



UNIVERSITÀ DI PISA

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA DEI SISTEMI,  
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI**

**RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA  
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE**

***Analisi e ottimizzazione dei flussi logistici  
interni nella filiera Automotive:  
il caso GKN Driveline Firenze***

**SINTESI**

---

**RELATORI**

Prof. Ing. Valeria Mininno  
*Dipartimento di Ingegneria dell'Energia dei Sistemi,  
del Territorio e delle Costruzioni  
Università di Pisa*

Ing. Francesco Franchi  
*GKN Driveline Firenze S.p.A.*

**IL CANDIDATO**

Francesco Bessi  
*fbessi9@gmail.com*

# **Analisi e ottimizzazione dei flussi logistici interni nella filiera Automotive: il caso GKN Driveline Firenze**

Francesco Bessi

---

## **Sommario**

Questo progetto di tesi è il risultato di un periodo di tirocinio svolto presso GKN Driveline S.p.A. L'azienda è una multinazionale il cui core business è la progettazione, produzione e assemblaggio di semiassi e giunti meccanici per i maggiori produttori mondiali di autoveicoli. L'obiettivo del progetto è stato lo sviluppo di un sistema di simulazione per dare supporto al reparto Logistica nelle principali scelte di miglioramento e ottimizzazione dei flussi logistici interni. In azienda la gestione dei flussi del materiale non era stata, fino a questo momento, valutata attraverso un criterio analitico, bensì totalmente affidata all'esperienza e alle skills del personale addetto. Questo sistema, progettato e implementato seguendo i principi base della filosofia *Word Class Logistics* (WCL), ha permesso di sistematizzare i dati relativi ai codici aziendali e mappare analiticamente i flussi dei materiali; inoltre, sulla base di questi, il modello analitico ha consentito di simulare scenari tra cui quello *As-Is* e quelli *To-Be* per la valutazione numerica di varie proposte di miglioramento. I principali risultati ottenuti riguardano la riprogettazione dei flussi logistici ritenuti critici con la conseguente revisione dei mezzi di trasporto, delle rotte di transito e del fabbisogno di manodopera, che sono i *Driver* della ottenuta riduzione dei costi.

## **Abstract**

This thesis is the result of my internship at GKN Driveline S.p.A. The company is a multinational corporation, whose core business is the design, manufacture and assembly of driveshafts and mechanical joints for the world's leading car manufacturers.

The purpose of this project was to develop a simulation system to support the Logistic department in its main choices for the improvement and optimisation of the internal logistic flows. In the company, the management of material flows had not yet been analytically assessed but entirely left to the staff's experience and skills. This system, which has been designed and implemented according to the key principles of the *Word Class Logistics* philosophy (WCL), helped to systematise data about corporate codes and analytically map the material flows; in addition, based on such data, the analytical model was used to simulate some scenarios, such as *As-Is* and *To-Be* ones, for a numerical analysis of the proposed improvements. The main results included the redesign of the assumedly critical logistic flows, which led to make changes in the vehicles, routes and labour requirements, which were the drivers of the resulting cost savings.

## 1. Introduzione e analisi del contesto

Il lavoro di tesi è stato sviluppato sulla base di un nuovo progetto, chiamato *Material Flow*, dedicato alla gestione dei flussi del materiale all'interno dello stabilimento aziendale di GKN Driveline Firenze S.p.A. Prima dell'avvio del progetto l'azienda non curava analiticamente questi flussi, ma metteva in atto pratiche di controllo e miglioramento basate solo ed esclusivamente sull'esperienza. La costruzione di un modello analitico per il controllo e l'ottimizzazione dei flussi del materiale, seguendo la filosofia *World Class Manufacturing*, acquisisce una valenza strategica essendo uno strumento di supporto alle decisioni.

L'azienda GKN, fornitrice nella filiera Automotive, è una divisione dell'omonima multinazionale ed è specializzata nella produzione e assemblaggio di semiassi e di componenti meccanici: il 90% dei produttori mondiali di autoveicoli utilizza i suoi prodotti. GKN Firenze presenta un organico di oltre 400 dipendenti, un fatturato annuo di circa 130 milioni di euro ed un livello di produzione annuale di circa 10.000 semiassi.

I fornitori sono stati stratificati secondo due variabili: il raggio di azione (filiera "corta" e filiera "lunga") e l'appartenenza all'azienda (interni e esterni). La filiera a monte "corta" è costituita dai fornitori e terzisti locali. Essa permette un rapido flusso di materiali sia grezzi che intermedi legati alle lavorazioni in conto lavoro come il taglio e la fosfatazione; per la seconda variabile questi sono considerati fornitori esterni. La filiera "lunga" invece, in cui vi sono fornitori mondiali, è legata alle scelte strategiche dell'impresa relative al flusso di componenti intermedi tra gli stabilimenti GKN; quest'ultimi sono fornitori interni ("Sister Companies").

L'analisi dei clienti fornisce una divisione in due insiemi: clienti interni e esterni. I primi sono le suddette consociate, a cui GKN Firenze vende i componenti per la realizzazione dell'assieme semiasse; i secondi sono le case automobilistiche, ad esempio FCA e Daimler, a cui GKN vende il semiasse finito, prodotto a valore aggiunto, essendo *Core* per l'intera divisione Driveline.

L'analisi del modello di business di GKN è stata svolta attraverso un approccio ingegneristico di studio del prodotto offerto e dei processi produttivi. Questo è servito per comprendere le logiche che regolano, direttamente ed indirettamente, il flusso di movimentazione interna di materie prime, semilavorati e prodotti finiti (indicati col termine generico materiali). Suddetto flusso passa per i punti di utilizzo nel *Plant* che sono: le celle meccaniche di produzione e di assemblaggio in officina (*Shop Floor*) con le loro peculiarità di processo (es. produttive e di carico e scarico materiali) e gli *Stock Keeping Unit (SKU)*, a terra e a scaffale, del magazzino.

## 2. Problema da risolvere e obiettivo del progetto

Nella catena del valore il flusso dei materiali è uno dei fattori più impattanti sulle performance aziendali. In particolare, esso influenza direttamente la qualità del servizio al cliente (es. rispetto dei tempi di consegna), i costi operativi (es. stoccaggio, movimentazione, gestione dei fornitori), il capitale investito (es. infrastrutture, magazzini e sistemi di movimentazione).

La gestione dei flussi dei materiali è ancor più determinante nell'industria *Automotive*, dove la variabilità della domanda, sia in termini di volumi che di modelli, rende il mercato turbolento ed instabile.

In GKN la gestione della logistica interna è stata, fin qui, caratterizzata da un approccio di lavoro pratico ed esperienziale, basato sulle skills del personale. Questo impediva di valutare oggettivamente le performance e le capacità di risposta dell'azienda, nonché di prevedere, progettare e misurare gli effetti delle modifiche sul processo dei flussi del materiale. Per le suddette ragioni il macro-processo di logistica interna non risulta essere correttamente sotto controllo.

L'obiettivo del progetto è stato quindi quello di sviluppare un nuovo modello analitico e quantitativo da utilizzare per fornire supporto, in modo rigoroso, nelle principali scelte di progettazione e di azione di miglioramento continuo e ottimizzazione dei flussi logistici interni.

La carenza di controllo delle performance logistiche del *Plant* è riconducibile a tre problemi:

- Assenza di sistematizzazione e monitoraggio dei flussi logistici interni di ciascun *Item*;
- Assenza di sistematizzazione degli *Assets* logistici di movimentazione interna;
- Assenza di una metodologia strutturata per pianificare e organizzare: il lavoro degli operatori logistici addetti alla movimentazione del materiale; i loro mezzi di trasporto; la programmazione degli asservimenti; il corretto livello di *Stock* in cella.

Il Management, riscontrando sul campo le conseguenze negative della mancanza di controllo del processo e gli effetti a livello di risultati aziendali, ha deciso di aumentare il livello di efficienza, sponsorizzando il suddetto progetto.

Il concetto di sistematizzazione e ottimizzazione dei flussi dei materiali si basa su tre aspetti chiave, legati anche ai valori aziendali:

- Efficacia: focus sul livello di servizio e sulla sicurezza (*Safety*);
- Efficienza;
- Migliore gestione operativa: definizione e miglioramento delle procedure di lavoro.

I tre aspetti sono sinergici e strettamente correlati tra loro.

Il macro-processo di gestione della logistica interna è ampio e si lega a tanti fattori che possono incidere sulle performance. Pertanto, è stato necessario scomporre l'obiettivo in sotto-obiettivi, individuando i sei *Driver* di ottimizzazione (Figura 1):



Figura 1\_Driver di ottimizzazione

Il perimetro (*Scope*) associato a tali *Driver* è la sezione *Shop Floor*, officina meccanica del *Plant*. La parte complementare, il magazzino, è stata curata da un'altra figura del team di progetto. Suddetti *Driver* sono stati selezionati sulla base delle linee guida di letteratura e contestualizzati mediante incontri e riunioni interne.

Le due teorie su cui si fonda il progetto sono la filosofia *World Class Logistics* (WCL), ramo del WCM (*World Class Manufacturing*), e l'approccio Tempi e Metodi, per definire rispettivamente gli Step della logica di studio e la parte operativa di calcolo.

### 3. Fasi della metodologia per il caso di studio

Il Progetto Material Flow comprende tre macro-fasi principali:

- 1) Raccolta ed estrazione dati, con conseguente elaborazione;
- 2) Progettazione e creazione del modello;
- 3) Ottimizzazione dei processi, legata alla simulazione.

In Figura 2 si riporta il diagramma di flusso di progetto.

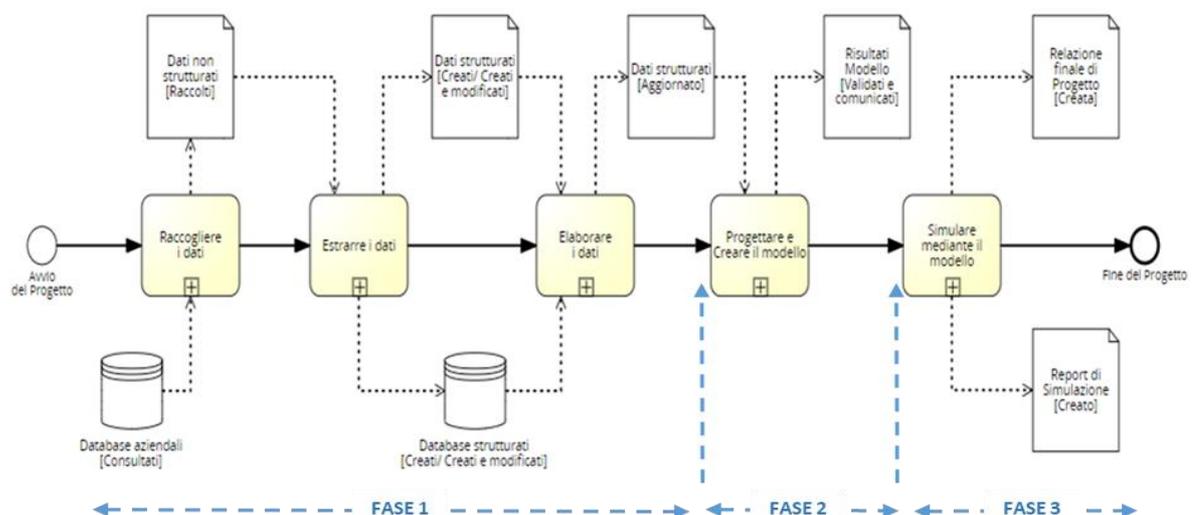


Figura 2\_Diagramma di flusso del Progetto Material Flow

### 3.1. Raccolta e Estrazione dei dati

La prima fase del progetto è stata caratterizzata dal processo di raccolta e estrazione dei dati disponibili in azienda allo scopo di analizzare e comprendere in maniera chiara e completa i flussi logistici interni di GKN. Durante il processo di pianificazione della raccolta delle informazioni sono state individuate tre macro-attività da svolgere:

1. Scelta dell'intervallo temporale di riferimento;
2. Raccolta delle fonti da cui attingere, coinvolgendo anche gli *Owner* dei dati;
3. Raccolta e stratificazione dei dati.

Per quanto concerne la scelta dell'intervallo di tempo, il perimetro di raccolta si è esteso a tutti i dati compresi nell'intervallo Settembre 2018-Settembre 2019, associati alle 4 aree dell'officina meccanica: 3 aree di produzione *Machining* (celle "IS" o "ISC" per i semialberi, celle "DOJ" e celle "VL-DTF" per i giunti) e 1 di assemblaggio semiassi *Halfshaft* (celle "HSH"). La raccolta delle fonti si è concentrata sulla individuazione delle risorse tecnologiche, contenenti il bacino dati, di proprietà dell'azienda. L'attività ne ha restituite tre: il sistema gestionale QAD (ERP aziendale), vari *File* ed elaborati condivisi dai vari reparti di GKN su rete LAN aziendale, vari *Software* disponibili (es. AutoCAD, Microsoft Project).

Infine, relativamente all'ultima attività del processo, i dati raccolti sono stati stratificati per natura. Sono emerse tre tipologie:

- 1) Dati logistici;
- 2) Dati ingegneristici;
- 3) Dati strutturali.

Le prime due, strettamente legate tra loro, sono associate al *Part Number* (P/N), ovvero l'*Item*, che viaggia all'interno dello *Shop Floor* e del magazzino. La terza tipologia, trasversale alle precedenti, comprende dati relativi all'intero *Plant* tra cui: dati di dimensionamento completo del *Layout* (*Shop Floor* e magazzino), dati legati alla disponibilità attuale di *Assets* logistici come mezzi (es. carrelli frontali detti *Forklift*, trattori elettrici detti *Tow Train*) e attrezzature (carrelli manuali). In Figura 3 il quadro riepilogativo (tra parentesi il numero di P/N analizzati).

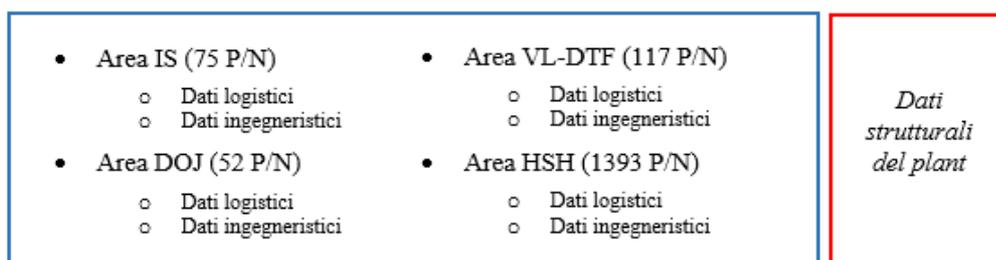


Figura 3\_Tipologie di dati del progetto

L'obiettivo di sistematizzazione dei flussi esige la creazione di ambienti (*Database*) in cui i dati raccolti possono essere inseriti in un'unica struttura condivisa all'interno di GKN, messi in relazione tra loro e se necessario opportunamente elaborati. Per tale motivo l'attività di estrazione dati ha previsto la progettazione e implementazione di nuovi specifici *Database*. Questi sono stati progettati seguendo l'impostazione logica della stratificazione precedente: un *Database* dedicato interamente al flusso logistico di ciascun materiale; l'altro, trasversale al materiale che si muove nel flusso, dedicato all'aspetto strutturale del *Plant*.

Il primo *Database* si chiama Plan For Every Part (PFEP) ed ha lo scopo di mappare analiticamente e parametrizzare i flussi dei P/N in tutte le diverse sfaccettature (es. produttività delle celle, *Loop* dei vuoti, set-up, ordini in conto lavoro). Questo è il *Database* logistico per eccellenza secondo la filosofia WCL.

Il secondo prende il nome di Handling Equipment Database ed è stato ideato dal candidato con l'intento di creare un ambiente dove contenere le informazioni strutturate di supporto ai flussi. Le sezioni sviluppate all'interno di questa struttura dati sono:

- Equipment Fleet: flotta di movimentazione in possesso di GKN;
- From-To Chart: dimensionamento e parametrizzazione delle rotte tra i punti di utilizzo;
- MTM Data Sheet: tempi indiretti di movimentazione (carico e scarico), "costruiti" sfruttando lo standard AMI (ente regolatore per l'Italia di MTM Logistics) secondo i principi della tecnica Tempi e Metodi, sia per *Forklift* (FLT) che *Tow Train* (TT);
- Material Handling Inventory: inventari ciclici su *Handling Equipment*, sia virtuali sul sistema gestionale che reali, mediante verifiche svolte sul campo.
- Workshift Planning: divisione del lavoro e pianificazione dei turni per il personale logistico (*IBC, Indirect Blue Collar*).

Di seguito, in Figura 4 e 5, sono schematizzate le strutture interne dei due *Database*.



Figura 4\_Plan For Every Part (PFEP)

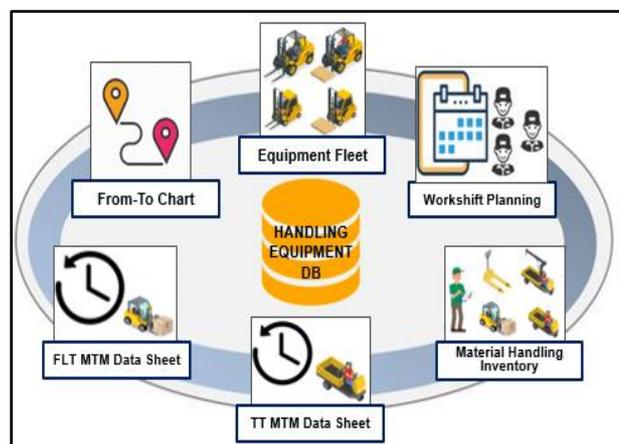


Figura 5\_Handling Equipment Database

I due interagiscono strettamente: Handling Equipment Database fornisce i dati di supporto al PFEP per l'analisi dei flussi. Il passaggio dalla raccolta alla estrazione dei dati ha così permesso di "registrare" analiticamente i flussi dei materiali e le loro caratteristiche. Il processo di sistematizzazione ha trovato così una struttura di supporto. Uno dei principali vantaggi offerti da questa struttura è stata la possibilità di focalizzarsi sia sul singolo pezzo prodotto in cella (*Item*) sia sulle unità logistiche, cioè i contenitori che lo trasportano, detti in GKN Mezzi di Raccolta (MDR). L'MDR è divenuto la nuova "unità di misura" dello studio.

Alla base della parametrizzazione dei flussi su *Database* vi è stata anche l'attività di elaborazione dei dati. Elaborare i dati ha significato non solo svolgere le azioni necessarie per il loro corretto inserimento all'interno delle strutture ma anche, parallelamente, ottenere una visione di insieme del contesto produttivo oltre a quella parametrizzata nel sistema appena costruito. Difatti, un altro output di questa fase di progetto è stato la mappatura completa dei flussi logistici. Sono stati creati i diagrammi di flusso che descrivono per ciascuna cella il percorso di asservimento del materiale, specificando i punti di utilizzo codificati coinvolti nell'istanza e precisando la tipologia di movimentazione. In Figura 6 un esempio di diagramma di flusso per la cella IS5 con le codifiche delle ubicazioni del magazzino e il flusso esterno.

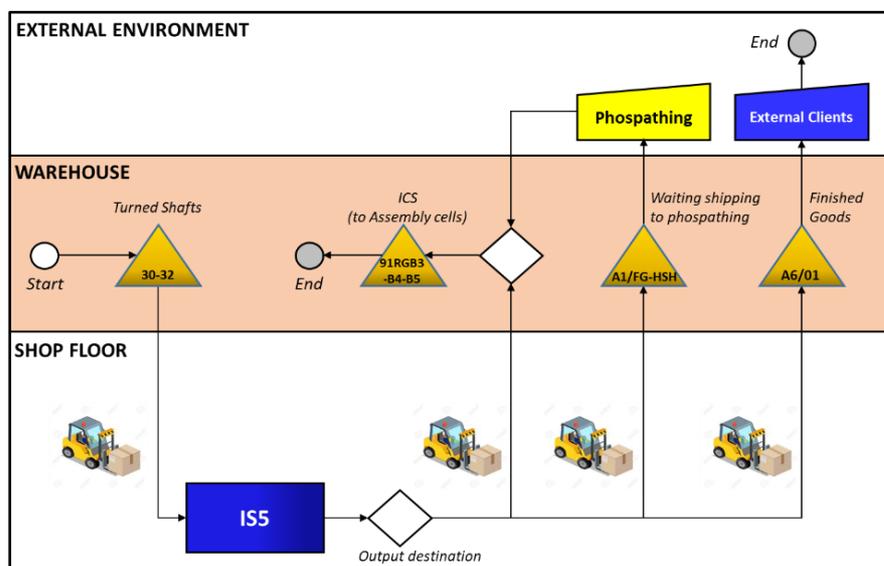


Figura 6\_Mappatura dei flussi logistici

### 3.2. Progettazione e creazione del modello

Terminata la fase di implementazione dei *Database*, lo studio si è incentrato sulla costruzione di un modello di simulazione. L'idea alla base della progettazione del modello è la creazione di uno strumento che agisca da cruscotto strategico per supportare le azioni di *Decision Making* aziendale legate alla gestione dei flussi logistici di asservimento alle celle, fino a quel momento mai consolidate da un approccio analitico oggettivo.

L'attività preliminare di pianificazione ha permesso di fissare i vincoli e la struttura del modello. In merito a quest'ultima sono stati definiti tre elementi:

1. Output del modello di simulazione, strettamente legato ai *Driver* di ottimizzazione;
2. KPI;
3. Orizzonte temporale di simulazione.

Per simulare i flussi logistici dello stabilimento è necessario riprendere le due strutture dati create precedentemente. Infatti, se la prima fase del progetto ha restituito una struttura statica dei flussi, in questa invece è stata ricercata la metodologia per darle una conformazione dinamica. La tecnica WCL suggerisce di considerare due aree:

- PFEP: realizzato per disporre di un bacino di dati in relazione tra loro da cui attingere per calcolare, attraverso dei parametri, la frequenza di asservimento di ciascun *Item*;
- Processi: l'insieme delle risorse di produzione, movimentazione e umane, coinvolte nei flussi, con l'approccio di fondo MTM, permettono la costruzione dei tempi di asservimento, per i suddetti *Item*.

Handling Equipment Database è di supporto in entrambi i casi (principalmente nel secondo).

Il modello, chiamato Time-Bound PFEP (PFEP Tempificato), nasce dall'intersezione delle due aree: frequenze e tempi, che rendono dinamico il flusso logistico. Figura 7.

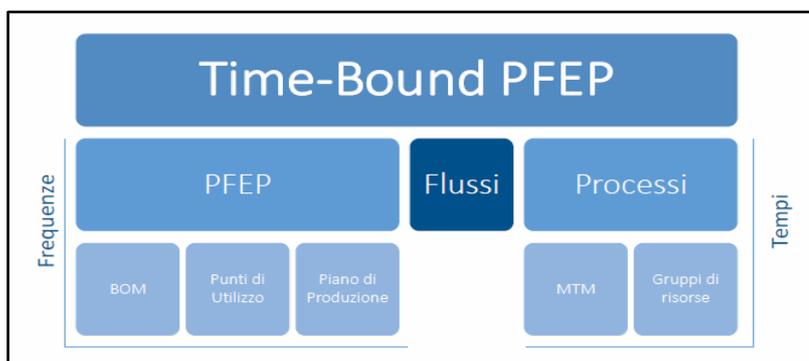


Figura 7\_ Struttura del Time-Bound PFEP

Il modello creato presenta 4 sezioni (tra parentesi il numero di parametri): *Activity Point Data* (10), *Feeding Cycle Data* (47), *IBC Assignment* (1), *Data Analysis* (5). La prima sezione determina il calcolo del rateo produttivo in MDR; la seconda, più corposa, definisce il flusso analitico dei materiali e, a partire dai dati logistici, elabora la frequenza di asservimento. La terza stabilisce l'assegnazione all'operatore, consentendo la divisione del lavoro nell'area specifica. L'ultima, l'analisi dei dati, elabora l'output finale.

Di seguito si riporta l'elaborazione del modello (Figura 8) e sotto un estratto dell'interfaccia operativa (Tabella 1) costituita da 101 variabili parametrizzate. La maggior parte di queste derivano dai due DB, le altre sono state create appositamente per il calcolo di simulazione.

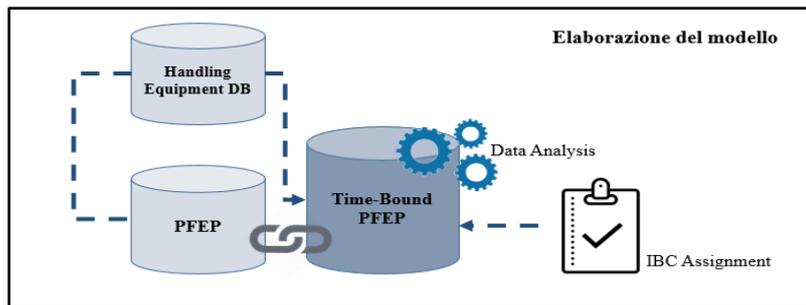


Figura 8\_Elaborazione del modello Time-Bound PFEP

IBC Data	Item Data				Packaging Data		Handling Data											
					MDR Type		Feeding cycle Data											
	IBC ASSIGNMENT	Cell	Drawing	RM Description	Raw Material	RM MDR	FG MDR	RM Handling Equipment	FG Handling Equipment	RM Is MILKRUN or KIT/SEQ.	FG Is MILKRUN or KIT/SEQ.	RM SEQ. STARTING POINT (From)	RM SEQ. DELIVERY POINT (To)	RM FEEDING TIME INTERVAL (min)	FG FEEDING TIME INTERVAL (min)	RM FREQUENCY FOR SHIFT (#)	FG FREQUENCY FOR SHIFT (#)	RM Total working Time (min)
	HSC 9	10303350	Shaft	10306219	KOLOX	CULLA	FLT	FLT	SEQ.	SEQ.	06-07	HSC 9-SH	380,78	74,82	2	5	7,95	21,08
	HSC 9	10303350	Joint L/R	10306252	KOLOX		FLT		SEQ.		08-09 / 28-29	HSC 9-CP	180,37		3		13,06	0,00
	HSC 9	10303350	Boot L/R	802050	GRIGLIATO		FLT		SEQ.		06-07	HSC 9-CP	688,04		1		4,28	0,00
	HSC 9	10303350	Tripod	10313473	KOLOX		FLT		SEQ.		08-09 / 28-29	HSC 9-CP	1385,52		1		4,35	0,00
	HSC 9	10303350	Boot L/D	10195981	GRIGLIATO		FLT		SEQ.		06-07	HSC 9-CP	734,84		1		4,28	0,00
	HSC 9	10303350	Tulp S/X	1030614	KOLOX		FLT		SEQ.		10-11	HSC 9-CP	160,33		3		13,29	0,00
OP.	HSC 9	10324438	Shaft	10306256	KOLOX	CULLA	FLT	FLT	SEQ.	SEQ.	9/10G-03-04-05	HSC 9-SH	340,70	37,41	2	10	8,86	42,16
OP.	HSC 9	10324438	Joint L/R	10306252	KOLOX		FLT		SEQ.		08-09 / 28-29	HSC 9-CP	180,37		3		13,06	0,00
OP.	HSC 9	10324438	Boot L/R	802050	GRIGLIATO		FLT		SEQ.		06-07	HSC 9-CP	688,04		1		4,28	0,00
OP.	HSC 9	10324438	Tripod	10313473	KOLOX		FLT		SEQ.		08-09 / 28-29	HSC 9-CP	1385,52		1		4,35	0,00
OP.	HSC 9	10324438	Boot L/D	10195981	GRIGLIATO		FLT		SEQ.		06-07	HSC 9-CP	734,84		1		4,28	0,00
OP.	HSC 9	10324438	Tulp D/X	10324310	SCATOLA DI CARTONE		FLT		SEQ.		10-11	HSC 9-CP	203,08		3		13,29	0,00

Tabella 1\_Interfaccia operativa del modello Time-Bound PFEP

La validazione del modello di simulazione è stata effettuata mediante la sua applicazione allo scenario *As-Is*. La successiva fase di ottimizzazione dei processi ha consentito di sviluppare nuove proposte di intervento sia per quanto riguarda l'organizzazione del lavoro sia per l'introduzione di nuovi progetti di miglioramento nella logistica sulla base di scenari *To-Be*.

### 3.3. Ottimizzazione dei processi

L'ultima fase di progetto è costituita da due *Step*: l'individuazione delle proposte di intervento di miglioramento e la loro conseguente simulazione.

La prima proposta di miglioramento globale è stata l'introduzione di aree di scambio situate tra officina e magazzino. L'idea nasce dalla necessità di disaccoppiare i relativi flussi logistici ottenendo un livello di servizio più elevato pur mantenendo le loro differenti velocità: il flusso di magazzino è intrinsecamente più lento rispetto ai flussi di produzione. L'area di scambio consente infatti la preparazione anticipata dei carichi, inoltre riduce fortemente il rischio associato alla sicurezza in officina, per il numero minore di transiti dei mezzi.

Per la simulazione *To-Be* delle proposte di miglioramento, sono stati introdotti come vincoli i futuri volumi produttivi e lo spegnimento di alcune celle sulla base della domanda di mercato. Il modello ha permesso di ottenere risultati che sono stati interpretati per definire il successivo *Action Plan*, da cui poi sono stati sviluppati ulteriori progetti specifici di miglioramento.

#### 4. Risultati del progetto

Il progetto Material Flow ha prodotto una serie di risultati determinanti per la risoluzione dei tre problemi principali relativi agli aspetti prestazionali dei flussi logistici (vedi capitolo 2).

La creazione dei due *Database* (PFEP e Handling Equipment DB) ha permesso di sistematizzare e monitorare, da un lato il flusso logistico degli *Item*, dall'altro gli *Assets* e le rotte di movimentazione. Queste strutture dati, grazie alla loro standardizzazione e parametrizzazione, sono aggiornabili in base agli scenari futuri (es. *Item*, rotte, mezzi, *Layout*).

Per quanto concerne il terzo problema, la progettazione del modello di simulazione ha consentito di adottare una metodologia oggettiva di supporto alle principali scelte riguardanti i flussi di ciascun *Item*, come la gestione del personale IBC, degli asservimenti e degli *Stock* bordo cella. Le proposte di miglioramento, come aree di scambio, mezzi e logiche alternative per l'asservimento del materiale (es. giro del lattaio), sono state valutate con la simulazione.

Per fornire un esempio di studio concreto, il modello è stato impiegato per la riorganizzazione del personale IBC nelle aree *Machining* e *Assembly*. In Tabella 2 gli elementi della struttura.

Output del modello ( <i>Driver</i> di ottimizzazione)	Fabbisogno di manodopera IBC
KPI del modello	Saturazione % del carico di lavoro
Orizzonte di simulazione	Giornata lavorativa costituita dai tre turni

Tabella 2\_ Elementi di struttura del modello per la riorganizzazione del personale

La sezione Data Analysis ha elaborato come risultato finale il tempo totale di occupazione dell'operatore per turno e giornaliera, consentendo agli addetti ai lavori di poter tenere sotto controllo e prendere decisioni in merito al carico di saturazione della manodopera.

Il modello è stato applicato a proposte di miglioramento legate ai flussi logistici; fra queste la più importante è l'introduzione di aree di scambio. La simulazione ha confermato come queste contribuiscano all'efficienza della movimentazione nello *Shop Floor* (Tabella 3).

SHOP FLOOR AREA	SIMULATION	CELL AREA	IBC SATURATION	TOTAL SATURATION	LABOUR REQUIREMENTS	SIMULATION	IBC SATURATION	TOTAL SATURATION	LABOUR REQUIREMENTS	Δefficiency
<i>Assembly</i>	AS-IS	<i>HSH</i>	183,07%	258,14%	3	TO-BE	161,80%	204,24%	3	21,27%
<i>Assembly</i>		<i>HSH (Tow Train)</i>	75,07%				42,44%			32,63%
<i>Machining</i>		<i>IS</i>	39,68%	147,98%	2		27,08%	89,41%	1	12,60%
<i>Machining</i>		<i>DOJ</i>	53,13%				25,32%			27,81%
<i>Machining</i>		<i>VL-DTF</i>	55,17%				37,01%			18,16%

Tabella 3\_Riepilogo risultati fabbisogno manodopera IBC

È possibile ridurre il fabbisogno di operatori nell'area *Machining*, con conseguenti *Savings* economici per l'anno successivo.

Il modello di simulazione ha permesso di studiare molti casi applicativi. Tra questi uno di particolare interesse è stato quello legato alla valutazione delle conseguenze a livello logistico (in termini di fabbisogno di personale IBC) della compressione delle attività produttive da tre a due turni di lavorazione. Il modello ha confortato il Management sulla sostenibilità organizzativa del cambio dei turni con evidenti vantaggi economici.

Altri sette progetti di miglioramento sono stati analizzati per le aree critiche del *Plant*. Tre di questi sono stati descritti in dettaglio nell'elaborato di tesi:

1. Introduzione del *Tow Train* per l'area *IS Machining* (lavorazione semialberi);
2. Trasferimento della cella DOC-M, assemblaggio manuale dei giunti DOJ;
3. Nuova area per il *Packaging* componenti dei giunti DOJ (nuova area di allocazione, nuovi flussi fisici e nuove procedure di lavoro).

## **5. Conclusioni e sviluppi futuri**

L'introduzione del sistema di simulazione realizzato in azienda, inclusi i due *Database* logistici, ha portato ad una sistematizzazione dei flussi interni del materiale. Le strutture parametrizzate tengono traccia degli *Item* che viaggiano all'interno dell'officina e del magazzino di GKN Firenze, monitorandone le variabili logistiche. Il modello di simulazione dei flussi ha permesso a GKN, grazie al suo cruscotto riepilogativo delle performance logistiche, di valutare se le ipotesi di miglioramento, progettate nell'ottica di ottimizzazione dei flussi, sono vantaggiose e altresì sostenibili per l'apparato logistico.

Gli sviluppi futuri si muovono lungo tre direzioni di progresso: la prima è dedicata alla fase esecutiva dei progetti già avviati; la seconda è focalizzata sui miglioramenti tecnologici nel sistema logistico di movimentazione (introduzione di AGV in *Shop Floor* con vantaggi di *Safety* e automazione); la terza direzione riguarda il sistema introdotto (il modello di simulazione). Lo sviluppo e miglioramento di questo passa per la costruzione di una interfaccia *User-Friendly*, tale da poter essere utilizzata anche da operatori di più basso livello e non soltanto da *Key Users*. Per come è stato strutturato garantirà comunque la possibilità di essere aggiornato in relazione ai nuovi scenari. Un possibile perfezionamento potrebbe essere legato alla sua integrazione diretta con i *Database* aziendali.