le 5 tipologie di componenti analizzati. Considerando il saving di pezzi in eccesso *E* di 158 pz (analizzato nel paragrafo 5.1.3), il bilancio totale è un incremento di +82 pz a stock.
- Per quanto riguarda il magazzino dinamico H42, sarà necessaria l'introduzione di una safety stock di 16 pz per famiglia di pezzi, per un totale di 80 pz totali al fine di garantire la copertura di 1 giorno. Considerando il saving di pezzi in eccesso *E* di 242 pz (analizzato nel paragrafo 5.1.3), il bilancio totale è di -162 pz a stock totale.

Noti i limiti di spazio all'interno del magazzino H42, in futuri studi andrà attentamente analizzato la fattibilità della di un supermarket per le safety stock.

- In sintesi, l'introduzione del kit e delle relative safety stock permetterebbe una riduzione totale di 80 pz/gg lungo tutta la catena interna Ducati, corrispondente a un valore immobilizzato di 11,5 k€/gg.

Tabella 5.6 Safety Stock e analisi dello stock, ipotesi A

MODELLO MOTO	DEV STD	K	LT(MESI)	SS [PZ/GG] SALA BOLOGNESE	SS [PZ/GG] H42
Modello 1	13,8	2,4	0,033	3	1
Modello 2	36	2,4	0,033	3	1
Modello 3	51	2,4	0,033	6	2
Modello 4	26	2,4	0,033	3	1
Modello 5	53	2,4	0,033	6	2
Modello 6	84	2,4	0,033	6	2
Modello 7	81	2,4	0,033	6	2
Modello 8	92	2,4	0,033	6	2
Modello 9	99	2,4	0,033	9	3
Tot pz x tipologia				+48	+16
Tot 5 pz				+240	+80
Saving eccesso E				-158	-242
Delta SS-E				+82	-162
Saving tot					-80

5.2. Ipotesi B

Nell'ipotesi B, il bypass del magazzino di Sala Bolognese permetterà un incremento dei saving per quanto riguarda la riduzione delle movimentazioni e delle stock dei componenti nel perimetro Ducati, permettendo di sviluppare un flusso più teso tra VNI e Ducati.

5.2.1. Tempi e costi di movimentazione in-house

Saltando il passaggio per Sala Bolognese, il tempo ciclo di movimentazione e i relativi costi risultano notevolmente ridotti (T_c -75%). Non vi saranno invece cambiamenti nel tempo di picking T_{cp} rispetto all'ipotesi A. L'indice di flusso IF risulta invece ulteriormente migliorato (+16%) in quanto viene eliminato il lead time di attraversamento del magazzino di Sala Bolognese.

Tabella 5.7 Tempi e costi di movimentazione, AS IS vs TO BE (ipotesi B)

KPI	UNITÀ DI MISURA	WAREHOUSE			PLANT PRODUTTIVO			TOTALE	
		AS IS	TO BE	Saving	AS IS	TO BE	Saving	Saving	%
T_c	min/assieme pz	1,13	0	-1,13	6,77	1,99	-4,78	-5,91	-75%
T_{cp}	min/assieme pz	ND	ND	ND	2,88	0,69	-2,19	-2,19	-76%
C_{mov}	€/assieme pz	0,48	0	-0,48	2,86	0,84	-2,02	-2,49	-75%
$C_{MOV/ANNO}$	k€/anno	5,26	0	-5,26	31,4	9,25	-22,17	-27,43	
IF	%	ND	ND	ND	55%	71%	+16%	+16%	ND

5.2.2. Trasporto inbound e in-house

Per quanto riguarda i trasporti, i componenti verrebbero consegnati direttamente al plant produttivo Ducati, eliminando perciò i costi di trasporto della navetta Ducati in uso tra Sala Bolognese e Borgo Panigale. In futuro, Ducati analizzerà se tale cambiamento potrà generare una riduzione del numero di viaggi giornalieri della navetta, quantificando i relativi saving. Essendo il costo della navetta su base giornaliera e non sui viaggi eseguiti, in tale elaborato non sono stati quantificati saving per tale aspetto

Tabella 5.8 Saving di trasporti inbound e in-house, AS IS vs TO BE (ipotesi B)

KPI	UNITÀ DI MISURA	PLANT PRODUTTIVO		TOTALE	
		AS IS	TO BE	Saving	%
Sat%	%	57%	85%	ND	42%
t	trasporti/anno	103	80	-23,00	-22%
C _t	k€/anno	43	33,6	-9,66	-22%

5.2.3. Saturazione del magazzino e livello di stock

Eliminando il passaggio per il warehouse Sala Bolognese, verrebbe eliminato lo stock AS IS corrispondente a 3 giorni di copertura sul fabbisogno Ducati, riducendo così lo spazio occupato *A* a magazzino (-77%) e lo stock giornaliero *E* in eccesso (-92%). Inoltre, sono valide tutte le considerazioni espresse nel paragrafo 5.1.3 in merito alla maggiore efficienza dei kit rispetto agli imballi AS IS grazie alla riduzione dell'unità minima di trasporto e alla possibilità di movimentare e stoccare i kit impilati

Tabella 5.9 Saturazione del magazzino e livello di stock, AS IS vs TO BE (ipotesi B)

KPI	UNITÀ DI MISURA	WAREHOUSE			PLANT PRODUTTIVO			TOTALE	
		AS IS	TO BE	Saving	AS IS	TO BE	Saving	Saving	%
I	m2/assieme pz	0,497	0,960	0,463	0,497	0,960	0,463	0,926	93%
I _U	m2/assieme pz	0,167	0,160	0,007	0,361	0,240	-0,121	-0,128	-24%
A	m2/gg	51	0	-51	46	22	-24	-75	-77%
E	n° pezzi/gg	248	0	-248	282	40	-242	-490	-92%
C _E	k€/gg	7,36	0	-7,36	7,86	1,53	-6,71	-14,07	-92%

5.2.4. Valutazione dell'integrità dei componenti in-house

Per quanto riguarda la qualità dei componenti, si vedano le considerazioni esposte nel paragrafo 5.1.4. Potenzialmente, grazie alla riduzione del numero di trasporti e movimentazioni dovuto al bypass del magazzino di Sala Bolognese, l'assunzione di azzerare %NC annui risulterebbe maggiormente raggiungibile.

5.2.5. KPI per la sostenibilità ambientale

Si vedano le considerazioni fatte nel paragrafo 5.1.5.

In aggiunta a tali considerazioni, si è ipotizzata un'ulteriore riduzione delle emissioni di CO₂ pari a circa 1100 kg/anno, data dall'eliminazione del trasporto mediante navetta Ducati dei componenti dal magazzino a plant produttivo. In tale modo, la riduzione complessiva di emissioni equivarrebbe a circa 5 viaggi aerei da Milano a New York.

5.2.6. Safety Stocks

Si vedano le considerazioni esposte nel paragrafo 5.1.6.

Bypassando il magazzino di Sala Bolognese, il numero totale di Safety Stocks diminuirebbe sensibilmente nel perimetro Ducati (-67%), così come il totale di componenti a stock totali (-77%) rispetto all' AS IS.

Tabella 5.10 Safety Stock e analisi dello stock, ipotesi B

MODELLO MOTO	DEV STD	K	LT(MESI)	SS [PZ/GG] H42
Modello 1	13,8	2,4	0,033	1
Modello 2	36	2,4	0,033	1
Modello 3	51	2,4	0,033	2
Modello 4	26	2,4	0,033	1
Modello 5	53	2,4	0,033	2
Modello 6	84	2,4	0,033	2
Modello 7	81	2,4	0,033	2
Modello 8	92	2,4	0,033	2
Modello 9	99	2,4	0,033	3
	Tot pz x tipologia			+16
	Tot 5 pz			+80
	Saving eccesso E			-242
	Saving tot			-162

5.3. Confronto ipotesi A e B

5.3.1. Confronto dei KPI

Da un confronto tra i singoli KPI, si evince come l'ipotesi B risulti notevolmente vantaggiosa rispetto alla soluzione A. Nello specifico, essa permette una riduzione sostanziale dei tempi ciclo e dei costi di movimentazione (-18%), dello spazio occupato a magazzino A (-44%), del livello di stock (-17%) e delle safety stock necessarie (-75%). Inoltre, l'intero flusso risulta più teso, in quanto l'indice di flusso IF è più elevato (+5%).

Tabella 5.11 Confronto KPI Ipotesi A vs B

OTTIMIZ.	KPI	UNITÀ DI MISURA	IP A	IP B	SAVING% B VS A
Mov. In-house	T_c	min/assieme pz	-4,49	-5,91	-18%
Mov. In-house	T_{cp}	min/assieme pz	-2,19	-2,19	0%
Mov. In-house	C_{mov}	€/assieme pz	-1,90	-2,49	-18%
Mov. In-house	$C_{mov/anno}$	k€/anno	-20,86	-27,43	-18%
Mov. In-house	IF	%	66%	71%	+5%
Trasp. Inbound	$sat\%$	%	42%	49%	7%
Trasp. Inbound	t	trasporti/anno	-23,00	-23,00	0%
Trasp. Inbound	C_t	k€/anno	-9,66	-9,66	0%
Stock in-house	I	m2/assieme pz	0,93	0,93	0%
Stock in-house	I_u	m2/assieme pz	-0,13	-0,29	-30%
Stock in-house	A	m ² /gg	-31,52	-74,56	-44%
Stock in-house	E	n° pezzi/gg	-400	-490	-17%
Stock in-house	C_E	k€/gg	-11,47	-14,06	-17%
Qualità in-house	$\%NC$	pz/anno	0,00	0,00	0%
Qualità in-house	C_d	k€/anno	-9,33	-9,33	0%
Saving ambientali	Cr	k€/anno	-48	-48	0%
Saving ambientali	Sr	m ² /anno	-48000	-48000	0%
Saving ambientali	CO_2	Kg/anno	-4000	-5088	-28%
Stock in House	Safety Stocks	Pz/gg	320	80	-75%

5.3.2. Ulteriori parametri di progetto

Al fine di confrontare correttamente i saving economici di entrambe le ipotesi, è necessario prima elencare gli ulteriori saving e i costi entranti individuati all'interno del progetto.

In particolare, sono stati stimati i seguenti parametri:

- Costruzione del supermarket presso VNI: +46k€/anno*

VNI ha previsto la costruzione di un supermarket dedicato per i modelli Multistrata Ducati di circa 1000 mq ad un costo di circa 46 k€/anno. Grazie alla creazione del supermarket, VNI potrà incrementare il proprio stock, aumentando conseguentemente il proprio livello di servizio e disponendo dello spazio necessario per il sequenziamento dei kit, secondo quanto previsto dall'ipotesi B
- Costo di sequenziamento dei kit: +42 k€/anno*

Per l'attuazione dell'ipotesi B, è necessaria l'introduzione dell'operazione di sequenziamento dei kit secondo la sequenza di produzione di Ducati, al fine di ridurre al minimo lo stock interno a Ducati e permettere il bypass del magazzino di Sala Bolognese. Da una prima stima preliminare, il costo di sequenziamento ammonta a circa 42 k€/anno, dato dal costo di picking dei componenti per la preparazione del kit (+26k€/anno) e dal costo di pallettizzazione (+16 k€/anno)
- Costo dei kit: 50 k€/una tantum*

Noto il costo unitario del kit di 50 €/kit e stimato la necessità di disporre di circa 1000 kit per la gestione del fabbisogno massimo di Ducati, l'investimento per l'acquisto dei kit è di circa 50 k€
- Incremento della qualità del prodotto: -1 k€/anno*

Grazie all'introduzione del supermarket, VNI ha stimato un aumento della qualità dei propri prodotti dovuto alla possibilità di rispettare con più regolarità i tempi di asciugatura della vernice dei componenti in uscita dagli impianti di verniciatura. Attualmente, VNI non sempre riesce a rispettare tali tempistiche di asciugatura a causa delle stringenti deadline di consegna e alla mancanza di uno stock
- Raggiungimento OEE target per le presse: -41 k€/anno*

Dall'analisi dell'OEE (Overall Equipment Effectiveness) delle 4 presse utilizzate da VNI per la produzione dei componenti trasportati all'intero del kit, è emerso che la metà delle presse non raggiunge un OEE dell'85%, valore standard del settore automotive.

Dall'analisi dei parametri di funzionamento delle due presse in questione, si è compreso che:

- entrambi i macchinari sono completamente dedicati alla produzione di componenti Ducati
- il loro OEE è pari al 73% e al 75%
- le presse vengono utilizzate per due turni/giorno da 7,5 ore l'uno
- è noto il costo orario della pressa, pari a circa 87 €/h.

Con tali parametri, si è stimato che l'attuale impiego delle presse generi una inefficienza di circa 41 k€/anno rispetto ad una pressa equivalente con OEE pari all' 85%.

Da una prima analisi, è stato individuato un possibile incremento dell'OEE delle presse di 2 punti percentuali mediante la produzione di lotti più grandi, con conseguente diminuzione del numero di set up totali. Tale soluzione sarà possibile grazie all'introduzione del supermarket presso VNI, il quale permetterà un aumento dello stock interno al fornitore e permetterà sequenze di lavoro ottimizzate.

In futuro, Ducati e VNI organizzeranno cantieri Kaizen dedicati all'ottimizzazione di tali presse, al fine di raggiungere l'OEE target dell'85%

- *Aumento del livello di servizio: -5 k€/anno*

Attraverso l'aumento dello stock di VNI, è stato previsto un aumento del livello di servizio pari al 5,8%, il quale incrementerà dal 92% AS IS al 98% TO BE. Da una prima stima, tale incremento dovrebbe generare un saving di circa 5k€/anno, dovuto alla riduzione dei mancanti in linea e degli anticipi di consegna del materiale.

- *Spostamento del controllo qualità presso VNI: -30 k€/anno*

Lo spostamento del controllo qualità Ducati presso VNI comporterebbe molteplici vantaggi lungo tutta la supply chain: riduzione dei trasporti e movimentazioni di componenti NC; possibilità di individuare più velocemente le cause radici del prodotto NC; riduzione dei contenziosi tra il fornitore e Ducati per le responsabilità dei NC; riduzione delle operazioni e dello stock interno a Ducati. Come stima preliminare, è stato ipotizzato un saving di circa -30 k€/anno.

5.3.3. Saving economici

Quantificando infine la convenienza di ogni singola proposta, tenendo in considerazione tutti i parametri fino ad ora esposti, si sono ottenuti i seguenti risultati:

- Entrambe le ipotesi risultano vantaggiose rispetto all' AS IS, generando un saving di circa -50 k€ al primo anno (dovuto all' investimento di 50 k€ per l'approvvigionamento dei 1000 kit di vestizione) e circa -100k€/anno a partire dal secondo anno
- Il saving stimato corrisponde a circa il 3,3% dello spending di Ducati per i componenti verniciati della famiglia Multistrada verso il fornitore VNI
- Le due ipotesi danno risultati del tutto analoghi a livello di saving economico. Tale risultato era inaspettato, in quanto da assesment preliminari si era ipotizzato un saving notevolmente maggiore nell'ipotesi B, in quanto tale soluzione avrebbe permesso di bypassare uno step di processo non a valore aggiunto e rendere il flusso maggiormente teso.

La scelta di una delle tue soluzioni dovrà essere guidata perciò da ulteriori considerazioni quantitative (non economiche) e/o qualitative, esposte nella sezione 5.3.4

- In entrambe le soluzioni, i costi legati allo stock di materiale lungo l'intera filiera risultano aumentati rispetto alla soluzione AS IS. Ciò è dovuto al fatto che VNI dovrà dotarsi di una infrastruttura aggiuntiva (il supermarket) mentre Ducati non potrà diminuire i propri costi fissi di magazzino in maniera altrettanto rilevante
- Il saving principale nel perimetro di VNI è rappresentato dall'eliminazione dei sacchetti di foam, i quali impattano sui saving di VNI per il 41% nell'ipotesi A e per il 31% nell'ipotesi B
- I saving nel perimetro di Ducati sono localizzati principalmente presso il plant produttivo di Borgo Panigale, grazie ai saving di handling. In particolare, questi pesano per il 55% dei saving in Ducati nell'ipotesi A e per 42% nell'ipotesi B

Tabella 5.12 Saving economici, ipotesi A vs B

Perimetro	Attività	K€/year	€/kit	K€/year	€/kit	Assunzioni
		Ipotesi A		Ipotesi B		
VNI	Inj. Moulding	-41	-3,73	-41	-3,73	OEE 85%
	Packaging	-43	-3,91	-43	-3,91	Eliminazione foam
	Livello di servizio	-5	-0,45	-5	-0,45	LDS +5,8%
	Qualità dei componenti	-1	-0,09	-1	-0,09	Riduzione difetti superficiali
	Trasporto	-10	-0,87	-10	-0,87	Saturazione trasporti +20%
	Controllo qualità	-	-	-30	-2,73	Spostamento controllo qualità presso VNI
	Supermarket	46	4,18	46	4,18	Creazione e gestione supermarket
	Sequenziam.	-	-	42	3,82	Picking e pallettizzazione
	Totale	-54	-4,87	-42	-3,77	
SALA BOLOGNESE	Handling	1	0,12	-5	-0,48	Ottimizzazione Inbound e in-house
	Stock	-5	-0,43	-7	-0,67	Riduzione stock a magazzino
	Totale	-3	-0,31	-13	-1,15	
BORGO PANIGALE	Handling	-22	-2,02	-22	-2,02	Riduzione op. picking
	Smaltimento sacchetti foam	-5	-0,18	-5	-0,18	Costo gestione e smaltimento rifiuti
	Qualità dei componenti	-9	-0,85	-9	-0,85	Riduzione danneggiamenti
	Stock	-7	-0,64	-7	-0,64	Riduzione stock a magazzino
	Totale	-40	-3,68	-40	-3,68	
	Totale Ducati	-46	-3,99	-56	-4,83	
TOTALE	VNI+DUCATI	-99	-9,04	-98	-8,87	
<i>MARGINE</i>		<i>3,31%</i>		<i>3,25%</i>		
IMBALLI	Capex	50	50	50	50	Acquisto 1000 kit
TOTALE 1° ANNO		-49	-4,31	-48	-4,06	

5.3.4. Analisi qualitativa

Analizzando le due ipotesi da un punto di vista qualitativo, si sono individuati i possibili punti di forza e debolezza di entrambe le soluzioni.

I vantaggi dell'ipotesi di A consistono in una minore complessità di implementazione, in quanto non sono previsti il bypass del magazzino e il riposizionamento delle operazioni di controllo qualità. Inoltre, l'ipotesi A permette di mantenere un livello di stock tale da alimentare una sequenza di assemblaggio Ducati non ancora sufficientemente stabile da consentire un flusso diretto tra VNI e Ducati.

D'altro canto, l'ipotesi B permetterebbe una sostanziale riduzione delle movimentazioni non a valore aggiunto e dello stock presente in Ducati, rendendo il flusso più teso e in linea con i principi della Lean production. Per contro, l'eliminazione dello stock renderebbe estremamente fragile il flusso, generando potenzialmente frequenti blocchi di produzione in caso di radicali cambiamenti della sequenza di assemblaggio di Ducati. Inoltre, la mancanza di un buffer intermedio tra VNI e Ducati sottoporrebbe il magazzino dinamico H42 ad ulteriori stress di capacità.

Infine, entrambe le ipotesi sono caratterizzate da due punti critici:

1. La gestione a livello informatico dei kit e degli eventuali NC nel kit è ancora in uno stato embrionale. La costruzione di un robusto sistema informatico è infatti un prerequisito necessario per l'avvio del progetto ATO e per lo sfruttamento delle possibili efficienze individuate nelle due ipotesi
2. Al momento in entrambe le ipotesi è necessaria l'introduzione dell'operazione di de-pallettizzazione dei 6 kit in arrivo da VNI per comporre pallet da 4 kit. Tale operazione è necessaria per il trasposto dei kit mediante navetta Ducati dal warehouse al plant produttivo (nel caso dell'ipotesi A) e per permettere l'operazione di picking nel magazzino H42 (in entrambe l'ipotesi). La possibilità di trasportare i kit in pallet da 4 direttamente da VNI è stata scarta in quanto tale soluzione avrebbe eliminato i saving di trasporto individuati. In futuro dovranno essere esplorate ulteriore soluzioni per ottimizzare o eliminare tale operazione di de-pallettizzazione.

Tabella 5.13 Analisi qualitativa TO BE (ipotesi A vs B)

IMPATTO	IPOTESI A	IPOTESI B
Flusso collaudato	✓	✗
Riduzione scorte	✓	✓✓
Riduzione movimentazioni	✓	✓✓
Flessibilità assemblaggio	✓	✗✗
Gestione informatica	✗	✗
De-pallettizzazione	✗	✗

5.3.5. Scelta della configurazione ottimale

Alla luce delle analisi quantitative e qualitative, il team Ducati ha optato per l'implementazione, nel prossimo futuro, dell'ipotesi A. Quest'ultima è infatti caratterizzata da un flusso più flessibile e adatto alle esigenze della linea di assemblaggio Ducati. Inoltre, non sussistono differenze sostanziali in termini di saving economici tra le due ipotesi tali da far propendere per l'ipotesi B.

Tuttavia, l'ipotesi B sarà oggetto di futuri studi e approfondimenti, in quanto è obiettivo di Ducati rendere i propri flussi sempre più snelli e adatti all'approccio ATO, in particolare attraverso la riduzione dello stock in-house e lungo la sua supply chain. Per applicare tale strategia, dovranno prima però essere implementate delle azioni di miglioramento sia per garantire un miglior congelamento della sequenza produttiva sia per l'ottimizzazione delle logiche di inbound e di controllo qualità, al fine di costituire un flusso robusto ed efficiente.

6. Ulteriori campi di indagine

In questo capitolo, vengono riportate tematiche affrontate all'interno del workshop in maniera parziale e che saranno approfondite con il proseguire del progetto ATO. In particolare, si presentano le possibili azioni di miglioramento implementabili nel perimetro di VNI, la creazione delle Returnable Packaging Instruction, l'estensione del kit ad altre famiglie moto e plant produttivi di Ducati e, infine, si riporta un'analisi ergonomica preliminare dell'operazione di picking del kit.

6.1. Ottimizzazioni presso VNI

Come menzionato nel paragrafo 3.3.2, nelle fase iniziali del workshop sono stati raccolti i dati fondamentali del processo produttivo di VNI. In particolare, per ogni componente, sono stati analizzati il tempo ciclo, il lead time, la dimensione dei lotti produttivi e l'OEE dei macchinari. Con tali dati, è stato possibile individuare una serie di possibili azioni di miglioramento da sviluppare in futuro:

1. Ottimizzazione dell'OEE delle presse

Come accennato nel paragrafo 5.3.2, in futuro sarà necessario lo svolgimento di un workshop incentrato sul raggiungimento di un OEE dell'85% per le presse al di sotto di tale parametro.

2. Ottimizzazione della fase di verniciatura

Come evidenziato dalla spaghetti chart riportato in figura 6.1, al momento il flusso risulta poco razionalizzato a causa delle ripetute movimentazioni tra l'impianto di verniciatura e la zona di mascheratura dei pezzi. In futuro, sarà necessario individuare delle possibili azioni di miglioramento, come la riconfigurazione del layout produttivo in maniera che le stazioni di mascheratura siano adiacenti all'impianto di verniciatura. In alternativa, sono stati valutati degli upgrade dell'impianto di verniciatura tali da permettere l'applicazione di due colori in una sola ciclo di verniciatura.

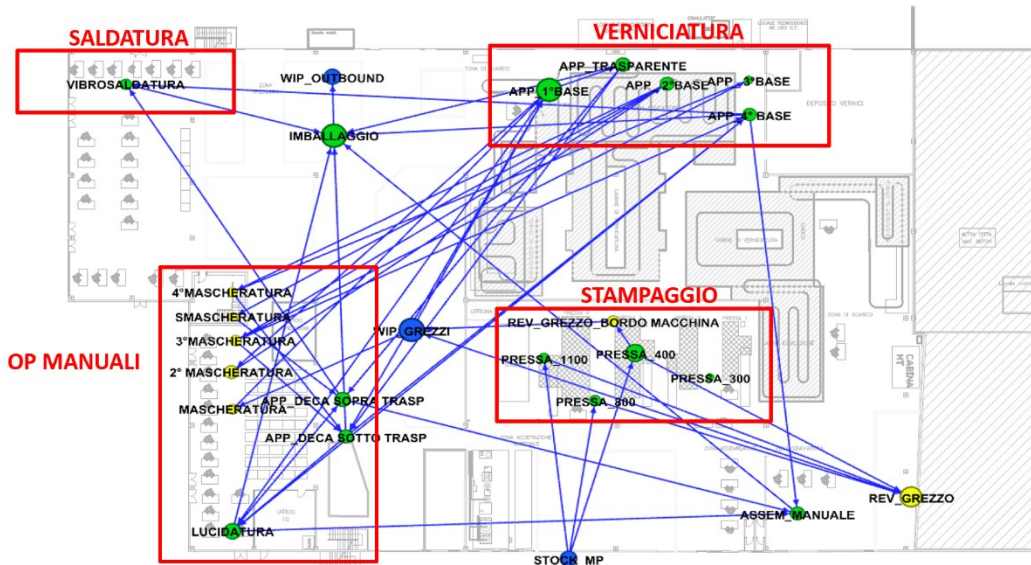


Figura 6.1 Spaghetti Chart del flusso di VNI. Si noti la presenza di molteplici movimentazioni dei componenti tra l'area delle operazioni manuali e quella di verniciatura

3. Progettazione del supermarket

La progettazione e l'ottimizzazione del supermarket interno a VNI sarà un'attività fondamentale per la corretta introduzione del kit di vestizione e l'avvio del progetto ATO di Ducati. In particolare, sarà necessario stabilire il corretto livello di stock da allocare, le logiche di chiamata della produzione e di movimentazione/preparazione dei kit.

6.2. Returnable Packaging Instruction


Come menzionato nel paragrafo 3.3.1, nelle fasi preliminari del progetto è emersa la problematica legata alle condizioni di restituzione degli imballi. In particolare, VNI ha più volte segnalato la presenza di sporcizia e acqua all'interno degli imballi resi e l'assenza e/o eccesso di divisori e perimetrali impiegati per la salvaguardia dei componenti durante il trasporto.



Figura 6.2 Esempio di errata condizione di restituzione degli imballi

Il team Ducati, in collaborazione con gli uffici Inbound e In-house logistic, ha quindi sviluppato delle “Returnable Packaging Instruction”, ossia delle istruzioni step-by-step per la corretta restituzione degli imballi, personalizzate per ogni tipologia di imballo considerato.

All'interno delle Returnable Packaging Instruction è riportata la distinta dei componenti che devono essere presenti all'interno dell'imballo al momento della restituzione e le istruzioni, accompagnate da immagini, per la corretta preparazione dell'imballo.

	Returnable Packaging Instruction	Aggiornata al: 16/05/2023
Descrizione: Contenitore in HDPE da 700 Lt	Proprietà: Ducati	

ISTRUZIONI PER RESTITUZIONE AL FORNITORE

<i>Distinta componenti</i>	<i>Q.tà per contenitore:</i>
Perimetrale	0
Divisorio	0
Piano divisorio	[0;1]
Coperchio	[0;1]

1. Stato di consegna (Foto A)

2. Usuale stato dopo prelievo del materiale (Foto B)

3. Rimuovere eventuali residui di imballo e sporcizia

4. Posizionare piano divisorio (se presente) sul fondo (Foto C)

5. Posizionare coperchio superiore ove previsto

NB È buona pratica restituire gli imballi nel medesimo stato di pulizia e decoro con cui sono stati ricevuti. Non depositare rifiuti personali o di altri imballi al loro interno.










Figura 6.3 Esempio di Returnable Packaging Instruction

Attraverso l'implementazione di tali istruzioni, Ducati si propone di ottenere i seguenti risultati:

- Riduzione delle operazioni di pulizia e riordino degli imballi al ricevimento presso VNI

- Creazione di uno standard di restituzione imballi per tutti i fornitori Ducati
- Allungamento della vita utile degli imballi
- Eseguire una mappatura completa degli imballi e dei trasporti al fine di identificare possibili ottimizzazioni

6.3. Estensione perimetro di impiego del kit

Dopo l'introduzione e la standardizzazione dell'utilizzo del kit per le famiglie Multistrada V4, il team prevede l'estensione del perimetro d'impiego del kit ad altre famiglie moto e plant Ducati, in particolare a:

- *Multistrada V2*

La famiglia Multistrada V2 presenta componenti simili o uguali alla famiglia Multistrada V4, per cui l'impiego del kit per il trasporto di tali componenti può avvenire senza sostanziali modifiche alla struttura del kit.

Per far ciò, sarà prima necessario valutare la convenienza di esternalizzare presso VNI diverse operazioni di pre-assemblaggio che oggi avvengono in Ducati. Se tale opzione dovesse risultare conveniente, i saving ottenibile con il kit si estenderebbero ad ulteriori 2000 moto/anno, per un totale di circa 120 k€/anno di saving contro i 100 k€/anno per il solo modello Multistrada V4

- *Panigale V4*

Il progetto kit di vestizione potrebbe essere esteso alla famiglia Panigale, la seconda più venduta da Ducati e prodotta anch'essa dal fornitore VNI. Per tale famiglia, saranno probabilmente necessarie delle modifiche tecniche al kit, dato il maggior ingombro e la diversa numerosità dei componenti che costituiscono la carenatura dei modelli Panigale

- *Plant produttivi in Thailandia e Brasile*

L'impiego del kit potrebbe essere esteso anche ai due plant produttivi Ducati in Thailandia e Brasile. Per far ciò, sarà necessaria l'analisi dei flussi logistici e produttivi di entrambi i plant, al fine di individuare sinergie e ostacoli per l'introduzione dei kit

6.4. Valutazione ergonomica dell'operazione di picking

L'introduzione del kit di vestizione comporterà la valutazione dell'ergonomia dell'operazione di picking eseguita nel magazzino dinamico H42. Sia nella configurazione AS IS e TO BE, l'operazione di picking prevede il sollevamento di uno o più componenti e il deposito di questi nel carrello di vestizione Ducati (si veda la figura 3.19).

Le principali differenze nell'operazioni di picking AS IS e TO BE sono:

- *Incremento della massa sollevata*
Nella situazione AS IS, l'operatore deve sollevare singolarmente 5 componenti dal peso massimo di 1 kg, mentre nella situazione TO BE dovrà sollevare un solo kit dal peso di 9kg
- *Frequenza di sollevamento*
Nella situazione AS IS, l'intera operazione di picking richiede 2,88 minuti, ossia circa 0,58 minuti a componente. Nel TO BE, l'operazione di picking richiederà circa 0,69 minuti in tutto

Il team Ducati, per l'analisi ergonomica di questa operazione, ha deciso di utilizzare la normativa ISO 11228-1 e il metodo NIOSH, i quali definiscono le linee guida e valutano il sollevamento e il trasporto per distanze inferiori a 1 metro, a velocità moderate e per componenti di massa maggiore o uguale a 3 kg [10].

Nel caso AS IS, i componenti di assemblaggio vengono sollevati singolarmente e hanno un peso minore di 3 kg, per cui l'analisi ergonomica andrebbe eseguita mediante tecniche alternative, come ad esempio il metodo OWAS [10]. In tale fase di analisi preliminare, si è deciso di impiegare una metodologia uniforme per il confronto tra la situazione AS IS e TO BE.

Il metodo NIOSH permette di stabilire il "peso limite raccomandato" per le azioni di sollevamento e consiste nel calcolo del parametro *LI* (Lifting Index), calcolato come:

$$LI = \frac{LAOD}{RWL}$$

dove:

- *LOAD* è la massa sollevata
- *RWL* (Recommended Weight Limit) è il prodotto di molteplici fattori

$$RWL = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

i quali possono assumere i valori riportati nella tabella seguente:

LOAD CONSTANT							
MEN				WOMEN			
30				20			
HORIZONTAL MULTIPLIER (HM)							
H is the horizontal location of hands from the midpoint between the ankles (higher distance reached during the movement)							
H (cm)	25	30	40	50	55	60	> 63
HM	1	0.83	0.63	0.5	0.45	0.42	0
VERTICAL MULTIPLIER (VM)							
V is the vertical location of hands from the floor							
V (cm)	0	25	50	75	100	125	150
VM	0.77	0.85	0.93	1	0.93	0.85	0.78
DISTANCE MULTIPLIER (DM)							
D is the vertical travel distance between the origin and the destination of the lift							
D (cm)	25	30	40	50	70	100	170
DM	1	0.97	0.93	0.91	0.88	0.87	0.86
ASYMMETRIC MULTIPLIER (AM)							
A is the angle of asymmetric-angular displacement of the load from the sagittal plane							
A (degree)	0	30°	60°	90°	120°	135°	> 135°
AM	1	0.9	0.81	0.71	0.52	0.57	0
FREQUENCY MULTIPLIER (FM)							
F is the average frequency rate of lifting measured in lift/min							
F (lift/min)	0.2	1	4	6	9	12	> 15
Duration < 1 hour	1	0.94	0.84	0.75	0.52	0.37	0
Duration < 2 hours	0.95	0.88	0.72	0.5	0.3	0.21	0
Duration < 8 hours	0.85	0.75	0.45	0.27	0.15	0	0
COUPLING MULTIPLIER (CM)							
Couplings	Good		Fair		Poor		
V < 75 cm	1		0.95		0.9		
v > 75 cm	1		1		0.9		

Figura 6.4 Schema generale per la stima del *RWL* [10]

In base al valore di *LI* ottenuto, il metodo NIOSH fornisce le seguenti valutazioni:

Tabella 6.1 Valutazioni del metodo NIOSH [10]

LI	FASCIA	RISCHIO	AZIONI CORRETTIVE
≤0,85	Verde	Nulla o trascurabile	Nessuna azione necessaria
0,86-1	Gialla	Significativo	Necessarie azioni di miglioramento
>1	Rosso	Presente	Necessarie azioni immediate: introduzione sistemi di sollevamento meccanizzati, variazione del layout ect.

Per definire quali valori utilizzare per il calcolo del *RWL*, si è ricorso sia ad un approccio diretto (tramite osservazione dell'esecuzione delle operazioni di picking) sia di simulazione (tramite l'analisi dei dati di ingombro degli imballi e la frequenza di prelievo degli operatori).

In entrambe le configurazioni AS IS e TO BE, sono state analizzate le situazioni di sollevamento più rischiose, al fine di rendere l'analisi più cautelativa.

Si riportano a seguire i risultati ottenuti in entrambi i casi.

Tabella 6.2 Valori del metodo NIOSH per l'operazione di picking, AS IS vs TO BE

PARAMETRO	AS IS	TO BE
L [KG]	20	20
LM	20	20
H [cm]	60	50
HM	0,42	0,5
V [cm]	50	150
VM	0,93	0,78
D [cm]	70	100
DM	0,88	0,87
A [°]	90	90
AM	0,71	0,71
F [lift/min]	1,74	1,5
	2h	2h
FM	0,72	0,72
C	POOR	POOR
	V<0,75 cm	V>0,75 cm
CM	0,9	0,9
RWL	3,2	3,1
LOAD	1	9
LI	0,3	2,9

Come si può notare, l'operazione AS IS risulta sicura in quanto l'*LI* ottenuto è inferiore a 0,85.

Per quanto riguarda la configurazione TO BE, l'indice *LI* è notevolmente maggiore di 1, ossia sono presenti rischi legati al sollevamento che dovranno essere necessariamente attenuati. In particolare, gli operatori incaricati di eseguire il picking del kit hanno evidenziato come principale problematica la difficoltà nell'afferrare le maniglie del kit, a causa dell'elevata larghezza (1200 mm) e profondità (800 mm) dell'imballo. Per questo motivo, nonostante al presenza di

maniglie ergonomiche sul kit, si è considerato un valore 0,9 per il moltiplicatore *CM*.

Come possibili azioni correttive, sono state valutate le seguenti soluzioni:

- *Modifica del layout interno del kit*

Tramite la modifica della disposizione dei componenti trasportati all'interno del kit, sarebbe possibile ridurre le dimensioni del kit a 900x800 mm (LxL). Tale azione non permetterebbe però l'abbassamento dell'indice *LI* al di sotto del valore 1, oltre che a complicare le operazioni di estrazione dei componenti e rendendo il kit di dimensioni fuori standard EPAL

- *Sollevamento del kit effettuato da due operatori*

Tale soluzione permetterebbe di incrementare il fattore presa sul carico e dimezzare la massa sollevata da ogni singolo operatore. Tuttavia, anche ottenendo un valore *LI* minore di 1, tale soluzione inficerebbe tutti i saving stimati per quanto riguarda l'handling del kit nelle operazioni di picking

- *Utilizzo di un elevatore elettrico*

L'operatore eseguirà il sollevamento mediante un elevatore elettrico già in uso nei supermarket Ducati. Il processo di sollevamento sarebbe così strutturato:

- L'operatore, tramite i controlli dell'elevatore, posiziona la piattaforma di sollevamento all'altezza del kit da prelevare
- L'operatore fa strisciare il kit sulla piattaforma, senza sollevarlo
- Attraverso i comandi dell'elevatore, il kit viene posizionato all'altezza del cassetto del carrello di vestizione adibito al trasporto del kit
- L'operatore fa strisciare il kit all'interno del carrello di vestizione

L'ausilio dell'elevatore permetterà quindi di movimentare sia carichi a terra sia in quota senza che l'operatore debba sollevare kit, garantendo allo stesso tempo velocità e ergonomia.



Figura 6.5 Posizionamento del kit all'interno del carrello mediante elevatore elettrico

Conclusioni

Il presente elaborato ha lo scopo di fornire una panoramica sui progetti e le metodologie attualmente in uso in Ducati Motor Holding S.p.A. per l'ottimizzazione della logistica inbound e in-house durante la transizione dell'azienda da un approccio ATS (Assembly To Stock) ad uno ATO (Assembly To Order). In particolare, questo documento si focalizza sull'analisi dei progetti DESMO (Ducati Evolution & Supply Management Optimization), ossia workshop Lean organizzati dalla supply chain Ducati in collaborazione con i propri fornitori locali strategici. Il workshop in esame coinvolge il fornitore VNI, specializzato nella verniciatura delle carenature dei modelli Ducati e direttamente coinvolto nella transizione al modello produttivo ATO.

Attraverso un approccio collaborativo, i team Ducati e VNI hanno lavorato a stretto contatto per circa sei mesi al fine di mappare, analizzare e ottimizzare gli attuali flussi materiali e informativi tra i due enti. Sono stati impiegati strumenti tipici del Lean Thinking, come le VSM (Value Stream Mapping) e le Spaghetti Chart, oltre che a molteplici KPI in ambito logistico-produttivo, sostenibilità ambientale, qualità e finanziario.

Tali analisi hanno condotto alla progettazione di un kit di assemblaggio per il trasporto dei componenti della carena dei modelli Multistrada V4. Lo scopo del kit è ridurre i muda presenti in Ducati attraverso un approccio maggiormente just in time, standardizzare gli imballi ai formati EPAL e incrementare l'integrità e la sostenibilità dei componenti durante il trasporto.

Dopo aver analizzato il flusso AS IS e definito due possibili flussi TO BE, i team hanno calcolato i KPI rilevanti del progetto, stimato i saving economici ottenibili e gli investimenti necessari per l'introduzione del kit di vestizione in ognuna delle due configurazioni TO BE considerate.

L'ipotesi A prevede l'introduzione del kit in sostituzione degli attuali imballi, mentre l'ipotesi B prevede il bypass del principale magazzino logistico di Ducati al fine di creare un flusso diretto tra il plant del fornitore e l'area di assemblaggio Ducati.

Dall'analisi dei KPI nel perimetro Ducati, entrambe le opzioni TO BE sono risultate migliorative rispetto al AS IS. In particolare: i tempi e costi di movimentazione dei componenti risultano abbattuti grazie alla possibilità di movimentare i kit impilati; la saturazione dei trasporti risulta migliorata grazie alla maggior simmetria e verticalità dei kit rispetto agli imballi AS IS; è possibile ridurre il livello di stock nel perimetro Ducati, grazie alla riduzione dell'unità minima di trasporto dei kit; i danneggiamenti dei componenti in fase di movimentazione saranno potenzialmente ridotti a zero grazie alla riduzione delle manipolazioni dirette dei componenti; verranno ridotti i rifiuti plastici prodotti e le emissioni di CO₂ grazie ad una maggiore efficienza dei trasporti e all'eliminazione dei sacchetti di foam all'interno degli imballi.

In conclusione, l'ipotesi B è risultata particolarmente vantaggiosa, grazie alla possibilità di bypassare completamente uno step di processo (il magazzino Ducati) presente sia nell'AS IS sia nell'ipotesi A.

Valorizzando i saving e i costi entranti delle ipotesi TO BE, è stato calcolato un saving economico di 100 k€/anno per entrambe, pari a un margine del 3,3% sul turnover Ducati verso VNI per il modello Multistrada V4. In questo caso, nonostante presenti migliori KPI, l'ipotesi B non è risultata più vantaggiosa economicamente a causa dei maggiori costi entranti legati alla sua attivazione. In particolare, i costi legati all'introduzione dell'operazione di sequenziamento dei kit presso il fornitore VNI sono risultati elevati.

Infine, sono state analizzate qualitativamente entrambe le ipotesi, al fine di individuare possibili punti di forza e debolezze non considerati mediante le analisi quantitative. Da ciò, è emerso che entrambe le ipotesi presentano due punti di debolezza comuni: il primo è la mancanza di un sistema informatico adatto alla gestione del flusso fisico TO BE; il secondo è dato dalla necessità di introdurre un'operazione di de-pallettizzazione dei kit in arrivo da VNI.

Inoltre, è stata identificata nell'ipotesi B un'incompatibilità con l'attuale modello Ducati. In particolare, Ducati non è al momento in grado di congelare la propria sequenza di assemblaggio con sufficiente anticipo. Senza un flusso di assemblaggio consolidato, la diminuzione di stock proposta nell'ipotesi B potrebbe portare a ripetuti blocchi della linea di assemblaggio per mancanza di componenti.

Per queste motivazioni, il team Ducati ha battezzato l'ipotesi A come la miglior soluzione nel breve periodo per l'avvio del progetto ATO. A tendere, il team riesaminerà e proverà ad implementare l'opzione B, in quanto maggiormente in linea con i principi Lean che guidano la strategia aziendale.

Nel complesso, il presente elaborato ha messo in luce diversi aspetti rilevanti.

Primo su tutti, è emersa la necessità da parte di Ducati di svolgere workshop DESMO con tutti i fornitori coinvolti direttamente nel progetto ATO, al fine di progettare un flusso logistico TO BE ottimizzato e funzionale, sfruttando il know-how dei fornitori sul tema. In questo modo, sarà possibile trarre vantaggio dal cambiamento nonostante la maggiore complessità organizzativa che un sistema come quello ATO comporta.

Per far ciò, sarà necessaria la creazione di un team Kaizen dotato di risorse impegnate full time nella realizzazione dei vari progetti. Ciò permetterà di ridurre notevolmente la durata dei workshop e/o di condurli molteplici parallelamente, al fine di poter avviare il progetto ATO in tempi più rapidi.

Inoltre, il progetto ha fatto emergere come la durata del workshop risulti un tema critico, in quanto questa tipologia di approcci risultano particolarmente sfidanti in termini di energia e tempo che entrambe le parti devono investire.

In aggiunta a quanto detto, il workshop si è dimostrato anche un'occasione per il miglioramento a 360° del rapporto tra Ducati e i propri fornitori strategici. Attraverso un dialogo costante e al contatto tra membri appartenenti a diversi enti aziendali, sono state identificate le cause radici di problematiche tra Ducati e il fornitore VNI al di fuori del perimetro del workshop, permettendo così di identificare soluzioni e nuovi approcci tra le parti.

Dal presente elaborato, è emerso inoltre il valore aggiunto che la ricerca di una maggiore sostenibilità ambientale può generare nel contesto aziendale. In particolare, l'eliminazione dei sacchetti di foam presenti negli imballi ha permesso di stimare un saving economico pari a circa 48 k€/anno, il maggiore, in termini assoluti, dell'intero progetto. Questo rappresenta un chiaro esempio di come la ricerca di una maggiore sostenibilità ambientale debba essere sempre perseguita in coerenza con la sostenibilità economica e sociale.

Il presente elaborato non approfondisce aspetti rilevanti come il flusso informativo tra VNI e Ducati, l'ottimizzazione dei flussi interni a VNI, l'estensione del kit ad altre famiglie e plant Ducati e non presenta un'analisi ergonomica dettagliata dell'impiego del kit in ogni sua fase.

Tali aspetti sono stati omessi perché non ritenuti strategici o in quanto non vi è stata la capacità di affrontarli strutturalmente all'interno del workshop a causa della limitata disponibilità di tempo e risorse da parte del team Ducati.

In futuro, Ducati approfondirà tali temi al fine di implementare correttamente l'impiego del kit e standardizzare i risultati ottenuti. In particolare, sarà necessario analizzare e ottimizzare i flussi logistici di tutti i fornitori coinvolti nel progetto ATO, al fine rendere operativo ed efficiente un sistema produttivo caratterizzato da una maggiore complessità gestionale.

Bibliografia

- [1] J. Wortmann, «A classification scheme for master production schedule,» in *Efficiency of Manufacturing System*, New York, Plenum Press, 1963.
- [2] A. Romsdal, «Differentiated production planning and control in food supply chains,» Norwegian University of Science and Technology, 2014.
- [3] E. Stavrulaki e M. Davis, «Aligning products with supply chain processes and strategy,» *The international Journal of Logistics Management* , pp. 127-151, 2010.
- [4] O. Jan, «Strategic positioning of the order penetration poin,» *Internation Journal of Production Economic*, pp. 319-329, 2003.
- [5] Robert Collins, B. Kimberly e S. Pires, «Outsourcing in The Automotive Industry: From JIT to Modular Consortia,» *European Management Journal*, vol. 15, pp. 498-508, 1197.
- [6] M. Milone, *Outsourcing, Aspetti strategici ed operativi*, Bari: Cacucci Editore, 2001.
- [7] T. Ohno, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press, 1988.
- [8] M. Rother e J. Shook , *Learning to See: Value stream mapping to add value and eliminate muda*, 1999.
- [9] D. Battini, «Assembly Times Measurement,» Marzo 2022. [Online].
- [10] D. Battini, «Ergonomics Evaluation,» Marzo 2022. [Online].
- [11] D. Battini, «IN HOUSE LOGISTICS: the part Feeding Problem in ATO production systems,» 2022.
- [12] R. Panizzolo, «Values Steam Mapping,» ottobre 2021. [Online].

- [13] N. Slack, A. Brandon , P. Danese, P. Romano e A. Vinelli, Gestione delle operations e dei processi, Pearson Italia, 2019.
- [14] A. Y., QFD: Integrating Customer Requirements into Product Design, Productivity Press, Cambridge, 1990.
- [15] Osada, The 5S's, 1995.
- [16] M. Imai, Gemba Kaizen, 2012.
- [17] M. Ducati, «Guida multimediale,» [Online]. [Consultato il giorno Luglio 2023].
- [18] Ducati, «Ducati supera il miliardo di euro di fatturato per la prima volta nella sua storia,» 16 03 2023. [Online]. Available: <https://www.ducati.com/it/it/news/ducati-supera-il-miliardo-di-euro-di-fatturato-per-la-prima-volta-nella-sua-storia>.
- [19] Duati, «Company: Who we are,» Duati Motor Holding , [Online]. Available: <https://www.ducati.com/ww/en/company/who-we-are>. [Consultato il giorno 14 Agosto 2023].
- [20] Miro, «Miro: Dove i team portano a termini il lavoro,» Miro, [Online]. Available: <https://miro.com/it/>. [Consultato il giorno Agosto 2023].
- [21] Gephi, «Gephi, make graphs handly,» [Online]. Available: <https://gephi.org/>. [Consultato il giorno Agosto 2023].
- [22] International Bedaux Institute, «Bedaux Serious Game,» [Online]. Available: <https://bedaux.com/it/index.php>. [Consultato il giorno Agosto 2023].
- [23] F. Dallari, «I SISTEMI DI TRASPORTO DELLE MERCI,» [Online]. Available: https://my.liuc.it/MatSup/2010/Y90301/GPLP_Trasporti.pdf. [Consultato il giorno Settembre 2023].

- [24] Volkswagen, «Il Gruppo Volkswagen definisce la nuova missione ambientale "goTOzero",» [Online]. Available: Il Gruppo Volkswagen definisce la nuova mission ambientale "goTOzero" | Volkswagen Group Italia. [Consultato il giorno October 2023].
- [25] P. E. e. Consiglio, «Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea,» 5 Giugno 2019. [Online]. Available: Direttiva (UE) 2019/ del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente (europa.eu). [Consultato il giorno Ottobre 2023].
- [26] C. Europeo, «Consiglio dell'Unione Europea,» [Online]. Available: Green Deal europeo - Consilium (europa.eu). [Consultato il giorno Ottobre 2023].