



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di tecnica e gestione dei sistemi industriali
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Innovazione del prodotto**

Tesi di Laurea Magistrale

ANALISI E REVISIONE DEL SISTEMA LOGISTICO E DI ASSEMBLAGGIO DI ATTUATORI ELETTROMECCANICI PER LA MOVIMENTAZIONE DI CANCELLI

Relatore

Prof. Maurizio Faccio

Laureando

Manuel Tagliapietra

Matricola 1242275

Anno Accademico 2021/2022

Ringraziamenti

Desidero ringraziare la Famiglia Comunello e l'Ing. Lando Luca per la possibilità di svolgere questo tirocinio e successivamente di sviluppare la tesi magistrale. Mi ritengo fortunato ad aver avuto questa possibilità, visto che è proprio il tipo di progetto a cui speravo di poter partecipare, quindi la disponibilità dell'azienda a lasciarmi piena libertà di azione è stata fondamentale. Un pensiero anche al responsabile della qualità di F.lli Comunello, Matteo De Marchi, per avermi seguito lungo questi 5 mesi, dove mi ha sempre fornito consigli e critiche sul mio lavoro, sfruttando la sua esperienza relativa al miglioramento continuo e ambienti con produzioni in linea. Inoltre ringrazio il Prof. Faccio per avermi dato la possibilità di svolgere questa tesi con le sue spiegazioni riguardo le metodologie da usare per costruire le mie idee. Infine grazie agli operatori del reparto che mi hanno sopportato durante le mie prove e a chi ha sempre tifato per me.

Indice

Sommario	7
Introduzione.....	9
1 Logistica integrata e flessibile	11
1.1 Introduzione	11
1.2 Logistica del prodotto.....	11
1.2.1 Flessibilità come risposta alla variabilità del mercato.....	12
1.2.2 Innovazione di prodotto e suo impatto sulle scelte logistiche.....	14
1.2.3 Ciclo di vita del prodotto.....	15
1.2.4 Le funzioni e le tipologie dell' imballaggio	18
1.2.5 Sistemi e attrezzature per l'immagazzinamento e lo stoccaggio.....	21
1.3 Lean production.....	24
1.3.1 I cinque principi del Lean Thinking.....	26
1.3.2 I sette sprechi (muda) della produzione	28
1.4 L'ergonomia in un ambiente industriale	30
1.4.1 Le normative di riferimento: ISO 11228.....	32
1.4.2 ISO 11228 – 1: sollevamento e trasporto dei materiali.....	33
2 F.lli Comunello S.p.A.	37
2.1 Una storia di innovazione e qualità assoluta	37
2.2 Gli stabilimenti produttivi	38
2.3 La gamma prodotti di F.lli Comunello.....	40
2.4 Il Service Department.....	46
3 Analisi AS-IS del reparto Automation Gate	47
3.1 Il reparto AG	47
3.2 Unità di carico del reparto	49
3.3 Osservazioni	51
3.3.1 Osservazioni delle linee di assemblaggio/reparto	51
3.3.2 Osservazioni del sistema di asservimento	53

3.3.3 Osservazioni delle schede elettroniche	53
3.3.4 Osservazioni sui gruppi motore	54
3.3.5 Osservazioni sul sistema logistico/magazzino.....	55
3.3.6 Osservazioni delle operazioni di assemblaggio	58
4 PFEP, Plan for every part.....	61
4.1 Azioni di miglioramento verso il TO-BE	61
4.2 PFEP, Plan for every part	61
4.3 Parametri considerati per la costruzione del PFEP	63
5 Proposte di miglioramento To-B	69
5.1 Nuove unità di carico nelle schede elettroniche	69
5.2 Nuove unità di carico nei gruppi motori.....	73
5.3 Nuove unità di carico nelle viterie.....	76
5.4 Nuove unità di carico per carter su famiglia FORT	77
5.5 Carrello lean per imballi della famiglia FORT	79
5.6 Nuove unità di carico per i semi-lavorati e definizione delle specifiche di fornitura ..	81
5.7 Prove di nuovi layout delle postazioni di lavoro	82
5.8 Nuova gestione della fase KIT	86
6 Analisi del magazzino semilavorati Automation Gate	89
6.1 Raccolta e analisi dei dati	89
6.2 Situazione attuale.....	90
6.3 Proposta di miglioramento.....	91
Conclusioni e sviluppi futuri.....	93
Bibliografia.....	95
Siti web.....	95

Sommario

La presente tesi di laurea è stata sviluppata in concomitanza con un periodo di tirocinio svolto all'interno di F.lli Comunello, azienda leader nella progettazione e produzione di accessori e automazione per cancelli e finestre.

L'azienda negli ultimi anni ha avviato molti progetti di miglioramento continuo all'interno dei suoi reparti produttivi, in questo lavoro la nostra attenzione sarà focalizzata sul reparto Automation Gate.

L'obiettivo ultimo di questo cantiere di miglioramento aperto è quello di implementare un nuovo layout delle linee di assemblaggio e del magazzino.

Nei primi capitoli saranno descritte l'azienda e la sua storia, inoltre sarà esposta al lettore i richiami teorici necessari per studiare il progetto in questione, quindi le informazioni riguarderanno la logistica integrata e la sua importanza in questi anni, la filosofia lean e le normative riguardanti il sollevamento dei carichi da parte dell'operatore.

I capitoli che seguono riguarderanno l'analisi AS-IS e le osservazioni in reparto in merito all'attuale sistema logistico e di asservimento delle linee di produzione, questa fase diventa propedeutica per ottenere una visione olistica del reparto, a quel punto si è potuto creare un database PFEP proponendo e testando nuove soluzioni di miglioramento, che passano obbligatoriamente ad una analisi del magazzino.

A seguito delle nostre prove in reparto, le soluzioni implementate hanno portato maggiore ergonomia alle fasi di produzione e un risparmio di tempi e spazio durante le operazioni di preparazione e alimentazione della linea.

Introduzione

La necessità di rispondere al mercato con maggiore flessibilità e in tempi sempre minori, garantendo comunque molteplici personalizzazioni dei prodotti, ha spinto le aziende ad imporre all'interno di esse un ciclo di miglioramento continuo che rappresentano un punto strategico per essere competitivi nel mercato. Negli ultimi anni il mercato è cambiato, portando molte aziende a ripensare ai propri prodotti, sia dal punto di vista dell'innovazione che dello sviluppo di nuovi prodotti. Questa situazione ha portato a una concorrenza sempre più serrata a livello mondiale e in un contesto industriale sempre più competitivo in cui la riduzione dei tempi di consegna, dei costi produttivi e dei costi globali rappresenta un fattore critico di successo, occorre ripensare il flusso produttivo in quanto le tecniche e gli approcci tradizionali di miglioramento dell'efficienza non sono più sufficienti per garantire il successo, dato che buona parte degli sprechi e dei costi si annida fuori dal ciclo che genera valore. Le aziende italiane hanno risentito notevolmente di questo aspetto. Un modello nato intorno agli anni '80 è la lean manufacturing, una tecnica che fornisce alle aziende una metodologia nata in Giappone per mappare il flusso del valore e ridurre le inefficienze.

F.lli Comunello sta investendo nel miglioramento continuo al fine di ridurre i costi di produzione ed eliminare le inefficienze, visto che le famiglie di prodotti analizzati sono in un periodo di forte maturità, quindi è necessario controllare i costi di produzione al fine di mantenere costanti gli utili prima di arrivare ad una naturale fase di declino.

Capitolo 1

Logistica integrata e flessibile

1.1 Introduzione

In questo capitolo verranno forniti degli esaustivi richiami teorici riguardo i principi della logistica del prodotto, della filosofia della Lean production e una panoramica generale riguardo l'ergonomia in un ambiente industriale.

La logistica è entrata nelle nostre vite quotidiane, tutti noi dobbiamo spostare noi stessi o i nostri beni da un punto A un punto B sia nel mondo privato che nel mondo lavorativo, poiché essa descrive appunto dei materiali che entrano, attraversano ed escono da un determinato punto. La logistica, e la sua gestione, hanno quindi un impatto fondamentale sulla vita quotidiana delle persone, nonché sullo stato economico, sulle aziende e sullo sviluppo dei paesi, quindi è necessario fornire delle nozioni teoriche sulla logistica nel mondo industriale. Il lean management nasce col Toyota Production System e rappresenta oggi una filosofia per operare con un sistema produttivo snello, andando a ricercare in ogni attività un valore aggiunto per il cliente finale, ricercando ed eliminando ogni fonte di spreco. Essa rappresenta una cultura di miglioramento continuo all'interno dell'azienda, coinvolgendo ogni dipendente dal semplice operaio al direttore generale.

Infine, è doveroso dedicare un richiamo sul ruolo dell'ergonomia nei processi produttivi, legato a doppio filo alla sicurezza dell'operatore, fornendo le normative di riferimento e una lista di parametri da considerare per la progettazione ergonomica di un ambiente industriale.

1.2 Logistica del prodotto

La logistica è la disciplina che tratta in maniera organica e sistematica la gestione integrata dell'intero ciclo operativo dell'azienda, industriale o del terziario, attraverso le sue principali funzioni di gestione dei materiali (approvvigionamento delle materie prime e dei

componenti), di gestione della produzione (programmazione, fabbricazione, assemblaggio, controllo) e di gestione della distribuzione fisica dei prodotto finiti (movimentazione, stoccaggio, trasporto, imballo, ricezione e spedizione, assistenza post-vendita ai clienti), con l'obiettivo fondamentale di garantire un elevato livello di servizio ai clienti, fornendo prodotti di alta qualità, con rapidi tempi di risposta e a costi contenuti. Strumenti essenziali per l'ottenimento del suddetto obiettivo sono l'integrazione, anche attraverso l'utilizzo mirato delle risorse dell'automazione, dei flussi fisici e dei flussi informativi relativi a tutte le attività operative dell'azienda e la flessibilità dei mezzi produttivi e logistici per far fronte, con rapidità e senza oneri elevati di adattamento, al continuo cambiamento della gamma produttiva, conseguente alla variabilità del mercato. Obiettivo degli studi di logistica, è pertanto quello di individuare e fornire i criteri generali e i metodi quantitativi che presiedono alla scelta, alla progettazione e alla gestione di sistemi logistici, integrati e flessibili, che siano in grado da un lato di assicurare l'integrazione dei flussi fisici e dei flussi informativi per garantire un elevato livello qualitativo dei prodotti e del servizio ai clienti, con riduzione del tempo di risposta all'ordine e contenimento dei costi di produzione, e dall'altro di rispondere con flessibilità e rapidità alle esigenze di riconfigurazione del sistema produttivo indotte dalla continua richiesta di prodotti personalizzati e innovativi da parte dei consumatori.

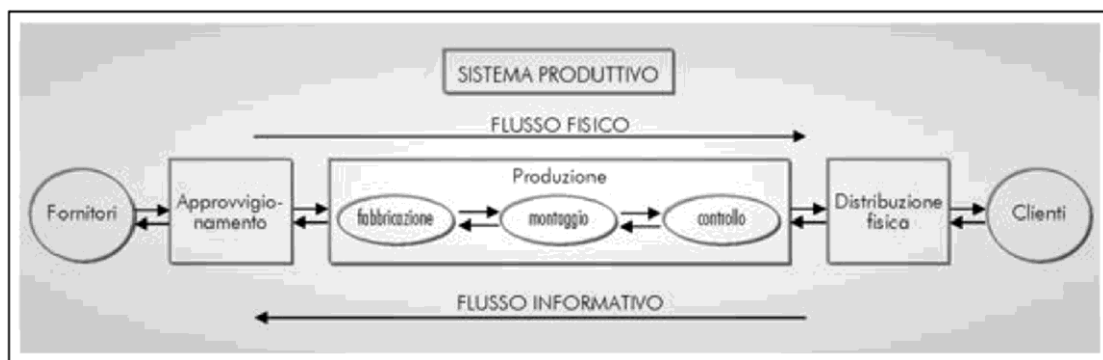


Figura 1.1 Schema generale della catena logistica [1].

1.2.1 Flessibilità come risposta alla variabilità del mercato

La variabilità del mercato odierno richiede una continua evoluzione ed innovazione dei tipi di prodotto offerti ed una loro sempre più spinta personalizzazione. Ciò comporta la necessità di realizzare una produzione flessibile ed elastica, il che si può ottenere oggi con i migliori risultati attraverso l'automazione flessibile dei sistemi e dei processi produttivi. Il concetto di fabbrica automatica flessibile si è sviluppato come risposta alla tendenza

mondiale verso un tipo di produzione per lotti, tendenza indotta dalla economia concorrenziale o di mercato che caratterizza i paesi occidentali. Economia di mercato significa ricerca di nuove tecnologie di fabbricazione per ridurre i prezzi dei prodotti; significa ancora produzione di una maggiore varietà di prodotti al fine di una loro più spinta personalizzazione ed introduzione più frequente di nuovi prodotti, con conseguente diminuzione del ciclo di vita degli stessi e quantità più ridotte dei lotti, servizio migliore ai clienti. Con la fine del secolo si può dire che l'età della produzione di massa (fabbrica tradizionale) è definitivamente tramontata ed è iniziata l'era della produzione flessibile (fabbrica moderna).

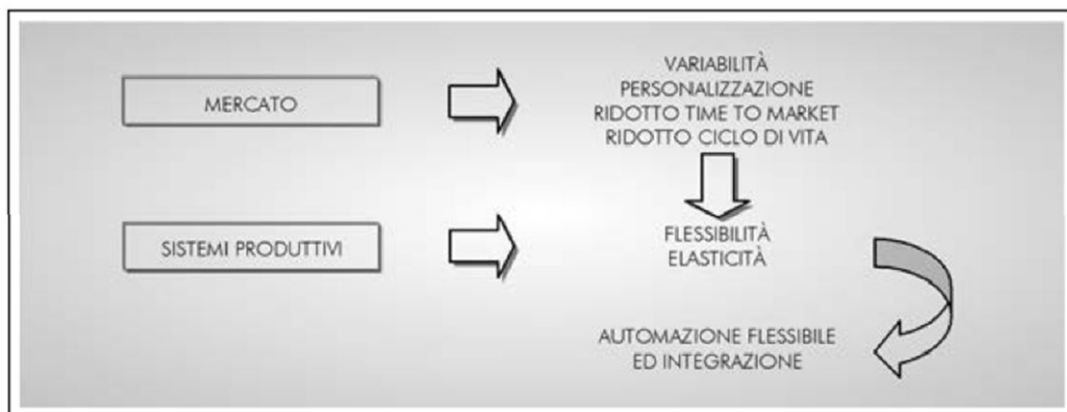


Figura 1.2 Esigenze del mercato e caratteristiche della fabbrica moderna [1].

La fabbrica moderna si caratterizza per:

- Elasticità del sistema produttivo per rispondere a variazioni quantitative del mercato ovvero possibilità di variare la propria capacità produttiva;
- Flessibilità del processo produttivo per rispondere a variazioni qualitative del mercato ovvero possibilità di variare il proprio mix produttivo; ciò si traduce nel concetto di innovazione del processo al servizio della innovazione di prodotto

Flessibilità del processo produttivo significa:

- Flessibilità nelle attrezzature di produzione;
- Flessibilità nel sistema logistico;
- Flessibilità nel sistema di gestione e controllo.

I criteri di scelta e progettazione dei sistemi logistici sono strettamente legati a:

- Evoluzione dei sistemi produttivi;
- Tipo di prodotto e mix produttivo (strategia di mercato);
- Tipo di processo;
- Tipo di approvvigionamento dei materiali;

- Tipo di distribuzione al mercato dei prodotti finali;
- Criteri e metodi di gestione e controllo dell'avanzamento della produzione;
- Criteri e metodi di gestione impiantistica e di manutenzione.

1.2.2 Innovazione di prodotto e suo impatto sulle scelte logistiche

I processi produttivi trasformano la materia prima in prodotti finiti che vengono messi a disposizione del mercato. Esistono prodotti tangibili (beni strumentali e/o di consumo) e beni intangibili (servizi). Poichè i prodotti sono l'output principale delle imprese industriali e del terziario e costituiscono normalmente la fonte primaria di guadagno, la loro scelta e il loro progetto devono essere definiti in stretto rapporto con gli obiettivi dell'azienda. Le richieste dei consumatori, le possibilità offerte dalle nuove tecnologie e la competizione del mercato tendono ad incrementare il numero di prodotti diversi, le opzioni e le versioni speciali di prodotti base. Le attività di ricerca e sviluppo di un nuovo prodotto sono seguite dal progetto preliminare e dalle attività di ingegnerizzazione che comprendono: progetto funzionale, progetto della forma e progetto del processo tecnologico. Già a livello di progetto funzionale, ma soprattutto a livello di progetto della forma il nuovo prodotto può presentare caratteristiche dimensionali e di confezionamento (forma, peso, volume, etc.) del tutto particolari rispetto agli altri prodotti della gamma, che impongono radicali cambiamenti dei mezzi logistici di movimentazione, confezionamento e distribuzione al mercato.

Per sopravvivere e crescere in una economia dinamica sono necessari prodotti sempre nuovi. Quindi le decisioni di scelta e progetto dei prodotti costituiscono un impegno senza fine per l'azienda. Poichè sono più numerosi i nuovi prodotti che falliscono di quelli che hanno successo, lo sviluppo di nuovi prodotti è affare costoso e pieno di rischio. E' necessario quindi applicare una procedura di continuo miglioramento nel processo di sviluppo di un nuovo prodotto al fine di ridurre i costi e i rischi. A volte bisogna modificare o riprogettare i prodotti per conservare risorse, ridurre i consumi di energia, migliorare la sicurezza o il controllo dell'inquinamento verso l'esterno dello stabilimento. Il processo produttivo di un certo prodotto può avere un impatto ambientale sia in ingresso per quanto riguarda gli scarichi industriali. Il riciclaggio può ridurre la spinta verso nuovi materiali e l'accumulo di rifiuti solidi dopo smaltimento. Molte aziende hanno in produzione una grande varietà di prodotti; questo è necessario per sopravvivere nel mercato per un periodo di tempo molto esteso. Avere un "mix" produttivo molto ampio protegge dal decadere di

brevetti, dalla comparsa sul mercato di prodotti competitivi e di nuove tecnologie di produzione, dal rischio di “mettere tutte le uova in un unico paniere”.La linea di un prodotto non è fissa, ma sottoposta ad un continuo cambiamento.L’azienda deve gestire ogni prodotto del proprio “mix” produttivo in maniera correlata agli altri prodotti, in modo che questi siano fra loro complementari in relazione alla produzione e/o alla distribuzione.Ad esempio esistono aziende che per tamponare la stagionalità della domanda di alcuni prodotti, allargano il loro mix produttivo espandendosi in mercati stranieri, incontrando tutta una serie di problemi legati alle diverse confezioni richieste, alla diversa lingua, ai diversi formati e alle diverse restrizioni normative.La linea di un prodotto non è fissa, ma sottoposta ad un continuo cambiamento.Sono necessarie accurate indagini di mercato per stabilire il grado di accettabilità del prodotto da parte dei consumatori, tenendo conto che del mercato fanno parte anche le aziende concorrenti che producono e mettono a disposizione prodotti simili.Le indagini di mercato permettono anche di mettere a fuoco nuove idee per lo sviluppo diversificato del prodotto e in generale costituiscono l’interfaccia fra l’azienda e il suo mercato (esistente o potenziale).L’attenzione costante al prodotto è dovuta al fatto che esso ha uno specifico ciclo di vita.La concorrenza del mercato si manifesta con la produzione di prodotti di più’ alta qualità e di migliori prestazioni a parità di prezzo di quelli esistenti.Pertanto il progetto finale di un prodotto non deve essere congelato nell’azienda, la quale si mantiene sempre giovane proprio grazie al continuo sviluppo di nuovi prodotti e servizi.

1.2.3 Ciclo di vita del prodotto

Il ciclo di vita di un prodotto viene misurato attraverso l’evoluzione delle vendite nel tempo.Esso comprende normalmente quattro stadi: *introduzione*, *crescita*, *maturità*, *declino*.

La storia commerciale di molti prodotti presenta una crescita iniziale delle vendite piuttosto lenta mentre il mercato viene sensibilizzato (fase introduttiva); segue una rapida crescita delle vendite quando il prodotto raggiunge il gradimento del mercato (fase di crescita) con aumento delle vendite e degli utili; segue una graduale riduzione del ritmo di crescita a mano a mano che il mercato diventa saturo (fase di maturità): si stabilizza il fatturato e l’utile unitario incomincia a diminuire.Infine, per molti prodotti sopraggiunge la caduta della domanda quando scompare la necessità del prodotto stesso o il prodotto è rimpiazzato da nuovi prodotti dello stesso genere, ma più’ appetibili (fase di declino).La durata del ciclo

di vita, l'estensione temporale di ogni stadio e la forma della curva "vendite/tempo" varia fortemente da un prodotto all'altro. E' importante identificare il passaggio da uno stadio del ciclo di vita al successivo, poiché le strategie di mercato devono cambiare a seconda dello stadio.

Sono fattori importanti:

- Lo sviluppo del prodotto e del suo progetto nel periodo di introduzione;
- Una consolidata reputazione del prodotto basata su una buona affidabilità nel periodo di crescita;
- La pubblicità e il livello di servizio ai clienti durante il periodo di maturità;
- Il controllo dei costi di produzione durante la fase di declino.

Le fasi fondamentali del ciclo di vita di un prodotto possono essere modificate attraverso idonee politiche aziendali.

- **Studio del prodotto**

Lo studio del prodotto, volto alla scelta di tutti i parametri che intervengono nella sua realizzazione, può essere schematizzato come riportato in figura 1.3. La ricerca di nuove idee di prodotto può essere stimolata dai clienti stessi, dalla divisione di ricerca e sviluppo aziendale (R&D), da inventori esterni, dai dipendenti aziendali. Alla fine di tale fase si verifica la fattibilità del prodotto con uno studio volto all'eliminazione delle soluzioni non compatibili con gli obiettivi e/o con le risorse dell'azienda. Dopo esito positivo dello studio di fattibilità usualmente si effettua una progettazione preliminare eventualmente con una fase di prototipazione. Si dà quindi corso alla fase di sviluppo percorrendo più volte l'anello verifica-modifica-verifica, fino all'individuazione di specifiche tecniche soddisfacenti e definite. A questo punto prende avvio l'ingegnerizzazione del prodotto attraverso il progetto dettagliato che comprende la progettazione della funzione, della forma e del processo.

- **Progetto dettagliato**

Il progetto dettagliato comprende:

- Progetto funzionale;
- Progetto della forma;
- Progetto del processo di produzione.

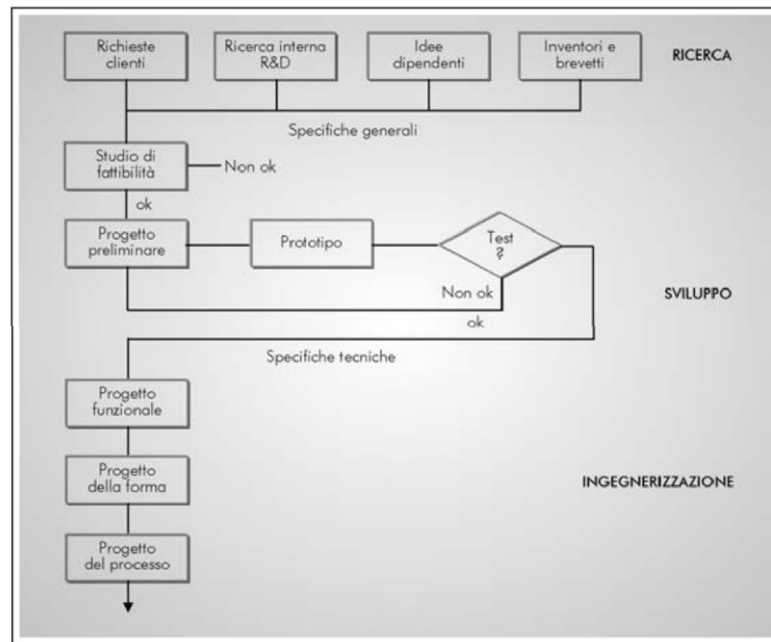


Figura 1.3 Studio del prodotto [1].

- **Progetto funzionale**

Esso riguarda le prestazioni del prodotto. E' necessario decidere le caratteristiche tecniche del prodotto con riferimento al livello qualitativo del mercato, cui ci si intende rivolgere, alla affidabilità e al costo del prodotto in confronto con prodotti concorrenti. Nello specifico i fattori piu' significativi che devono essere considerati nell'ambito del progetto funzionale sono: livello qualitativo del mercato, scelta dei materiali, affidabilità e manutenibilità del prodotto, garanzie offerte.

- **Progetto della forma**

Un tempo il progetto della forma seguiva il progetto funzionale; oggi giorno la forte variabilità e concorrenzialità dei mercati spinge le aziende ad impiegare la forma del prodotto come leva competitiva. Quindi si può dire che la funzione in alcuni casi " segue la forma". La forma del prodotto ha implicazioni rilevanti dal punto di vista logistico .Nell'ambito della gestione dei materiali la conformazione dei prodotti è determinante nella scelta delle funzioni e delle attrezzature logistiche con riferimento all'approvvigionamento, alla movimentazione ed allo stoccaggio.

Grande importanza assumono alcuni fattori di forma del prodotto, tra i quali:

- Peso;
- Volume;
- Forma e dimensioni;

- Afferrabilità;
- Rischio di danneggiamento;
- Stato fisico;
- Quantità;
- Tipo di confezionamento;
- Tipo di produzione richiesta.

All'interno delle filiera logistica si ha a che fare con “prodotti”, ma ancor piu’ diffusamente con “prodotti imballati”.Quindi, oltre alla rilevanza in se del prodotto, si riscontra una grande e sempre crescente importanza del binomio prodotto-imballo.

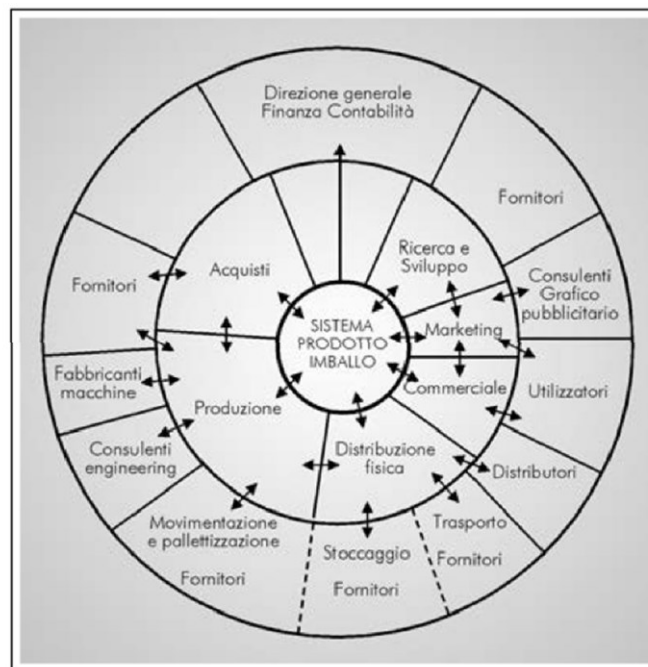


Figura 1.4 Influenza del binomio prodotto/imballo sulla logistica [1].

1.2.4 Le funzioni e le tipologie dell' imballaggio

Nella vita di tutti i giorni è ormai talmente abituale entrare in contatto con oggetti racchiusi nelle confezioni piu’ disparate, per forma e materiale, che non si presta piu’ attenzione a tutto ciò che circonda l’oggetto stesso, ovvero all’imballo; eppure tale aspetto rappresenta un concentrato di funzioni fondamentali per il materiale, o per il prodotto, contenuto, da quella piu’ elementare di mezzo di protezione fino a quella piu’ sofisticata di veicolo promozionale, passando attraverso ad altre parimenti importanti che riguardano ad esempio

la movimentazione e lo stoccaggio. In sintesi, si può affermare che l'imballaggio consente l'uso dei prodotti in tempi e luoghi diversi. Il prodotto ed il relativo imballaggio formano un binomio assolutamente inscindibile, all'interno del quale ognuna delle sue parti può avere un ruolo più o meno predominante in funzione del caso: in molte situazioni, infatti, il contenuto ha un pregio ed un valore maggiore del contenitore, ma non sono rari quei casi in cui un prodotto viene acquistato per "merito" della sua confezione.

L'imballaggio, inteso come parte del prodotto, nasce originariamente con il compito di proteggere un prodotto e di conservarlo nel modo migliore.

Pertanto, tra le funzioni più comuni attribuibili all'imballaggio si citano:

- Protezione del prodotto;
- Protezione dell'utente (in alcuni casi);
- Mantenimento della vita e qualità del prodotto;
- Agevolazione del trasporto;
- Conservazione;
- Facilitazione dell'uso.

L'evoluzione della funzionalità dell'imballaggio negli ultimi decenni ha oltrepassato questi aspetti pratici ed ha aggiunto ulteriori peculiarità che ne ampliano e modificano l'identità: l'imballaggio è oggi divenuto un mezzo di comunicazione attraverso il quale far conoscere le caratteristiche del prodotto, da quelle più squisitamente concrete e tangibili a quelle decisamente emozionali e relazionali nei confronti del consumatore, in grado spesso di decretarne il successo.

A questa prima definizione generale si aggiungono le seguenti definizioni distintive:

1. Imballaggio per la vendita o primario: imballaggio concepito in modo da costituire, nel punto di vendita, una "unità di vendita" per l'utente finale o per il consumatore (per esempio, il pacchetto di sigarette);
2. Imballaggio multiplo o secondario: imballaggio concepito in modo da costituire una unità di vendita, indipendentemente dal fatto che sia venduto come tale all'utente finale o al consumatore, o, che serva soltanto a facilitare il rifornimento degli scaffali nel punto di vendita. Può essere rimosso dal prodotto senza alterare le caratteristiche (per esempio, la stecca di sigarette);
3. Imballaggio per il trasporto o terziario: imballaggio concepito in modo da facilitare la manipolazione e il trasporto di un certo numero di unità di vendita oppure di

imballaggi multipli per evitare la loro manipolazione e i danni connessi al trasporto, esclusi i container per i trasporti stradali, ferroviari marittimi ed aerei (per esempio, lo scatolone che contiene piu' stecche di sigarette).

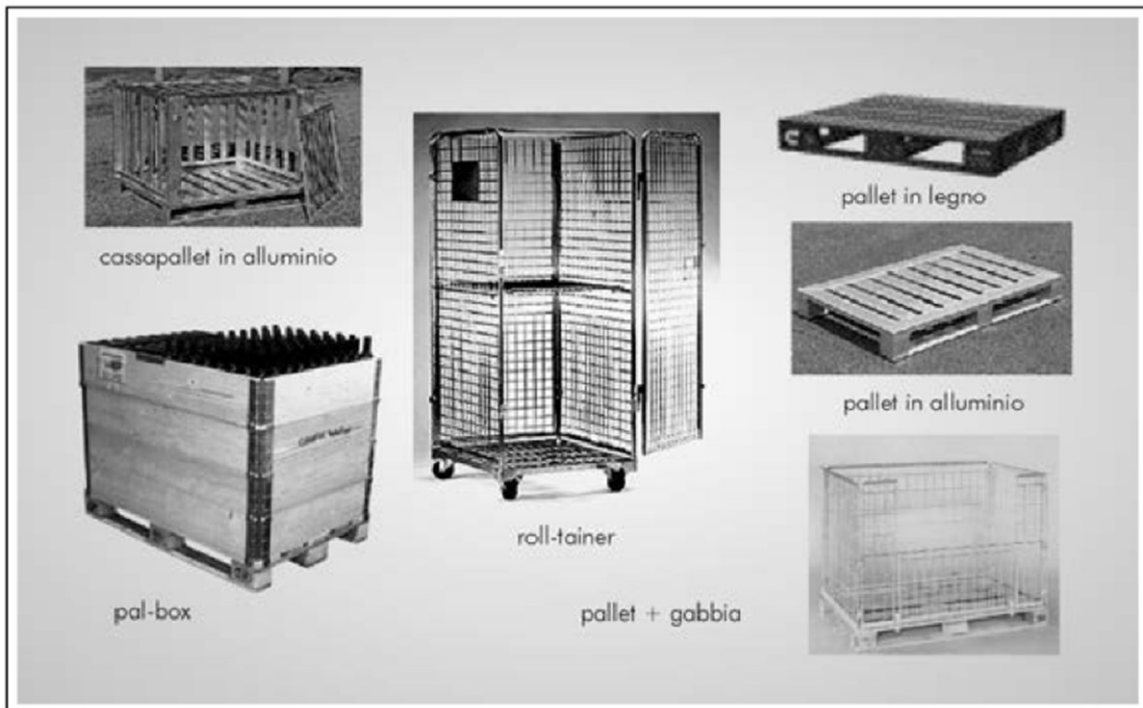


Figura 1.5 Alcuni esempi di imballaggi terziari [1].

Il pallet è sicuramente l'imballaggio terziario piu' diffuso per lo stoccaggio, la movimentazione e la distribuzione delle merci: secondo la UNI ISO 445 è una "piattaforma orizzontale caratterizzata da un'altezza minima compatibile con la loro movimentazione tramite carrelli transpallet e/o carrelli elevatori a forche e altre appropriate attrezzature di movimentazione, impiegata come supporto per la raccolta, l'immagazzinamento, la movimentazione ed il trasporto di merci e di carichi". Principalmente in legno massiccio, può essere realizzato anche in legno pressato, metallo, cartone ondulato, plastica.

Il pallet, unitamente agli imballaggi primario e secondario e alle attrezzature di movimentazione, di carico e di movimentazione dei materiali, contribuisce a proteggere il prodotto durante il viaggio, facilitandone il trasporto e lo stoccaggio. Il pallet ha avuto, e continua ad avere, un notevole successo come unità di carico per il suo ruolo di collegamento flessibile tra imballaggio e mezzi di movimentazione e trasporto: ciò lo rende perciò adatto alle esigenze dei protagonisti della catena logistica (fornitori, produttori industriali, società di servizi e distributori). Come in altri settori, anche per il pallet la spinta verso la standardizzazione ha portato ad una riorganizzazione in un contesto alquanto

confuso; inoltre il progetto del pallet deve essere correlato ai cambiamenti degli imballaggio alla evoluzione delle attrezzature di sollevamento e movimentazione del carico dei materiali.

Esistono diversi tipi di pallet con dimensioni unificate riportate nella tabella seguente:

Dimensioni in pianta [mm.]	UNI 4121/88	ISO 6780/78
800 x 1000	•	
800 x 1200 (Europallet)	•	•
1000 x 1200 (pallet U.K.)	•	•
1140 x 1140 (Australia)		•
1100 x 1100		•
1219 x 1016 (48" x 40" USA)		•

Tabella 1.1 Diversi tipi di pallet usati nel mondo [1].

1.2.5 Sistemi e attrezzature per l'immagazzinamento e lo stoccaggio

I magazzini sono presenti in tutte le realtà industriali e commerciali per:

- Contenere le scorte di materiali;
- Permettere il riassortimento dei materiali e la formazione di nuovi lotti diversi per articolo/quantità.

Le ragioni che obbligano le aziende a creare e mantenere scorte piu' o meno grandi di materie prime, componenti, semilavorati e prodotti finiti, sono:

- Smorzare le irregolarità dei consumi (ovvero dello stadio logistico a valle);
- Smorzare le irregolarità dei ricevimenti (ovvero dello stadio logistico a monte);
- Ottenere flessibilità rispetto alle variazioni del mix produttivo e alle variazioni di volumi, ovvero permettere riassortimenti in tipologia e quantità;
- Agevolare la distribuzione e i trasporti;
- Ovviare alla inaffidabilità degli impianti;
- Risolvere problemi di manodopera;
- Attutire le ripercussioni dovute a problemi di qualità;
- Appianare la inattendibilità delle previsioni della domanda;
- Ovviare alla programmazione non adeguata;
- Cautelarsi da fornitori non affidabili o non flessibili.

Il magazzino deve essere perfettamente inserito nel ciclo logistico dell'azienda. Ultimamente l'evoluzione del mercato e l'elevato costo della manodopera hanno enormemente complicato il ruolo dei magazzini, in quanto molte aziende, per contenere i costi di manodopera, hanno spostato la produzione in paesi emergenti rendendo

particolarmente complessa la programmazione della produzione, quindi la corretta determinazione della capacità di stoccaggio del magazzino.



Figura 1.6 Magazzino semilavorati e Modula dell'Automation Gate.

Peraltro i clienti, per minimizzare i loro costi, richiedono ai fornitori poco materiale alla volta su pallet multistrato multiprodotto con bolla d'accompagnamento possibilmente redatta corrispondentemente alla sequenza di scarico dei prodotti (il materiale in cima al pallet è il primo della lista sulla bolla). Solamente alcune grosse aziende leader di settore non hanno questi problemi e scambiano lotti di entità costante, e ciò accade quando il bene è prodotto in enormi quantità ed è poco diversificato (come ad esempio nel mercato del latte e dello yogurt). In ogni caso non è errato affermare che la dimensione del magazzino di un'azienda dipende dai ritmi del mercato a valle e a monte e il grado di automazione deve essere ben equilibrato rispetto al sistema produttivo.

I magazzini significano capitali immobilizzati, con elevati interessi passivi, soggetti anche ad un progressivo deprezzamento, nel caso di deteriorabilità della merce stoccata; pertanto le scorte di merce e di materiali devono essere limitate al minimo indispensabile, adottando un'intelligente politica degli approvvigionamenti, standardizzando al massimo le materie

prime, i semilavorati e i prodotti finiti, e azzerando almeno una volta all'anno tutte le scorte di sicurezza. Ad esempio per un magazzino barre la variabile fondamentale è la lunghezza delle barre, scelta in modo razionale ed economico ottimizzando gli scarti e i costi di movimentazione. I magazzini richiedono notevole spazio e ogni metro cubo di spazio destinato a magazzino incide per una certa aliquota sui costi dell'azienda, per ammortamenti, riscaldamento, illuminazione, etc., senza che a ciò corrisponda un adeguato vantaggio.

I principali magazzini che si trovano in un impianto industriale sono:

- Quello delle materie prime per assicurare una riserva di materiali grezzi nell'eventualità di imprevisti che interrompano i rifornimenti esterni;
- Quello dei semilavorati per costituire un polmone fra successive lavorazioni aventi cadenze di produzione diverse;
- Quello dei prodotti finiti per sopperire ai ritardi della distribuzione rispetto alla produzione, e per compensare le frequenti diverse entità tra lotti economici di produzione e i lotti di spedizione.

Sovente per esigenze di produzione sono peraltro presenti anche altri magazzini da destinare al contenimento, ad esempio, di imballi, materiali di consumo, utensili, stampi, maschere ed attrezzi, gas, oli combustibili, etc.

Le modalità di immagazzinamento dipendono principalmente dalle caratteristiche dei materiali da stoccare. Il sistema più adatto va scelto in base ad un'indagine di convenienza basata su fattori tecnici ed economici. I principali fattori tecnici sono le caratteristiche peculiari del materiale (densità, rischio di danneggiamento, grado igrometrico), il peso e il volume delle unità di movimentazione, la frequenza e l'entità dei prelievi e dei depositi, le esigenze di sicurezza e igiene. I fattori economici sono i costi di ammortamento del capitale da investire, i costi di manodopera, i costi di esercizio e di manutenzione, nonché i costi di immobilizzo del capitale e dell'eventuale perdita di valore della merce stoccata.



Figura 1.7 Transpallet elettrico con conducente a bordo usato in reparto AG.

I carrelli elevatori sono veicoli a ruote impiegate per la movimentazione di materiali di qualsiasi genere con l'intervento degli operatori a terra o a bordo del veicolo stesso; si distinguono principalmente carrelli a ruote piccole per piccoli sollevamenti (transpallet), che sollevano il carico solamente per poterlo trasportare (in genere le altezze tipiche per questi dispositivi sono dell'ordine di qualche decina di centimetri) e carrelli accatastatori, muniti di idonee attrezzature per sollevare il carico ad altezze superiori, compatibili con una eventuale esigenza di impilaggio.

1.3 Lean production

All'origine della Lean production si pone il Toyota Production System TPS, sviluppato per far fronte alle esigenze interne della Toyota Motor Company. La situazione del Giappone nel periodo seguente la seconda guerra mondiale poneva diverse sfide ai produttori di automobili. La crescita economica era rapida, con una forte competitività interna e un isolamento dai mercati esteri; la produzione di massa di stampo occidentale era la strada favorita dalle aziende, ma la richiesta era di una grande varietà di veicoli, con bassi volumi produttivi per il mercato interno. La possibilità di investire in grandi impianti con sistemi produttivi come quelli visti all'estero era limitata dalla mancanza di capitali.

Lo standard produttivo dei paesi occidentali era basato sul modello di produzione di massa, esposto a livello teorico da Frederick Taylor ed applicato nella pratica da Henry Ford. La sua idea consisteva in una visione del mercato che antepose l'offerta alla domanda; *"Avranno l'auto che vorranno, del colore che vorranno, purchè sia nera"*, una frase di Ford rimasta nella storia, che ha segnato l'era della produzione di massa. Questa visione infatti, era basata su un modello standard di auto con una produzione a ottica push, ovvero una strategia pianificata dall'alto ed era basata su specifici obiettivi. Il modello fordista ben si adattava alle condizioni di produzione americana, dove i grandi spazi a disposizione, dove un gran numero di risorse disponibili sia economiche che a livello di materie prime, dove la domanda del mercato era molto forte e i costi fissi dei grandi impianti dovevano essere spalmati su un numero elevato di prodotti finiti. Gli ingegneri della Toyota valutarono questo sistema e notarono che non sarebbe stato possibile implementarlo in Giappone, poichè si trovavano con caratteristiche diametralmente opposte: pochi spazi utilizzabili, poche risorse sia economiche che a livello di materie prime, quantità di modelli prodotti completamente differenti.

Gli elementi del contesto spinsero a progettare un sistema, che per essere economicamente vantaggioso non necessitasse dei grandi numeri della produzione di massa, evitando grandi produzioni di serie, ed impianti di impronta occidentale.

Sotto la guida di Taiichi Ono, inizialmente ingegnere capo della produzione, avvenne lo sviluppo ed il perfezionamento del Toyota Production System. Il sistema fu creato con l'obiettivo di eliminare ogni forma di spreco e prevenire gli errori andando ad "automatizzare con un tocco umano" i processi produttivi. Le tecniche sviluppate furono dapprima applicate alla produzione dei motori a combustione, portandole poi all'assemblaggio finale ed andando a coinvolgere l'intera supply chain. Tra le prime innovazioni apportate vi furono le consegne just-in-time, il Kanban per il controllo della produzione in pull, la riduzione dei tempi di setup ed il riconoscimento dell'importanza dei lavoratori per la soluzione delle problematiche che si potessero verificare. La qualità della produzione era di primaria importanza: producendo solo quello di cui c'è necessità in piccole lotti e senza scorte, ogni difetto causava una ripercussione in tutte le seguenti fasi della produzione. L'individuazione e la correzione dei problemi, affinché una volta risolti non potessero più ripresentarsi, era quindi vitale per il mantenimento del TPS ed inoltre rendeva capace il sistema di un continuo miglioramento. Questo coinvolgeva tutto il personale per risolvere il problema riscontrato, influenzando in maniera sensibile sulle



Figura 1.8 Taiichi Ono [3].

motivazioni degli operai. Questo ed altre azioni di miglioramento continuo, vennero chiamati KAIZEN che diventò uno dei capisaldi del Toyota Production System.

Dopo più di 20 anni di studi, Ono svilupperà un sistema di produzione volto all'eliminazione totale degli sprechi cercando di garantire:

- un flusso continuo per ridurre attese e tempi di attraversamento
- una produzione pull per eliminare la sovrapproduzione
- miglioramento continuo a piccoli passi con il coinvolgimento di tutti

Non si produce più per realizzare scorte, ma l'intero processo ha ora una modalità pull e la produzione nelle sue fasi è letteralmente tirata dalla domanda. Il TPS alla fine risulta vincente, fino a portare la Toyota ad essere la prima casa automobilistica per numero di auto vendute.

Visto il successo dell'esperienza, iniziò a diffondersi nel mondo dell'automotive giapponese la filosofia della Lean Manufacturing col fine di ridurre gli sprechi e produrre solamente quello che richiede la domanda di mercato. Questa nuova filosofia di pensiero venne definita Lean Thinking e si estese, oltre che all'intero settore manifatturiero, anche al resto delle aziende esistenti, come uffici, ospedali, aeroporti, servizi per il terziario in generale, ecc...

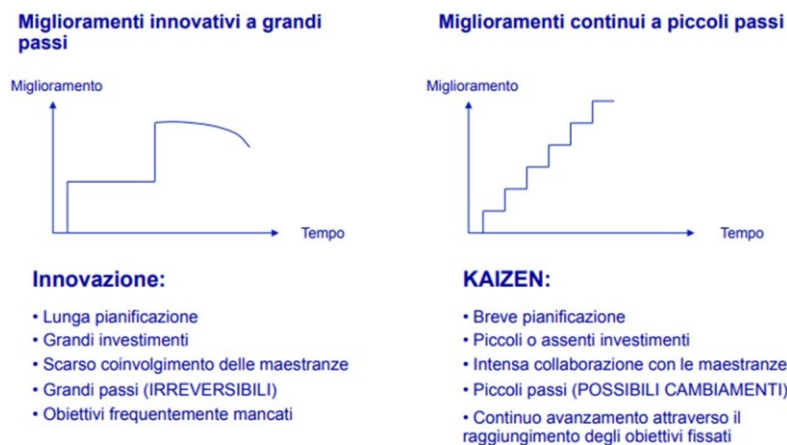


Figura 1.9 Un confronto tra innovazione radicale e incrementale [2].

1.3.1 I cinque principi del Lean Thinking

I principi cardine su cui si basa il Lean Thinking sono i seguenti: definire il valore, identificare il flusso del valore, lasciar scorrere il flusso, implementare un sistema pull, ricercare la perfezione.

1. Definire il valore: il valore rappresenta l'unica parte del prodotto che il cliente è disposto a pagare. La restante parte del prodotto identifica uno spreco (muda in giapponese) e deve essere eliminato o almeno ridotto il più possibile. Il valore viene identificato ponendosi nei panni del cliente, chiedendosi quali siano le attività del processo produttivo per cui quest'ultimo paga. Oltre a questo aspetto generato dalla sola figura del cliente, bisogna identificare quali costi sono causati da sprechi e quindi possono essere evitati o ridotti. Per raggiungere questo obiettivo c'è bisogno

di un continuo miglioramento che permetta di eliminare anche sprechi che prima non venivano considerati.

2. Identificare il flusso di valore il flusso di tutte quelle attività che creano valore e che permettono di realizzare il prodotto. L'analisi del flusso di valore è un'attività fondamentale perché permette di identificare le attività che generano valore e quelle che generano sprechi all'interno di un processo. Questa azione può essere fatta per tutti i processi sia interni che esterni. Identificare il flusso di valore è uno strumento efficace che permette di rappresentare il flusso attuale della produzione di un prodotto distinguendo tra 3 tipi di attività:
 - Attività che creano valore
 - Attività che non creano valore necessario: sono attività che non hanno valore per il cliente, ma che non possono essere evitate. Sono dovute a limiti tecnologici degli impianti, definiti anche spreco di tipo 1. Possono essere eliminate solo con innovazioni radicali che derivino da piani di ricerca e sviluppo di lungo periodo.
 - Attività che non creano valore: sono attività che non hanno valore né per il cliente, né per l'azienda. In questo caso vi è un cosiddetto spreco di tipo 2. Queste attività saranno eliminate attraverso un processo di miglioramento.
3. Lasciar scorrere il flusso: un flusso non sincronizzato interrotto da uno o più buffer genera scorte. Queste permettono di continuare a produrre qualora vi fosse un problema nelle lavorazioni a monte. Questo potrebbe sembrare molto positivo, ma di fatto impedisce di accorgersi del problema e d'implementare un serio processo di miglioramento della fase critica. Secondo la filosofia snella, il flusso tra le attività deve essere continuo e senza interruzioni, eliminando le barriere organizzative che sono la causa principale dei ritardi. Per garantire ciò, è necessario che vi sia una certa elasticità nelle mansioni degli operatori. Si passerà dunque a dei team di lavoro nei quali ognuno è in grado di aiutare e sostituire l'altro.
4. Implementare un approccio pull: l'approccio push che aveva contraddistinto le grandi aziende automobilistiche americane ha il vantaggio di avere elevata scorta a magazzino, per gestire improvvise variazioni della domanda. Questa modalità produttiva era sicuramente l'ideale nell'America della crescita economica dopo la seconda guerra mondiale, dove la domanda era in continuo aumento e non era particolarmente sofisticata dal punto di vista dei bisogni dei clienti. Col tempo i mercati si saturarono e la domanda divenne sempre più selettiva. Vi è quindi il rischio di produrre prodotti che non saranno richiesti dal mercato. I manager Toyota

avevano capito già da molto tempo che bisognava produrre con un approccio esattamente opposto, chiamato pull. Questo significa che è il cliente a tirare letteralmente la produzione. Così facendo si produce solo quello che serve quando serve senza il bisogno di previsioni. Per fare questo si usa lo strumento piuttosto semplice, il cartellino Kanban.

5. Ricercare la perfezione: la perfezione è l'obiettivo a cui si vuole tendere attraverso l'applicazione dei principi precedenti. Perfezione intesa come eliminazione totale degli sprechi e sincronizzazione perfetta del flusso. Per farlo è necessario rimettere sempre in discussione il modus operandi per eliminare sempre maggiori sprechi. Questo può avvenire attraverso innovazioni radicali oppure attraverso un flusso continuo di innovazioni incrementali, questo principio è chiamato Kaizen.

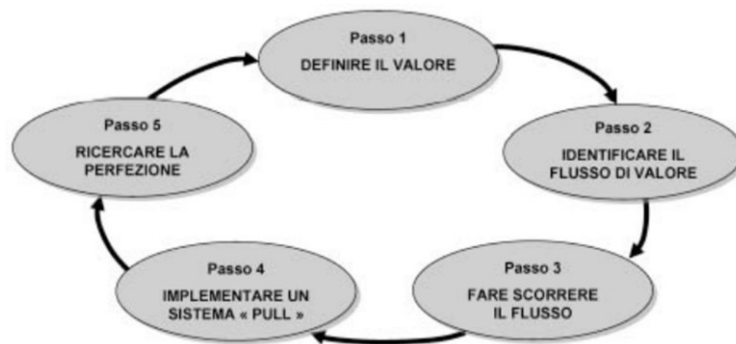


Figura 1.10 I cinque principi del Lean Thinking [3].

1.3.2 I sette sprechi (muda) della produzione

Obiettivo cardine presente nel Lean Thinking è sicuramente la continua lotta allo spreco inteso come qualsiasi attività a non valore aggiunto. Nel suo libro, Taiichi Ohno elenca 7 tipologie di spreco che si riscontrano in un'azienda manifatturiera.

1. Sovrapproduzione: è un fenomeno che avviene quando si produce senza che vi siano richieste del mercato, producendo su previsione. Il prodotto finito che non verrà venduto comporterà un aumento delle scorte a magazzino, ovvero un immobilizzo di capitale con un indice di rotazione difficilmente valutabile. In aggiunta bisogna considerare i costi legati alla movimentazione del materiale (sia del personale che delle attrezzature), costi legati allo spazio utilizzato ed eventuali costi legati al degrado o alla obsolescenza del prodotto finito, Vi sono inoltre dei costi legati allo

spazio occupato, al possibile degrado o alla possibile obsolescenza del prodotto finito. Viene considerato come " il male più grande" dei sette sprechi elencati.

2. Giacenze: sono materiali in attesa di essere utilizzati, come ad esempio semilavorati in attesa di essere assemblati. Creano un disaccoppiamento tra le diverse fasi di lavorazione permettendo di mantenere una produzione limitata anche in caso di problemi nella fase a monte. Presentano lo svantaggio che non rendono evidenti malfunzionamenti e ulteriori sprechi. Essendo materiale acquistato e non utilizzato, si traduce in un costo per l'azienda.
3. Superfici: L'utilizzo di uno spazio troppo esteso per le reali necessità dell'azienda è considerato uno spreco in primis a livello di investimento iniziale (l'azienda è costretta ad un esborso economico per acquistare o affittare il capannone). Si aggiungono anche che si ha il materiale distribuito e non si riesce ad avere una situazione definita del materiale presente, generando confusione con le conseguenti perdite di tempo in caso di problemi di giacenze.
4. Percorsi operatore: sono gli spostamenti che gli operatori devono fare per ultimare le fasi prelievo. Sono azioni che non aggiungono valore al prodotto e devono essere ridotti per cercare di ottenere un processo produttivo ideale. La loro causa è l'errata disposizione dei materiali a scaffale. Come conseguenze si avranno perdite di tempo e perdite di efficienza del sistema produttivo
5. Eccessiva movimentazione del materiale: anche questo spreco è legato ad una errata disposizione del materiale. Oltre alle conseguenze sopra elencate, si aggiungono aspetti come la confusione e ritardi e si aumenta il rischio di possibili infortuni. Ad esempio possono capitare viaggi multipli per layout non razionale degli impianti produttivi e materiali stoccati in più aree.
6. Tempi d'attesa: si manifestano quando un operatore non sta svolgendo nessuna attività, in attesa di una qualsiasi forma di segnali che permetta di cominciare con una determinata attività. Si tratta di uno spreco poiché la risorsa avrebbe potuto utilizzare quell'intervallo di tempo in maniera produttiva creando valore aggiunto.
7. Difetti/Riparazioni: sono generati da attività che realizzano prodotti non conformi, questi dovranno essere rilavorati o scartati incrementando i costi dell'azienda. Ad esempio errori frequenti nei documenti/informazioni e conseguenti correzioni/rilavorazioni.

Tutti questi sprechi si traducono per l'azienda in investimenti superflui come ad esempio l'acquisto di un macchinario con capacità produttiva elevata che per ammortizzare il costo

di fermo macchina dovuto a lunghi tempi di setup ed a personale specializzato spesso sottoutilizzato, mi costringa alla sovrapproduzione per mantenere alto l'indice d'impiego. Rischiando peraltro un aumento nei costi necessari al controllo della difettosità dei pezzi realizzati.

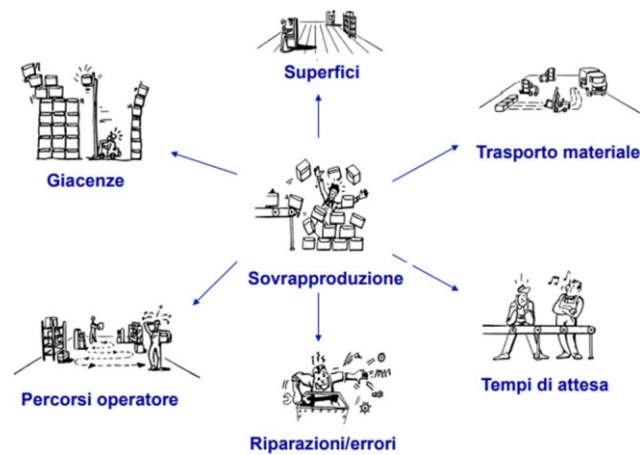


Figura 1.11 I sette sprechi capitali secondo il pensiero snello [3].

1.4 L'ergonomia in un ambiente industriale

Si rende necessario riportare alcuni richiami riguardanti l'ergonomia in un ambiente industriale, visto la sua forte importanza e presenza durante le più tipiche attività svolte lungo una linea di assemblaggio manuale; basti pensare al forte impatto in termini di maggiore sicurezza per gli operatori. L'impiego di un ambiente industriale ergonomico e flessibile, oltre a ridurre il numero di incidenti ed infortuni sul lavoro, rende più rapido e organizzato il flusso di lavoro. Ciò si traduce in processi produttivi ottimizzati, aumento dell'efficienza e della produttività delle diverse commesse.

Negli ambienti industriali tradizionali l'ottimizzazione del processo produttivo viene fatta considerando solamente le variabili di tempo e di costo, e concentrandosi sulla progressiva riduzione di tali variabili al fine di massimizzare il profitto, non contemplando il fattore umano nei ritmi di produzione. Nei moderni sistemi industriali, l'assemblaggio e la movimentazione rappresentano due delle più importanti fasi di produzione. Ogni attività che viene svolta all'interno del processo produttivo è infatti strettamente legata al mercato finale, che sta diventando sempre più esigente. Per i suddetti motivi viene sempre più richiesta una qualità maggiore rispetto a quanto accadeva in passato. Oggi le industrie si trovano nella situazione di dover fronteggiare un mercato molto concorrenziale, e, nel caso in cui non si sia in grado di offrire un prodotto di qualità, ricco di alternative. Questo senso

di urgenza che è venuto a crearsi, ha fatto sì che durante gli ultimi anni molte compagnie abbiano deciso di mobilitarsi per essere sia più efficienti, aumentando il livello di qualità del prodotto offerto, che più flessibili. Come è noto, i processi di assemblaggio e di movimentazione manuale del materiale richiedono un elevato grado di attività manuali, specialmente nel caso in cui non vi siano stazioni di assemblaggio e mezzi di trasporto per il materiale automatizzati. In questo tipo di attività l'operatore utilizza il suo corpo come forza motore per la realizzazione delle procedure, mettendo in azione un certo livello di energia a seconda delle attività che devono essere svolte per garantire un ottimale livello di qualità nel prodotto finale. L'energia può essere spesa, ad esempio, utilizzando il tronco superiore o le braccia per il sollevamento di un pezzo, oppure l'operatore può utilizzare il proprio quantitativo energetico per spostarsi da una stazione di lavoro ad un'altra o per compiere movimenti necessari oppure movimenti ripetitivi e non necessari per completare le operazioni assegnategli per eseguire il suo compito.

Non è raro che all'interno di un ambiente lavorativo vi siano attività che richiedono azioni in grado di logorare fisicamente un operatore. Tra queste possiamo trovare:

- Movimenti ripetitivi;
- Alta concentrazione con conseguente alto livello di stress fisico;
- Posture scomode.

Se, queste attività non vengono monitorate e controllate possono ledere non solamente l'operatore, ma anche l'azienda stessa: un operatore stanco ha una soglia di attenzione più bassa rispetto alla sua normalità, in quanto non ha più un quantitativo di energia che gli permette di svolgere meticolosamente il suo lavoro. Qualora venga commesso un errore, la prima caratteristica del prodotto che ne risente è proprio la qualità. Come già specificato in precedenza un'industria per essere competitiva deve essere in grado di far fronte ad una concorrenza che offre continuamente alternative valide. Vi è dunque una stretta correlazione tra la produttività che si è in grado di garantire ed il livello di ergonomia implementato.

L'assunzione e utilizzo dei principi ergonomici nell'ambiente produttivo rappresenta quindi una casistica win-win in quanto gli operatori non sono più costretti a lavorare in condizioni a loro ostili. Di conseguenza, l'impresa riesce a garantire un alto livello di qualità e flessibilità al cliente.

Per i motivi appena espressi, oltre alle variabili di tempo e di costi, è opportuno considerare anche il fattore umano nella progettazione del layout e dei processi produttivi. Questi tre termini non sono indipendenti tra loro; diventa quindi necessario operare delle scelte mirate affinché vi sia un equilibrio tra tutte e tre le componenti in gioco. Ad esempio, qualora si

decida di trascurare l'ergonomia e ci si concentri nella minimizzazione dei tempi, non si considera il danno fisico e psicologico arrecato dalle azioni che deve svolgere un operatore, e quindi non si tiene conto del fatto che egli potrebbe svolgere il suo compito in maniera adeguata rendendo il prodotto finale qualitativamente scadente. Nel prossimo paragrafo, si porrà l'attenzione sulla valutazione ergonomica nella movimentazione manuale dei carichi, analizzandone le normative ISO di riferimento.

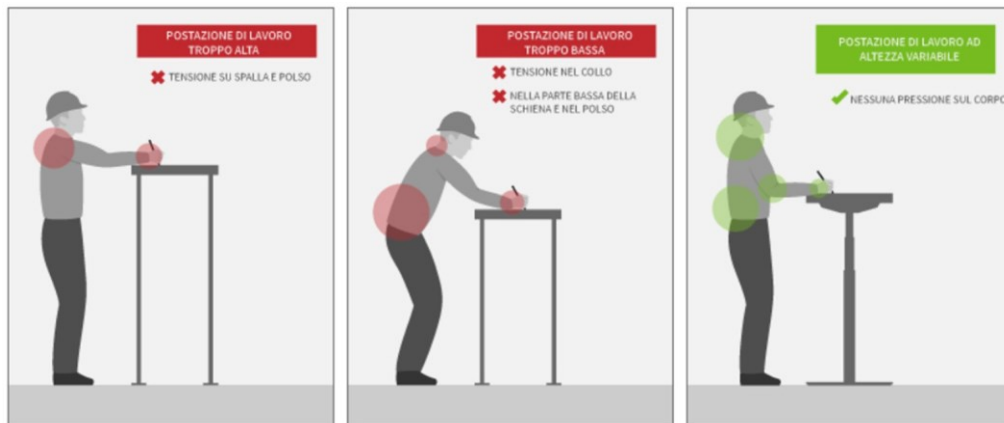


Figura 1.12 Una migliore ergonomia può ridurre l'affaticamento muscolare e prevenire disturbi muscoloscheletrici [11]

1.4.1 Le normative di riferimento: ISO 11228

Per la progettazione ergonomica di un ambiente industriale le norme di riferimento sono le tre parti del gruppo ISO 11228. Queste tre parti, in particolare, stabiliscono le raccomandazioni per le attività di movimentazione manuale dei carichi. Per evitare i problemi muscoloscheletrici sono contemplati i principali fattori scatenanti di questi problemi, come la grandezza e il peso degli oggetti che devono venire spostati, la postura di lavoro e la frequenza o la durata delle movimentazioni. All'interno di queste norme sono specificati i limiti raccomandati per la massa degli oggetti combinate con le posture di lavoro, la frequenza e la durata della movimentazione manuale a cui le persone possono far ragionevolmente fronte. In questo senso l'approccio ergonomico ha un notevole impatto nel ridurre i rischi derivanti dalle attività di sollevamento e di spostamento. All'interno delle norme ISO 11228 viene assunta una rilevanza particolare la corretta progettazione delle attività lavorative, che possono includere al loro interno l'utilizzo di strumentazioni adeguate onde evitare rischi derivanti dalla movimentazione di materiali pericolosi.

In questi richiami normativi verranno approfonditi solo la parte 1 della norma, ossia quella legata al sollevamento e al trasporto dei materiali, che è quella che interesserà maggiormente i casi che analizzeremo in reparto.

1.4.2 ISO 11228 – 1: sollevamento e trasporto dei materiali

Questa parte della normativa ISO 11228 specifica i limiti raccomandati per il sollevamento e il trasporto manuale dei carichi. Vengono anche contemplati all'interno di questa parte l'intensità, la frequenza e la durata dell'attività. I parametri considerati dalla prima parte della normativa si applica nei casi in cui gli oggetti da movimentare hanno una massa superiore a 3 Kg e le velocità dell'operatore sono moderate, ossia nell'ordine di 1 m/s, lungo una superficie orizzontale. L'approccio ergonomico in questo caso viene considerato qualora si generino problemi relativi alla salute e alla sicurezza prendendo in considerazione la massa, la facilità di presa, la posizione relativa dell'oggetto rispetto al corpo e la durata della specifica attività. Inserita all'interno della normativa vi è una guida sulla stima e sulla valutazione dei rischi che possono insorgere nel sollevamento e trasporto degli oggetti.

I principali principi ergonomici contemplati in questa parte della normativa sono essenzialmente:

- Eliminare i movimenti ridondanti;
- Ridurre i carichi da movimentare;
- Rendere l'ambiente user-friendly.

Per eliminare i movimenti ridondanti l'area di lavoro deve essere progettata al fine di minimizzare le operazioni dello spostarsi, girarsi, inarcarsi dell'operatore. In questo modo l'operatore avrà meno stress fisico.

Per rendere l'ambiente user-friendly è possibile adottare delle precauzioni che possano aiutare il lavoro dell'operatore, come mantenere degli spazi adeguati al loro movimento in condizioni di spostamento di materiale, evitare che si debbano fare le scale, essere in grado di garantire una buona tenuta e pulizia della pavimentazione, ma anche controllare il riscaldamento e illuminazione della postazione di lavoro.

Per ridurre i carichi da movimentare si deve anzitutto considerare la possibilità di utilizzare dei meccanismi automatizzati o motorizzati (come transpallet, muletti, AGV) che possano

essere in grado di sostituire o affiancare l'operatore nelle operazioni di sollevamento e di spostamento dei carichi. Qualora questo non sia possibile, la normativa ISO 11228 – 1 prevede la distinzione tra le operazioni di sollevamento ripetitive e non-ripetitive. Per le operazioni ripetitive sono presenti dei limiti più ristretti sulla massa movimentabile per l'operatore rispetto alle operazioni non ripetitive.

Questa prima parte della normativa fornisce una semplice formula per il calcolo della massa limite raccomandata basandosi su diverse variabili:

- m_{rif} la massa di riferimento per un definito operatore;

Popolazione lavorativa per genere ed età	Massa di riferimento, m_{rif}
Uomini (18-45 anni)	25 Kg
Donne (18-45 anni)	20 Kg
Uomini (<18 o >45 anni)	20 Kg
Donne (<18 o >45 anni)	15 Kg

- vm Altezza di sollevamento, è l'altezza da terra delle mani all'inizio del sollevamento;
- dm Dislocazione verticale, la distanza verticale del peso tra inizio e fine del sollevamento;
- hm Fattore orizzontale, la distanza massima del peso dal corpo durante il sollevamento;
- am Fattore asimmetria, la dislocazione angolare del peso rispetto al piano sagittale mediano del soggetto;
- cm Fattore presa, riguarda il giudizio relativo alla presa che può essere buona, scarsa o sufficiente;
- fm La frequenza del sollevamento in atti al minuto e durata;

In questo modo si definisce l'indice di sollevamento, detto anche lifting index:

$$LI = vm \cdot dm \cdot hm \cdot am \cdot cm \cdot fm$$

In conclusione:

$$\text{Massa limite raccomandata} = m_{rif} \cdot LI$$

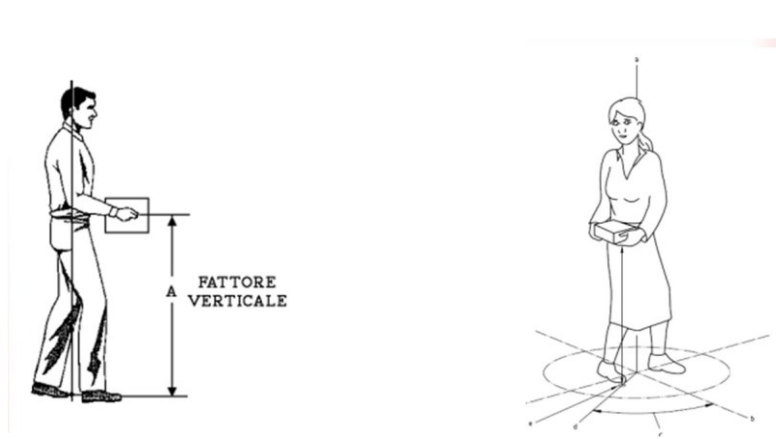


Figura 1.13 Immagini tratte dalla norma ISO 11228-1 riguardo le azioni dell'operatore [4].

Capitolo 2

F.lli Comunello S.p.A.

2.1 Una storia di innovazione e qualità assoluta

L'azienda è stata fondata nel 1965 da Vittorio Comunello, ed è ora guidata dalla seconda generazione: i figli Silvia, Luca e Franco.

Il fondatore, Vittorio Comunello, ha intrapreso la sua avventura pionieristica creando un'azienda produttrice di componenti per cancelli scorrevoli che in breve conquista, e tuttora mantiene, una posizione di leader sul mercato per innovazione e ricerca della qualità assoluta.

Più di cinquant'anni di precisione nella realizzazione di elementi perfetti, sempre al passo con l'evoluzione delle più avanzate tecnologie ed in grado di garantire i più alti standard di sicurezza.



Figura 2.1 Lo stabilimento produttivo di San Giuseppe di Cassola (VI) [8].

L'azienda F.lli Comunello è costruita su una solida e affidabile base produttiva ben strutturata. F.lli Comunello oggi si compone di 5 divisioni con il 100% dei prodotti di ciascuna divisione progettato e realizzato in Italia. Questo controllo totale sui processi di produzione garantisce i massimi livelli di qualità.

Oggi i loro prodotti sono esportati in più di 115 paesi in tutto il mondo.

La mission aziendale in questi anni si è focalizzata sulla ricerca della qualità assoluta, in particolare sulla qualità nei materiali, qualità nello studio e nella progettazione, qualità negli investimenti e nella lavorazione, qualità nel servizio e nei comportamenti.

Il principio della qualità assoluta si è nel tempo sviluppato e declinato in quattro divisioni altamente specializzate:

- Automation Gate Division;
- Automation Frame Division;
- Gate Division;
- Frame Division;
- Hext Division;



Figura 2.2 Le 5 divisioni all'interno di F.lli Comunello [8].

L'azienda è certificata nella qualità, sicurezza e rispetto; ha un sistema di gestione conforme alle norme UNI EN ISO 9001:2008 certificato dal Tuv Sud.

2.2 Gli stabilimenti produttivi

Un fattore di vanto che distingue l'azienda dalla concorrenza; è quello di avere la produzione di prodotti finiti e dei semilavorati interamente in Italia. Ad oggi si contano 4 stabilimenti sparsi tra Rosà e San Giuseppe di Cassola. In aggiunta la proprietà investe

sistematicamente in tecnologia in tutti i suoi reparti produttivi; concentrandosi anche sul miglioramento continuo per ottimizzare i suoi processi e eliminare gli sprechi.

Ci sono 7 reparti produttivi:

FONDERIA PRESSOFUSIONE

- Il reparto fonderia copre 2500 mq ed è composto da 14 impianti di pressofusione;
- Tutti gli stampi sono realizzati nel reparto;
- Produzione di componenti in alluminio e zama;
- Operativo 24 ore al giorno;
- Vengono lavorate 2500 tonnellate di materiale all'anno.

STAMPAGGIO LAMIERA

- Il reparto stampaggio lamiera copre 2000 mq ed è composto da 22 impianti da 80 ton a 400 ton;
- Stampaggio di componenti in acciaio e acciaio inox fino a spessore 10 mm;
- Vengono lavorate 2500 tonnellate di materiale all'anno.

TORNERIA

- Il reparto torneria copre 1500 mq ed è costituito da 20 impianti composti da 14 torni CNC fino a 6 assi, 5 macchine utensili CNC e 1 centro lavoro;
- Lavorazione di acciaio, acciaio inox, ottone e nylon fino a 250 mm di diametro;
- Vengono lavorate 1000 tonnellate di materiale all'anno.

ASSEMBLAGGI AUTOMATICI

- Il reparto copre 1800 mq ed è costituito da 20 impianti composti da 8 giostre automatiche e 8 impianti robotizzati;
- Operativo 24 ore al giorno;
- Vengono assemblati 120 milioni di pezzi all'anno.

ASSEMBLAGGI MANUALI

- Il reparto copre 600 mq ed è costituito da 5 postazioni;
- Vengono assemblati 3 milioni di pezzi all'anno.

ASSEMBLAGGI AUTOMATION

- Il reparto copre 1200 mq ed è costituito da 8 linee di montaggio;
- Vengono assemblati 160.000 attuatori per finestre all'anno e 60.000 motori per cancelli all'anno.

LOGISTICA

- Il reparto copre 5000 mq gestendo 120.000 ordini all'anno.

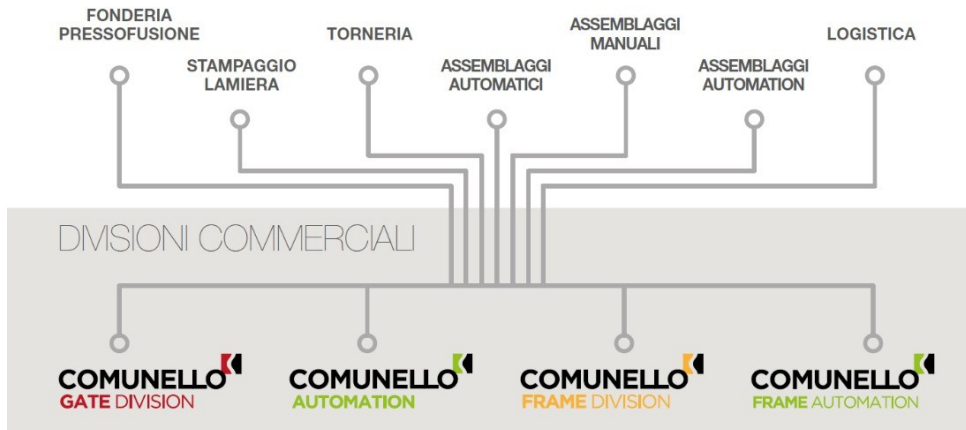


Figura 2.3 Panoramica delle divisioni e dei reparti produttivi [8].

2.3 La gamma prodotti di F.lli Comunello

L'offerta al cliente spazia da componenti e accessori per cancelli e finestre, fino all'automazione per gli stessi; con più di 18.000 codici gestiti tra le varie divisioni.

L'azienda produce manufatti per cancelli scorrevoli, cancelli a battente, cancelli pedonali e cancelli autoportanti, in aggiunta tratta portoni industriali e porte e finestre in acciaio.

La storica *Gate Division* di Comunello propone da sempre sul mercato nazionale ed internazionale la più vasta gamma di componenti per cancelli scorrevoli e portoni industriali dai più leggeri ai più pesanti e dai più piccoli ai più grandi.

La più ampia scelta di misure e l'impiego di materiali come alluminio ferro ed acciaio inox completano il valore di un'offerta davvero unica ed in grado di rispondere alle esigenze di tutte le tipologie di apertura di qualunque dimensione esse siano; questo permette di offrire al cliente più di 1400 prodotti.

Vengono progettati e prodotti piastre, chiusure, cremagliere, ruote, binari, chiusure, cardini e perni, battenti, arresti, etc...

La *Frame Division* è leader nel settore della progettazione e produzione di componenti per telai dal 1965. In Comunello hanno sviluppato un concetto di qualità assoluta che è alla base della mission aziendale e li spinge a fornire ai loro partner prodotti innovativi, tecnicamente impeccabili e tecnologicamente avanzati. L'azienda offre una gamma completa di giunti angolari ad espansione, spinatura e aggraffatura, in acciaio ed alluminio estruso, filettati e con serraggio interno. Tutti i prodotti F.lli Comunello sono realizzati in Italia, sono

estremamente facili da usare, installare e mantenere e sono tutti corredati da esaurienti istruzioni stampate.



Figura 2.4 Esempi di prodotti della Frame Division [8].

Da più di 10 anni F.lli Comunello è entrata nel mercato dell'automazione; sulla stessa linea della produzione di accessori e componenti anche qui l'azienda offre alta varietà e gamma di prodotti al cliente con automazione per cancelli e finestre.

Il *progetto Comunello Automation* si può dire essere espressione naturale della vision aziendale grazie ad una storia basata sulla meccanica di eccellenza ed un'attitudine congenita alla ricerca della perfezione nel movimento, con queste premesse la qualità del prodotto ottenuto è esattamente al livello che si aspetta e merita il cliente di Comunello.

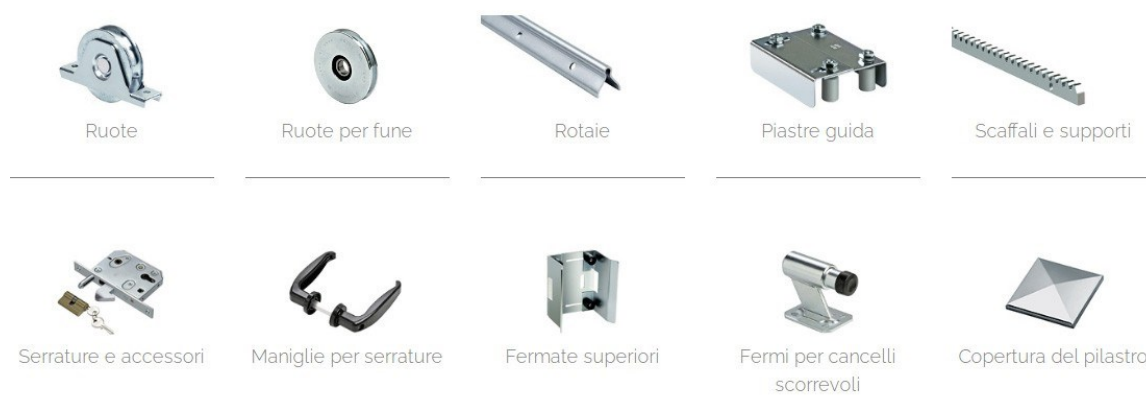


Figura 2.5 Esempi di prodotti della Gate Division [8].

La produzione made in Comunello ha un design esclusivo e brevettato, concepito e realizzato negli studi Comunello in cui funzionalità ed estetica non possono che essere complementari. Linee pulite ed accattivanti, con una inedita facoltà di scelta tra due colori che, come suggerisce il gusto moderno e senza tempo, sono assoluti: il bianco ed il nero. Queste soluzioni che incontrano senza contrasti l'essenzialità estetica e concettuale delle architetture di qualità sono nate per durare, e per rendere la vita più facile.

Sono realizzate soluzioni per cancelli scorrevoli fino a 3500 Kg:

- FORT



Figura 2.6 FORT, attuatori elettromeccanici per cancelli scorrevoli ad uso residenziale da 400 Kg a 3500 Kg [8].

Ed soluzioni per cancelli battenti:

- EAGLE



Figura 2.7 EAGLE, attuatori elettromeccanici interrati per cancelli battenti ad uso residenziale [8].

- ABACUS



Figura 2.8 ABACUS, attuatori elettromeccanici a pistone per cancelli battenti ad uso residenziale e industriali [8].

- RAM



Figura 2.9 RAM, attuatori elettromeccanici a pistone telescopici per cancelli battenti ad uso residenziale [8].

- CONDOR



Figura 2.10 CONDOR, attuatori elettromeccanici a braccio articolato per cancelli battenti ad uso residenziale [8].

Motori per porte da garage:

- RAMPART



Figura 2.11 Attuatori elettromeccanici per porte sezionali bilanciate a molle con forza di azionamento fino a 600 N / 1000 N [8].

- SALIENT



Figura 2.12 Attuatori elettromeccanici per porte basculanti debordanti, non debordanti e porte snodate bilanciate a molle o contrappesi. Fino a 16 mq con 2 motori [8].

Il progetto *Comunello Frame Automation* si basa sulla pluriennale esperienza con i sistemi di movimentazione meccanica per finestre e cancelli, sviluppata sin dalla fondazione dell'azienda nel 1965. Con questa nuovissima linea di attuatori elettromeccanici F.lli Comunello rimane impegnata a garantire ai propri clienti alti livelli di qualità e durata. Il catalogo comprende attuatori elettromeccanici di alta qualità per l'automazione di finestre, cupole, lucernari, lamelle brise soleil, tende, aperture verso l'interno e persiane. La serie *Frame automation* è stabile, altamente flessibile e attraente con un design contemporaneo e raffinato rendendo questi manufatti perfettamente a loro agio negli ambienti residenziali.



Figura 2.13 Motore Smart a catena per l'apertura e chiusura di finestre a sporgere [8].

La *Hext Division* progetta e realizza maniglioni dalle performance eccezionali sia pratiche che estetiche, i prodotti sono realizzati in materiali assoluti come l'acciaio inox AISI 316L.

L'acciaio inossidabile garantisce durezza, resistenza ed è inoltre inattaccabile dagli agenti atmosferici inclusa la nebbia salina delle zone di mare. Accanto all'acciaio vengono impiegati l'alluminio EN-AW 6060, resistente alla corrosione e alle basse temperature, e nylon, che permette un minor peso con alta resistenza meccanica e all'abrasione e usura. La gamma delle soluzioni varia dalle forme tradizionali fino a elementi adatti ad ambienti più classici. Nello stesso tempo, HEXT è in grado di offrire l'assoluta flessibilità del tailor-made che soddisfa richieste di personalizzazione nelle misure e nelle finiture. In questo mercato F.lli Comunello è partner ideale per i più importanti ed interessanti progetti a livello nazionale ed internazionale.

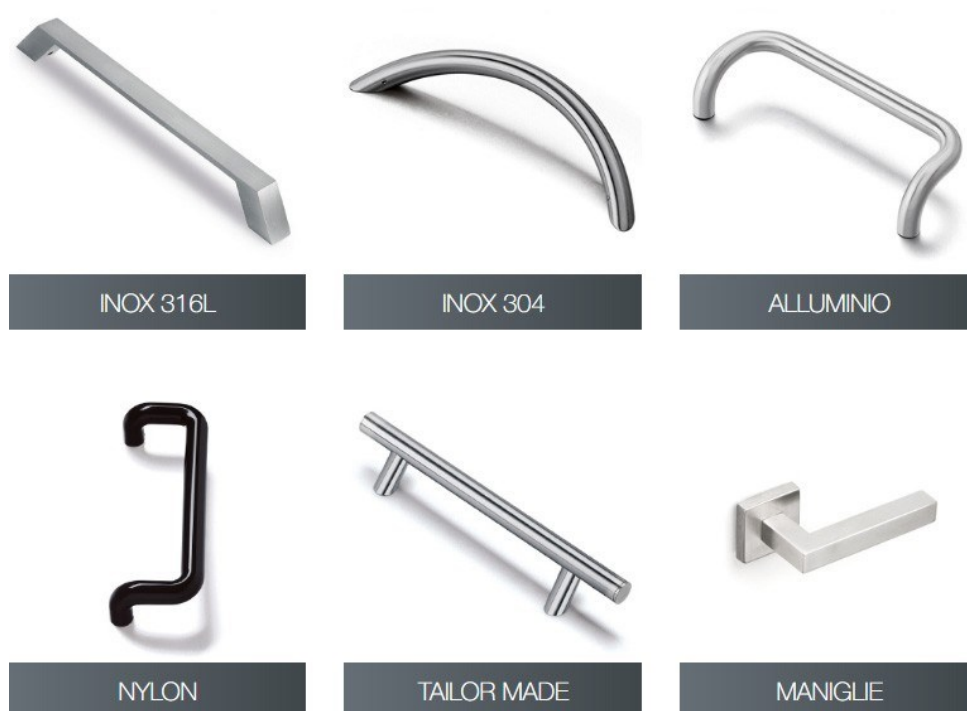


Figura 2.14 Esempi di alcuni maniglioni prodotti nella Hext Division [8].

Quelli descritti fin qui sono solo una parte dei prodotti che realizza l'azienda, per ulteriori dettagli si manda il lettore al sito <https://www.comunello.com/>, dove è possibile scaricare i cataloghi completi delle varie divisioni e i contatti dell'azienda.

2.4 Il Service Department

F.lli Comunello ha un *Service Department* a servizio degli installatori esterni che lavorano con i loro prodotti, esso fornisce vari servizi agli installatori:

- Servizio di assistenza tecnica pre e post vendita; con supporto telefonico ed e-mail con personale altamente qualificato e dedicato ad ogni divisione che ha lo scopo di fornire una gamma di benefici studiati per il cliente, con il cliente dalla progettazione fino all'installazione del prodotto;
- Training tecnici per la formazione professionale; la formazione e l'informazione sono due elementi base dei training Comunello per essere competitivi in un mondo tecnologico in continua e rapida evoluzione. Il programma permette di arricchire le competenze professionali e capacità tecniche degli specialisti; conoscenze che possono essere la carta vincente per valorizzare il loro lavoro quotidiano, durante le installazioni o le manutenzioni;
- Realtà aumentata per l'assistenza tecnica da remoto; Il Comunello service department utilizza nuove tecnologie per essere ancora più vicino ai propri clienti. È stato implementato un sistema di live assistance innovativo per supportare i clienti in caso di necessità nel pre o nel post vendita, garantendo una risoluzione ai quesiti più rapida ed efficace grazie all'uso di un' App dedicata. Il servizio ti collegherà direttamente con un tecnico del service Comunello che aiuterà l'installatore a comprendere meglio quale è l'eventuale problematica riscontrata o chiarire qualsiasi dubbio in modo più efficace e più risolutivo sfruttando una videochiamata interattiva attraverso la tecnologia della realtà aumentata.



Figura 2.15 Logo del Comunello Service Department [8].

Capitolo 3

Analisi AS-IS del reparto Automation Gate

3.1 Il reparto AG

Il reparto, oggetto della nostra analisi, è quello relativo all'Automation Gate. Esso assembla attuatori elettromeccanici per la movimentazione di cancelli, barriere e porte da garage. Nominiamo soltanto che è ubicato di fianco al reparto Automation Frame che assembla automazione per finestre/persiane/etc. e non sarà oggetto del nostro lavoro.

La zona di reparto analizzata produce motori per cancelli scorrevoli, per cancelli a battente e per garage/portoni; mentre l'assemblaggio delle barriere risulta già ben ottimizzato.

Di seguito sono elencati in tabella le varie famiglie di prodotti:

Tipologia di manufatto	Famiglie di motori
Cancelli scorrevoli	New Fort (400, ..., 3500)
Cancelli a battente	Abacus, Ram, Condor, Eagle
Portoni/garage	Rampart / Salient

La divisione è formata da 4 linee di assemblaggio manuali, ognuna formata da 3 postazioni. A supporto della produzione in linea sono presenti 6 banchi da lavoro dove vengono realizzati dei pre-assemblati e codici di ridotte dimensioni composti da un basso numero di componenti, di cui parleremo in seguito. Gli operatori che lavorano stabilmente in reparto sono 12, con un buon mix tra femmine e maschi per garantire il completamento di diversi compiti, dagli assemblaggi manuali più delicati al sollevamento di materiali più pesanti. La maggior parte di loro è di alto livello, poiché sa lavorare su tutte e 3 le linee con esperienza di assemblaggio in buona parte delle stazioni di lavoro. A servizio della divisione c'è un magazzino automatizzato verticale MODULA (figura 1.6), una scaffalatura da 6 metri in reparto e un magazzino semilavorati posto al di fuori del layout delle postazioni di lavoro che serve a stoccare i restanti componenti.

La pianificazione della produzione del reparto Automation Gate viene gestita dal responsabile di reparto assieme al planner dell'ufficio logistica integrata, che ogni

settimana aggiornano il file GANTT_AG per definire i codici e le quantità da produrre; assegnando gli operatori idonei alle varie attività.

Le linee di assemblaggio risultano ben progettate e danno prova di forte flessibilità; la linea AG1 risulta progettata per l'intera famiglia FORT (ad eccezione dei FORT 2500/3500 che sono attuatori con masse e ingombri troppo importanti per una linea completamente manuale; di conseguenza sono assemblati in banchi singoli); la linea AG3 è progettata su un prodotto caratteristico nato dalla famiglia ABACUS, RAM e RAMPART; mentre la linea AG2 è quella che dà prova di migliore flessibilità visto che assembla EAGLE e CONDOR, ma può realizzare anche i prodotti finiti della terza linea.

Di seguito una tabella che riassume quanto detto:

Linee	Famiglia di prodotti finiti assemblati
Linea AG1	Fort 400,500,600,700,1000,1500
Linea AG2	Eagle, Condor, Abacus, Ram, Rampart
Linea AG3	Abacus, Ram, Rampart

Le postazioni n°1 delle linee AG2 e AG3 sono anche usate; secondo le necessità; come banchi singoli per assemblare motori, FORT di taglia grande oppure vari accessori di comando e sicurezza. La quarta e ultima linea; che non è oggetto di tesi; è usata per assemblare barriere stradali per uso privato, pubblico o industriale; essa risulta già precedentemente ottimizzata e ad alto livello di ergonomia, visto l'importante ingombro del prodotto.

In generale, le prime due postazioni di ogni linea servono per assemblare il prodotto finito unendo motore elettrico, ruote dentate, steli filettati e schede elettroniche, mentre la terza postazione è dedicata per le prove test di ogni attuatore che viene prodotto dalla linea e il proprio imballo composto da eventuali accessori kit.

I banchi da lavoro AG sono come detto in precedenza 6, essi sono altamente sfruttati per assemblare gruppi motore 24V e 230V con o senza encoder, vengono usati per assemblare e confezionare elettronica di comando, accessori di radio comando e accessori di sicurezza; infine qui si assemblano schede elettroniche 24V e 230V.

Banco	Materiali assemblati
Banco AG1	QUAD
Banco AG2	Gruppi motori e accessori
Banco AG3	Casse fondazione


Banco AG4	Accessori
Banco AG5	Schede elettroniche
Banco AG6	Steli filettati

La scaffalatura di 6 metri viene usata per stoccare i componenti per le schede elettroniche e successivamente le schede assemblate, che sono ritenute come dei codici delicati e sono quindi tenute in vista; il resto è occupato da gruppi riduttori e materiali di consumo con scarso valore economico.

In condizioni di normale carico di lavoro, l'asservimento delle linee è svolto da un operatore che attraversa il reparto grazie a un transpallet elettrico con conducente a bordo (figura 1.7); le postazioni delle linee sono attrezzate con delle rastrelliere/zaini a 3 rulliere di variabile inclinazione. L'operatore che conosce la posizione dei componenti/semilavorati nel reparto e nel magazzino semilavorati viene chiamato dagli assemblatori in base all'esaurimento dei materiali in linea. Quando il carico di lavoro aumenta gli asservitori diventano 2.

3.2 Unità di carico del reparto

Nel reparto sono usate varie tipologie di unità di carico standardizzate, la maggiore parte di loro sono in polipropilene, ma per codici e motori con masse importanti sono usate anche in metallo.

Tipologia di cassetta	Ingombri	Dimensioni utili di carico
<p>PICCOLA</p> 	230x150x125 mm	191x127x110 mm

<p style="text-align: center;">B</p> 	<p style="text-align: center;">800x600x120 mm</p>	<p style="text-align: center;">755x555x101 mm</p>
<p style="text-align: center;">C</p> 	<p style="text-align: center;">600x400x220 mm</p>	<p style="text-align: center;">555x355x216 mm</p>
<p style="text-align: center;">D</p> 	<p style="text-align: center;">600x400x120 mm</p>	<p style="text-align: center;">555x355x116 mm</p>
<p style="text-align: center;">E</p> 	<p style="text-align: center;">500x310x145 mm</p>	<p style="text-align: center;">425x292x134 mm</p>

Tabella 3.1 Le unità di stoccaggio usate in reparto AG

Queste unità di carico sono tutte in polipropilene e; ad eccezione della cassetta PICCOLA ed E; non hanno una bocca di lupo in nessun lato per agevolare la fase di picking dei materiali al suo interno. Attualmente le cassette piccole sono usate per contenere viteria, anelli, guarnizioni, bulloneria e piccola componentistica elettronica, mentre in base all'attuale sistema logistico le altre cassette vengono usate indistintamente per il resto dei codici e caricate in rastrelliera in base agli spazi disponibili. Dall'altro lato, materiali che hanno ingombri importanti necessitano di unità di carico più voluminose come quelle nella figura 3.1; esse contengono diverse tipologie di materiali come ad esempio cover in plastica o fusi di alluminio che arrivano dalla fonderia.



Figura 3.1 Carter per motori FORT, sono all'interno di scatoloni da 1200x800 mm

3.3 Osservazioni

3.3.1 Osservazioni delle linee di assemblaggio/reparto

Una delle prime cose che si osservano è l'elevato ingombro creato nel reparto da pallet, scatoloni, casse in ferro e bancali di prodotti finiti e tutto il resto che viene posizionato a terra senza impilaggio; anche nelle corsie che separano le linee c'è alta presenza di materiale che possono essere cassette contenenti pre-assemblati che sono posizionati dietro la linea in modo che l'asservitore possa ripristinare agevolmente le quantità a disposizione dell'assemblatore; a fianco di esse posso poi esserci sacchi per la spazzatura; carta e cartoni

da eliminare o da rendere al fornitore in base al prodotto. Non risulta esserci una precisa ubicazione del materiale nel reparto o dietro linea, ma in base agli spazi che via via si rendono disponibili si posiziona ciò che è più comodo. Anche le cassette vuote sono posizionate in dei bancali dietro la linea dando una facilità di impilamento di esse. All'interno della linea, nella zona di lavoro dell'operatore si ha un minimo spazio di manovra, che comunque risulta sufficiente per completare le attività assegnate alla stazione. Tale zona di lavoro risulta occupata da ingombranti unità di carico in ferro che possono contenere gruppi motore, fusioni di alluminio o alberi/riduttori; esse sono posizionate; considerando le 3 linee; sia a fianco dell'assemblatore che dietro esso. Queste assieme a cassette vuote posizionate sotto il banco portano lo spazio ad essere il minimo necessario. L'operatore chiuso in questi spazi fa fatica ad effettuare veloci passaggi nelle altre stazioni di lavoro per supportare i colleghi in caso di problemi.

I semilavorati dei prodotti finiti AG che sono fusioni o hanno masse o dimensioni importanti sono posizionati fuori dalla rastrelliera e posizionati a terra in scatoloni o casse nere. Gli scatoloni che creano la scatola per il consumatore sono posizionati a terra occupando un'elevata area.



Figura 3.2 L'elevato ingombro superficiale dei pallet 1200x800 e dei scatoloni

3.3.2 Osservazioni del sistema di asservimento

Gli asservitori del reparto Automation Gate godono di forte esperienza in reparto e si nota che conoscono a memoria la posizione dei diversi semilavorati/pre-assemblati lungo le diverse stazioni. Lateralmente alle linee è posizionata un banco dotato di PC dove gli asservitori possono consultare il file GANTT_2022 dove sono riportati i codici che dovranno essere prodotti durante la settimana in corso, e di conseguenza iniziare la fase di preparazione linee. In base alle quantità indicate sugli ordini di produzione le linee vengono preparate in modo da avere un'alta copertura oraria; quasi giornaliera se possibile; in modo tale da non essere continuamente chiamati. La quantità di materiale portato in linea non è dunque definita e standardizzata, ma scelta volta per volta in base agli ordini di produzione. Gli operatori di linea durante l'assemblaggio controllano visivamente le quantità presenti nelle varie cassette e chiamano i picker quando ne sentono l'esigenza di rifornimento. Gli asservitori usano le diverse unità di carico in base alle quantità che vogliono caricare in linea e in base agli ingombri disponibili nelle rulliere.

3.3.3 Osservazioni delle schede elettroniche

L'intera famiglia di schede elettroniche per i diversi attuatori viene prodotta nel banco schede; è composto dell'attrezzatura necessaria e di un pc per l'inserimento del firmware e del successivo test. Come detto in precedenza; i componenti e le schede vergini sono posizionate nella scaffalatura interna al reparto, di conseguenza il banco è posizionato di fianco a esso. I semilavorati elettronici arrivano dal fornitore con dei scatoloni, il materiale viene poi portato alla postazione e assemblato nel prodotto finito. La scheda elettronica assemblata viene riposizionata all'interno degli scatoloni; questo crea alto ingombro nei ripiani. Successivamente tale unità di carico viene usata per alimentare le linee di produzione generando degli importanti vincoli nell'altezza delle rulliere. Bisogna considerare inoltre il fattore estetico; la presenza di un alto numero di scatoloni contenenti schede, elettronica e altro materiale di consumo non migliora di certo l'aspetto della zona di lavoro, peggiorando la prima impressione che si ha quando si osserva il reparto AG.

3.3.4 Osservazioni sui gruppi motore

L'azienda Fratelli Comunello SPA produce attuatori elettromeccanici sia 24 V che 230 V, con o senza encoder, questo porta ovviamente a una diversa gestione dei codici in base alle tipologie. E' necessario fornire una breve spiegazione riguardo questo tema. In reparto è installato un banco motori che assembla e ripara i gruppi motori gestiti nel reparto. I gruppi motore 24V sono assemblati internamente e stoccati in casse di ferro, mentre i gruppi motore 230V arrivano già assemblati dal fornitore (figura 3.3). Nel caso di encoder nei 24V è montato dal fornitore, mentre nei 230V deve essere assemblato internamente.

Gruppo motore	Assemblaggio	Assemblaggio encoder
24V	Banco motori	Fornitore
230V	Fornitore	Banco motori



Figura 3.3 Motori 230V assemblati dal fornitore in EURO-Pallet.

I gruppi assemblati nel banco vengono messi in casse di ferro o euro-pallet; tali unità di carico costituiranno le unità per preparare e alimentare la linea. Tali contenitori vengono posizionati di fianco o dietro l'operatore di linea.



Figura 3.4 Motori 24V posizionati di fianco alla postazione della linea

3.3.5 Osservazioni sul sistema logistico/magazzino

Le fasi di preparazione e asservimento della linea attingono materiali e semilavorati dai vari punti di stoccaggio a disposizione per l'Automation Gate. Nel magazzino semilavorati centrale esistono 3 scaffalature a servizio del reparto; poi c'è un magazzino automatizzato posizionato vicino ai banchi di lavoro che serve per la viteria e il resto dei componenti come manuali, codici di piccole dimensioni e ridotta massa; infine la scaffalatura che gestisce le schede elettroniche. Il magazzino MODULA e lo stoccaggio delle schede sono ritenute comode dall'operatore a servizio di linea, visto che gli permettono veloci preparazioni alla linea con movimenti a piedi o transpallet elettrico, restando all'interno del reparto. Bisogna invece, fare un discorso diverso per quanto riguarda il magazzino semilavorati. Esso è posizionato al di fuori del reparto, necessità di importanti spostamenti in termini di tempo e distanza percorsa. Diventa subito evidente che la sua posizione è critica per il sistema logistico attuale e porta notevoli problematiche agli operatori di asservimento. Questo, a ragione, diventa uno dei motivi per cui la linea spesso è sovralimentata oltre le reali necessità di produzione, visto che la distanza del magazzino semilavorati AG causa notevoli ritardi a tutte le operazioni. I percorsi che portano dal reparto al magazzino sono usati anche dai magazzinieri di altre divisioni, quindi a volte si deve dare delle "precedenze" in base al traffico che si trova lungo i corridoi; questo causa ulteriori perdite di tempo e inefficienze. Durante questa prima fase di osservazioni è stata eseguita una analisi riguardante dei componenti prelevati a magazzino; in particolare dei componenti plastici di acquisto per motori FORT che hanno un'alta frequenza di prelievo. Tali codici sono stoccati nel magazzino semilavorati AG all'interno di scatole che vengono riempite dal fornitore

dopo la fase di verniciatura; esse vengono protette da dei veli di plastica per evitare graffi che possono crearsi se essi strisciano tra di loro. L'asservitore preleva la quantità di pezzi che desidera e prepara la udc in un certo tempo (definito nella tabella 3.2) E' stata eseguita una analisi dei tempi di prelievo e dei percorsi tramite una spaghetti-chart ed un confronto tra 2 diverse modalità di preparazione cassette: da una parte la modalità classica con cui vengono preparate tradizionalmente con il travaso dei componenti dalla scatola alla cassetta e un nuovo modo che consiste nel fare preparare la cassetta dal fornitore, sfruttando il fatto che deve ogni volta versare le plastiche protette nella scatola, quindi invece di fare ciò le inserisce in una cassetta appositamente studiata in modo che arrivi all'azienda già stoccata in una precisa unità di carico pronta per essere portata in linea, togliendo il tempo di preparazione all'operatore. L'obiettivo di questa analisi sarà dunque quella di studiare il risparmio monetario che sia ha eliminando il tempo di preparazione della cassetta per la linea di assemblaggio.

I codici presi in considerazione sono:

1. 24511500 503 New frontale inf. FORT 600-1500 ABS RAL9005
2. 24511501 503 New copriserratura ABS nero RAL9005

Sono state eseguite delle analisi dei tempi per le operazioni di asservimento e preparazione linea per questi codici; l'asservitore è stato cronometrato nelle varie attività e ciò ha reso possibile tracciare una spaghetti-chart:

Attività	Tempi (sec) con preparazione da scatoloni	Tempi (sec) con unità di carico già preparate
Percorso da linee a mag.	40	40
Prelievo e carico su Tsp	3	3
Percorso da mag. a linee	40	40
Preparazione zaino in linea	100	2
Percorso da linee a mag.	40	0
Totale	223	85
Costo annuale (euro/anno)	225,97	69,08

Tabella 3.2 Tempi della attività su 24511500 503

Attività	Tempi (s) con preparazione da scatoloni	Tempi (s) con unità di carico già preparate
Percorso da linee a mag.	40	40
Prelievo e carico su Tsp	3	3
Percorso da mag. a linee	40	40
Preparazione zaino in linea	40	2
Percorso da linee a mag.	0	0
Totale	123	85
Costo annuale (euro/anno)	109,06	33,19

Tabella 3.3 Tempi della attività su 24511501 503

Abbiamo inoltre tracciato una spaghetti-chart dei percorsi dell'operatore:

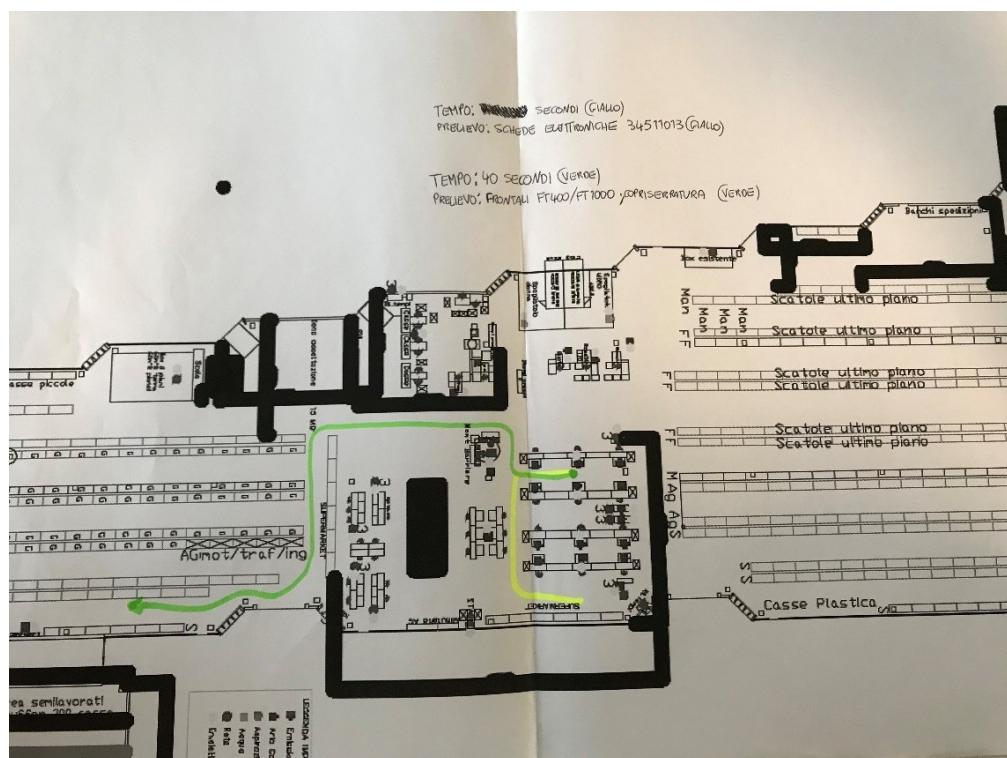


Figura 3.5 Spaghetti-chart; in verde percorsi per 24511501 503; in giallo percorsi per le schede elettroniche; prendendo come riferimento la linea AG1

Noti i tempi per le due diverse modalità di asservimento, ci si è calcolato il risparmio annuale in euro che si potrebbe ottenere considerando il costo medio degli operatori, le diverse quantità di pezzi portati in linea e l'ipotetico acquisto di nuove cassette, in questo caso di cassette D.

Dati di progetto	24511500 503	24511501 503
Costo operatore (euro/h)	38	38
Asservimenti scatole/anno	96	84
Asservimenti cassette/anno	77	37
Lotto acquisto	1500	2000
Cassette per ordine	30	13
Prezzo cassetta D	11,4	11,4
Q in 1 scatola da fornitore	120	1550

$$C \text{ annuale} = C \text{ operatore orario} \cdot \text{Asservimenti annuali} \cdot \text{Tempo operazione}$$

Si avrebbe un ritorno dell'investimento per l'acquisto di cassette dedicate in 2,18 anni per il frontale inferiore FORT 600-1500, mentre un ritorno economico in 1,95 anni per il copriserratura.

3.3.6 Osservazioni delle operazioni di assemblaggio

Le postazioni di lavoro delle linee sono attrezzate con delle rastrelliere a 3 rulliere, che riescono a gestire tutte le cassette in plastica che vengono portate in linea, mentre come scritto in precedenza le unità di carico più ingombranti sono lasciate a terra. In reparto lavorano operatori con diversa altezza corporea, si nota negli operatori di assemblaggio di bassa statura la notevole difficoltà ad effettuare operazioni di presa materiali sui livelli più alti delle rulliere; esse in passato sono state oggetto di revisione subendo una modifica sulle altezze delle rulliere che le hanno portate ad una minore altezza, in più sfruttando le

cassette E a bocca di lupo permettono maggiore facilità di picking anche ai lavoratori più svantaggiati.

L'assemblatore, anche se deve effettuare rotazioni o traslazioni per prendere i codici necessari alle attività delle stazioni, gode del giusto spazio di lavoro nel banco servito con idonea attrezzatura. Durante le osservazioni capita che possano impigliarsi con i pantaloni nelle casse di ferro presenti a terra nella stazione, queste situazioni sono altamente rischiose fonte di pericoli. Nelle stazioni 1 e 2 di ogni linea gli zaini sono alimentati dagli asservitori che vengono chiamati a voce dagli operatori di linea, discorso a parte va fatto nelle ultime stazioni.

L'ultima stazione di lavoro per ogni prodotto della famiglia AUTOMATION GATE, corrisponde alle attività di imballo, sia il singolo motore ("senza accessori KIT") o il motore KIT (ossia con accessori COMUNELLO da affiancare al motore nella futura installazione).

Gli imballi comprendono manuali di installazione e per l'unità di controllo, staffe per il fissaggio e il montaggio, tabelle di emergenza e negli assiemi KIT ci sono inoltre elettronica di comando, di sicurezza e di emergenza.

.1	34515229	GR.SACCHETTO PASSACAVI X FORT PICCOLI	1	3
.1	84200223	SCATOLA KIT FORT400-1500 410X240X395 NEW	1	3
.1	34510063 001	NEW GR.FORT 400-1500 STAFFE	1	3
.1	24512115 001	SUPPORTO PER SCORREVOLE ZINCATO NEW	1	3
.1	34515381	GR. SACCHETTO VITERIA NEW AC-220	1	3
.1	91300324	NEW LIBRETTO USO MANUTENZIONE FORT	1	3
.1	91300138	LIBRETTO USO MANUTENZIONE QUAD 24V 1M	1	3
.1	80900666	NEW POLISTIROLO AC 220 FORT V2	1	3
.1	80900695	NEW POLISTIROLO SUPERIORE FORT PICCOLO	1	3
.1	80900685	NEW POLISTIROLO INFERIORE FORT PICCOLO	1	3
.1	91300368	GUIDA RAPIDA CU 24V e 230V 1M	1	3
.1	GSAFETYTN0G00	AC-40 - SAFETY TAB	1	3
.1	91207167	ETICHETTA ANTI APERTURA SCATOLA VERDE	1	3

Tabella 3.4 Codici nella 3° postazione per GFT040MCL0B00A

.1	34515228	GR. SACCHETTO PASSACAVI PER FORT GRANDI	1	3
.1	GSWIFTSTLYB00A	SWIFT-Y -LAMPEG. LED VETRINO GIALLO NEW	1	3
.1	GDARTSTDN0B00A	DART - FOTOCCELLULA RX+TX SILVER NEW	1	3
.1	GVCTR2STN0G00	VICTOR-2RC-GREY -ROLLING CODE 2CH GRIGIO	2	3
.1	GSAFETYTN0G00	AC-40 - SAFETY TAB	1	3
.1	24512115 001	SUPPORTO PER SCORREVOLE ZINCATO NEW	1	3
.1	34515381	GR. SACCHETTO VITERIA NEW AC-220	1	3
.1	91300171	LIBRETTO USO MANUTENZIONE QUAD 24V HP	1	3
.1	91300324	NEW LIBRETTO USO MANUTENZIONE FORT	1	3
.1	34510063 001	NEW GR.FORT 400-1500 STAFFE	1	3
.1	84200223	SCATOLA KIT FORT400-1500 410X240X395 NEW	1	3
.1	80900666	NEW POLISTIROLO AC 220 FORT V2	1	3
.1	80900665	NEW POLISTIROLO SUPERIORE FORT GRANDE	1	3
.1	80900675	NEW POLISTIROLO INFERIORE FORT GRANDE	1	3
.1	91300609	GUIDA RAPIDA A SCORRIM. CU 24V E 230V HP	1	3
.1	91207167	ETICHETTA ANTI APERTURA SCATOLA VERDE	1	3

Tabella 3.5 Codici nella 3° postazione per GKFT060ELB000A

Il resto dell'imballo è costituito da cartoni e polistiroli per la protezione del contenuto. Ovviamente ogni accessorio fin qui menzionato; ad eccezione del puro imballo; deve essere posizionato all'interno della scatola e non va dimenticato. La divisione qualità ha dato indicazione di un doppio conteggio (denominata dai ragazzi in reparto “ a prova di stupido”) sia dal picker, sia dall'operatore di linea. Viene portata una cassa nera nelle terze postazioni contenenti i codici da contare, e ogni volta l'operatore in linea conta i materiali e se li posiziona nel banco o nello zaino a seconda dei casi. Ogni bancale di prodotti è formato da più piani; con una quantità totale che sarà diversa in base al codice. Gli asservitori portano nella terza postazione la cassa con gli accessori per i KIT contati da loro, poi gli operatori eseguono un'ulteriore riposizionamento dei componenti sul banco, rigorosamente contati per ogni piano. Questo conteggio per piani porta una maggiore facilità a riaprire gli scatoloni in caso di errori vengono contati e portati nel banco solo i materiali per un solo ripiano. Queste operazioni di continuo riconteggio manuale e di riposizionamento nel banco creano però perdite di tempo e operazioni ridondanti.



Figura 3.6 La cassa nera in plastica contenente gli accessori KIT; l'operatore conta i componenti per ciascun piano di PF e se li carica nel banco effettuando un nuovo conteggio e picking ridondanti.

Capitolo 4

PFEP, Plan for every part

4.1 Azioni di miglioramento verso il TO-BE

Durante il periodo di osservazione in reparto, si sono raccolti diversi feedback parlando con gli asservitori, con gli addetti alla linea, con i responsabili di produzione e della qualità. Tutte queste figure hanno suggerito l'importanza di avere un database unico che potesse raccogliere informazioni dettagliate sui codici che vengono lavorati lungo le linee, soprattutto uno dei maggiori suggerimenti che ci sono arrivati è quella di creare un riferimento per le varie posizioni dei codici nelle postazioni, che magari aiutasse nuovi operatori durante le operazioni di preparazione linea e asservimento; a questi suggerimenti prettamente di produzione la nostra idea è quella di creare un PFEP che possa permettere di standardizzare le unità di carico sui vari codici; questo permetterebbe di associare ciascun codice alla propria cassetta.

4.2 PFEP, Plan for every part

Il Plan For Every Part, ovvero "piano per ogni componente", è un database che raccoglie informazioni caratteristiche per ciascun componente che entra in stabilimento. E' il primo passo necessario alla realizzazione degli obiettivi sopraelencati. Il PFEP contiene di fatto tutti i dati utili alla gestione del componente, come ad esempio la descrizione, i consumi storici, le aree di utilizzo o informazioni di possibile interesse legate al fornitore.

In particolare, questo strumento è quello nel quale vengono inserite le informazioni in merito ai contenitori utilizzati. Questo dato è tipicamente critico nella gestione dei materiali e spesso non viene tenuto sotto controllo nei processi aziendali. Ovviamente, ogni azienda deve analizzare le categorie di informazioni da inserire nel PFEP in base al proprio contesto e alle proprie esigenze; aziende e categorie di componenti diversi potranno vedere raccolte e gestite informazioni diverse.

Di seguito vengono elencate alcune categorie di informazioni tipicamente inserite nel database, che aiutano nella gestione del materiale:

- Componente: carattere alfanumerico utilizzato per identificare il materiale;
- Descrizione: nome materiale (es: telaio, bullone, tubo, ...);
- Utilizzo giornaliero: quantità media utilizzata giornalmente del materiale;
- Luogo di utilizzo: processi/aree di utilizzo del materiale;
- Luogo di stoccaggio: indirizzo (luogo) di stoccaggio del materiale;
- Frequenza d'ordine: frequenza d'ordine del materiale al fornitore (giornaliera, settimanale...);
- Fornitore: nome del fornitore di materiale;
- Tipo contenitore: tipologia di contenitore (es: a rendere, a perdere...);
- Peso unitario: peso di un'unità di materiale;
- Peso totale imballo: peso di un contenitore pieno di materiale;
- Dimensioni dei contenitori: lunghezza, larghezza e altezza del contenitore;
- Coefficiente di utilizzo: n° di pezzi utilizzati per un prodotto finito;
- Utilizzo orario: n° massimo di pezzi utilizzati in un'ora;
- Contenitori usati all'ora: n° massimo di contenitori utilizzati in un'ora;
- Lead time spedizione: dimensione della spedizione standard in giorni;
- Categoria merceologica: categoria merceologica del componente;

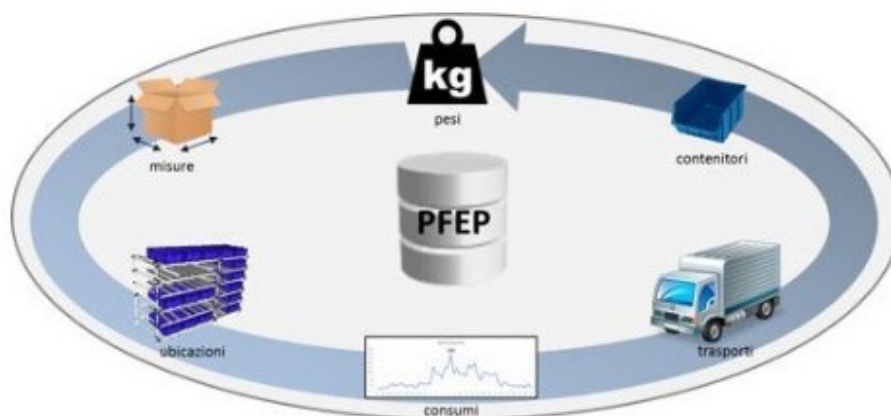


Figura 4.1 Il PFEP: alcuni dati da inserire [10].

Ovviamente la teoria generale del PFEP appena vista deve essere giustamente adattata ai diversi tipi di azienda e obiettivi che ci si prefissa; infatti nella costruzione del file in

Fratelli Comunello si è tenuto conto di parametri generali come le unità di carico, ma anche il loro posizionamento nelle rastrelliere sulla base degli ingombri.

4.3 Parametri considerati per la costruzione del PFEP

Il database PFEP- Plan for every part è costruito considerando l'intera famiglia di attuatori dell'Automation Gate (Fort, Ram, Abacus, Rampart, Eagle, Condor). La lista di codici usata è ricavata dal file STATISTICHE-MEDIE Luglio 2021-Giugno 2022; tale excel è aggiornato mensilmente dall'ufficio logistica integrata e raccoglie la lista dei codici venduti durante l'intervallo di tempo considerato. Sono quindi estrapolati i codici di prodotto finito più venduti, considerando i prodotti che sono stati venduti almeno in 10 unità.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA			
	2021													2022																
96	AUTOMATION GATE	GFT001AANG000	AC-220 - SUPPORTO PER SCORREVOLE ZINCATO	2		22	12	3																		39	4			
97	AUTOMATION GATE	GFT001CRN0000	AC-210 - CORONA MODULO B								4		2													6	1			
98	AUTOMATION GATE	GFT001FNG000A	AC-200 - KIT FINECORSA MAGNETICI												3	10										13	1			
99	AUTOMATION GATE	GFT040GEL0B00A	FT400-24V-MG-E - FORT 400 24V MG-E			2			1		2															5	0			
00	AUTOMATION GATE	GFT040MCL0B00A	FT400-24V-B - FORT 400 24V NERO	20								1									1					22	2			
01	AUTOMATION GATE	GFT040MCLMB00A	FT400-24V-CG-SSP-FORT 400 24V CG-SSP						1																	1	0			
02	AUTOMATION GATE	GFT050MEH0B00A	FT500-230V-MC-E - FORT 500 230V HP-E	1			1				1										1					4	0			
03	AUTOMATION GATE	GFT060MCL0B00A	FT600-24V-B - FORT 600 24V NERO	1	2		106	1																		111	10			
04	AUTOMATION GATE	GFT070GEH0B00A	FT700-230V-MG-E-B-FORT 700 230V MG-E			3				4																7	1			
05	AUTOMATION GATE	GFT070MCH0B18A	SP-HSRK-FT700-230V-B-FORT 700 230V N	70		202																				272	25			
06	AUTOMATION GATE	GFT1000CL0B00A	FT1000-24V-MG-B - FORT 1000 24V NERO				1	2				2														5	0			
07	AUTOMATION GATE	GFT100MCH0B00A	FT1000-230V-B - FORT 1000 230V NERO				1	8																		9	1			
08	AUTOMATION GATE	GFT100MCL0B00A	FT1000-24V-HP-B-FT 1000 24V HP NERO			1									4	2	1				2					10	1			

Figura 4.2 Esempio di schermata dal file STATISTICHE-MEDIE.

Questo database viene usato dal management per avere una visione veloce dei prodotti finiti venduti e il loro andamento durante un arco temporale annuale.

I codici considerati andranno a costituire la lista di prodotti finiti che studieremo nel PFEP, ognuno con la propria distinta base fino al livello che considera i soli materiali che vengono alimentati in linea, che appunto saranno quelli oggetto del nostro studio di miglioramento. L'estrazione massiva delle distinte basi viene effettuata tramite il sistema ERP usato dal management, SAP; viene sfruttata la transazione ZDISPO che serve ai planner per conoscere le distinte basi dei codici che verranno messi in produzione. La transazione riceve in ingresso un file excel che contiene una tabella con 2 colonne che devono riportare il codice e la quantità che si vuole produrre; l'output sarà un file excel che conterrà tutti i livelli delle distinte basi con i relativi coefficienti d'impiego e le quantità totali da impiegare per il lotto di produzione considerato. In tal modo i planner possono confrontare e verificare le giacenze e la necessità di lanciare ordini di produzione per i semilavorati.

Le distinte basi dei prodotti analizzati costituiranno il punto di partenza del nostro database; a queste aggiungiamo altre informazioni specifiche per il nostro lavoro :

- La linea di assemblaggio (AG1,AG2,AG3);
- Il materiale padre e la sua descrizione;
- Il livello di ogni codice, dal liv.0 al livello di codice che va portato in linea;
- Il componente figlio e la sua descrizione;
- La massa di ogni referenza in Kg;
- La produttività oraria Q (pz/h) di ogni specifico prodotto finito padre; ricavata dal file GANTT_AG_2022 usata per la programmazione della produzione.

N° operatori (1,2,3)		2
Materiale	Tempo ciclo (min/pz)	Pz/h
GFTXXX	16,889	7,10522
GKFTXXX	17,833	6,7291
GCR220XXX	17,778	6,74992
GCR220MCL0B00	17,5	6,85714
GCR350E1L0B00	17,778	6,74992
GCR350EEL0B00	16,111	7,44833
GCR500XXX	15	8
GKCR220MLB903	37,278	3,21906
GKCR220XXX	37,556	3,19523
GKCR350XXX	35,889	3,34364
GKCR500LLB903	32	3,75
GKCR050SEL900	33,667	3,56432
GAS220XXX	19,583	6,12776
GAS220M0L0B00	13	9,23077
GAS220M0H0B00	15,833	7,57911

Tabella 4.1 Produttività orarie ricavate dal file GANTT_AG_2022.

- Il coefficiente di utilizzo $Q \cdot t_{\text{à}} / PF$
- Il tipo di unità di carico, la quantità per ogni cassetta e la massa complessiva;
- Il consumo orario di una cassetta; $\frac{Q \cdot t_{\text{à}}}{PF}$
- La copertura oraria di una cassetta; $copertura\ oraria = \frac{PZ \cdot UDC}{\frac{Q \cdot t_{\text{à}}}{PF}}$
- Il numero di unità di carico che posso caricare nella rastrelliera; $n^{\circ} udc$
- La copertura oraria complessiva; $copertura\ oraria\ UDC \cdot n^{\circ} udc$
- La postazione in cui è posizionata la cassetta;
- La rulliera in cui è posizionata la cassetta;
- L'orientazione con cui la prepariamo in linea (1= ingombro frontale pari al lato corto; 2= ingombro frontale pari al lato lungo);
- Gli ingombri occupati lungo la profondità e l'ingombro frontale nelle rastrelliere;

- L'ubicazione di ogni referenza;
- Il tipo di approvvigionamento del materiale (produzione interna, acquisto o conto lavoro).

Confrontandoci con il management dell'azienda e con il Prof. Faccio che segue i sistemi logistici e produttivi dell'azienda è stato scelto un valore minimo di copertura oraria di 4 h. In parallelo a questi ragionamenti produttivi; è necessario fare dei ragionamenti più pratici. La definizione delle unità di carico sulla base della copertura oraria minima deve anche passare dal fatto che queste cassette dovranno essere caricate in rastrelliera e per quanto possibile sfruttare lo spazio che mettono a disposizione. Dal momento che le unità sono pronte per l'operatore di linea entrano in gioco altri fattori come l'altezza delle rulliere, la facilità di presa dei materiali da questa cassetta, l'ergonomia nell'interazione operatore-rastrelliera.

Sulla spinta di queste considerazioni e sui consigli della divisione qualità, all'interno del PFEP è stata inserita una parte dedicata alla simulazione del posizionamento delle unità di carico in rastrelliera legandole alle condizioni al contorno in gioco:

- Larghezza, lunghezza e altezza delle unità di carico;
- Larghezza e profondità delle rastrelliere;
- Il numero della postazione di lavoro;
- Il numero della rulliera considerata;
- L'orientazione della cassetta con cui si trova caricata.

Questa possibilità di effettuare diverse simulazioni sull'excel ci permette di provare diversi layout di carico, e di conseguenza provare i migliori in linea. Una volta fatte le prove fisiche direttamente in linea potremo valutare le altezze delle rulliere e l'ergonomia che le diverse configurazioni offrono.

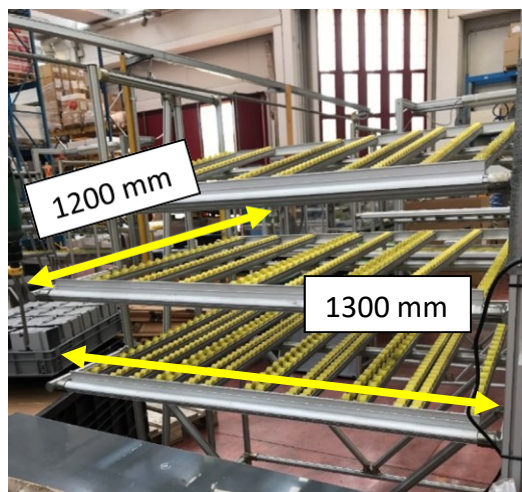


Figura 4.3 Dimensioni degli zaini usati nelle linee AG

L	Materiale padre	Testo breve materiale padre	PF/h	Componente figlio	Testo breve materiale figlio	Q.tà PF M (Kg)	Q.tà h	Tipo UDC	PZ_UDC	M udC (Kg)	UDCh	Cop. oraria (h) 1 UDCh	N° Copertura oraria udC complessiva (h)		
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1												
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	34515094 503	NEW GR. FORT 400-24V/HP-MC-E-NERO	1	7,1			#/VAIORE!	-	-	#/VAIORE!		
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24511703 539	NEW SUPP. SCHEDA FORT PICCOLO ABS GRIGIO	16	7,1	B		0	0,44375	2,253521127	2	4,507042254	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	34510481 503	NEW GR. CARTER SCOR+FRONT FT400-500 NERO	1	7,1	SCATOLONE		#/VAIORE!	-	-	1	#/VAIORE!	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24511532 503	NEW FRONTALE INF FORT400-500 ABS RAL9005	68	7,1	D		0	0,10441	9,577464789	1	9,577464789	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24511501 503	NEW CROISERATURA ABS NERO RAL9005	128	7,1	D		0,896	0,05547	18,02816901	1	18,02816901	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	34510607	NEW GR. MOTORE 24V DC 059 CIENCODER -40°	1	1,23	D		15	18,465	0,47333	2,12676056	2	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24515212	GRUPPO SERRATURA INNIRACPO FORT 400-500	31	4,123	MILANI AT 3217A 5101		3,423	0,22903	4,366197183	1	4,366197183	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24510239 001	NEW PERNIO PER SBLOCCO SCORREVOLE ZN	124	0,068	PICCOLA		124	0,05726	17,46478873	1	17,46478873	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	71115060 001	VITE ATCIC Ph-AB 3,9 x 70 UNI 6954 ZINC.	1	0,01	MILANI CO C001 5101		141	0,705	0,05035	19,85915493	1	19,85915493
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	23000118 001	ROSETTA 4,5 x 13,6 x 1 ZINCATO	545	0,545	MILANI CO C001 5101		545	0,01303	78,76056338	1	78,76056338	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24511170	NEW MOLLA A TORSIONE INOX SBLOCCO FT ALL	321	0	MILANI CO C001 5101		321	0,642	0,02212	45,21126761	1	45,21126761
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24510068	NEW GR. RIDUTTORE CON FRIZIONE -40°	1	7,1	C		15	0	0,47333	2,12676056	2	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24511069	NEW GR. SENSORE MECCANICO	1	0,1	E		40	3,8	0,1775	5,633802817	1	5,633802817
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24511037	TRASFORMATORE MONOFASE 110V/0-230V/0-20V	1	1,75	CARTONE_2		15	26,265	0,47333	2,12676056	2	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24510207	ETICHETTA 67x25 IARC. CE X ZEBRA GK420T(collaudò)	2	14,2			#/VAIORE!	-	-	1	#/VAIORE!	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24510040	CAPOCORDA OCCHIEL PRE-ISOL PVC D3,7ROSSO	627	0,627	MILANI CO C001 5101		627	0,01132	88,30985915	1	88,30985915	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24511504	VITE ATCIC Ph-AB 3,5 x 13 UNI 6954 ZINC.	4	0	MILANI CO C001 5101		568	0,568	0,05	20	20	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	71115017 001	VITE ATCIC Ph-AB 3,5 x 16 UNI 6954 ZINC.	2	0	MILANI CO C001 5101		1010	2,02	0,01406	71,12676056	1	71,12676056
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	71115019 001	VITE ATCIC Ph-AB 3,5 x 22 UNI 6954 ZINC.	2	0	MILANI CO C001 5101		801	0,801	0,01773	56,4084507	1	56,4084507
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	71106901 001	VITE TC-DENTELLATA-CIC+M4 X 8 ZN	292	0	MILANI CO C001 5101		292	0,584	0,02432	41,12676056	1	41,12676056
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	71115073 001	VITE ATCIC Ph-AB 3,5 x 55 UNI 6954 ZN	4	0	MILANI CO C001 5101		216	0,648	0,13148	7,605633803	1	7,605633803
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	71107305	VITE SPECIALE TE+HC METRICA M5X15-C15	160	0	MILANI CO C001 5101		160	0,48	0,08875	11,26760563	1	11,26760563
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24511530 516	NEW MORFO FORT 400-500 ARGENTO	1	7,1	CASSA NERA		#/VAIORE!	#####	#/VAIORE!	1	#/VAIORE!	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	71106507 001	VITE TCEI M8x16(obl+)-0-1DIN 7509-E ZN	8	0,01	PICCOLA		851	5,106	0,06675	14,98239437	1	14,98239437
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	345111013	GR. SCHEDA 1/2 MOTORI HP 24V RESIN	1	0,34	D		18	6,174	0,39444	2,53211268	2	5,070422535
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	28900107	ANELLO DI TENUTA NBR 10 18 4 AS	1	0	MILANI CO C001 5101		170	0,17	0,04176	23,94366197	1	23,94366197
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	91505020	GRASSO BRUGOROLAS GAN 31-FUSTO 185 KG	0,1	0,71			#/VAIORE!	-	-	1	#/VAIORE!	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	34515294	GRUPPO TIRANTE PER BASE FORT	4	0,01	PICCOLA		89	1,157	0,3191	3,133802817	2	6,267605634
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	71301602 001	ROSETTA ELASTICA GROWER M6 DIN7980 ZN	4	0	MILANI CO C001 5101		1128	1,128	0,02518	39,71830986	1	39,71830986
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	71302205 001	ROSETTA DENTEL EST. M4 UNI 8842-A ZINCATO	1	0	MILANI CO C001 5101		767	0,3835	0,00926	108,028169	1	108,028169
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	34515229	GR. SACCHETTO PASSACAVI X FORT PICCOLI	1	7,1	PICCOLA		10	0	0,71	1,408450704	3	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	84200223	SCATOLA KIT FORT400-1500 410X240X395 NEW	1	7,1			#/VAIORE!	-	-	1	#/VAIORE!	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	34510063 001	NEW GR. FORT 400-1500 STAFFE	1	7,1	D		10	0	0,71	1,408450704	3	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	24512115 001	SUPPORTO PER SCORREVOLE ZINCATO NEW	1	1,43	D		10	14,26	0,71	1,408450704	3	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	34515381	GR. SACCHETTO VITERIA NEW AC-220	1	0,11	PICCOLA		10	1,13	0,71	1,408450704	3	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	91300324	NEW LIBRETTO USO MANUTENZIONE FORT	1	7,1			30	0	0	4,225352113	1	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	91300171	LIBRETTO USO MANUTENZIONE QUAD 24V HP	1	7,1			30	0	0	4,225352113	1	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	80900666	NEW POLISTIROLO AC 220 FORT V2	1	7,1			#/VAIORE!	#####	#/VAIORE!	1	#/VAIORE!	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	80900695	NEW POLISTIROLO SUPERIORE FORT PICCOLO	1	7,1			#/VAIORE!	#####	#/VAIORE!	1	#/VAIORE!	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	80900689	NEW POLISTIROLO INFERIORE FORT PICCOLO	1	7,1			#/VAIORE!	#####	#/VAIORE!	1	#/VAIORE!	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	91300609	GUIDA RAPIDA A SCORRIM. CU 24V E 230V HP	1	7,1			#/VAIORE!	#####	#/VAIORE!	1	#/VAIORE!	
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	GSAFETYTH0600	AC-40 - SAFETY TAB	1	7,1			30	0	0,23667	4,225352113	1	4,225352113
AG1	GFT040MEL0B00A	FT400-24V+4HC+E-B- FORT 400 24V+ENC.	7,1	91207167	ETICHETTA ANTI APERTURA SCATOLA VERDE	1	7,1			#/VAIORE!	-	-	1	#/VAIORE!	

Tabella 4.2 Database PFEP per GFT040MEL0B00A - FORT 400 24V+ENC. NERO

L	Materiale padre	PF/fh	L _W	Componente figlio	Testo breve materiale figlio	Q.ia/pF	Postazione	Rulliera	Orientazione ^a udc	Profondità ^a occupata (mm)	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	34515084 503	NEW GR. FORT 600-24V NERO	1			-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	34511004	GR SCHEDA 1 MOTORE BASIC 24V RESIN	1	2	1	1	1200	400									
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	24511704 539	NEW SUPP. SCHEDA FORT GRANDE ABS GRIGIO	1	2	3	2	1200			800							
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	34510482 503	NEW GR CARTER SCOR+FRON FT600/700/1000/1	1	3	-	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	24511500 503	NEW FRONTALE INF. FT600-1500 ABS RAL9005	1	2	2	1	600					400					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	24511501 503	NEW COPRISERRATURA ABS NERO RAL9005	1	2	2	1	600					400					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	34510608	NEW GR.MOT.24V/DC077 SIENC.+VITE24511195	1	1	1	2	1200										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	24510239 001	NEW PERNO PER SBLOCCO SCORREVOLE ZN	1	1	1	2	230			310							
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	34510070	GRUPPO SERRATURA INNI RAPIDO FT600-1000	1	1	1	3	500										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	34510954	GR. RIDUT. CON FRIZIONE POM-C VELOCE M2.5	1	1	1	2	1200										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	34511069	NEW GR. SENSORE MECCANICO	1	1	3	1	500										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	24510037	TRASFORMATORE MONOFASE 110VA 0-230/0-20V	1	2	1	1	800					290					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	91207038	ETICHETTA 67x25 MARC. CE X ZEBRA GK420T(collaudo)	2	3	-	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	24511720	NEW MOLLA A TORSIONE INOX SBLOCCO FT ALL	1	1	1	2	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71115016 001	VITE ATCIC Ph-AB 3.5 x 13 UNI 6954 ZINC.	4	2	1	1	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71115017 001	VITE ATCIC Ph-AB 3.5 x 16 UNI 6954 ZINC.	2	2	1	1	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71115019 001	VITE ATCIC Ph-AB 3.5 x 22 UNI 6954 ZINC.	2	2	1	1	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71115073 001	VITE ATCIC Ph-AB 3.5 x 55 UNI 6954 ZINC.	4	2	1	1	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71107305	VITE SPECIALE TE+IC METRICA M5X15-C15	2	3	1	1	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	23000118 001	ROSETTA 4.5 x 13.6 x 1 ZINCATO	1	1	1	2	170										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	24511503 516	NEW CORPO FORT (600-1500KG) ARGENTO	1	1	1	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71106507 001	VITE TCEI M6x16(toil +0-1) DIN 7500-E ZN	9	1	2	1	230					150					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	24510040	CAPOCORDA OCCHIEL PRE-ISOL PVC D3.7ROSSO	1	1	1	2	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	28900520	GRASSO BRUGOROLAS GAN 31-FUSTO 185 KG	0,3	1	-	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	28900107	ANELLO DI TENUTA NBR 10 18 4 AS	1	1	1	2	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71115060 001	VITE ATCIC Ph-AB 3.9 x 70 UNI 6954 ZINC.	1	1	1	2	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	34515294	GRUPPO TIRANTE PER BASE FORT	4	1	1	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71301602 001	ROSETTA ELASTICA GROWER M8 DIN7980 ZN	4	1	2	1	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71302205 001	ROSETTA DENTEL EST M4 UNI 8842-A ZINCATO	1	1	1	2	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71106901 001	VITE TC-DENTELLATA+CIC+ M4 X 8 ZN	1	1	1	2	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	2	71303801	ROSETTA DI SPESS 5 X10 S=0.2 DIN988 INOX	1	1	1	2	170					100					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	34515228	GR. SACCHETTO PASSACAVI PER FORT GRANDI	1	3	1	1	690					150					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	91300138	LIBRETTO USO MANUTENZIONE QUAD 24V 1M	1	3	-	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	24512115 001	SUPPORTO PER SCORREVOLE ZINCATO NEW	1	3	1	2	1200					600					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	34515381	GR. SACCHETTO VITERIA NEW AC-220	1	3	1	1	690					150					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	91300324	NEW LIBRETTO USO MANUTENZIONE FORT	1	3	-	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	84200223	SCATOLA KIT FORT400-1500 410x240x395 NEW	1	3	-	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	34510063 001	NEW GR.FORT 400-1500 STAFFE	1	3	2	2	1200					600					
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	80900666	NEW POLISTIROLO AC 220 FORT V2	1	3	3	1	1200										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	80900665	NEW POLISTIROLO SUPERIORE FORT GRANDE	1	3	3	1	1200										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	80900675	NEW POLISTIROLO INFERIORE FORT GRANDE	1	3	3	1	1200										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	91300368	GUIDA RAPIDA CU 24V e 230V 1M	1	3	-	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	GSAFETYTN0G00	AC-40 - SAFETY TAB	1	3	-	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A	7,1	1	91207167	ETICHETTA ANTI APERTURA SCATOLA VERDE	1	3	-	-	0										
AG1	GFT060MCL0B00A									Occupato (mm)	1200	1200	620	1090	800	800	1000	600	1200	
AG1	GFT060MCL0B00A									Disponibile (mm)	100	100	680	210	500	500	300	700	100	

Tabella 4.3 Simulazione PFEP per GFT060MCL0B00A - FORT 600 24V NERO

Nelle tabelle precedenti sono riportati alcuni esempi che mostrano le potenzialità del database PFEP; i prodotti finiti vengono analizzati nel dettaglio attraverso le loro distinte basi e quindi definite le unità di carico, il consumo orario di una cassetta, le coperture orarie e come le cassette si posizionano nelle rastrelliere in termini di ingombri; successivamente a queste prove teoriche si testeranno anche delle prove in reparto per validare i nostri modelli.

Capitolo 5

Proposte di miglioramento To-Be

5.1 Nuove unità di carico nelle schede elettroniche

La prime proposte di miglioramento riguardano le schede elettroniche, che sono stoccate nel reparto. In primis, attraverso SAP abbiamo estrapolato le quantità movimentate in uscita prendendo tutta la famiglia delle schede usate nei prodotti AG.

CODICI	DESCRIZIONE GR. SCHEDA	MOVIMENTAZIONE (PZ)
34511013	GR.SCHEDA 1/2 MOTORI HP 24V RESIN	2917
34511029	GR.SCHEDA 1/2 MOTORI HP 230V RESIN	2058
34511004	GR.SCHEDA 1 MOTORE BASIC 24V RESIN	1721
34511019	GR.SCHEDA 1 MOTORE BASIC 230V RESIN	1474
34511070	GR.SCHEDA RAMPART RT600 RIPR RESIN	1196
34511114	NEW GRUPPO SCHEDA 2 MOT.BASIC 230V RESIN	1021
34511015	GR.SCHEDA LIMIT 24V RESIN	876
34511067	GRUPPO SCHEDA LIMIT X+VASSOIO LIMIT X	858
34511105	GR.SCHEDA 2 MOTORI BASIC 24V RESIN	738
34515243	GR.SCHEDA RAMPART RT1000 RIPR RESIN	454
34511005	GR.SCHEDA BORDER 24V RESIN	407
34510210	GR.SCHEDA CARICA BATTERIA 24V AG01 CABL.	395
34511107	GR.SCHEDA 1 MOTORE BASIC 24V RESIN	200
34510832 503	GRUPPO SCHEDA ENCODER ONE	159
34510833 503	GRUPPO SCHEDA I/O ONE	158

Tabella 5.1 Movimentazione in uscita nel periodo 01/07/2021-30/06/2022.

Come evidenziato nei capitoli precedenti, le schede una volta assemblate in prodotto finito sono conservate fino all'assemblaggio in linea nei scatoloni. La nostra proposta è quella di sostituirli con l'uso di cassette in plastica, che presentano ingombri più contenuti a parità di quantità contenuta e una maggiore facilità di impilaggio.

Si sono effettuate diverse prove con varie cassette, i migliori risultati si sono ottenuti con le cassette di tipo D. L'architettura standardizzata delle schede ha permesso di riuscire a stoccare tutte le tipologie di gruppi scheda nelle cassette D, seppur con quantità diverse.

La soluzione di miglioramento porta altri vantaggi come ad esempio, la possibilità di modificare le altezze delle rulliere in linea, andando ad abbassarle, prima invece eravamo vincolati dall'altezza dello scatolone che ci vincolava nuovi layout.

Inoltre un altro fattore da non sottovalutare, è il miglioramento sul piano estetico della scaffalatura in reparto.

Durante le prove in reparto, gli asservitori confermano il miglioramento che si avrebbe con l'uso di cassette in plastica, soprattutto dal punto di vista della movimentazione tra il magazzino e la linea.

Di seguito le schede testate:

- 34511013 GR. SCHEDA 1/2 MOTORI HP 24V RESIN (2917 PZ movimentati)



Figura 5.1 Situazione AS-IS (scatolone) e TO-BE (cassetta)

Nella situazione AS-IS le schede sono contenute all'interno di scatoloni da 24 pezzi che hanno ingombri importanti in linea; inoltre devono essere aperti dall'asservitore, pena aggravare il lavoro all'operatore in linea.

Nella proposta di miglioramento abbiamo messo 18 schede nelle cassette D; ossia 2 piani da 9 schede separate da uno strato di mille bolle.

- 34511029 GR.SCHEDA 1/2 MOTORI HP 230V RESIN (2058 MOVIMENTATI)



Figura 5.2 Schede nelle cassette D e prove di impilaggio

In questo caso cambia il codice, ma l'architettura è la stessa del codice precedente. Questo ci ha permesso una certa standardizzazione delle unità di carico e una uguale situazione di AS-IS e TO-BE al codice precedente.

Preso un bancale con 8 scatole che occupa l'intero spazio disponibile con l'utilizzo di cassette con 18 PZ si ha un saving di circa il 75% della nostra ubicazione.



Figura 5.3 Situazione AS-IS e TO-BE con le cassette usate

- 34511004 GR.SCHEDA 1 MOTORE BASIC 24V RESIN (1721 PZ MOVIMENTATI)



Figura 5.4 Situazione AS-IS e TO-BE

In questo caso le schede hanno un guscio esterno più contenuto rispetto alle schede precedenti che hanno degli ingombri maggiori; questo permette di passare da dei scatoloni di 36 pezzi a delle cassette da 24 schede ciascuna che ci permettono gli stessi vantaggi ottenuti con i codici precedenti.

Queste soluzioni che abbiamo studiato posso essere applicate al resto dei codici della famiglia delle schede; i vantaggi sono più di uno:

- Migliore flusso dei pezzi;
- Si possono caricare più cassette in linea, migliorando la copertura oraria;
- Miglioramento sul piano estetico sia nella scaffalatura sia lungo la linea;

Attualmente la nostra proposta è stata implementata e consolidata in reparto nel corso degli ultimi mesi.



Figura 5.5 Il livello AG1 della scaffalatura con la soluzione TO-BE.

5.2 Nuove unità di carico nei gruppi motori

La seconda grande famiglia di semilavorati che necessita di una ampia campagna di analisi sono i gruppi motore 24V e 230V. Essi, come le schede sono lavorati in un banco dedicato prima di essere portati in linea all'interno di cassoni di ferro o bancali.

Il nostro obiettivo è quello di cercare di portare più tipologie di motori nelle rastrelliere, per risparmiare più spazio possibile a bordo linea e sfruttare così le possibilità offerte dalle rulliere.

Tenendo conto di quanto abbiamo visto nel capitolo 3.3.4 dedicato alle osservazioni sui gruppi motori, bisogna studiare ogni codice al fine di individuare le referenze più idonee ad essere stoccate in cassetta.

I gruppi motori sia 24V che 230V hanno ingombri e masse diverse tra loro, dal punto di vista dell'ergonomia consideriamo un limite di 20 Kg per la movimentazione e il carico sugli zaini.

Per prima cosa dal PFEP facciamo una estrazione dei gruppi motore che vogliamo studiare e con la transazione ZUBICN ci ricaviamo l'ubicazione per poter visionarli e studiare.

Anche in questo caso, come nelle schede elettroniche abbiamo eseguito prove con diverse cassette al fine di cercare di ottenere i migliori compromessi tra la capienza e la facilità di movimentazione da parte degli operai.

Per quanto possibile, in base alle giacenze e alla disponibilità abbiamo visionato fisicamente i motori ed eseguito prove reali in reparto.

Nella tabella seguente sono mostrati i valori e le unità di carico che abbiamo estrapolato:

Materiale	Descrizione materiale	Ubicazione	M(kg)	Udc in linea	PZ/Udc
34510620	GR. MOT. AC 4P Ø110 H50 FT800+24511195	28W4	4,953	Mini pallet	57
34510066	GR. MOT. AC 4P Ø80 FT500 + VITE 24511195	28W3	3,484	Mini pallet	86
34510644	NEW GR.MOT.24V DCØ59 ENCODER 6 POLI -40°	04W6	1,23	D	15
34510609	NEW GR.MOT.24V DCØ77 C/ENC.+VITE24511195	15U3	-	D	10
34510608	NEW GR.MOT.24V DCØ77 S/ENC.+VITE24511195	05W4	2,344	D	10
34510606	NEW GR. MOTORE 24V DC Ø59 S/ENCODER -40°	22U4	1,201	D	15
34510607	NEW GR. MOTORE 24V DC Ø59 C/ENCODER -40°	01W5	1,231	D	15
34510636	NEW GR.MOTORE AC 4P Ø80 H70 FT V2 500+EN	13V5	3,505	Mini pallet	86
34510637	NEW GR.MOTORE AC 4P Ø110 H50 FTV2 1000+E	42T3	5,142	Mini pallet	57
34510518	NEW GR.MOTORE AC 4POLI Ø110 FORT+ENCODER	-	4,953	Mini pallet	57
34510602	NEW GR. MOT.AC 4POLI Ø110 C/VITE+ENCODER	39W1	7,502	Mini pallet	45
34510633	NEW GR. MOT. 24V DC Ø77 C/E FORT V2 1000	12W6	2,166	D	10
34510600	GR. MOT. AC 4P Ø110 H50 FT1000N+24512089	37W1	5,064	Mini pallet	42
34510591	NEW GR. MOTORE 24V DC Ø59 C/ENCODER	11W5	-	D	19
34510588	NEW GR. MOTORE 24V DC Ø59 NO ENCODER	37S3	0,83	D	19
34510515	GR. MOTORE AC 4POLI Ø64 24510507-08	38W2	1,445	D	14
34510523	GR. MOTORE AC 4POLI Ø64 C/ENCODER	-	-	D	14
34510504	GR. MOTORE DC Ø77 VITE Ø16 M1,25 C/ENC	26W4	-	D	10
34510514	GR.MOTORE DC Ø77 VITE Ø16 M1,25 S/ENC	02W5	-	D	10
34510513	GR. MOTORE AC 4POLI Ø80 C/ENCODER	16U3	-	Mini pallet	-
24510506	MOTORE DC Ø77 VITE Ø16 M1,25 S/ENC	32W3	1,888	D	13
24511395	RIDUTT.MOTORE D59 6 IMPULSI/GIRO C-LTH	29W3	1,236	D	12
24511396	RIDUTT.MOT.D63 BIG 6 IMPULSI/GIRO C-LTH	39W2	-	D	10
34510614	GR.MOT.24V DC Ø77 VITE Ø19,25 M1,75 C/EN	34W1	2,106	D	10

Tabella 5.2 Gruppi motore analizzati in reparto.

Nei motori con masse superiori a 2,3 Kg e ingombri importanti si sono studiate delle soluzioni con mini-pallet 600x800 mm; viceversa su motori con masse minori di 2,3 Kg e comunque ingombri più ristretti si sono ottenuti ottimi risultati con cassette D 500x400x120 mm. Ricapitolando questa soluzione ci permette di portare le cassette nella rastrelliera eliminando i cassoni di ferro e i pallet dietro all'operatore, che come abbiamo visto nei capitoli dedicati alle osservazioni sono causa di ingombri e possibili rischi per la sicurezza.



Figura 5.6 Gr. motore 34510607 nella soluzione TO-BE.

L'utilizzo di mini-pallett permette almeno di ridurre in parte gli ingombri dovuti all'uso di pallett da 1200x800 mm; come si vede in tabella in questi casi abbiamo masse importanti, superiori anche a 5 Kg; ciò significa che imponendo una massa limite nelle cassette intorno ai 20 Kg si avrebbe una quantità di motori intorno a 4 che non giustificerebbe il loro uso.



Figura 5.7 Gr. motore 34510066 durante la fase testing.

Dopo la nostra proposta essa è stata approvata ed implementata in reparto.



Figura 5.8 Gr. motore stoccati in magazzino semilavorati.

Successivamente a questa parte abbiamo effettuato delle prove durante l'assemblaggio in linea. Assieme agli operatori abbiamo caricato le cassette contenenti i motori nelle postazioni.



Figura 5.9 Prove in reparto sulla linea AG1.

5.3 Nuove unità di carico nelle viterie

All'interno della famiglia delle viteria durante le nostre analisi comprendiamo le guarnizioni, anelli elastici, fascette e le varie tipologie di viteria.

La cassetta usata in reparto per questi materiali è la cassetta piccola, mostrata nella tabella del paragrafo 3.2. Al fine di migliorare l'utilizzo della rastrelliera introduciamo una nuova cassetta per questa tipologia di materiali di consumo, la MILANI CO C001 5101 con ingombri 170x100x75 mm.

La nostra proposta è quella di far arrivare direttamente le viterie tramite approvvigionamento a Kanban tramite accordi specifici con i fornitori che gestiscono quotidianamente questa modalità.

Ora il nostro lavoro ci permette di calcolarci le coperture orarie che garantiscono il loro utilizzo e la loro disposizione nelle postazioni in linea.



Figura 5.10 Viteria nella nuova unità di carico

5.4 Nuove unità di carico per carter su famiglia FORT

In questo paragrafo focalizzeremo il nostro lavoro nell'ingombro dato dalle unità di carico dei carter per la famiglia FORT. Essi sono posizionati nella terza postazione, dietro all'operatore. Sono stoccati all'interno di scatoloni da 1200x800x500 mm che sono impalabili, ma presentano dei grossi limiti in termini estetici e di resistenza ai carichi.



Figura 5.11 As-is unità di carico carter FORT.

La situazione AS-IS si presenta con 28 plastiche all'interno di uno scatolone come in figura 5.11; ne vengono posizionate 2 unità in linea impilate verticalmente con 56 pezzi complessivi. Questo layout permette una facile presa del materiale anche dalla seconda unità visto la minore altezza dello scatolone.

Una proposta di TO-BE è quella di usare le casse nere in plastica per migliorare sia l'estetica del reparto, sia in termini di miglior capacità di immagazzinamento.



Figura 5.12 Soluzione TO-BE con 28 Pz all'interno.

La nuova allocazione presenta delle problematiche che potrebbero bloccare la sua implementazione:

- La nuova modalità permette di impilare alti numeri di cassette, se questo rappresenta un vantaggio dal lato magazzino riuscendo ad avere un miglior sfruttamento dello spazio lungo la verticale, nel lato operatore è un grosso limite in quanto nel momento in cui carico più di una cassa si raggiungono altezze superiori a 1700 mm che impediscono il picking del materiale.



Figura 5.13 Le altezze in questo caso sono il principale difetto di questa soluzione.

- Nella parte superiore le parti restano scoperte e potrebbero subire danneggiamenti dalle forche di un transpallet o qualche accidentale ribaltamento delle unità che causerebbe dei problemi dal punto di vista logistico.



Figura 5.14 Parte superiore della cassa plastica

5.5 Carrello lean per imballi della famiglia FORT

Le prove in reparto che seguono le simulazioni fatte nel database in excel ci hanno aiutato a scovare le migliori altezze delle rulliere nelle varie postazioni e tutti i conseguenti problemi ergonomici.

Ad esempio nella linea AG, in particolare nella postazione 3 abbiamo provato varie configurazioni per i polistiroli legati agli imballo.

La situazione AS-IS del banco per gli imballi FORT presenta una soluzione fin qui usata abbastanza spartana, composta da n° bancali impilati che aiutano a posizionare la scatola e contenere i polistiroli per la confezione:



Figura 5.15 As-is della postazione imballi per FORT.

La nostra prima soluzione proposta consisteva nel caricare i diversi codici dei polistiroli:

- NEW POLISTIROLO AC 220 FORT V2;
- NEW POLISTIROLO SUPERIORE FORT GRANDE O PICCOLO;
- NEW POLISTIROLO INFERIORE FORT GRANDE PICCOLO.

all' interno di cassette D e posizionarli nelle terze rulliere, abbassando opportunamente le altezze per la presa.

La soluzione fin qui ottenuta presenta limiti, poichè per alcuni operatori risulta difficile la presa e le cassette hanno dei limiti di capienza.

Una seconda soluzione che abbiamo studiato è stata quella di riprogettare un piccolo zaino non utilizzato nei banchi dedicati agli accessori, per dedicarlo ai cartoni e ai polistiroli; in questo modo si potrà procedere a realizzare un piano per la scatola in separata sede.

Le prove ci permettono di valutare la capienza del carrello e l'interazione con gli assemblatori.



Figura 5.16 To-be carrellino lean per gli imballi FORT.

I feedback che ci sono arrivati dagli operatori durante le prove in reparto sono positive, fanno notare che godono di migliore organizzazione con i cartoni davanti a loro; questo è confermato dal fatto che l'operatore non deve più effettuare delle rotazioni per prendere la carta per l'imballo e non deve flettersi con la schiena.

Il carrellino con le ruote ci permette di provare diverse soluzioni logistiche per diverse linee.

5.6 Nuove unità di carico per i semi-lavorati e definizione delle specifiche di fornitura

Sono state definite nuove unità di carico sui diversi semilavorati che vanno ad alimentare le linee. Il nostro obiettivo è stato quello di cercare di studiare una cassetta che ci permettesse di avere una copertura oraria di 4 ore e che possa essere preparata dal fornitore ed usata come unità di trasporto tra il magazzino di F.lli Comunello e il fornitore stesso.

Definite le unità di carico; il passo successivo è stato quello di redigere delle specifiche di fornitura per ciascun codice studiate, che esso sia di produzione interna o esterna.

Tale documentazione andrà poi inserita all'interno di SAP nella anagrafica di ciascun codice materiale e permetterà a chi realizza il prodotto di conoscere l'esatta cassetta e quantità di fornitura.

Nella figura 5.17 è mostrato un esempio di specifica di fornitura per un componente di acquisto, questo documento dovrà essere inserito all'interno del software gestionale SAP, in modo che ogni volta che nasce l'esigenza di inoltrare un ordine di acquisto, il fornitore riceva il documento PDF contenente le informazioni di fornitura del specifico codice in questione.

		Fratelli Comunello S.p.A.		Data 01/08/2022	
MODQ37T	SPECIFICA DI IMBALLO SPECIALE ALLEGATO ALL'ORDINE DI PRODUZIONE			Rev. 00	Pag. 1/1
CODICE ANAGRAFICA:		34510607			
DESCRIZIONE ARTICOLO:		NEW GR. MOTORE 24V DC Ø59 C/ENCODER -40°			
DATA CREAZIONE/MODIFICA: 01/08/2022		REV: 00			
DESCRIZIONE UNITA' DI CONTENIMENTO:		CASSETTA D 600X400X120 mm			
QUANTITA' PER UNITA' DI CONTENIMENTO:		15 PZ			
					
NOTE: RETINA DI PLASTICA NELLA VITE MODULARE					

Figura 5.17 Specifica di fornitura interna.

5.7 Prove di nuovi layout delle postazioni di lavoro

Nel capitolo dedicato al database PFEP, è stata introdotta la possibilità di effettuare delle simulazioni delle rastrelliere con diverse quantità e ingombri di unità di carico.

A questa fase è necessariamente seguita la fase di prove reali in reparto per diverse famiglie di prodotto finito al fine di validare le simulazioni e valutare aspetti che è impossibile tenere da conto con excel.

34515084 503-NEW GR. FORT 600-24V NERO; in questo caso la possibilità di alimentare la linea con i gruppi motore in cassetta è a favore della ergonomia degli operatori che non devono ruotare per manipolare i motori; nella prima postazione non è stata modificata alcuna altezza delle rulliere.

Nella seconda postazione abbiamo aumentato l'inclinazione della terza rulliera in base alle indicazioni degli operatori e allocato i copri-scheda in cassetta B nella rulliera più alta.



Figura 5.18 Situazione as-is (a sinistra) e to-be (a destra) della prima postazione.



Figura 5.19 L'operatore è facilitato nella presa del semilavorato.



Figura 5.20 Situazione as-is (a sinistra) e to-be (a destra) della seconda postazione.



Figura 5.21 Fase di picking nel copri-scheda dei FORT con l'operatrice più sfavorevole dal punto di vista dell'altezza corporea.

In questa tipologia di motori FORT a 24V il layout proposto permette di eliminare ogni materiale fuori dalla gold zone dell'operatore, tralasciando quindi ogni movimento corporeo senza valore aggiunto a favore del benessere dell'assemblatore.

34515265 503-NEW GR. FORT 1500-230V-HP-MC+E; A differenza del codice precedente il motore in questione è a 230V, nella prima postazione i gruppi motori sono forniti con mini-pallet 800x600 mm che vengono posizionati dietro l'operatore.

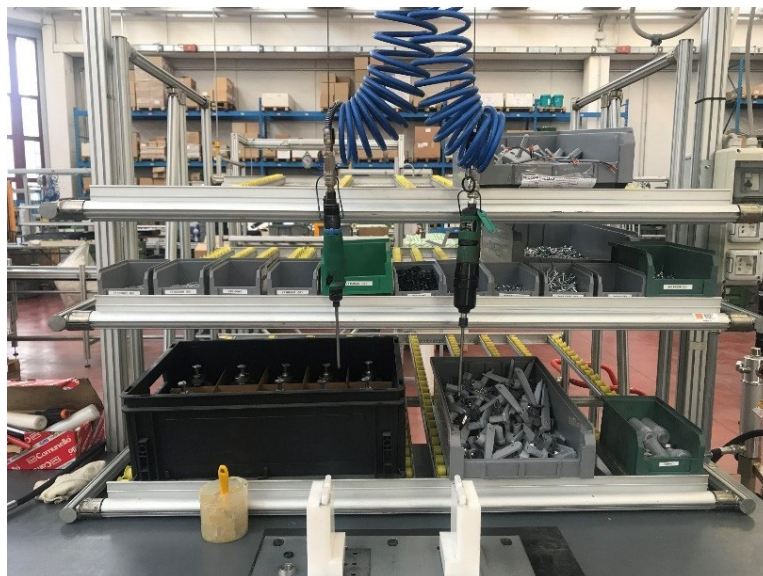


Figura 5.22 To-be della prima postazione.



Figura 5.23 To-be della seconda postazione.

5.8 Nuova gestione della fase KIT

La fase relativa alla realizzazione del KIT in linea risulta essere la più critica, in quanto degli errori o delle mancanze comportano poi resi, reclami, insoddisfazione del cliente finale, maggior tempo per l'evasione degli ordini e di conseguenza ciò porta l'azienda ad essere vista come inaffidabile.

Come visto nel paragrafo 3.3.6 la scatola KIT è composta da vari accessori come telecomandi, fotocellule, luci di segnalazione, tabelle di emergenza, etc...

Le operazioni descritte nei paragrafi precedenti relative alla preparazione degli accessori nel banco da parte degli operatori può essere migliorata, facendo preparare all'asservitore di linea i componenti direttamente in rastrelliera divisi per ogni piano di scatole da cui è formato ogni bancale.

Nell'esempio di un motore FORT con kit completo, assegniamo le seguenti unità di carico:

34515229	GR.SACCHETTO PASSACAVI X FORT PICCOLI	PICCOLA	10
GSWIFTSTLYB00A	SWIFT-Y -LAMPEG. LED VETRINO GIALLO NEW	MILANI AT 4317A 5101	10
GDARTSTDN0B00A	DART - FOTOCELLULA RX+TX SILVER NEW	MILANI AT 3217A 5101	10
GVCTR2STN0G00	VICTOR-2RC-GREY -ROLLING CODE 2CH GRIGIO	Piccola	20
GSAFETYTN0G00	AC-40 - SAFETY TAB	-	30
24512115 001	SUPPORTO PER SCORREVOLE ZINCATO NEW	C	10
34515381	GR. SACCHETTO VITERIA NEW AC-220	PICCOLA	10
91300170	LIBRETTO USO MANUTENZIONE QUAD 230V HP	-	30
91300324	NEW LIBRETTO USO MANUTENZIONE FORT	-	30
34510063 001	NEW GR.FORT 400-1500 STAFFE	D	10
84200223	SCATOLA KIT FORT400-1500 410X240X395 NEW	-	-
80900666	NEW POLISTIROLO AC 220 FORT V2	D	-
80900695	NEW POLISTIROLO SUPERIORE FORT PICCOLO	D	-
80900685	NEW POLISTIROLO INFERIORE FORT PICCOLO	D	-
91300609	GUIDA RAPIDA A SCORRIM. CU 24V E 230V HP	-	30
91207167	ETICHETTA ANTI APERTURA SCATOLA VERDE	-	-
91300607	ERRATA CORRIGE MAN.91300170 QUAD 230V HP	-	30

Figura 5.24 Prodotti KIT e i contenitori usati.

I contenitori vengono caricati in rastrelliera divisi per ogni piano di un bancale, che in questo caso sono 10 scatole per piano con un totale di 30 complessivi.



Figura 5.25 Soluzione To-be della postazione 3 per i kit FORT.

Queste attività si prestano bene a variegate soluzioni e miglioramenti, il nostro suggerimento è quello di introdurre delle tecnologie legate all'industria 4.0, in particolare l'identificazione a radiofrequenza RFID per le operazioni di preparazione linea e i sistemi PICK-TO-LIGHT per guidare l'assemblatore nelle attività in linea.

I chip per l'identificazione a radiofrequenza tramite i dati trasportati al suo interno rendono l'oggetto smart, permettendo agli operatori dotati di lettori di effettuare una lettura immediata dei chip ed eliminando di conseguenza la necessità di conteggio manuale individuando così errori di assemblaggio.

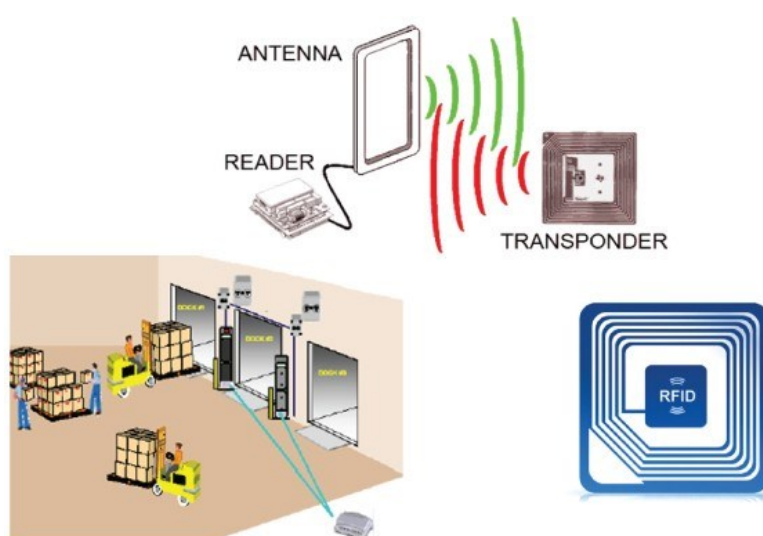


Figura 5.26 Applicazione della tecnologia RFID nelle spedizioni [18].

Nelle attività in linea lo stato dell'arte propone i sistemi PICK-TO-LIGHT, essi sono sistemi comodi e intuitivi per qualsiasi esigenza. Ad esempio per i processi che richiedono la massima affidabilità, vi sono modelli muniti di sensori che rilevano automaticamente se l'articolo selezionato è quello giusto o indicano la giusta sequenza di prelievo per creare una scatola, avvertendo l'operatore in caso di errore, seguendo il principio Poke-Yoke; di conseguenza il tasso di errore si azzerava. In ogni singola ubicazione della postazione viene installato un dispositivo dotato di display, luci led e pulsanti in grado di emettere una segnalazione luminosa che, unita a una quantità da prelevare, permette l'ordinamento delle attività.



Figura 5.27 Applicazione pick-to-light nell'assemblaggio [22].

Capitolo 6

Analisi del magazzino semilavorati Automation Gate

6.1 Raccolta e analisi dei dati

Lo studio di un nuovo posizionamento delle linee all'interno del reparto deve essere svolto in parallelo con l'analisi del magazzino semilavorati.

Questa fase è necessaria dal momento in cui si vanno a definire le nuove politiche di asservimento delle linee di assemblaggio con l'introduzione di nuove unità di carico e nuovi valori di copertura oraria.

La lista di prodotti finiti da analizzare è quella con cui si è costruito il database PFEP, come descritto nel paragrafo 4.3.

La frequenza con la quale vengono creati nuovi ordini di produzione la ricaviamo con una analisi a SAP tramite la transazione COOIS, che ci fornisce tutte le informazioni sugli ordini di produzione come ad esempio date di inizio e fine attività, quantità da produrre, etc...

Considerando la metodologia di prelievo "Picker to Part", questo conteggio ci permette di assegnare ad ogni componente della distinta base il numero di volte che è stato "chiamato" in produzione per l'asservimento in linea, e che di conseguenza il picker ha dovuto andare verso la sua ubicazione e preparare la cassetta per la rastrelliera.

Questo ragionamento è quindi applicato a tutti i codici e alle loro distinte basi con i semilavorati che vanno portati in linea.

Nella tabella 6.1 abbiamo riportato una breve lista dei codici che sono stati analizzati in termini di frequenza degli ordini di produzione.

Componente figlio	Testo breve materiale figlio	Somma di N° odp	Frequenza
91207167	ETICHETTA ANTI APERTURA SCATOLA VERDE	1103	0,626704545
71302205 001	ROSETTA DENTEL.EST.M4 UNI 8842-A ZINCATA	754	0,428409091
71115016 001	VITE ATCIC Ph-AB 3,5 x 13 UNI 6954 ZINC.	685	0,389204545
91505020	GRASSO BRUGOROLAS GAN 31-FUSTO 185 KG	669	0,380113636
71106507 001	VITE TCEI M6x16(toll.+0;-1)DIN 7500-E ZN	650	0,369318182
GSAFETYTN0G00	AC-40 - SAFETY TAB	643	0,365340909
24510040	CAPOCORDA OCCHIEL.PRE-ISOL.PVC D3,7ROSSO	638	0,3625
GVCTR2STN0G00	VICTOR-2RC-GREY -ROLLING CODE 2CH GRIGIO	538	0,305681818
91207038	ETICHETTA 67X25 MARC. CE X ZEBRA GK420T	498	0,282954545
	VITE ATCIC Ph-AB 3,5x9,5 UNI6954 ZN	430	0,244318182
71115017 001	VITE ATCIC Ph-AB 3,5 x 16 UNI 6954 ZINC.	429	0,24375
71115019 001	VITE ATCIC Ph-AB 3,5 x 22 UNI 6954 ZINC.	420	0,238636364
GDARTSTDN0B00A	DART - FOTOCELLULA RX+TX SILVER NEW	371	0,210795455
71106418 001	VITE TCCIC+ M4 x 6-C15 UNI 8112 ZINCATA	357	0,202840909
24510153	MAMMUT BIANCO 12 BLOCCHI PASSO 10	343	0,194886364
GSWIFTSTLYB00A	SWIFT-Y -LAMPEG. LED VETRINO GIALLO NEW	341	0,19375
24510032	DADO PER PASSACAVO PG 13,5 NERO	285	0,161931818
21001059 001	SPINA CILINDRICA D=3 L=30 ISO 2338 ZN	273	0,155113636
23000118 001	ROSETTA 4.5 x 13.6 x 1 ZINCATA	259	0,147159091
24511501 503	NEW COPRISERRATURA ABS NERO RAL9005	259	0,147159091
24511720	NEW MOLLA A TORSIONE INOX SBLOCCO FT ALL	259	0,147159091
34515294	GRUPPO TIRANTE PER BASE FORT	259	0,147159091
71107305	VITE SPECIALE TE+IC METRICA MSX15-C15	259	0,147159091
80900666	NEW POLISTIROLO AC 220 FORT V2	259	0,147159091
84200223	SCATOLA KIT FORT400-1500 410X240X395 NEW	259	0,147159091
	ETICHETTA 67X25 MARC. CE X ZEBRA GK420T(collaudo)	259	0,147159091
28900107	ANELLO DI TENUTA NBR 10 18 4 AS	252	0,143181818
91300324	NEW LIBRETTO USO MANUTENZIONE FORT	249	0,141477273

Tabella 6.1 Lista delle frequenze dei semilavorati AG

Nella tabella 6.1 sono mostrati dei risultati relativi alla analisi delle frequenze sulla famiglia di prodotti AG.

La frequenza degli ordini di produzione è calcolata nel seguente modo:

- $N^{\circ} odp$; il numero degli ordini di produzione nel periodo 1/07/2021 al 30/06/2022
- 1720 ore lavorative annue, considerando 220 giorni lavorativi

$$f = \frac{N^{\circ} odp}{1720}$$

6.2 Situazione attuale

I semilavorati e il resto dei componenti che vanno portati in linea sono stoccati nel magazzino AG e in parte nella scaffalatura all'interno del reparto:

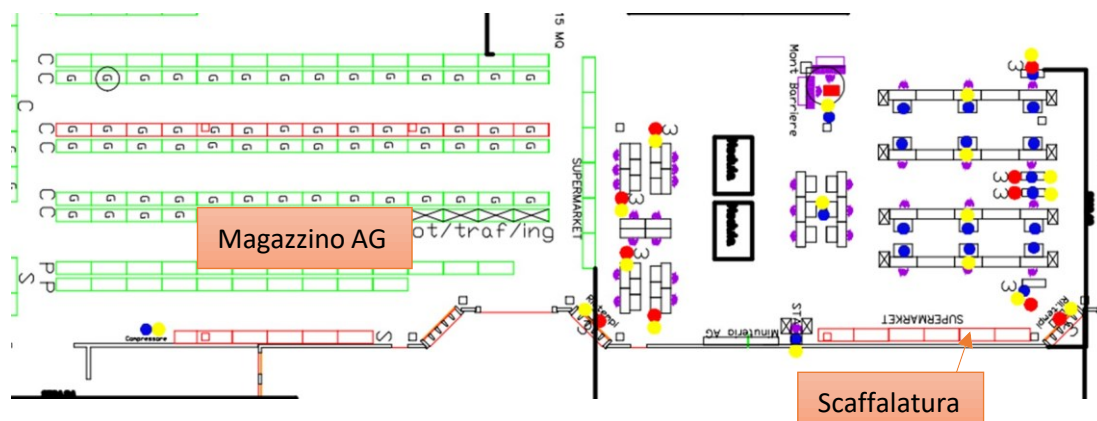


Figura 6.1 Layout del reparto Automation e del magazzino dedicato.

La scaffalatura in reparto è usata per immagazzinare schede elettroniche vergini, gruppi scheda assemblati, materiale di consumo come grasso per i motori, sacchetti in plastica e strumenti per gli operatori.

Dopo una attenta analisi dei codici presenti in reparto, si è ricavato che si ha una situazione molto varia, alcuni codici sono impegnati in ordini per il 2022, mentre altri risultano essere obsoleti o godono di bassa rotazione con impegni per il 2023 inoltrato.

Materiale	Testo breve materiale	Ubicazione	Movimentazione
22001705	CORDA OR D=1.78 IN GOMMA NERA	32AG3	nessun ordine
22001905	PARACOLPO 75X25 M12X47	26AG4	impegnato
24500827	AW01097 RIDUZIONE INTERMEDIA NERO	36AG3	nessun ordine
24510001	SCHEDA KEEP RADIOC. 4CH RC+BAT.3V CR2032	34AG5	obsoleto
24510003	SCHEDA PCB SELETTORE CHIAVE	27AG5	impegni nel 2023
24510003	SCHEDA PCB SELETTORE CHIAVE	36AG4	impegni nel 2023
24510012	SCHEDA ORIENTABILE SYNC RX+TX	34AG5	obsoleto
24510035	SCHEDA EFFETTO HALL REMOTATO NO FW	25AG6	obsoleto
24510046	SCHEDA 1/2 MOTORI 230V HP	27AG6	impegnato
24510046	SCHEDA 1/2 MOTORI 230V HP	36AG6	impegnato
24510051	SCHEDA 2 MOTORI 230V BASIC	32AG6	
24510072	SCHEDA PCB ONE LAMPEGGIANTE+PCB LED	32AG5	impegni nel 2023
24510137	GUARN. MOTORE FORT Ø20	27AG4	poco impegnato
24510139	SCHEDA 1/2 MOTORI 24V HP BATTERY 24V	31AG6	impegnato
24510139	SCHEDA 1/2 MOTORI 24V HP BATTERY 24V	35AG6	impegnato
24510140	SCHEDA 1MOT. 24V BASIC BAT.24V+INGR. BLOC	29AG6	impegnato
24510142	SCHEDA 2 MOTORI 24V BASIC BATTERY 24V	27AG5	impegnato
24510142	SCHEDA 2 MOTORI 24V BASIC BATTERY 24V	35AG5	impegnato
24510143	SCHEDA 1 MOTORE 230V BASIC+INGR. BLOCCO	27AG2	impegnato

Tabella 6.2 Stato attuale di alcuni dei codici analizzati

6.3 Proposta di miglioramento

La nostra proposta è studiare nuove ubicazioni per i componenti che vanno in linea e che devono essere prelevati quando sono contenuti all'interno di un ordine di produzione.

Il nuovo layout della scaffalatura deve essere adibito per le seguenti attività:

- I primi 3 livelli sono per il picking a terra o con transpallet elettrico;
- Gli ultimi 2 livelli sono per effettuare lo stock dei componenti ai livelli più bassi e per scatoloni ingombranti.

Il nuovo layout risulta essere:

AG6	Materiale per schede elettroniche	Stock
AG5		Stock
AG4		Picking con mezzo elettrico
AG2		Picking a terra
AG1	Stampanti/materiale per ufficio	Picking a terra
		36 35 34 33 32 31 30 29 28 27 26 25

Figura 6.2 Layout To-be dello scaffale in reparto.

Conclusioni e sviluppi futuri

Il settore dell'automazione per cancelli e garage è in forte espansione in Italia, soprattutto nel nord-est dove fioriscono piccole e grandi realtà legate all'automazione e accessoristica elettronica.

Nonostante il periodo di grande incertezza economica e il rincaro energetico dovuto alla guerra in Ucraina, F.Ili Comunello è un'azienda che vuole fare un salto di qualità ed è percepibile confrontandosi con la dirigenza questa volontà di miglioramento; attualmente è impegnata in grandi investimenti per ampliare il parco macchine della produzione ed inoltre è in realizzazione un nuovo capannone di oltre 12.000 metri quadrati. Negli ultimi anni l'introduzione del MES (Manufacturing execution software) ha portato risultati notevoli dal punto di vista della gestione, di conseguenza ha alzato le performance dell'ufficio pianificazione, che ora riesce a gestire con maggiore facilità gli impianti produttivi e gli ordini in real-time.

Le possibilità di crescita sono concrete grazie alla solidità e alla varietà di prodotti offerti, che permette di avere un ampio e variegato mercato; mentre i dipendenti dimostrano dedizione e sforzo per soddisfare le richieste del cliente nel miglior modo e nel minor tempo possibile.

In questo lavoro di tesi si è realizzato un database che raccoglie tutte le informazioni fondamentali legate ai semilavorati che vengono lavorati in linea come le unità di carico usate, le coperture orarie e il loro posizionamento nelle postazioni di lavoro. A seguito di questa campagna di analisi e revisione è seguita poi una fase di test in reparto che ha portato benefici agli operatori da punto di vista ergonomico, ha portato una riduzione degli spazi.

Le proposte sulle nuove modalità dei kit sono state testate con quello che si aveva a disposizione in reparto, cercando di favorire sia gli assemblatori che gli asservitori, poi nel caso la proprietà avesse intenzione di investire in tecnologia le soluzioni sono molteplici permettendo dai piccoli ai grandi investimenti.

L'ultima fase di questo grande progetto si è basata sullo studio del magazzino per studiare nuove ubicazioni per i semilavorati tra il magazzino e le campate in reparto. Questi risultati e proposte di miglioramento non sono un punto d'arrivo, ma sono un punto di partenza per il tanto bramato nuovo layout del reparto Automation Gate dove grazie all'eliminazione dei nastri trasportatori dalle linee sarà possibile creare un'area dedicata

solamente alla creazione dei motori-Kit e l'introduzione di nuove linee e banchi di assemblaggio.

Ogni azienda deve temere la concorrenza, poichè il mercato è sempre più serrato e bisogna ridurre gli sprechi risparmiando sul singolo componente per poter competere a livello globale, ma il cambiamento avviene solo se tutti remano nella stessa direzione.

Bibliografia

- [1] Arrigo Pareschi, Alberto Regattieri, Emilio Ferrari, Alessandro Persona, 2011
Logistica integrata e flessibile. Per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario. Con applicazioni numeriche e progettuali, Esculapio, Padova
- [2] A.F. De Toni, R. Panizzolo, A. Villa, 2013, *Gestione della produzione*, Isedi, Milano.
- [3] Slide del corso *Gestione snella della produzione*, 2021, Prof. Panizzolo
- [4] Normativa UNI ISO 11228 - *Movimentazione manuale dei carichi*
- [5] Catalogo Fratelli Comunello Automation Gate e Frame 2022
- [6] Catalogo Fratelli Comunello Product Gate e frame 2022
- [7] Appunti del corso *Logistica del prodotto*, 2021, Prof. Alessandro Persona

Siti web

- [8] <https://www.comunello.com/it/>
- [9] <https://www.makeitlean.it/blog/nascita-della-lean-production/>
- [10] <https://www.topsupplier.com/blog/il-plan-for-every-part-la-gestione-dei-dati-critici-per-prendere-le-giuste-decisioni-scopriamolo-insieme-/>
- [11] <https://www.niering.it/normativa-iso-11228-1-nuove-integrazioni-nel-2022/>
- [12] <https://fomir.it/linee-di-montaggio-manuali-lean-production/>

- [13] <https://allmag.it/lean-manufacturing/realizzazioni/>
- [14] <https://www.comunello.com/it/corporate/company/>
- [15] <https://www.comunello.com/it/corporate/organization/>
- [16] <https://www.comunello.com/it/corporate/quality/>
- [17] <https://www.comunello.com/it/automation/company/>
- [18] <https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/magazzino/rfid.html>
- [19] <https://www.picktolightsystems.com/it/prodotti-picking/assembling>
- [20] <https://www.kfi.it/soluzioni/logistica-manufacturing/pick-to-light/>
- [21] <https://www.picktolightsystems.com/it/prodotti-picking/pick+by+light>
- [22] <https://www.bannerengineering.com/it/it/products/lighting-and-indicators/pick-to-light/non-contact-points-arrays.html>