



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

**Strumenti e tecniche per il controllo delle giacenze di
magazzini industriali**

**Tools and techniques for controlling stocks of industrial
warehouses**

Relatore:

Prof. Maurizio Bevilacqua

Correlatore:

Ing: Sara Antomarioni

Tesi di Laurea di:

Bianca Maria Agostini

AA 2020/2021

INDICE

Introduzione

Capitolo 1

1- La Santoni S.P.A.

1.1 Storia della azienda

1.2 Il prodotto e il processo

1.3 Swot Analysis

Capitolo 2

2-Industra 4.0

2.1 Industry 4.0: la nascita

2.2 Industry 4.0: le tecnologie abilitanti

2.3 Benefici e criticità dell'introduzione delle tecnologie abilitanti industria 4.0

Capitolo 3

3- Magazzini automatici

3.1-Sistemi di immagazzinamento

3.2-Il picking

3.3-II VLM

Capitolo 4

4- Caso di studio Santoni

4.1- Prestazioni del magazzino attuale

4.2- Magazzino automatizzato Zechetti

4.3- Analisi dei dati storici

4.4- Software Demo Zecchetti

4.5- Creazione degli ordini

4.6- Inserimento dei prodotti nelle unità di carico

4.7- Regole di refilling e picking

4.8- Simulazione dei movimenti

4.9- Analisi dei risultati: confronto tra magazzino manuale e automatizzato

5- Conclusioni

INTRODUZIONE

Sempre più si sente parlare di Fabbrica Intelligente e di Industria 4.0. Gli elementi su cui si basa questa nuova rivoluzione industriale sono un vero e proprio ecosistema di tecnologie che spaziano dall'automazione alla robotica avanzata fino all'intelligenza artificiale, dal cloud computing all'internet of things, dalla gestione ottimale dei big data alla fabbricazione digitale. L'integrazione di tutte queste tecnologie porterà alla nascita di nuovi professionisti e risorse formate per essere sempre più digital.

La rivoluzione digitale percorre come un brivido d'innovazione l'interna filiera produttiva. Un'Industria 4.0 realmente efficiente e innovativa non può fare a meno di una Logistica 4.0 che deve riuscire a far compiere un vero e proprio salto di qualità alle proprie funzioni. In particolare, il cambiamento deve operare con maggior velocità e forza nelle aree logistiche a maggior impatto ossia la logistica di produzione, il magazzino distributivo e la consegna consumer.

L'automazione dei processi gioca un ruolo chiave nell'attuazione della Logistica 4.0, ma non è sufficiente una semplice iniezione di tecnologia: il passo fondamentale consiste in un'ottimale integrazione tra hardware e software così da assicurare il miglior dialogo possibile tra sistemi gestionali e soluzioni automatizzate, un'ottimizzazione che può assicurare un incremento di efficienza fin del 20-30%. Grazie all'integrazione di questo tipo di tecnologie la logistica può arrivare al livello 4.0 e ottenere così importanti benefici in termini di miglioramento dei processi logistico-produttivi, ottimizzazione dell'interazione uomo-macchina, efficientamento energetico, diminuzione dei costi e valorizzazione delle risorse umane.

Questo elaborato ha l'obiettivo di descrivere come l'adozione di un sistema di immagazzinamento automatizzato comporti dei notevoli benefici: la gestione delle merci viene semplificata, le attività di stoccaggio e di prelievo velocizzate, le condizioni di operatività migliorate e gli errori limitati. In questo percorso verso una maggiore efficienza delle operazioni di magazzino, anche l'uomo si ritrova coinvolto, non più come semplice esecutore ma come coordinatore di un sistema evoluto, intuitivo e innovativo progettato a suo vantaggio.

La Santoni S.p.A. azienda leader nella produzione di calzature di lusso ha scelto di rivoluzionare il proprio sistema di immagazzinamento in ottica di Industria 4.0.

Durante l'attività di tirocinio si è svolto uno studio atto a comprendere come efficientare l'attività logistica attraverso l'adozione di questa soluzione di immagazzinamento.

In questo elaborato verrà dapprima introdotta l'azienda, la sua struttura e i suoi obiettivi. In seguito, verrà descritto il tipo di prodotto e il processo produttivo. Verrà poi introdotta la nascita di Industria 4.0, le tecnologie abilitanti ed infine i benefici e le criticità che comportano.

Seguirà una breve introduzione sulle caratteristiche generali dei sistemi di immagazzinamento esistenti con particolare attenzione ai Vertical Lift Module. Verrà introdotto il caso di studio trattato attraverso un primo quadro generale sulle prestazioni dell'attuale magazzino dell'azienda e sulle caratteristiche dei magazzini Zecchetti, partner a cui Santoni si è affidata per dar vita a questo progetto.

Attraverso un'analisi dei dati storici verranno stabilite, secondo un'opportuna logica di scelta, quali componenti del magazzino attuale potranno essere stoccate in quello automatico.

Verrà successivamente presentato lo strumento software per la gestione del magazzino, le procedure di creazione degli ordini, il carico e lo scarico dei codici sulle e dalle unità di carico virtuali. Infine, si descriverà l'attività di simulazione attraverso cui sarà riprodotto il carico di lavoro per il picking durante una settimana lavorativa opportunamente scelta.

I risultati ottenuti saranno dunque utilizzati per un'analisi comparata delle performance dell'attuale gestione con quelle del sistema di immagazzinamento automatico in termini di tempo per il completamento degli ordini di picking.

CAPITOLO 1

1- La Santoni S.P.A.

1.1 Storia dell'azienda

La Santoni nasce nel 1975 da un'idea di Andrea Santoni che, dopo 20 anni di esperienza nella produzione di calzature, insieme a sua moglie Rosa, decide di aprire a Corridonia, nella provincia maceratese, il proprio atelier per la creazione di scarpe da uomo di lusso di alta qualità ispirati dalla filosofia della perfezione e dell'eccellenza.

L'attività della Santoni inizia da un piccolo laboratorio di quattro persone nel garage di casa in cui il peso dell'attività ricadeva interamente su Andrea che realizzava i campioni, girava l'Italia per gli ordini e, quando tornava a casa, iniziava a produrre. Da allora molti sono stati i cambiamenti: l'innesto della tecnologia sulla tradizione manuale per la realizzazione dei modelli, l'ampliamento della gamma dal classico uomo, al classico donna e allo sportivo uomo/donna, agli accessori e ai capi di abbigliamento speciali e d'altissima gamma che creano complessità ma assecondano le richieste del cliente.

Le uniche cose che non sono cambiate nel corso degli anni sono lo spirito della società e la devozione che sono una parte della creazione di ogni singolo paio di scarpe. Questo risultato è stato reso possibile solo perché l'azienda si è evoluta ed è cresciuta senza mai compromettere i suoi standard: un'etica condivisa dai 650 dipendenti della società che costituiscono una grande famiglia solida.

Il prodotto è difficile da delegare, è l'anima del brand, per questo Santoni continua sulla strada del Made in Italy come era un tempo, sempre localizzata a Corridonia, "luogo del cuore" della famiglia e patria del marchio, si finanzia con mezzi propri, i propri stabilimenti sono indipendenti dal punto di vista energetico in quanto autoproduce il 53% del fabbisogno, ha costruito un centro totalmente eco-compatibile con materiali riciclabili al 90%.

Oggi il marchio Santoni è un punto di riferimento nel mercato dei beni di lusso.

Con circa 648 dipendenti, di cui 450 di manodopera diretta, realizza, ogni anno, nei tre stabilimenti produttivi, circa 400.000 manufatti e 15.000 Stock Keeping Units (SKU).

La direzione è affidata a Giuseppe Santoni, figlio di Andrea Santoni e Amministratore Delegato dell'azienda, che, da sempre, ha contribuito allo sviluppo dell'azienda di famiglia.

Opera nei mercati dell'Europa Occidentale, vale a dire Italia, Francia, Benelux e Germania, l'Europa Orientale, in primis Russia, il Nord America e il Giappone.

E' presente con Boutique Santoni in tutte le principali capitali della moda: Milano, Roma, Venezia, Cagliari, Forte Village, Parigi, St. Moritz, Mosca, Hong Kong, Dubai, Manila, Doha, Seoul, Ho Chi Minh City, Miami, New York.

Lusso e selezione sono i principi che hanno portato alla partnership con marchi che condividono la filosofia votata all'eccellenza di Santoni.

Due linee esclusive, in collaborazione con Mercedes AMG e IWC Schaffhausen, esaltano la maestria tipica di Santoni applicandola, rispettivamente, alle automobili sportive e agli orologi di precisione.

Santoni ha mantenuto intatte nel tempo le caratteristiche più preziose del puro Made in Italy: qualità, passione per il dettaglio e lavorazione rigorosamente fatta a mano. Elementi che distinguono Santoni dai suoi competitors, e ne fanno un caso unico all'interno del ristretto circolo dei luxury brands più famosi e riconosciuti a livello mondiale.

Tradizione e innovazione. Questi sono i due piani paralleli sui quali Santoni ha imbastito il proprio successo, combinando alla perfezione le tecniche produttive di un tempo, come la capacità di realizzare una scarpa interamente made-to-measure, all'evoluzione nella ricerca e nel design. Particolarità che attraggono un cliente sofisticato e informato sulle ultime evoluzioni dello stile, che per sé sceglie solo il meglio.

Una mentalità moderna applicata a un savoir-faire antico, difeso dai mastri calzolari Santoni, alcuni dei quali in azienda fin dal 1975 e che hanno visto trasformarsi una realtà artigiana in brand di riferimento. Senza mai perdere di vista la genuinità e la passione per le cose belle e di estrema qualità.

1.2-Il prodotto e i processo produttivo della scarpa di lusso

Il processo produttivo è specializzato in produzione di calzatura, per i volumi prodotti possiamo classificare il tipo di produzione per lotti che, ogni anno, genera una varietà elevatissima di lotti di scarpe. La gamma di prodotti in ogni stabilimento è costituita da articoli molto diversi, sia per componenti di assemblaggio della scarpa, sia per lavorazione. L'elevata varietà è dovuta alla politica di mercato che punta a soddisfare, il più possibile, le richieste di personalizzazione dei clienti.

Le seguenti caratteristiche definiscono gli attributi del sistema produttivo della calzatura in Santoni:

- Stagionale, le categorie di prodotto e di conseguenza le tecniche e i processi per realizzarli, variano con cadenza stagionale tra stagione estiva e stagione invernale;

- Made to order, sui modelli già presenti le componenti della scarpa possono cambiare (.es.pellame) a seconda della richiesta del cliente
- Made to measure, il sistema di produzione ha la capacità di gestire, oltre ai modelli esistenti, anche la produzione di prodotti totalmente personalizzati, sia a livello di componenti che di modello.

Inseguito verranno descritti quali sono i processi principali per la realizzazione del prodotto.

Una scarpa nasce inizialmente nell'ufficio stile che decide forma e modello, dopodiché il modellista, che esegue la parte tecnica, ricopre la forma con la carta gommata, mette in piano il modello, fa la "camicia" cioè toglie la

carta gommata dalla forma e la distende su un cartoncino rigido e quindi realizza il modello. In

Santoni, lo stile viene concepito interamente all'interno della società da diversi gruppi di lavoro formati da giovani stilisti unicamente dediti alle varie linee uomo, donna e accessori; ogni gruppo porta avanti lo studio dei modelli e lo sviluppo dei prototipi fino alla definizione del campione.



Figura 1-Scarpa Uomo Classica

Unitamente all'ideazione del modello viene associata la scelta delle pelli e l'accurata progettazione delle soles da abbinare alle tomaie. I vari gruppi, due volte l'anno, si dedicano alla ricerca delle novità viaggiando nei mercati europei privilegiando le capitali del fashion, riportando in azienda i trend che saranno poi rielaborati secondo il DNA Santoni. Una volta che il modello viene approvato, subendo eventuali modifiche, si passa alle vere e proprie fasi di produzione che si possono riassumere in selezione del materiale, taglio, orlatura, montaggio e finissaggio. A seconda del modello una scarpa richiede più o meno passaggi, in media tra gli 85 e i 90. La realizzazione della forma è essenziale nel progetto di una scarpa, poiché non deve essere solo bella ed elegante ma anche comoda. Per realizzare una scarpa comoda, chi lavora sulle forme deve capire quali sono i punti cruciali su cui poggia il piede. In Santoni il campione della forma viene realizzato

internamente. Legno, stucco, raspa, mano, occhio e tanta esperienza sono gli ingredienti con cui si crea una forma, principio di una scarpa perfetta. Partendo da un pezzo di legno la forma viene modificata a mano con stucco, raspata e limata. Tali modifiche presuppongono una conoscenza scientifica del piede da parte di chi la esegue. Solo quando la forma campione è stata approvata si affida al formificio esterno. I nuovi campioni subiscono poi la prova calzata operata, tra gli altri, dallo stesso Andrea Santoni.

Insieme alla forma le componenti principali di una scarpa sono: la tomaia, cioè l'insieme di tutte le parti in pelle tagliate e cucite tra loro che costituisce l'aspetto esteriore della scarpa, il sottopiede in cuoio morbidissimo, che è l'anima della scarpa, al quale si regge la tomaia sagomata della forma, il guardolo, ovvero la striscia di cuoio che cucita insieme alla tomaia ed al sottopiede delinea il perimetro della sagoma della suola, la suola, il puntale, il contrafforte e l'intersuola, la fodera ed almeno altri 20 e più elementi che servono a realizzare un solo paio di scarpe.

Selezione del materiale

La produzione vera e propria inizia con la selezione delle pelli. Le pelli più comuni sono quelle di vitello, capretto e agnello, a cui si aggiungono molti tipi di pelli esotiche, come quelle di cocodrillo, struzzo, pitone, razza, squalo e visone.

I pellami acquistati allo stadio semi-finito, o finito, vengono scelti direttamente in conceria, dove viene applicato un timbro sul lato carne, così che non possano essere consegnate pelli diversi rispetto a quelle selezionate a monte. Nel caso delle pelli semilavorate, detto in gergo "crust", le pelli vengono rifinite direttamente sulla scarpa già montata, attraverso le tecniche di "velatura" e "anticatura". La Santoni da trent'anni lavora più o meno con le stesse conchiere. Il pellame più utilizzato dall'azienda è il vitello, di cui si approvvigiona prevalentemente da paesi europei. Il cocodrillo, invece, proviene dal Mississippi e da Singapore, dove la qualità è indubbiamente altissima. Tra le altre pelli vanno segnalate lo shearling (ovine con pelo all'interno, molto richieste per ragioni climatiche dal cliente russo), il prezioso visone e alcuni pesci particolari per i consumatori più sofisticati. Quando si parla di pelli bisogna tenere in considerazione anche l'applicazione dei cosiddetti rinforzi. Si tratta di piccole tele di cotone garzato che vanno incollate nei punti in cui la pelle appare troppo sottile. Questa è una fase molto delicata: se la pelle viene rinforzata troppo, la tomaia si appesantisce e diventa impossibile da orlare; diversamente, la pelle non rinforzata potrebbe mancare di spessore e quindi cedere nel montaggio.

Taglio

La seconda fase è il taglio che deve essere preciso e operato senza incertezza, a mano ferma. Quello a macchina è indicato per pelli di taglia grande e per i tessuti, i quali aderiscono perfettamente al piano. Per quanto riguarda il pregiato entra in gioco l'abilità che contraddistingue lo specialista: capire la pelle, individuarne i difetti e, soprattutto, essere in grado di combinare le pelli il più possibile simili tra loro per comporre il paio e procedere al taglio a mano a fustella.

Orlatura

La terza fase, quella dell'orlatura, ha due funzioni: quella strutturale, che consiste nell'unire tomaia, fodera ed eventuali parti aggiuntive, e quella decorativa, riconducibile al valore estetico della cucitura. Il risultato conclusivo di questa fase viene affidato al montaggio, che costruisce la scarpa unendo il fondo alla parte sovrastante. Lo strumento del mestiere consiste in una moderna macchina per cucire.

Montaggio

La fase di montaggio è quella della costruzione vera e propria della scarpa. Questa costruzione avviene unendo insieme le singole parti che compongono una scarpa. A seconda della tipologia di scarpa e di costruzione, il montaggio è composto da operazioni diverse. In generale, il montatore ricopre la forma con la tomaia che le orlatrici hanno già cucito alla fodera e a cui sono stati applicati fuori manovia contrafforti e puntali. Il montatore, quindi, fissa la tomaia sulla forma chiudendo la scarpa sul davanti, successivamente nella fase di rettifica e con la calzera vengono chiusi i fianchi e il retro della scarpa. Per fare ciò oltre all'utilizzo di premona e calzera si applicano a mano grappe, chiodini, si tirano tomaia e fodera con le pinze, e si riapplica il mastice se necessario.

Queste prime operazioni sono fondamentali poiché in questa fase si determina se la scarpa sarà ben costruita dritta e coerente con il modello o se sarà storta e quindi da scartare. A questo punto la scarpa, pur essendo ancora priva del fondo, ha preso forma. Seguono le operazioni di suolatura, di rifinitura del fondo se non finito e di applicazione del tacco. A seconda del fondo può essere presente o meno il reparto di fresatura.

Velatura

La velatura è il cuore dell'artigianato artistico di Santoni. Quasi tutte le scarpe da uomo classiche della Santoni vengono anticcate con una particolare tecnica di coloritura manuale, coperta dal diritto francese. In seguito, si utilizza il pennello per rifinire la parte tra la tomaia e la suola. L'addetto alla velatura segue la colorazione dall'inizio alla fine.

Ogni stagione i designers decidono nuovi colori e nuovi modelli di velatura da applicare ai campioni della nuova collezione. In seguito, ci sarà un minuzioso processo di lucidatura, prima con il pennello e poi a mano con creme e cere naturali, spalmate grazie a panni di cashmere e seta.

Questo procedimento, lento e impegnativo, garantisce a ciascun paio di scarpe una patina unica e irripetibile.

Finissaggio

Questa è la fase finale della produzione di una calzatura, di conseguenza, dalla fine dell'anticatura occorrono almeno due ore di lavoro effettivo, a cui va aggiunto il tempo di attesa necessario per far asciugare i colori. In questa fase la scarpa viene appunto resa un prodotto finito. La prima operazione di finissaggio consiste nella "stiratura", che viene effettuata con un piccolo ferro caldo a superficie piatta, utile anche ad aggiustare le piccole pieghe della pelle. Segue l'applicazione di una crema davvero speciale che viene distribuita su tutta la superficie della pelle.

La "prelucidatura" prepara la scarpa alla successiva lucidatura e ne modifica ulteriormente l'aspetto, perché ogni colore ha la sua crema specifica. Ultimato il trattamento, la pelle della scarpa è stata nutrita e può reagire alla successiva "lucidatura" nel modo migliore. Il lucido a base di cera d'api viene applicato con un processo completamente manuale.

L'ultimo passaggio spetta alla "spazzola" i cui colpi vanno dati con delicatezza per non rischiare l'asportazione del colore applicato precedentemente. Concluse queste operazioni la scarpa esce dalla manovia ed è pronta per l'allacciamento e per la messa in scatola dopo il controllo di qualità finale.

1.3- Swot Analysis

Di seguito viene proposta una analisi SWOT sulla base di una preventiva analisi dell' azienda e degli aspetti generali che caratterizzano il mercato della calzatura di lusso.

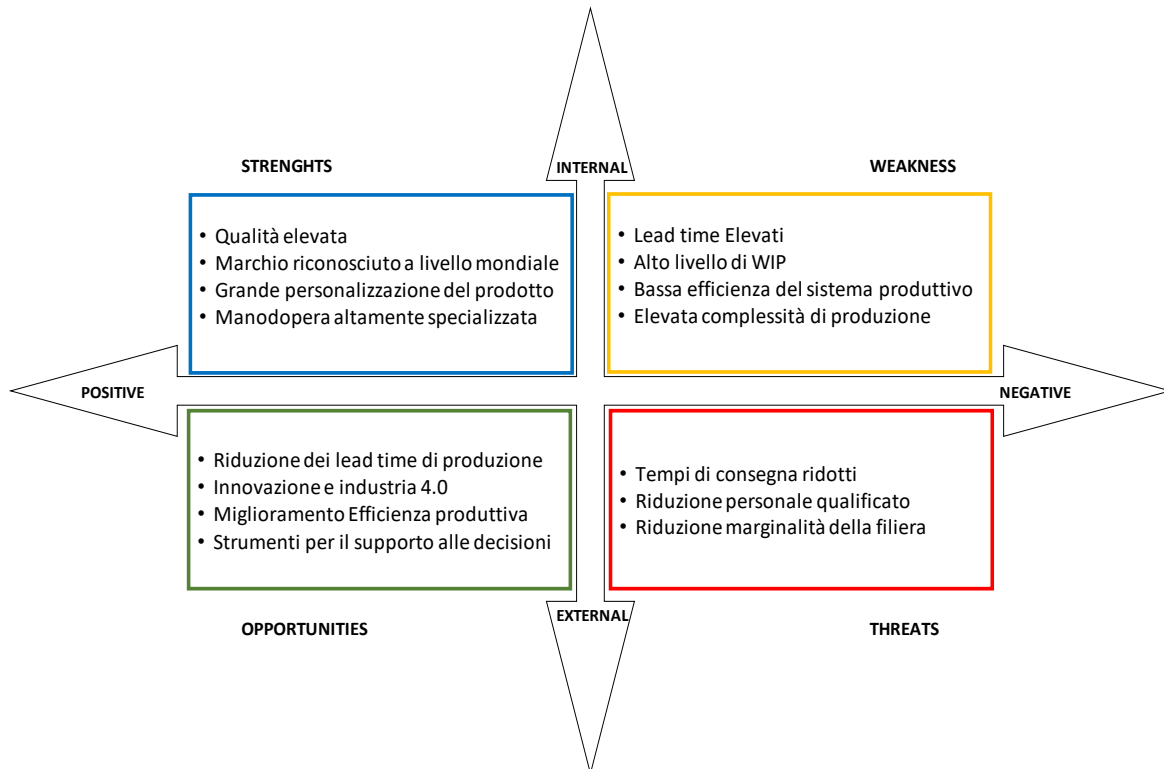


Figura 2-SWOT Analysis

Punti di forza

- Santoni è un'azienda storica nel panorama calzaturiero italiano, oltre che un affermato brand a livello internazionale per le calzature uomo e per le calzature donna.
- La percezione del prodotto è di altissima qualità
- L'azienda si differenzia dalla concorrenza per alcune lavorazioni artigianali distintive
- Le competenze, altamente specializzate e focalizzate sui prodotti di riferimento, consentono di soddisfare le richieste dei consumatori più esigenti.

Punti di debolezza

- I lead time medi sono molto lunghi.
- La percezione della qualità è limitata al prodotto, mentre si riscontra un generale disinteresse per i processi.
- Sebbene siano stati introdotti degli standard produttivi, ci sono ancora molte tecniche di produzione che sono note con chiarezza solo alle figure più esperte e non sono registrate
- Il flusso del sistema non è regolare e c'è molto materiale bloccato in attesa di essere lavorato

Opportunità

- Diminuire il lead time per contribuire ad accorciare i cicli di prodotto riducendo la rischiosità commerciale dei clienti (inventuti, rotture di stock) ed innalzando le potenzialità di vendita (riassortimenti, fast fashion).
- Introdurre approcci e strumenti tecnologicamente innovativi (progettazione 3D, sistemi CAD/CAM).
- Aumentare il livello tecnologico degli impianti.
- Introduzione di metodologie di simulazione, per la stima dei KPI di produzione e per il supporto alle decisioni.

Minacce

- I cicli di approvvigionamento e produzione nella moda si stanno sempre più comprimendo, richiedendo a tutti gli attori tempi di reazione sempre più brevi.
- Il personale altamente qualificato diviene sempre più raro e costoso.
- La pressione competitiva dei paesi low cost agisce sui prezzi comprimendoli.

CAPITOLO 2

2- Industry 4.0

2.1-Industry 4.0: la nascita.

L'era preindustriale termina con quella che viene comunemente definita Prima Rivoluzione Industriale, avvenuta alla fine del 18esimo secolo, nel corso della quale si afferma l'utilizzo di macchine azionate da energia meccanica nei sistemi produttivi e non più da esseri animati: la scoperta della macchina a vapore ha segnato il passaggio dall'artigianato alla produzione industriale comportando la possibilità di usufruire della potenza di acqua e vapore per meccanizzare la produzione.

Una Seconda Rivoluzione Industriale avviene all'inizio del 20esimo secolo quando subentrano nuove forme di energia come l'elettricità ed il petrolio (fu introdotto il motore a scoppio) e ciò permise di passare ad una produzione di massa all'interno delle catene di montaggio fordiane. La terza rivoluzione industriale si ha dopo la Seconda Guerra Mondiale, intorno al 1950, con l'ampliamento e l'utilizzo dell'elettronica e delle tecnologie dell'informazione in relazione all'automazione dei processi produttivi. Nei sistemi produttivi si introducono le macchine a controllo numerico, ottenendo così un collegamento tra macchine che fanno manipolazione materiale e manipolazione simbolica. Tutto ciò si è concretizzato soprattutto in tempi più recenti grazie al massiccio utilizzo di robot e computer.

E' in atto oggi una quarta rivoluzione industriale, caratterizzata da una crescente integrazione tra sistemi fisici e digitali e da uno sforzo di analisi di grandi quantità di dati. Si parla in tal senso di big data: non si tratta solo di processare grandi quantità di dati ma anche di fare questo tipo di lavoro in real time. Tutto ciò è fondamentale poiché consente di arrivare alla gestione e al controllo dei processi.

Questa quarta rivoluzione industriale prevede l'utilizzo di macchine intelligenti, aventi cioè una grande capacità di simulare il ragionamento umano nell'analisi di processamento dei dati, che sono interconnesse tra di loro via internet, dunque anche su spazi fisici molto ampi.

Il termine che caratterizza questa rivoluzione è relativamente recente: l'espressione **industry 4.0** è stata usata la prima volta in Germania alla fiera di Hannover nel 2011. In questa occasione un gruppo di lavoro ha annunciato un progetto per lo sviluppo del settore manifatturiero tedesco, lo "Zukunftsprojekt Industrie 4.0", che avrebbe dovuto riportare l'industria del Paese ad un ruolo leader nel mondo.

Il modello tedesco ha ispirato in seguito numerose iniziative europee e il termine Industria 4.0 si è diffuso anche a livello internazionale. Ad un anno di distanza, alla fine del 2012, un gruppo di lavoro dedicato a questa tematica, presieduto da un esponente dell'industria nel campo accademico, ha elaborato un rapporto con una serie di raccomandazioni dirette al governo tedesco per favorire lo sviluppo industriale in una certa direzione. Nell'anno seguente, durante la stessa fiera, è stato diffuso il report elaborato da GmbH e Kagermann, divenendo così di dominio pubblico.

Successivamente si è continuato a lavorare su questa tematica: nel World Economic Forum del 2016 si sono delineate considerazioni specifiche e concrete che individuano i fattori tecnologici, e sociali stanno influenzando l'evoluzione del mercato del lavoro e dei sistemi di produzione. Tra questi elementi abbiamo le digital technologies come software avanzati, cloud, robotica e strumenti tecnologici che promuovono la creazione di una produzione industriale interconnessa e automatizzata.

La quarta rivoluzione industriale ha prodotto cambiamenti radicali in primo luogo nelle fabbriche, rendendole "smart", in secondo luogo nei processi di gestione. Tra le soluzioni tecnologiche adottate in una smart factory troviamo, ad esempio, l'additive manufacturing – sistema che permette di progettare e produrre prototipi a basso costo –, sistemi avanzati e interconnessi di produzione come robot collaborativi e macchinari automatici per la movimentazione dei materiali, e sistemi di simulazione virtuale che utilizzano anche la realtà aumentata.

Per quanto riguarda l'aspetto gestionale, invece, all'interno di una smart factory è diffuso l'utilizzo di big data e big data analytics, di sistemi di cybersecurity e di comunicazione integrata grazie all'uso di Internet, che permette il rapido scambio di informazioni tra tutti gli attori della catena di produzione, ma anche dell'azienda con l'esterno.

La struttura dei sistemi produttivi immaginata da Taylor e da Ford era contraddistinta dalla manualità ed il lavoro era svolto da maestranze che andavano controllate attraverso una supervisione diretta, obiettivo di Industria 4.0 è invece quello di unire la manualità, di cui non si può fare a meno, alla capacità di analisi, diagnosi e ragionamento scientifico, facendo anche acquisire alle maestranze capacità tecniche di indagine e ragionamento scientifico permettendo loro di compiere lavori più complessi con risultati migliori.

Si vuole inoltre ottenere all'interno degli impianti una maggior flessibilità in modo da poter personalizzare i prodotti in funzione del singolo cliente senza rinunciare tuttavia alla produzione di grandi volumi.

In una "fabbrica intelligente" si assiste infine ad una gestione più attenta delle risorse energetiche per rendere il processo produttivo meno costoso e inquinante.

Nel corso della prima, seconda e terza rivoluzione industriale la gestione dell'energia e del processo

produttivo erano disgiunte, all'interno della filosofia industria 4.0 la gestione e l'approvvigionamento di tutte le risorse energetiche utili alla produzione deve essere pensato in maniera integrata al processo produttivo stesso.

2.2-Industry 4.0: le tecnologie abilitanti

Secondo la definizione della Comunità Europea rientrano in questa definizione le tecnologie “ad alta intensità di conoscenza e associate a elevata intensità di R&S, a cicli di innovazione rapidi, a consistenti spese di investimento e a posti di lavoro altamente qualificati”.

Sono tecnologie fondamentali perché aumentano il valore della catena del sistema produttivo e hanno la capacità di innovare i processi, i prodotti e i servizi in tutti i settori economici dell'attività umana. Si tratta dell'utilizzo dell'intelligenza artificiale applicata agli oggetti, creando pertanto un collegamento ed una collaborazione tra la realtà fisica e quella virtuale.

Secondo quanto definito dal Piano Nazionale Industria 4.0 le Tecnologie Abilitanti rientrano nelle **9 macrocategorie** seguenti:

1. ROBOT COLLABORATIVI
2. MANIFATTURA ADDITTIVA
3. REALTÀ AUMENTATA
4. SIMULAZIONE
5. INTEGRAZIONI DIGITALI
6. INDUSTRIAL INTERNET
7. CLOUD
8. CYBERSECURITY
9. BIG DATA – ANALYTICS



Figura 3-Le nove tecnologie abilitanti

Advanced manufacturing solution

Comprende il gruppo di tecnologie additive composto da diversi modelli di macchine o sistemi che si possono connettere tra loro e permettere il controllo da remoto.

La componente principale è la “Robotica Collaborativa” ovvero la condivisione di uno spazio di lavoro tra uomo e robot in modo efficiente e sicuro grazie all’intelligenza artificiale delle macchine che sono in grado di percepire lo spazio circostante.

Il loro impiego nelle industrie non è nuovo, tuttavia, anche quest’ultimi sono soggetti a miglioramenti ed evoluzione: i robot collaborativi, anche chiamati “*cobot*”, sono una specie più recente, pensata per accompagnare l’operatore umano nelle attività lavorative più complesse. I *cobot*, infatti, sono piccoli e agili, non sono ingombranti e hanno bisogno di piccoli spazi. Inoltre, sono usati per svolgere tutti i compiti più pericolosi, noiosi e pesanti senza fatica e con accuratezza. La stima è che entro il 2025 i processi produttivi saranno automatizzabili e integrati quasi completamente con la robotica collaborativa.

Le caratteristiche principale che li differenziano dalla robotica tradizionale è il vantaggio di avere finalmente una collaborazione reale con l’umano nello stesso spazio lavorativo e la possibilità di poter imparare direttamente sul campo le lavorazioni da compiere avendo come maestro l’operatore della linea di produzione. Una soluzione che permette di ridurre costi per gli interventi dei tecnici e programmatori.

Probabilmente i “*cobot*” tra qualche anno saranno in grado di pensare da soli e programrarsi autonomamente in base alle esigenze produttive andando così a sostituire i lavori semplici e

ripetitivi che sono facilmente standardizzabili e adattabili alle capacità delle macchine; nasceranno nuove attività basate sulle soft skill, ovvero quelle abilità che garantiscono la capacità di problem solving. In un certo senso allora l'uomo può trarre vantaggio da questa collaborazione: dal canto suo, infatti, l'operatore umano avendo capacità cognitive, può occuparsi dello sviluppo, dell'addestramento, della gestione delle diverse applicazioni, delle delicate manovre di precisione estrema. I robot collaborativi forniscono all'uomo la possibilità di compiere azioni ultraveloci, con maggiore forza, accuratezza con l'aiuto di analisi in real-time di una grande mole di dati da diverse fonti, adeguandosi a nuovi scenari di Situation Awareness.

Additive manufacturing

I termini stampanti 3D e additive manufacturing sono spesso usati in modo intercambiabile in quanto entrambi si riferiscono alla creazione di oggetti fisici tridimensionali a partire da un modello digitale che rappresenta il loro design.

L'additive manufacturing non è una singola tecnologia, ma un modo di produrre le cose che si basa su un'idea completamente nuova rispetto ai metodi standard: la maggior parte delle tecnologie convenzionali si basano sulla deformazione plastica, sull'asportazione di materiale o sulla fusione e questo risulta valido per la maggior parte dei materiali comunemente usati nell'industria e non (metalli, polimeri, ecc...). L'idea di base della manifattura additiva è la costruzione dei pezzi layer-by-layer, ovvero strato per strato con conseguente possibilità di realizzare gli oggetti andando a "mettere" materia solo dove ce n'è bisogno utilizzando così una minor quantità di materia prima ed eliminando gli sprechi. Ne deriva inoltre la possibilità di creare prodotti personalizzati e con caratteristiche geometriche complesse, non realizzabili con le tecniche tradizionali, ma ancor più una riduzione dei tempi di prototipazione e dei costi relativi alle varianti.

Questo tipo di innovazione non è recente, ma oggi il campo di applicazione è più ampio poiché si possono realizzare oggetti di maggiori dimensioni in una gamma ampia di materiali (metallo, ceramica, cera, polimeri ecc) ed il costo delle macchine ha subito una riduzione.

Gli oggetti sono definiti digitalmente dal software CAD (Computer-Aided-Design) utilizzato per creare file che essenzialmente "suddividono" l'oggetto in strati ultrasottili. Questa informazione guida il percorso di un ugello o di una testina di stampa in quanto deposita con precisione il materiale sullo strato precedente, oppure, un raggio laser o di elettroni si scioglie o si fonde parzialmente in un letto di materiale in polvere. Quando i materiali si raffreddano o vengono vulcanizzati, si fondono insieme per formare un oggetto tridimensionale.

Il concetto di manifattura additiva, nel tempo, ha dato vita a moltissime tecnologie, tutte diverse tra loro, che trovano impiego nei più svariati ambiti scientifici e industriali:

- **Fotopolimerizzazione**
È la prima tecnologia additiva, nata negli anni 80. Il pezzo finito si ottiene attraverso un processo di radiazione luminosa oppure usando un laser puntando l'illuminazione sulle parti dello strato che vogliamo indurire.
- **Estrusione di materiale**
Questa tecnologia si basa sul rammollimento di un materiale fornito dalla macchina sotto forma di filamento e con il quale si va a costruire i pezzi. È particolarmente diffusa per uso amatoriale e domestico soprattutto per la produzione di materiale di nicchia (ad esempio, metalli).
- **Material Jetting**
Consiste nella creazione di gocce di materiale che vengono fornite alla stampante in varie forme e, successivamente, depositate direttamente sul pezzo. Si possono utilizzare vari materiali, dai polimerici ai metallici, anche a colori.
- **Bending Jetting**
È molto simile alla tecnologia material jetting con la differenza che qui si utilizza una sequenza che prevede prima la stesura dello strato di riferimento e poi la deposizione su di esso di un materiale che serve ad incollare le particelle di polvere precedentemente stese. Questo materiale si chiama "binder".
- **Fusione del letto di polvere**
Anche questa tecnologia prevede un processo basato su letto di polvere.: su ogni layer, la sezione del componente in costruzione viene esposta da una sorgente di energia (laser o fascio di elettroni) che liquefa il materiale. Il materiale poi solidifica e si ottiene il pezzo finito.
- **Deposizione di energia diretta**
Si applica solo ed esclusivamente a materiali metallici. Il materiale è depositato sotto forma di polvere. Prevede l'accelerazione di particelle di metallo all'interno di un ugello. All'uscita dell'ugello la polvere incontra una sorgente di energia (laser o fascio di elettroni) che riscalda la polvere. La polvere, quando raggiunge la superficie del pezzo, vi aderisce andando a creare metallo pieno.

Augmented reality

La realtà virtuale si basa su un ambiente informativo totalmente fittizio, la sua evoluzione è rappresentata dalla realtà aumentata che, al contrario, integra la realtà con informazioni di qualsiasi forma (testuale, grafica, sonora ecc) in tempo reale.

La realtà aumentata è da considerarsi quindi un'integrazione dell'ambiente fisico con l'obiettivo di semplificare l'attività dell'utente e potenziare le interazioni con il mondo reale.

La possibilità di sostituire la documentazione cartacea (es. istruzioni di lavoro, disegni tecnici ecc) con comandi vocali direttamente nel campo visivo dell'operatore, la visualizzazione delle operazioni da svolgere in una particolare fase di lavoro in tempo reale sono alcuni esempi di attività che si potranno eseguire aumentando la qualità del prodotto e rendendo il lavoro più flessibile.

Simulation

Le simulazioni dei processi vengono utilizzate per analizzare i dati reali in tempo reale in un modello virtuale controllato, considerando impianti, prodotti e personale operativo. L'obiettivo è quello di testare e ottimizzare i processi prima ancora della loro realizzazione fisica, riducendo i tempi di installazione ed aumentando la qualità del prodotto.

In tal modo sarà possibile attuare correzioni nel processo produttivo di un determinato prodotto senza affrontare gli ingenti costi derivanti dal learning-by-doing, ridurre il tempo di setup delle macchine ed incrementare la qualità dei processi industriali nonché dei prodotti realizzati.

La simulazione dei processi è largamente diffusa e comincia a farsi strada anche nelle piccole aziende. L'offerta commerciale dei software di simulazione è ormai ampia, e le software house propongono spesso pacchetti integrati di virtual manufacturing.

Lo stampaggio, la saldatura, l'imbutitura, la piegatura, la calandratura, la fonderia, l'estrusione, persino processi piuttosto difficili da simulare come la fresatura o la sinterizzazione sono ormai simulabili e certamente molto adatti allo scopo di ottimizzare i processi. Anche la simulazione cosiddetta "a eventi discreti", molto adatta a simulare come si comporta non un singolo processo o una macchina ma come funziona una fabbrica o un reparto dal punto di vista dei flussi di materiali e utensili, è una realtà molto solida.

Il concetto di simulazione è legato a quello di "Fabbrica digitale": con questo termine si intende una mappatura dei processi tecnici e di business nel mondo digitale per fornire un supporto avanzato di decision making in riferimento alla progettazione di prodotto, processo e sistema, programmazione e controllo della produzione.

La Fabbrica Digitale aiuta dunque manager, progettisti e operatori nei loro compiti grazie ad un utilizzo di strumenti software intelligenti quali CAD/CAM, PLM (Product Life-cycle Management), ERP (Enterprise Resource Planning), ed altri strumenti di pianificazione e monitoraggio. Gli strumenti software sopra citati possono interagire fra di loro tramite un modello di fabbrica coerente che guida gli utenti che li utilizzano.

I sistemi di acquisizione dei dati della fabbrica (come i sistemi MES – Manufacturing Execution Systems) sono messi a disposizione ai livelli alti della piramide aziendale in cui è possibile gestire e monitorare aggiornamenti, interventi di manutenzione e molti altri dati in tempo reale. Ciò richiede uno scambio di dati ininterrotto tale da garantire la continuità digitale fra la fabbrica reale e la sua rappresentazione virtuale, mantenendo la coerenza fra dati di varia origine (es. piani di produzione, monitoraggio, previsioni di domanda, ecc.) che concorrono a definire l'evoluzione nel tempo del sistema produttivo.

La domanda per uno strumento software di simulazione che consente ai produttori di testare linee di produzione nuove o riprogettate prima di premere l'interruttore "on" è in forte aumento: entro i prossimi cinque anni, secondo la società ABI Research che si occupa di ricerche di mercato, si stima che 110.000 aziende in tutto il mondo utilizzeranno un software di simulazione, rispetto alle 60.000 del 2018. Secondo l'indagine, i produttori sono pronti a spendere più di € 2 miliardi all'anno per i software di simulazione entro il 2025.

Horizontal/Vertical integration

I termini "integrazione verticale e orizzontale" vengono utilizzati in una varietà di contesti: nell'ambito della strategia di crescita aziendale, l'integrazione orizzontale consiste nell'espansione delle attività di un'impresa a prodotti, servizi, tecnologie produttive, politiche di mercato, processi, fasi di lavorazione e know-how che sono diversi ma coerenti con il contesto in cui l'impresa opera. In questo modo l'azienda amplia la propria base clienti e riduce la concorrenza, ne è un esempio l'acquisizione di Instagram da parte di Facebook nel 2012, oppure l'acquisizione della Pixar da parte della Disney nel 2006.

Da un punto di vista operativo, un'impresa integrata orizzontalmente basa la propria attività attorno alle core-competence di cui dispone e stabilisce partnership con altre aziende per costruire una catena del valore end-to-and.

La digitalizzazione della catena del valore orizzontale comprende tutti i partner esterni della supply chain, tuttavia è necessario che tutti gli attori siano disposti a collaborare.

In genere l'integrazione orizzontale è articolata su più livelli:

- All'interno dello stesso impianto di produzione.

In questo caso le macchine e le unità di produzione sono sempre connesse all'interno della rete di produzione, comunicano costantemente il proprio stato di performance e, insieme, rispondono alle esigenze di produzione dinamica. L'obiettivo finale prevede che una linea di produzione interconnessa sia in grado aumentare l'efficienza riducendo i tempi di fermo attraverso la manutenzione predittiva.

- Tra più impianti di produzione.

Se un'impresa dispone di stabilimenti di produzione distribuiti, l'Industria 4.0 promuove l'integrazione orizzontale tra i sistemi di gestione della produzione (Manufacturing Execution System). In questo scenario, i dati delle strutture di produzione (ad es. ritardi imprevisti) vengono condivisi nell'intera azienda e, ove possibile, le attività produttive vengono spostate automaticamente tra i diversi impianti al fine di rispondere rapidamente ed efficientemente ai cambiamenti di produzione.

- Attraverso l'intera Supply Chain.

Industria 4.0 promuove la trasparenza dei dati e favorisce la collaborazione automatizzata tra la catena di approvvigionamento a monte (che alimenta il processo di produzione) e la catena di logistica a valle (che immette sul mercato i prodotti finiti). I fornitori di materie prime, insieme ai fornitori di servizi, devono essere incorporati in modo sicuro nei sistemi di controllo della produzione e nella logistica dell'impresa.

Ai fini di una corretta integrazione e per una catena di fornitura più efficiente è determinante l'esistenza di standard di comunicazione come SCOR (Supply Chain Operations Reference), OAGIS (Open Applications Group Integration Specification) e B2MML (Business To Manufacturing Markup Language). Quest'ultimo standard facilita l'integrazione di sistemi ERP e sistemi di Supply chain Management con sistemi di controllo e con il sistema di rilevazione dei dati di produzione (Manufacturing Execution System).

L'integrazione verticale invece, riguarda l'internalizzazione di tutte le fasi di un processo produttivo necessario per la produzione di un prodotto finito, essa permette infatti all'azienda di rapportarsi con tutti i membri della catena del valore, dai fornitori ai clienti finali, determinando degli standard e degli obiettivi di lavoro condivisi

L'integrazione verticale nell'Industria 4.0 consente di collegare tutti i livelli all'interno della fabbrica, dalla logistica interna fino ai servizi post-vendita: i dati fluiscono liberamente su e giù per questi livelli in modo che le decisioni strategiche e tattiche possano essere guidate dai dati. Nella pratica, con l'integrazione verticale si intende l'integrazione delle tecnologie che permettono la comunicazione tra le varie macchine e apparecchiature della fabbrica (ad esempio se le macchine che compongono una linea di produzione fossero completamente integrate, queste sarebbero in grado di adattarsi ai segnali reali comunicati dalle macchine a monte e a valle della linea produttiva di cui fanno parte).

L'impresa Industry 4.0 integrata verticalmente beneficia di un vantaggio competitivo cruciale per i seguenti motivi:

- disponibilità di tutti i dati sulla produzione e sulla catena di fornitura;

- gestione efficace dei dati in tempo reale;
- indirizzi IP individuali per tutti i componenti e sistemi dell'impianto di produzione;
- automazione di tutte le fasi produttive;
- misurazione continua di tutti i parametri del processo produttivo.

Tutto questo permette notevoli aumenti delle prestazioni a livello di impianto e una risposta più efficace ai cambiamenti continui nel mercato.

L'industria 4.0 ha ulteriormente ampliato l'importanza dell'integrazione verticale e orizzontale rendendole fondamentali per la costruzione di una smart factory: l'adozione di tecnologie interconnesse, sia in modo verticale che orizzontale, permette di analizzare i big data e creare sistemi aperti per la loro condivisione in tempo reale in modo da ottenere un risparmio di tempi e costi lungo tutto il processo produttivo ed un aumento di valore del prodotto per il cliente.

Per completare un processo di integrazione verticale e orizzontale in ottica trasformazione digitale per un'impresa ci sono diversi ostacoli tra cui l'abbattimento dei sistemi isolati ed indipendenti (silos) che crea disparità nelle comunicazioni, la privacy, ovvero la garanzia che i dati di tutte le parti interessate siano mantenuti al sicuro, l'aumento significativo del volume e della velocità dei dati raccolti ed infine la necessità di coordinamento.

Industrial internet

Nell'attuale contesto economico, in tutti i mercati sviluppati, oltre i due terzi del business si basano sull'utilizzo di Internet.

Nella letteratura sono già presenti varie definizioni ma il concetto non è ancora del tutto chiaro ed è ancora oggetto di discussione ma potremmo esprimerlo come una rete globale ed eterogenea composta da "oggetti" che hanno un'identità sia reale che virtuale e che sono individuabili e localizzabili e, allo stesso tempo, sorvegliabili e programmabili utilizzando l'infrastruttura di comunicazione più potente al mondo, Internet.

Il concetto di Internet of Things (IoT) esprime l'applicazione di componenti e dispositivi tecnologici inseriti all'interno di oggetti fisici (che possono essere i macchinari) rendendoli "intelligenti" ed in grado di comunicare ed interagire tra loro e con il mondo circostante, attraverso internet e grazie ad un linguaggio standardizzato. Non si parla solo di una interfaccia macchina-macchina, ma bensì di un sistema uomo-macchina. Con l'IoT ci si può focalizzare su un insieme di tecnologie che consentono di collegare ad internet qualsiasi tipo di dispositivo.

Flessibilità, personalizzazione del prodotto, dialogo in tempo reale tra cliente, progettazione, fornitore e produzione sono gli effetti dello sviluppo dell'IoT.

L'Industrial Internet of Things è l'applicazione del più vasto concetto di IoT ai processi industriali: fa parte di una delle tecnologie alla base dell'industria 4.0, applicabile con successo a una vasta serie di settori, come i servizi finanziari, la vendita al dettaglio e l'agricoltura. Esso consiste nell'utilizzo di apparecchiature connesse a Internet e piattaforme di analisi avanzate per l'elaborazione dei dati, che spaziano da piccoli sensori ambientali a robot industriali complessi. L'Industrial Internet of Things, inoltre, si rivolge anche ai consumatori con applicazioni dedicate, come i dispositivi indossabili o la tecnologia domotica.

Alcuni esempi dell'applicazione dell'IIoT nei settori più disparati sono quello produttivo in cui il suo uso è determinante per il monitoraggio e la previsione automatica di potenziali problemi, la riduzione dei downtime e l'aumento dell'efficienza complessiva. Nel settore Supply chain invece, grazie all'inventario gestito da sensori, la tecnologia IIoT può prendersi carico dell'ordinazione di materiali di consumo prima dell'esaurimento delle scorte. In questo modo si riducono gli scarti, mantenendo la merce necessaria in magazzino e lasciando più tempo ai dipendenti di concentrarsi su altre attività. La tecnologia può essere impiegata nella sanità con dispositivi che monitorano i pazienti da remoto e segnalano agli operatori sanitari qualsiasi cambiamento nelle loro condizioni, l'IIoT può contribuire all'incremento della precisione e della reattività delle strutture sanitarie (in futuro l'IA potrebbe persino prendersi carico della diagnosi dei pazienti, consentendo ai medici di curarli prima e più efficacemente). Infine, nel settore del retail essa può fornire un supporto nelle scelte di marketing dei punti vendita, soprattutto quando è necessario operare con rapidità, tipici casi d'uso possono essere le vetrine che si aggiornano automaticamente in base all'interesse dei consumatori e la capacità di creare promozioni intelligenti sulla base del proprio target di clientela.

Cloud

Il cloud computing è denominato come tale perché le informazioni a cui si accede si trovano nel cloud o in uno spazio virtuale, dunque, anziché mantenere i file su un disco rigido proprietario o su un dispositivo di archiviazione locale, lo storage basato su cloud consente di salvarli in un database remoto. In parole semplici, il cloud computing permette di superare i limiti della singola macchina (server) riuscendo ad offrire dei servizi molto più sicuri, efficienti, rapidi e immediati con risorse flessibili ed economie di scala. Infatti, vi è un risparmio notevole sui costi operativi per eseguire l'infrastruttura proprio perché i servizi cloud consentono di pagare solo ciò che viene utilizzato dall'azienda.

Indipendentemente dal tipo di servizio, i servizi cloud offrono agli utenti una serie di funzioni, tra cui: E-mail, Archiviazione, backup e recupero dei dati, Creazione e test di app, Analisi dei dati, Streaming audio e video e Distribuzione di software su richiesta.

Il cloud computing è ancora un servizio abbastanza nuovo, ma viene utilizzato da un certo numero di organizzazioni diverse, dalle grandi alle piccole imprese, dalle organizzazioni no profit alle agenzie governative e persino dai singoli consumatori.

Con cloud computing non intendiamo un singolo pezzo di tecnologia come un microchip o un cellulare, piuttosto un sistema composto principalmente da tre tipi di servizi:

- 1- Software-as-a-service (SaaS) comporta la licenza di un'applicazione software per i clienti. Le licenze vengono in genere fornite tramite un modello con pagamento in base al numero di licenze o su richiesta. Questo tipo di sistema è disponibile in Microsoft Office 365.
- 2- Infrastructure-as-a-service (IaaS) prevede un metodo per somministrare tutto, dai sistemi operativi ai server e all'archiviazione, fino alla connettività basata su IP come parte di un servizio su richiesta. Le aziende, quindi, possono evitare di acquistare software o server e procurarsi queste risorse con un servizio in outsourcing su richiesta.
- 3- Platform-as-a-service (PaaS) è considerato il più complesso dei tre livelli di cloud-based computing. PaaS possiede alcune somiglianze al sistema SaaS, la differenza principale è che invece di fornire software online, è in realtà una piattaforma per la creazione di software che viene consegnato via Internet.

In un contesto di notevole flessibilità dei processi produttivi ed organizzativi e vista la crescente domanda di personalizzazione del prodotto da parte del consumatore nell'industry 4.0", il cloud rappresenta il mezzo più idoneo per realizzare la collaborazione tra imprese e, una volta raggiunto l'obiettivo prefissato, consentire lo smantellamento di tali organizzazioni virtuali temporanee, in funzione di nuove opportunità di business.

Cybersecurity

La digitalizzazione ha sicuramente semplificato diverse attività quotidiane, a giovare sono anche le imprese, a cui lo sviluppo delle nuove tecnologie, offre innumerevoli possibilità e vantaggi. Il risvolto della medaglia è che si diventa costantemente esposti al rischio di cyberattacchi, capaci di violare le reti e i sistemi informatici, rendendo estremamente vulnerabili i nostri dati e per questo, la cybersecurity, è un tema che sta diventando sempre più cruciale per le aziende di qualsiasi settore e dimensione per garantire la protezione e la riservatezza delle informazioni archiviate e gestite nei sistemi informativi aziendali.

La cybersecurity o sicurezza informatica è un insieme di regole e procedure che mirano a difendere i sistemi informatici (reti, computer, dispositivi mobili e server) dal rischio di attacchi; il motivo è

semplice: qualsiasi dispositivo connesso ad internet è violabile. È anche definita come IT security, ICT security o sicurezza delle informazioni elettroniche.

Il termine cybersecurity indica l'insieme delle tecnologie (processi, prodotti e standard) volte alla protezione dei sistemi informatici da attacchi che possono portare alla perdita o alla compromissione di dati ed informazioni.

Il 2020 è stato un anno di emergenza anche sotto il profilo della sicurezza informatica: per fronteggiare le difficoltà legate alla diffusione del Covid-19, molte aziende sono ricorse a sistemi di gestione del lavoro da remoto (smart working), esponendosi al rischio di un attacco informatico. Secondo la ricerca dell'Osservatorio Cyber Security del Politecnico di Milano, per il 40% delle grandi imprese sono aumentati gli attacchi informatici, costringendole ad incrementare il budget destinato alla cybersecurity. La spesa per soluzioni di cybersecurity nel 2020 è cresciuta del 4% rispetto all'anno precedente, per un valore complessivo di 1,37 miliardi di euro.

Secondo un'analisi di Gartner, entro il 2023, il 75% delle organizzazioni ristrutturerà i sistemi di gestione del rischio e della sicurezza informatica per rispondere alle nuove minacce legate all'impiego delle nuove tecnologie, tra cui l'IoT. Un incremento sostanziale delle misure di sicurezza se paragonato all'attuale 15%.

L'obiettivo di chi tenta di corrompere i sistemi informatici è accedere alle informazioni archiviate digitalmente ed utilizzarle per ottenere un ritorno economico (cybercrimine) o per finalità di tipo politico (cyberattacchi), oppure per suscitare panico e paura minando la sicurezza dei sistemi informatici (cyberterrorismo).

Gli hacker possono agire sulla vulnerabilità dei sistemi informatici in modi diversi:

- **Malware.** È un software malevolo (spyware, virus, ransomware e worm) capace di criptare i dati, alterare le funzioni di un computer e persino spiare le attività compiute dall'utente a sua insaputa. Il software si installa quando l'utente apre un link o un allegato ricevuto via e-mail.
- **Phishing.** Il phishing è una truffa informatica che spinge l'utente a fornire dati sensibili (informazioni personali, codici di accesso e dati finanziari) tramite l'invio di una e-mail che riporta il logo contraffatto di un istituto di credito, fingendosi attendibile.
- **Attacco man in the middle.** Significa letteralmente "uomo nel mezzo": questo tipo di attacco informatico prevede che un hacker si inserisca in una transazione o comunicazione tra due parti, il cui obiettivo è sempre l'accesso alle informazioni. Solitamente il punto di ingresso per l'hacker è una rete Wi-Fi pubblica, gratuita e di libero accesso.
- **Attacco denial-of-service.** Invia grandi flussi di traffico al sistema informatico bersaglio per esaurirne le risorse, fino a renderlo indisponibile.

- **Sql injection.** Sfrutta i difetti di progettazione di un applicazione web, iniettando un codice che forza la condivisione di informazioni che dovrebbero invece restare riservate.
- **Attacchi zero-day.** sfruttano la vulnerabilità di un software, sconosciuta allo sviluppatore, per guadagnarsi l'accesso abusivo al sistema. Sono definiti zero-day perché lo sviluppatore ha a disposizione zero giorni per risolvere il problema prima dell'attacco.

Anche chi non è un esperto in cybersecurity, può tentare di salvaguardare le proprie informazioni seguendo delle semplici regole come utilizzare software antivirus, utilizzare password complesse e diversificate, non aprire gli allegati contenuti in e-mail sospette, non cliccare su link contenuti in messaggi e-mail provenienti da indirizzi sconosciuti o su siti non affidabili, evitare di accedere a reti Wi-Fi pubbliche libere o aggiornare software e sistema operativo.

La cybersecurity rientra tra le tecnologie abilitanti del Piano Nazionale Transizione 4.0 pertanto, le imprese che intendano proteggere il proprio sistema informativo, potranno adottare soluzioni di cybersecurity avvalendosi della consulenza di esperti del settore e beneficiare al contempo del credito d'imposta.

Big data and Analytics

Con il termine Big Data and Analytics si intende la raccolta e l'analisi di dati provenienti da fonti diverse che transitano attraverso internet e che descrivono, per esempio, i trend del mercato, le abitudini dei consumatori, la reputazione dei marchi, la domanda di beni ed altro ancora.

A partire dagli anni '90 ad oggi l'analisi dei dati si è evoluta passando da supporto alla decisione a sostegno all'esecuzione delle decisioni a livello di top management.

Le prospettive di crescita sono enormi.: attraverso opportuni strumenti per la gestione dei big data, le imprese possono effettivamente estrarre valore economico dalle operazioni di acquisizione ed elaborazione di grandi volumi e varietà di dati, essendo in grado di identificare possibili scenari futuri e le azioni da intraprendere per ottimizzare i risultati.

2.3-Benefici e criticità dell'introduzione delle tecnologie abilitanti industria 4.0

Secondo uno studio recente della Commissione per le attività produttive della Camera dei Deputati, le aziende che hanno già adottato alcune delle tecnologie chiave della quarta rivoluzione industriale all'interno dei propri asset hanno registrato una crescita dell'efficienza produttiva pari al 30-50%.

La scalabilità è uno dei primi vantaggi delle tecnologie abilitanti industria 4.0: grazie ai Big Data è possibile elaborare modelli scalabili, grazie a sensori IoT che permettono ai macchinari di dialogare fra loro e con l'ambiente circostante, è possibile ottimizzare le prestazioni e l'impiego delle risorse.

Dalla progettazione alla realizzazione finale del prodotto, dalla fornitura di materiali grezzi e semilavorati alla gestione ottimizzata dello stoccaggio, del prelievo e della movimentazione degli item, i potenziali benefici delle tecnologie industria 4.0 sono tantissimi.

I parametri di miglioramento riguardano:

- Miglioramento della Customer Experience ed aumento fidelizzazione clienti: produrre on demand soddisfacendo le specifiche richieste dal cliente grazie ad una produzione flessibile, snella e digitalizzata. Si possono inoltre offrire servizi complementari al prodotto secondo le logiche dell'end to end integration (es. servizio di manutenzione predittiva sui propri prodotti)
- Riduzione dei costi: la tecnologia difatti semplifica molto il processo produttivo e lo ridimensiona permettendo una produzione decentralizzata di alcune componenti (es. l'introduzione delle stampanti 3D riducono i tempi ed i costi di assistenza al cliente e permette all'azienda di ridurre al minimo i pezzi di ricambio a magazzino).
- Maggiore flessibilità organizzativa: la comunicazione e la collaborazione tra le varie funzioni della filiera produttiva sono favorite dai sistemi di integrazione verticale ed orizzontale, dando all'azienda la capacità di rispondere velocemente al mercato.
- Innovazione di prodotto e di servizio: i tempi di sviluppo dei nuovi prodotti saranno sempre più brevi grazie all'introduzione di tecnologie digital twin e simulazione.
- Nuovi modelli di business: le nuove tecnologie introducono nuovi modelli di business, le aziende possono così diversificare il loro business già esistente.
- Miglioramento delle condizioni lavorative dei dipendenti in relazione a sicurezza, ergonomia e sforzo fisico.

Da diverse ricerche effettuate è emerso tuttavia come la maggior parte delle aziende manifatturiere non si sente né pronta né preparata a cavalcare l'onda delle tecnologie 4.0 per fare smart manufacturing.

Il problema è che queste tecnologie hanno una velocità di cambiamento grandissima e la curva di apprendimento di noi umani è mediamente molto al di sotto della velocità che servirebbe per seguire l'evoluzione. Adottare efficacemente strumenti e tecnologie dell'industria 4.0 richiede di cambiare l'operatività in modo sostanziale, ragionare con mentalità più veloce, più globale, più aperta al cambiamento e soprattutto smettere di ragionare in modo lineare e addizionale come si è tradizionalmente sempre fatto. Significa che è necessario dotarsi di nuove competenze e raggiungere un livello più alto di coinvolgimento e di partecipazione dei lavoratori nei processi produttivi e tutto ciò richiede un'azione di snellimento dei processi, la riduzione degli sprechi e delle attività a non valore aggiunto. Per questo motivo integrare un processo di innovazione industria 4.0 con un processo di riorganizzazione in ottica di lean production è fondamentale.

Grazie alla possibilità in vigore ancora per il 2021 e 2022 di accedere al credito d'imposta è possibile finanziare totalmente programmi di formazione, processi di trasformazione tecnologica e digitale e questa è una grande opportunità per le PMI di realizzare un per innovare, creare efficienza, organizzare e sviluppare le aziende, "a costo zero".

CAPITOLO 3

3-Magazzini automatici

Di fondamentale importanza all'interno di un'azienda manifatturiera, soprattutto se si ragiona in ottica di Industria 4.0, è il sistema di Material Handling, utile alla movimentazione e allo stoccaggio dei materiali.

Queste due attività devono essere svolte in totale sicurezza per i materiali e per il personale. Il sistema deve essere efficiente, economico, tempestivo ed accurato affinché gli articoli vengano disposti nelle opportune locazioni ed in quantità corrette. Sebbene siano spesso sottovalutate, le due attività incidono con un peso pari al 20-25% dei costi totali della manodopera.

Un sistema di Material Handling è costituito da quattro componenti fondamentali, ma questo capitolo pone particolare attenzione al secondo:

- **Apparecchiature di Trasporto.** Sono utili a movimentare materiali, parti o prodotti (carrelli industriali, veicoli a guida automatica, trasportatori su rotaia, convogliatori, gru e montacarichi)
- **Sistemi di Immagazzinamento**
- **Pallettizzatori.** Consentono di caricare le singole parti (o i prodotti) sulle unità di carico (pallet, ceste o scatole)
- **Depallettizzatori.** Compiono l'operazione complementare alla precedente
- **Sistemi di Tracciabilità.** Grazie all'uso di etichette dotati di codici a barre riescono a seguire i materiali lungo il flusso produttivo.

3.1- Sistemi di immagazzinamento

Il magazzino è un impianto che, insieme alle attrezzature di movimentazione e stoccaggio ed alle risorse gestionali necessarie, permette di regolare i flussi di merce in entrata e uscita che spesso, non essendo coordinati, necessitano di un luogo dove immagazzinare i prodotti in attesa di lavorazione o spedizione. I magazzini possono essere classificati in base alla natura del prodotto stoccato, dell'edificio, del flusso dei materiali, della localizzazione o del grado di automazione dell'impianto. All'interno di un magazzino si svolgono prevalentemente attività di ricevimento e controllo merci, trasporto interno, stoccaggio e conservazione, preparazione degli ordini, consolidamento dei carichi, spedizione delle merci e gestione delle informazioni.

L'unità di carico, o UdC, è l'unità base di stoccaggio e trasporto, che viene posizionata su un supporto modulare, generalmente un bancale o pallet, al fine di consentire una movimentazione efficace. Quest'ultima può essere suddivisa in elementi più piccoli, anch'essi con possibilità di essere movimentati.

Si possono avere magazzini manuali e magazzini automatizzati:

- nei magazzini manuali la preparazione dell'ordine avviene tramite il criterio "operatore verso prodotto" (picker to parts), poiché è l'operatore che si sposta verso le locazioni dei vari codici per prelevarli
- nei magazzini automatizzati l'ordine viene evaso tramite il criterio "prodotto verso operatore" (parts to picker), in quanto è la macchina che preleva i prodotti e li sposta verso l'operatore che rimane fermo nella sua postazione.

In particolare, esistono due tipologie di magazzini automatici a seconda che si sviluppino in altezza o in orizzontale:

- Magazzini con traslo-elevatore. Sono anche detti "a scaffale" in quanto la loro configurazione è verticale. Le scaffalature sono raggiunte mediante un sistema traslo-elevatore. Possono essere anche di dimensioni molto grandi e permettono di immagazzinare prodotti grandi e pesanti.

Considerando la fase di deposito delle parti negli scaffali si ha che la posizione di carico è fissa mentre quella di scarico è variabile ad ogni ciclo; durante la fase di scarico delle parti dagli scaffali invece si ha che la posizione di scarico è fissa, mentre quella di carico varia.

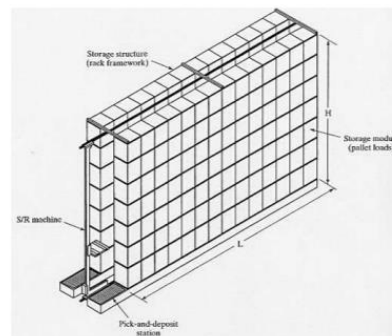


Figura 4-Magazzino con Traslo Elevatore

- Magazzini a carosello. Essi si sviluppano su un piano unico e sono costituiti da un sistema di scompartimenti rotanti su una guida ovale; prevedono la possibilità di spostare i ripiani con passo molto ravvicinato per ottenere la massima capacità. Le dimensioni ridotte rispetto alla precedente tipologia di magazzini.

La stazioni di carico-scarico localizzata in una posizione fissa, in quanto gli scompartimenti del magazzino portati alla stazione di carico e scarico.

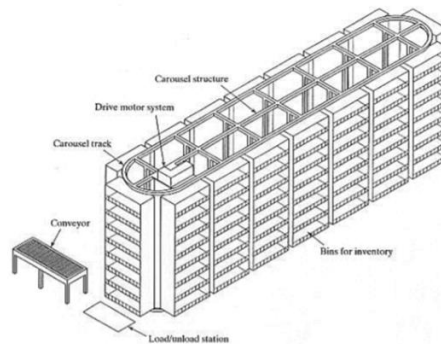


Figura 5-Magazzino a Carosello

3.2-II picking

L'attività di preparazione degli ordini consiste nella raccolta e nella combinazione di articoli differenti per assemblare i prodotti finiti. Il termine picking si riferisce all'operazione di carico o prelievo di materie prime e semilavorati con l'obiettivo di soddisfare le esigenze del cliente.

Un magazzino di picking può essere dunque picker-to-parts o parts-to-picker. Nel primo caso i luoghi di stoccaggio statici vengono raggiunti dai pickers che viaggiano all'interno dei corridoi del magazzino con un tempo che di solito è circa il 50% del tempo totale di elaborazione dell'ordine, di conseguenza, la riduzione del tempo di viaggio è uno dei metodi spesso suggeriti per migliorare il throughput dell'impianto, cioè il numero di pezzi che mediamente escono dal sistema produttivo nell'unità di tempo. Nel caso del picking di piccoli articoli, questa percentuale di tempo potrebbe essere maggiore, inoltre studi recenti hanno dimostrato che, specialmente quando i prodotti sono stoccati in pallet pieni, si ha una pesantemente incidenza anche sullo sforzo ergonomico degli operatori.

Un'alternativa al sistema picker-to-parts è il parts-to-picker, in cui gli articoli sono portati verso l'operatore da un'attrezzatura, che di solito è supportata da sistemi automatizzati, dunque da strumenti software: il WMS ovvero il software per la gestione del magazzino (Warehouse Management System) permette di tenere sotto controllo la gestione delle giacenze, la gestione scorte, l'indice di rotazione, l'ottimizzazione percorsi e dei flussi dei materiali ed, infine, la gestione degli operatori.

Negli stabilimenti il picking può essere effettuato secondo una modalità chiamata Order Picking, ovvero, all'operatore (picker) viene assegnata una lista di prodotti appartenenti ad un unico ordine, l'operatore visita le rispettive locazioni e preleva i codici indicati all'interno della lista per creare l'ordine per realizzare il prodotto finito. La modalità Order Picking permette di ridurre il tasso di errore nella composizione dell'ordine, dato che l'operatore deve prelevare e spedire in un unico

ordine solamente i prodotti riportati nella lista, e permette di poter evadere gli ordini a seconda della priorità degli stessi, infatti si può decidere di evadere per primo l'ultimo ordine inserito se ritenuto più urgente degli altri. Tuttavia, questa modalità richiede un percorso per l'operatore dispersivo, a scapito del tempo necessario alla composizione dell'ordine stesso, poiché egli visita le locazioni dei codici durante il proprio turno tante volte quante l'articolo viene richiesto in ogni ordine.

Una possibile alternativa consiste nella modalità Batch Picking ovvero nell'aggregazione di più ordini facendo convergere le varie liste in una lista unica in modo che l'operatore faccia un singolo viaggio per evadere più ordini in contemporanea. Questa modalità però può aumentare il tasso di errore nella composizione dell'ordine e presenta inoltre dei costi aggiuntivi dovuti al fatto che l'operatore deve ordinare (sorting) la merce che ha prelevato smistandola per ciascun ordine. Per quanto riguarda invece la politica del percorso che può essere adottata all'interno del magazzino, questa può essere di tipo "Return", quanto l'operatore entra ed esce sempre dalla stessa parte della corsia. Con questa soluzione l'operatore preleva i codici da un lato della scaffalatura entrando nella corsia e preleva i codici dall'altro lato uscendo dalla stessa corsia dopo aver invertito la marcia.

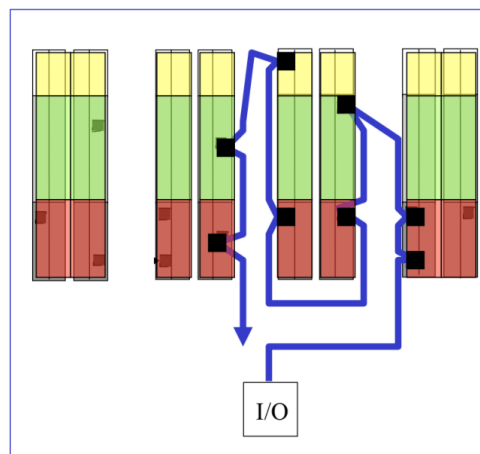


Figura 6-politica di tipo "Return"

La modalità "Traversal" invece prevede che il prelievo dei codici avvenga percorrendo ogni volta tutte le corsie e prelevando da entrambi i lati. Secondo tale politica le corsie hanno un senso unico di percorrenza e quando l'operatore entra in una corsia la percorre sempre tutta. È una politica comoda poiché qualora si utilizzi un carrello, questo non deve mai compiere inversione di marcia, ma va in difficoltà in presenza di corridoi molto larghi perché si deve prelevare da entrambi i lati. Il numero di corridoi, inoltre, deve essere pari altrimenti si dovrebbe eseguire sempre un ritorno inutile. Si hanno vantaggi di percorrenza in presenza di tante corsie poiché si possono "saltare" delle corsie in cui non c'è nulla da prelevare.

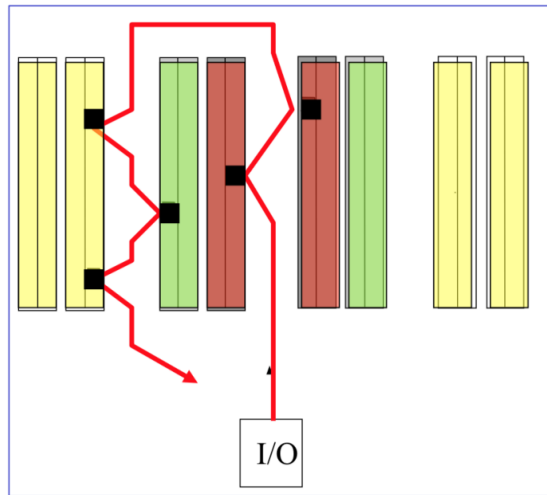


Figura 7-Politica di tipo "Trasversal"

3.3-II VLM

I nuovi processi produttivi devono saper garantire una risposta competitiva alle dinamiche di mercato, ma questo è possibile solo se si ragiona in ottica 4.0 soprattutto in magazzino. Negli ultimi anni si sente parlare sempre di più di automazione del magazzino, in particolare di VLM (Vertical Lift Module, o più semplicemente di magazzini automatici verticali) e di magazzini orizzontali automatici; entrambi vengono indicati come soluzioni per migliorare l'efficienza della propria azienda. Di seguito ci si concentrerà sul modello verticale.

I magazzini automatici consentono in generale di migliorare l'efficienza e la velocità di tutte le operazioni di ricerca, prelievo e spostamento dei prodotti, senza rallentare la produzione. In questo modo si riducono anche i costi e le probabilità di commettere errori.

Questa soluzione influisce positivamente non solo sullo slotting, ma su ogni operazione logistica del magazzino e, di conseguenza, rende più produttiva l'intera supply chain.

Negli ultimi anni le aziende stanno cercando nuovi sistemi per automatizzare i processi di produzione e di stoccaggio: quando l'obiettivo è ottimizzare il lead time ed i costi, i vecchi magazzini manuali perdono d'efficacia, essendo stati pensati per servire industrie con esigenze completamente diverse da quelle di oggi.

Il primo passo per identificare il sistema di stoccaggio più adatto per il proprio magazzino è quello di determinare quali aree possono trarre vantaggio dall'integrazione di un magazzino automatico ed è indispensabile effettuare un'analisi sulle altezze della struttura, chiedersi se lo spazio a disposizione si stia esaurendo, se ci sia esigenza di aumentare la produttività, di migliorare il

controllo dell'inventario, se si stano riscontrando difficoltà a tenere il passo con la crescente domanda anche se stagionale.

Un magazzino verticale in particolare è un sistema di cassette disposti verticalmente. I cassette vengono individuati e recuperati automaticamente e consegnati all'operatore direttamente in baia prelievo, in una posizione ergonomica.

I magazzini verticali eliminano la necessità di andare a ricercare articoli e garantiscono una fase di prelievo della merce con zero errori grazie al collegamento con il WMS.

Sfruttando l'altezza dell'edificio (dal pavimento al soffitto), questo sistema di stoccaggio permette di recuperare fino al 90% in più dello spazio a terra rispetto agli scaffali tradizionali.

I cassette possono essere organizzati per articoli di ogni tipo e dimensione, inoltre, utilizzando separatori e divisori è possibile, creare il numero esatto di celle all'interno di ciascuna unità di carico. Queste configurazioni non sono fisse, possono infatti essere regolate in qualsiasi momento per adattarsi alle modifiche delle dimensioni o della quantità degli articoli stoccati.

Le soluzioni di stoccaggio verticale possono anche aumentare notevolmente la produttività e l'accuratezza del prelievo poiché sono dotate di semplici ausili visivi che guidano gli operatori.

Il VLM trova ampia applicazione nello stoccaggio delle small parts: la preparazione degli ordini di piccoli articoli è un'attività molto laboriosa che spesso viene eseguita in un'area dedicata attrezzata con scaffalature e cartoni e prevede che gli operatori camminino all'interno dei corridoi per prelevare i prodotti richiesti. In particolare, il picking degli ordini è l'attività svolta all'interno di un magazzino, solitamente da operatori umani, per evadere l'ordine di un cliente attraverso il recupero di diversi articoli dalle loro posizioni di stoccaggio.

I VLM sono in uso dall'inizio degli anni '70 nelle applicazioni industriali e di magazzino. Le prime versioni erano molto più lente e con capacità limitate nelle attività di stoccaggio e recupero. I moderni VLM offrono una maggiore velocità operativa, maggiori capacità di peso combinate con sistemi di controllo automatizzati e un'interfaccia utente di facile utilizzo. Le ragioni principali per lo sviluppo degli odierni VLM sofisticati sono le crescenti possibilità applicative e la costante richiesta di aumentare la produttività di prelievo, il risparmio di spazio (stoccaggio ad alta densità), l'ergonomia, ecc.

Il dispositivo di inserimento/estrazione viaggia in verticale, estrae i vassoi dagli scaffali e li porta all'operatore posizionandoli sullo scaffale di prelievo (o baia/finestra di prelievo). I normali VLM hanno un solo luogo di prelievo, recentemente alcuni produttori di VLM offrono una soluzione con due posti di prelievo, denominandoli VLM a doppia baia: mentre l'operatore preleva gli articoli da un'unità, l'altra può essere in funzione e portare i contenitori o i vassoi successivi; essi si rivelano particolarmente adatti alle attività di picking, in quanto permettono al picker di lavorare in parallelo

al sistema: mentre l'operatore ha davanti a sé un certo vassoio, il traslo elevatore può autonomamente immagazzinare il vassoio precedente e recuperare il successivo. Naturalmente, questo può portare ad una maggiore produttività del sistema di picking, in quanto l'operatore non deve camminare per raggiungere gli articoli da prelevare, ed anche la ricerca e il prelievo degli articoli vengono facilitati.

Un VLM, dotato di una finestra di prelievo, può essere visualizzato come una scatola chiusa a sei lati che funziona utilizzando tre colonne di base, come illustrato in figura 8:

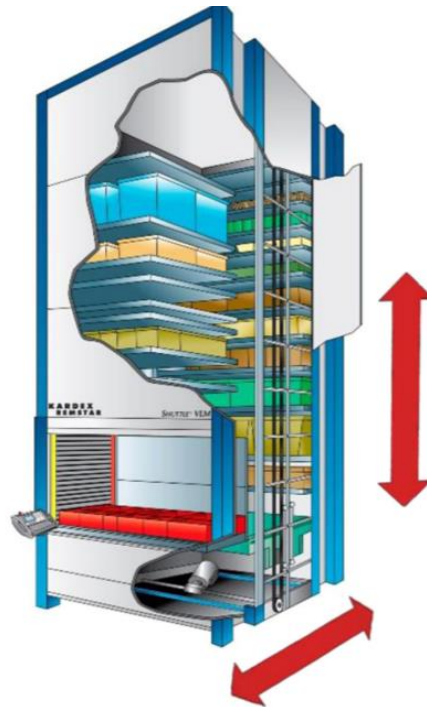


Figura 8-VLM a baia singola

Le colonne anteriore e posteriore sono utilizzate per lo stoccaggio e sono dotate di staffe che funzionano come ripiani per sostenere vassoi e contenitori. La colonna centrale è utilizzata per un dispositivo di inserimento/estrazione che opera all'interno delle colonne anteriore e posteriore in movimento verticale per immagazzinare o recuperare i vassoi su ordinazione.

Quando un vassoio viene richiesto da un operatore, questo viene estratto e consegnato alla finestra della stazione di lavoro.: l'operatore può richiedere il vassoio tramite tastiera o display touch-screen. Queste informazioni vanno poi al sistema di controllo, il vassoio viene portato in baia di prelievo e l'operatore può estrarre gli elementi e premere poi il pulsante per completare l'operazione. Il vassoio viene quindi riportato nella sua posizione di iniziale o in una alternativa.

Il risparmio di spazio si ottiene sfruttando lo sviluppo in verticale del magazzino e l'archiviazione ad alta densità. L'aumento della produttività è infatti spesso attribuito a tempi di transazione più

rapidi, inoltre si elimina quasi completamente la necessità di raggiungere, piegare o arrampicarsi, il che riduce i potenziali costi relativi agli infortuni dei dipendenti.

Il principale svantaggio del VLM è simile a tutti i sistemi di recupero parts-to-picker e può essere descritto in termini di costi di investimento iniziali più elevati. Sono inoltre molto più difficili da riconfigurare rispetto ai tradizionali sistemi di storage, con costi di manutenzione più elevati.

Tuttavia, la maggior parte delle aziende che hanno scelto di installarlo hanno riportato un ROI compreso tra 9 e 18 mesi.

Rispetto ai caroselli verticali (dispositivo simile con stoccaggio ad alta densità e ingombro ridotto, con ripiani rotanti sul piano verticale), i VLM sono leggermente più lenti ma i caroselli sono più costosi e potenzialmente pericolosi per i carichi a causa delle rotazioni costanti.

CAPITOLO 4

4-Caso di studio Santoni

4.1-Prestazioni del magazzino attuale

L'azienda Santoni è attualmente dotata di tre magazzini: GIS, Sede e SAGIR, tuttavia questo elaborato si focalizza sui primi due.

Attraverso una scrupolosa attività di monitoraggio di tutti gli spostamenti eseguiti dagli operatori è stato possibile individuare tutte le criticità dell'attività di logistica interna.

Il prelievo avviene con logica FIFO, in modalità Order picking e secondo una politica di tipo Return dato che tutte le tipologie di uno stesso articolo sono stoccate nella stessa corsia.

Durante il turno di lavoro, l'operatore si dirige con un pallet in corrispondenza di una zona in cui sono presenti delle cassette contenenti delle tomaie ed un 'cartellino', ovvero una picking list corrispondente ad un ordine di lavorazione; successivamente prende una cassetta vuota dove andranno le componenti necessarie da portare in reparto produzione. L'operatore a questo punto si dirige verso un computer per sparare il codice a barre riportato sul cartellino per stampare la lista dei materiali.

La cassetta delle tomaie viene portata in corrispondenza di un punto di deposito per essere riposta sopra un grande carrello mentre la cassetta vuota viene caricata sopra un carrello più piccolo dotato di più ripiani: l'operatore carica la cesta vuota sull'ultimo livello e, girando per le corsie del magazzino, cercherà le componenti dei codici per metterle separatamente in quelli sottostanti.

Terminata la ricerca, l'operatore torna al deposito, inserisce tutte le componenti nella cesta vuota che viene accatastata sotto la cassetta delle tomaie. Queste operazioni si ripetono per tutti i cartellini: la criticità più rilevante è legata alla disponibilità di spazio. In particolare, alcuni scatoloni contenenti materie prime vengono stoccati a catasta: per poter prelevare il materiale, è talvolta necessario spostarli, effettuare il picking, e, infine, riporre gli scatoloni nuovamente a catasta nella scaffalatura. Inoltre, poiché alcuni scatoloni depositati davanti alle scaffalature impediscono il picking, è necessario spostare gli stessi, effettuare il prelievo e, infine, ricollocarli in prossimità della scaffalatura.

Un'altra fonte di inefficienza rilevata è legata al reperimento dei materiali, infatti, si perde spesso molto tempo per la ricerca di materiali non presenti nella solita collocazione.

Infine, si è riscontrato che possono avvenire imprevisti legati al malfunzionamento della connessione di rete comportando ulteriori perdite di tempo.

Di fronte alla necessità di efficientare la preparazione degli scatoloni, ottimizzare gli spazi del magazzino e migliorare la condizione lavorative degli operai, Santoni ha deciso di automatizzare il proprio magazzino.

4.2-Magazzino automatizzato Zecchetti

Santoni ha recentemente scelto di adottare un sistema di immagazzinamento automatizzato al fine di ampliare la capacità di stoccaggio, velocizzare le operazioni di deposito e prelievo e migliorare la condizione lavorativa dei suoi operatori. Per automatizzare il proprio magazzino, l'azienda si è affidata a Zecchetti S.r.l.

Zecchetti inizia la sua attività nel 1960, avviando un percorso d'impresa valorizzato da una crescente affermazione nel settore del packaging e della logistica integrata: dai sistemi di palettizzazione/ depalettizzazione e di movimentazione delle linee produttive agli impianti automatizzati di stoccaggio e immagazzinamento. L'azienda realizza sistemi con traslo elevatori e magazzini automatici verticali che permettono di abbattere le inefficienze gravanti sugli spazi e sulle risorse consumati dalla logistica tradizionale e dai sistemi automatici già presenti sul mercato. La gamma è composta da tre tipologie di magazzini.

- UNO.

Questa è una soluzione ha due assi (due gradi di libertà) ed è caratterizzata da un singolo modulo ed una sola baia. Il gruppo di sollevamento si muove in verticale ed i vassoi vengono posizionati sui ripiani anteriore e posteriore.

UNO è il magazzino che rende rapide ed economiche le attività di prelievo e deposito dei materiali.

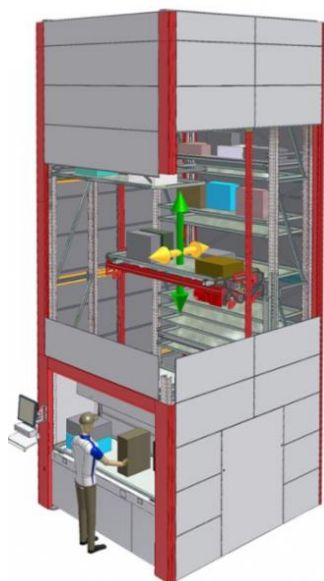


Figura 9-Magazzino UNO

- SPAZIO

Il magazzino è dotato di una o più baie in quanto è possibile avere da due a sette moduli, a seconda della necessità. Inoltre, sono presenti un solo gruppo di sollevamento verticale e delle guide orizzontali per il movimento tra i moduli. I vassoi sono sempre posizionati sui ripiani anteriore e posteriore.

SPAZIO rappresenta la gamma di magazzini automatici verticali che, grazie alla loro struttura modulare, possono essere realizzati “su misura” per ciascuna realtà d’impresa.



Figura 10-Magazzino SPAZIO

- UNICO

Anche qui possono essere presenti una o più baie ma il maggior vantaggio è dovuto al fatto che non ci sono limitazione nel numero di moduli che possono essere presenti, pertanto è possibile aumentarne il numero, in base alle esigenze, mantenendo lo stesso sistema di movimentazione.

Il traslo elevatore scorre all'interno del magazzino lungo le due direzioni X,Y attraversando tutti i moduli. Anche stavolta i vassoi sono riposti nelle sezioni anteriore e posteriore del magazzino.

UNICO rappresenta il modello di maggiore innovazione nel settore dei magazzini automatici verticali.



Figura 11-Magazzino UNICO

Ogni magazzino è dotato di molteplici “accessori”, di seguito si introducono quelli rilevanti per questo caso di studio:

- I vassoi sono l’unità di carico per lo stoccaggio dei materiali; sono dotati di pattini di scorrimento che ne permettono lo strisciamento per il prelievo e deposito. Possono essere realizzati con dimensioni e portate diverse.
- Le celle di carico consentono di controllare il peso all’interno del vassoio ed evitare di immagazzinare lo stesso con un sovraccarico rispetto alla portata massima.
- Il piano baia consente all’operatore di sollevare materiali pesanti con l’aiuto di strumenti azeratori di peso. Il piano baia rimane fisso all’esterno.

- La doppia baia è presente solo nei modelli SPAZIO e UNICO. Consente di ridurre i tempi di picking, assicurando almeno un vassoio sempre a disposizione dell'operatore. Il posizionamento dei vassoi, sempre alla stessa altezza, garantisce un'ergonomia dell'operatività.

Santoni, sulla base delle criticità presenti nel magazzino attuale, ha acquistato tre magazzini di cui due appartenenti alla categoria SPAZIO, chiamati SPAZIO M4 DX (a 4 moduli) e SPAZIO M4 SX, ed uno della gamma UNICO a 9 moduli, noto come UNICO M9. L'obiettivo principale dei magazzini è stoccare ceste di componenti pronte per la produzione.

I magazzini automatici a cassette, offerti da Zecchetti, riescono a garantire dalle 40 alle 60 attività di prelievo all'ora, a seconda del modello, questo significa che in otto ore una macchina garantisce in media 400 prelievi.

Considerando che, con l'attuale gestione, una cesta corrispondono mediamente a 10 paia, un magazzino riesce a supportare la produzione giornaliera di 2000 paia al dì.

Pur tenendo conto della situazione peggiore, un magazzino è insufficiente, per questa ragione si è deciso di acquistarne tre: due a 4 moduli ed uno a nove moduli.

Di seguito sono riportate alcune caratteristiche dei tre

-SPAZIO 4 (macchina A)

- Altezza scaffalatura: 4700 mm
- Numero Vassoi: 73
- Tempo medio di prelievo: 30 secondi

-SPAZIO 4 (macchina E)

- Altezza scaffalatura: 10400 mm
- Numero Vassoi: 141
- Tempo medio di prelievo: 37 secondi

-UNICO 9

- Altezza scaffalatura: 10400 mm
- Numero Vassoi: 279
- Tempo medio di prelievo: 27 secondi

4.3-Analisi dei dati storici

I tre magazzini di cui l'azienda ha deciso di dotarsi andranno ad ospitare non tutti gli articoli che sono stoccati nel magazzino attuale ma solo alcune tipologie. Attraverso un'analisi dei dati storici si sono seguiti degli step che hanno condotto verso la scelta più opportuna:

1. per basarsi su informazioni recenti si è scelto come anno di riferimento quello pre-pandemia, dunque il 2019
2. dal gestionale dell'azienda sono state estratte le giacenze dei magazzini GIS e Sede, di tutto il periodo annuale, ed è emerso che nella giornata del 30 Maggio, il numero di prodotti presenti ha raggiunto il valore più alto. E' chiaro come questa informazione risulti fondamentale per riuscire a prevedere la compatibilità tra la capacità del magazzino automatizzato con le quantità che, con grande probabilità, possono essere presenti nei periodi più critici in cui il magazzino raggiunge livelli di giacenza elevati
3. a questo punto per stabilire quali materiali inserire nei magazzini Zecchetti si sono usati due metodi di selezione: il primo si basa sull'indice di rotazione. Tra tutti gli indici di gestione delle scorte, questo ricopre senza dubbio una posizione di rilievo in quanto strumento versatile e potenzialmente al servizio di differenti aree aziendali. Nel caso del magazzino, l'indice di rotazione di un determinato articolo esprime il numero di volte in cui, in un certo periodo di tempo, il materiale si "rinnova" o "ruota" in magazzino, ad esempio, un indice pari a 3 significa che il materiale ruota tre volte in dodici mesi (dopo un primo carico a magazzino ed un successivo scarico, vi è un secondo ricevimento con conseguente scarico ed infine un terzo carico e scarico).

Un elevato numero dell'indice di rotazione significa che le scorte ruotano molte volte (o velocemente), viceversa, un indice di rotazione basso, significa invece che le scorte rimangono più "ferme" o ruotano più lentamente. Parlare di indice di rotazione equivale a parlare di tempo di giacenza media di un articolo: conoscendo l'indice di rotazione si può infatti sapere quanto tempo un articolo rimane in media in magazzino dal suo ricevimento fino al suo utilizzo in produzione/ vendita.

Il calcolo dell'indicatore è piuttosto semplice e si ottiene rapportando le vendite di un determinato periodo con lo stock medio a magazzino dello stesso periodo. Un esempio esplicativo è riportato di seguito:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dec
Vendite	15	12	8	10	20	35	13	5	4	12	10	18
Stock	25	13	45	35	15	20	7	32	28	16	26	8

Figura 12-Es. dati relativi ad articolo X

Qui il totale delle vendite di tutto l'anno è pari a 162 pezzi mentre la giacenza media (tot stock/12) è 22,5 pezzi. Effettuando il rapporto tra questi due valori si ottiene un indice di rotazione pari a 7,2.

Il calcolo dell'indicatore è stato dunque effettuato per ciascun codice articolo e da qui si sono tenuti in considerazione solamente quelli con un valore almeno pari a 4. Di seguito, in figura 13, si possono notare alcune righe della tabella Excel in cui è possibile distinguere gli articoli che rispettano tale regola da quelli che invece hanno un indice inferiore: il valore 1 nella colonna "almeno 4 movimenti" indica che la condizione è vera, lo 0 invece suggerisce che la condizione è falsa, pertanto tali articoli non verranno certamente inseriti nei magazzini automatici.

1	DATA	cod_catmer	cod_neutro	des_articolo	qta	cod_form	cod_articolo	almeno4mc
5180	20190530	TB	TBCARTEMC1TCUO	T.CARTER TRIS GYEAR CUIOIO	89.00	CARTE	TBCARTEMC1TCUO2	1
5181	20190530	TB	TBCARTEMC1TCUO	T.CARTER TRIS GYEAR CUIOIO	26.00	CARTE	TBCARTEMC1TCUO3	1
5182	20190530	TB	TBCARTEMC1TCUO	T.CARTER TRIS GYEAR CUIOIO	2.00	CARTE	TBCARTEMC1TCUO4	1
5183	20190530	TB	TBCARTEMJ1OCNE	T.CARTER ORIZZ.GYEAR NERO	1.00	CARTE	TBCARTEMJ1OCNE0	0
5184	20190530	TB	TBCARTEMJ1OCRO	T.CARTER ORIZZ.GYEAR CROSTA	1.00	CARTE	TBCARTEMJ1OCRO0	0
5185	20190530	TB	TBCARTEMJ1OCRO	T.CARTER ORIZZ.GYEAR CROSTA	7.00	CARTE	TBCARTEMJ1OCRO2	1
5186	20190530	TB	TBCARTEMJ1OCRO	T.CARTER ORIZZ.GYEAR CROSTA	2.00	CARTE	TBCARTEMJ1OCRO4	0
5187	20190530	TB	TBCARTEML4ACUO	T.CARTER TOLEDO SMO-GYEAR CUIOIO	1.00	CARTE	TBCARTEML4ACUO1	1
5188	20190530	TB	TBCARTEML4ACUO	T.CARTER TOLEDO SMO-GYEAR CUIOIO	5.00	CARTE	TBCARTEML4ACUO2	0
5189	20190530	TB	TBCARTEML4ACUO	T.CARTER TOLEDO SMO-GYEAR CUIOIO	1.00	CARTE	TBCARTEML4ACUO3	0
5190	20190530	TB	TBCARTEUC1TCNE	T.CARTER TRIS BOLOGN NERO	2.00	CARTE	TBCARTEUC1TCNE0	1
5191	20190530	TB	TBCARTEUC1TCNE	T.CARTER TRIS BOLOGN NERO	14.00	CARTE	TBCARTEUC1TCNE1	1
5192	20190530	TB	TBCARTEUC1TCNE	T.CARTER TRIS BOLOGN NERO	18.00	CARTE	TBCARTEUC1TCNE2	1
5193	20190530	TB	TBCARTEUC1TCNE	T.CARTER TRIS BOLOGN NERO	11.00	CARTE	TBCARTEUC1TCNE3	1
5194	20190530	TB	TBCARTEUC1TCRO	T.CARTER TRIS BOLOGN CROSTA	1.00	CARTE	TBCARTEUC1TCRO0	0
5195	20190530	TB	TBCARTEUC1TCRO	T.CARTER TRIS BOLOGN CROSTA	13.00	CARTE	TBCARTEUC1TCRO1	1
5196	20190530	FD	FDHYPERHXX02NEP	FD.HYPER UOMO SL NERO/PIOMBO	12.00	VANCO	FDHYPERHXX02NEP9	0
5197	20190530	FD	FDHYPERHXX02NOP	FD.HYPER UOMO SL NOCCIOLA/PANNA	1.00	VANCO	FDHYPERHXX02NOP11	0
5198	20190530	FD	FDHYPERHXX02NOP	FD.HYPER UOMO SL NOCCIOLA/PANNA	2.00	VANCO	FDHYPERHXX02NOP8	0
5199	20190530	FD	FDHYPERHXX02NTM	FD.HYPER UOMO SL NERO/T.MORO	1.00	VANCO	FDHYPERHXX02NTM9	0

Figura 13-tabella Excel articoli e indici di rotazione

4. Una fase molto delicata è stata quella in cui si è dovuto determinare

- il numero di scomparti in cui ciascun vassoio (unità di carico-UDC) deve essere suddiviso,
- la quantità massima di prodotti che il singolo scomparto può ospitare a seconda della conformazione fisica e del packaging dei prodotti stessi

queste due valutazioni sono state fatte empiricamente inserendo fisicamente gli articoli fino a riempire le singole ceste.

Da questo studio è emerso quando segue:

- tacchi TB – massimo 80 unità per scomparto
- sottopiedi SP – massimo 80 unità per scomparto
- inserti IS – massimo 40 unità per scomparto
- fondi FD categoria merceologica MC – massimo 20 unità per scomparto
- fondi FD categoria merceologica MB e WB – massimo 13 unità per scomparto

si è inoltre stabilito che la suddivisione dei vassoi deve avvenire nel seguente modo:

- fondi, inserti e sottopiedi possono essere inseriti in scomparti che possono appartenere al medesimo vassoio, inoltre i vassoi contenenti tali articoli devono essere suddivisi in 12 parti
- i tacchi, essendo presenti in quantità minore rispetto ad altre tipologie di pezzi, vanno in vassoi da 6 scomparti

5. Sulla base del picco della giacenza, raggiunto il 30 maggio 2019, si è calcolato il numero di scomparti necessari per ogni codice articolo: se nel magazzino è presente una unità del codice X vuol dire che questo ha bisogno di uno scomparto per essere immagazzinato; se il codice Y è presente in 561 unità, allora necessita di 28,05 ceste, ovviamente il valore viene approssimato a 29.

Allo stesso modo è possibile capire di quante UDC, ovvero di quanti vassoi necessita un certo prodotto facendo il rapporto tra il numero di scomparti di cui ha bisogno per essere immagazzinato, calcolato precedentemente, ed il numero di scomparti massimo in cui il vassoio può essere suddiviso (6 se si tratta di tacchi e 12 in tutti gli altri casi).

La figura 14 riporta alcuni esempi di quanto detto:

cod_catmerc	des_articolo	qta	cod_forma	cod_articolo	almeno4mov	SCOMPARTI	udcXVassoio	data_date	MAC	UDC
FD	OSCAR C3+WHIP SMO+G.GY BC	46.00	OSCAT	FDOSCARUL301	1	3	12	30/05/2019	MC	0,25
FD	POSITANO 2-USA 5-BT-AME NE	45.00	POS12	FDPOS12LU101F	1	3	12	30/05/2019	MC	0,25
FD	POSITANO 2-USA 5-BT-AME NE	43.00	POS12	FDPOS12LU101F	1	3	12	30/05/2019	MC	0,25
FD	POSITANO 2-USA 5-BT-AME NE	43.00	POS12	FDPOS12LU101F	1	3	12	30/05/2019	MC	0,25
FD	POSITANO 2-USA 5-BT-AME NE	57.00	POS12	FDPOS12LU101F	1	3	12	30/05/2019	MC	0,25
FD	FD.GOM.SLS NERO/ARG.	77.00	AMNEX	FDSLSXXHXX01N	1	6	12	30/05/2019	MB	0,5
FD	FD.GOM.SLS NERO/ARG.	75.00	AMNEX	FDSLSXXHXX01N	1	6	12	30/05/2019	MB	0,5
FD	FD.ST.TROPEZ(P6382)-PIANT. P.	32.00	WELLG	FDTROPEBXX01F	1	3	12	30/05/2019	MB	0,25
FD	FD.WELLINGT+CAV.CUO.NAT. S	39.00	WELLG	FDWELLIBXX01S	1	3	12	30/05/2019	MB	0,25
FD	WEMBLEY 2 VUOTO+P.ARANC+	107.00	WEMBT	FDWEMBLBLA01	1	6	12	30/05/2019	MC	0,5
FD	WEMBLEY 2 VUOTO+P.ARANC+	360.00	WEMBT	FDWEMBLBLA01	1	18	12	30/05/2019	MC	1,5
FD	WEMBLEY 2 VUOTO+P.ARANC+	401.00	WEMBT	FDWEMBLBLA01	1	21	12	30/05/2019	MC	1,75
FD	F.YALTA BLAKE SMOKE	476.00	YALTA	FDYALTABLA01S	1	24	12	30/05/2019	MC	2
FD	F.YALTA BLAKE SMOKE	476.00	YALTA	FDYALTABLA01S	1	24	12	30/05/2019	MC	2
FD	F.YALTA BLAKE TISANA CHIARO	57.00	YALTA	FDYALTABLA01T	1	3	12	30/05/2019	MC	0,25
FD	F.YALTA BLAKE TISANA CHIARO	105.00	YALTA	FDYALTABLA01T	1	6	12	30/05/2019	MC	0,5
FD	F.YALTA BLAKE TISANA	110.00	YALTA	FDYALTABLA01T	1	6	12	30/05/2019	MC	0,5
IS	FUS.ATLANTIS-MY-18E CAP.AR/	81.00	ATLAT	ISATLAN100131	1	3	12	30/05/2019	MC	0,25

Figura 14-Esempi di Numero di scomparti/numero UDC

6. Il secondo metodo di selezione degli articoli da escludere dai magazzini automatizzati si basa sulla quantità in giacenza: gli articoli presenti in minor numero sono stati scartati.

Da questa analisi si è stabilito che i materiali che possono essere stoccati nel magazzino automatizzato sono i seguenti: Fondi, Sottopiedi, Inserti e Tacchi.

Per tutte le considerazioni che verranno fatte d'ora in poi è fondamentale comprendere che questi tre articoli concorrono alla realizzazione del prodotto finito, ciascuno dei quali può appartenere a tre diverse categorie merceologiche: Scarpa Uomo Classica (MC), Scarpa Uomo Club (MB), Scarpa Donna Club (WC).

Ogni articolo del magazzino è codificato: le prime due lettere possono identificare un fondo (FD), un inserto (IS), un sottopiede (SP) o un tacco (TB), le cinque lettere che seguono si chiamano "codice forma" (perché identificano una diversa forma di scarpa). Ad esempio, il codice FDYALTABLA01TIC fa riferimento ad un fondo, YALTA mentre ISYALTA04004 fa riferimento ad un inserto YALTA, sono dunque articoli diversi ma i codici hanno lo stesso tema.

A partire dalla tabella 14 si è ottenuta la Pivot riportata nella figura 15:

MACROLINEA	cod_forma	Valori		
		Somma di SCOMPARTI	Somma di UDC	Somma di UDC2
MC		4253	392,25	81,96%
	YALTA	380	31,66666667	6,62%
	SIMON	329	27,41666667	5,73%
	CARTE	266	28,66666667	5,99%
	BORIS	186	16,91666667	3,53%
	NRAPT	164	13,66666667	2,86%
	MARSX	151	12,58333333	2,63%
	ATLAT	130	10,83333333	2,26%
	GEORG	126	12,25	2,56%
	COLGY	122	13,25	2,77%
	LEVAN	122	12,33333333	2,58%
	COLIN	114	9,5	1,99%
	KENNE	114	10,66666667	2,23%
	WEMBT	106	8,83333333	1,85%
	POSIZ	101	10,08333333	2,11%
	WILLI	100	8,33333333	1,74%
	NCARL	91	7,83333333	1,64%
	KENGY	90	8,91666667	1,86%
	LEVGR	87	8,58333333	1,79%
	WILSO	84	8,83333333	1,85%
	OSCAR	82	8,41666667	1,76%
	MOSLE	78	6,5	1,36%
	ARITG	75	6,75	1,41%
	NCAGY	72	7,41666667	1,55%
	ARIZO	57	5,66666667	1,18%
	VEGAS	55	5,5	1,15%
	FOSGY	55	5,58333333	1,17%
	ANTOY	52	5,83333333	1,22%
	LEVAP	45	4,16666667	0,87%
	DUKE	41	4,25	0,89%
	HILLG	40	4,25	0,89%
	ORION	37	3,08333333	0,64%
	HILLP	35	2,91666667	0,61%
	NMOOR	35	3,41666667	0,71%
	NMILO	35	3,5	0,73%
	BRETP	34	3,33333333	0,70%
	NCATY	33	2,75	0,57%
	EVERE	33	2,75	0,57%
	FOSTE	32	2,66666667	0,56%
	CALIC	31	3	0,63%
	QUENN	26	2,16666667	0,45%
	OSCAT	23	2,16666667	0,45%

MILAN	22	1,833333333	0,38%
KANSA	21	1,75	0,37%
DIPID	20	1,666666667	0,35%
CARTP	20	1,666666667	0,35%
ARIPR	20	2,083333333	0,44%
ALFIE	19	1,916666667	0,40%
WEMBN	19	1,583333333	0,33%
HOLLY	18	1,833333333	0,38%
DETRC	16	1,333333333	0,28%
OSCAP	15	1,25	0,26%
ARIZP	13	1,25	0,26%
STANE	13	1,083333333	0,23%
LEVTC	13	1,166666667	0,24%
CARTT	13	1,083333333	0,23%
KENEE	11	0,916666667	0,19%
PRINF	11	1,166666667	0,24%
ROMAE	10	0,833333333	0,17%
RYAN	9	0,75	0,16%
STEPG	9	0,75	0,16%
DODGE	8	0,666666667	0,14%
DETRT	7	0,583333333	0,12%
PROUS	6	0,5	0,10%
HILL	6	0,833333333	0,17%
PARTY	6	0,5	0,10%
LEVUK	6	0,666666667	0,14%
SIMOT	5	0,416666667	0,09%
MARST	5	0,416666667	0,09%
LINCO	4	0,5	0,10%
NCARV	4	0,583333333	0,12%
HIROX	4	0,333333333	0,07%
WILTR	4	0,333333333	0,07%
LAUEE	4	0,333333333	0,07%
HILLH	3	0,25	0,05%
ZOTKO	3	0,333333333	0,07%
CARET	2	0,166666667	0,03%
DANTE	1	0,166666667	0,03%
NIXON	1	0,083333333	0,02%
RONAT	1	0,083333333	0,02%
YALID	1	0,083333333	0,02%
LUCKY	1	0,083333333	0,02%
NMAYG	1	0,166666667	0,03%
LOPEZ	1	0,166666667	0,03%
ARITR	1	0,166666667	0,03%
POSIT	1	0,083333333	0,02%
NCAGD	1	0,083333333	0,02%
MOOR	1	0,166666667	0,03%
NCAGV	1	0,083333333	0,02%
ANTOG	1	0,083333333	0,02%

	LAURE	1	0,0833333333	0,02%
	BOHEM	1	0,0833333333	0,02%
MB		729	60,75	12,69%
	BOLD1	174	14,5	3,03%
	ANVER	73	6,0833333333	1,27%
	DAYTO	71	5,916666667	1,24%
	AMNEX	62	5,166666667	1,08%
	COURT	62	5,166666667	1,08%
	PORTR	57	4,75	0,99%
	TREAD	49	4,0833333333	0,85%
	BOLD	44	3,666666667	0,77%
	WELLG	39	3,25	0,68%
	DIP	35	2,916666667	0,61%
	NATIV	28	2,3333333333	0,49%
	EAGLE	10	0,8333333333	0,17%
	DYNAM	7	0,5833333333	0,12%
	PORST	6	0,5	0,10%
	GT1AM	5	0,416666667	0,09%
	ALFXX	3	0,25	0,05%
	VANCO	1	0,0833333333	0,02%
	DUNCA	1	0,0833333333	0,02%
	ROCHE	1	0,0833333333	0,02%
	SLSXX	1	0,0833333333	0,02%
WB		307	25,5833333333	5,35%
	BOLYM	122	10,166666667	2,12%
	BOLDY	68	5,666666667	1,18%
	DIPTR	48	4	0,84%
	DIPDO	26	2,166666667	0,45%
	BOLDD	21	1,75	0,37%
	KIM	10	0,8333333333	0,17%
	VANCD	7	0,5833333333	0,12%
	ALFDX	5	0,416666667	0,09%
Totale complessivo		5289	478,5833333333	100,00%

Figura 15-tabella Pivot

La tabella raggruppa i temi per categoria merceologica (prima colonna) secondo un ordine decrescente: per ogni codice forma (seconda colonna) è stato calcolato il numero totale di scomparti di cui necessita in magazzino come somma di tutti gli scomparti utili per ogni fondo, inserto, ecc, che, nel proprio codice identificativo, contengono a quel particolare tema. Ad esempio, il codice forma YALTA ha bisogno di 380 scomparti, utili a contenere tutti i fondi, inserti, tacchi e sottopiedi di tipo YALTA.

Allo stesso modo è stato calcolato il numero di vassoi necessari (ultima colonna).

Gli articoli in quantità maggiori sono quelli che necessitano di più spazio e, dalla tabella precedente si nota che sono quelli appartenenti alla categoria merceologica MC- Uomo Classico, segue poi quella MB- Uomo Club ed infine si ha la categoria WC-Donna Club. I codici forma rossi andranno nel magazzino M9, quelli arancioni nell'M4 DX ed, infine, quelli blu andranno nell'M4DX.

7. A questo punto la collocazione degli articoli nei tre magazzini Zecchetti sarà la seguente:
- i temi più numerosi (categoria MC) andranno nel magazzino avente maggior capacità di stoccaggio, ovvero l'UNICO M9. Non essendoci spazio a sufficienza, secondo i calcoli, due i temi BOLD e ANVER devono essere inseriti nel magazzino SPAZIO M4 SX.
 - i temi relativi alla categoria Uomo Club devono essere destinati nello SPAZIO M4 SX
 - infine, i temi appartenenti alla categoria Donna Club sono destinati allo stoccaggio nello SPAZIO M4 DX

Secondo questa disposizione e secondo i calcoli fatti, nel magazzino M9, dei 279 vassoi disponibili 276 verranno occupati (il 99%), dei 141 dell'M4 SX ne saranno impiegati 137(il 97%), e, infine, dei 73 vassoi totali dell'M4 DX ne verranno usati 66 (il 90%).

4.4-Software Demo Zecchetti

WhSystem è il WMS che viene prodotto e distribuito da Technolog. Esso costituisce il software di supervisione del magazzino Zecchetti e rappresenta l'interfaccia tra l'operatore ed il sistema attraverso la quale è possibile visualizzare e controllare il funzionamento della macchina e gestire il materiale stoccato in magazzino.

Il sistema si compone di tre applicativi denominati Client, Driver e Server. Il primo fornisce l'interfaccia per l'utente, il secondo gestisce la comunicazione tra il sistema WhSystem ed il PLC (il Controllore Logico Programmabile che si occupa di gestire e controllare i processi industriali) preposti alla gestione delle macchine e, infine, il Server funge da scambiatore di informazioni tra i vari applicativi ed esegue attività di tipo "centralizzato" come la prenotazione delle UDC da estrarre, la gestione dell'interfacciamento con il gestionale, l'archiviazione dei dati obsoleti ecc.

La realtà fisica e quella logica sono indipendenti: per realtà fisica si intende la situazione reale dei prodotti (o delle UDC) presenti e in transito all'interno del magazzino, la realtà logica

invece è l'insieme di tutti i parametri che il software elabora per consentire la gestione delle operazioni legate al magazzino tramite pc.

Durante l'attività di tirocinio il software è stato utilizzato con lo scopo principale di monitorare le quantità stoccate e simulare il funzionamento del magazzino stesso. L'attività si è svolta secondo questa sequenza:

1. sono stati generati gli ordini di carico relativi all'anno 2019
2. i prodotti sono stati caricati sulle unità di carico secondo la procedura del manuale
3. le regole di refilling sono state analizzate e si è impostata la sequenza più adatta
4. le regole di picking sono state analizzate e si è impostata la sequenza più adatta
5. sono stati simulati i movimenti del magazzino
6. il risultato della simulazione è stato confrontato con le prestazioni del magazzino attuale

4.5- Creazione degli ordini

Per simulare i movimenti dei magazzini occorre che questi siano prima caricati affinché ci sia effettivamente qualcosa da spostare.

Per inserire i prodotti nei vassoi del magazzino è stato necessario in primis creare degli ordini di carico di tutte le quantità degli articoli stoccati nel magazzino manuale, successivamente è stato necessario suddividere le UDC in 12 o 6 scomparti, secondo le regole descritte in precedenza, e, infine si è proceduto con il vero e proprio riempimento dei vassoi.

Il primo passo è stato dunque creare un totale di 11 ordini: i primi tre, l'ordine 30, 31 e 32 si riferiscono a tutti i fondi che devono essere stoccati rispettivamente nei magazzini Spazio M4 DX, M4 SX ed Unico M9. Chiaramente la creazione di questi tre ordini, così come i successivi è stata fatta sulla base delle categorie merceologiche che, come descritto in precedenza, vanno stoccate in modo prestabilito nei tre magazzini.

Gli ordini 33, 34 e 35 richiamano gli inserti che vanno di nuovo nei magazzini M4 DX, M4 SX ed M9.

Gli ordini 36, 37 e 38 fanno riferimento ai sottopiedi e seguono la stessa logica per cui vanno rispettivamente in M4 DX, M4 SX ed M9.

Infine, gli ultimi tre ordini, il 39 ed il 40, sono stati creati con l'obiettivo di caricare i tacchi nei soli due magazzini, l'M4 SX e l'M9.

- **FD_M4DX** Ordine-30
- **FD_M4SX** Ordine-31
- **FD_M9** Ordine-32

- **IS_M4DX** Ordine-33
- **IS_M4SX** Ordine-34
- **IS_M9** Ordine-35

- **SP_M4DX** Ordine-36
- **SP_M4SX** Ordine-37
- **SP_M9** Ordine-38

- **TB_M4SX** Ordine-39
- **TB_M9** Ordine-40

La procedura per la creazione di un generico ordine viene effettuata attraverso l'applicazione Client. Accedendo all'area "gestione ordini" dalla finestra principale, e cliccando "inserisci ordine" si apre la finestra di inserimento, visibile nella figura 16:

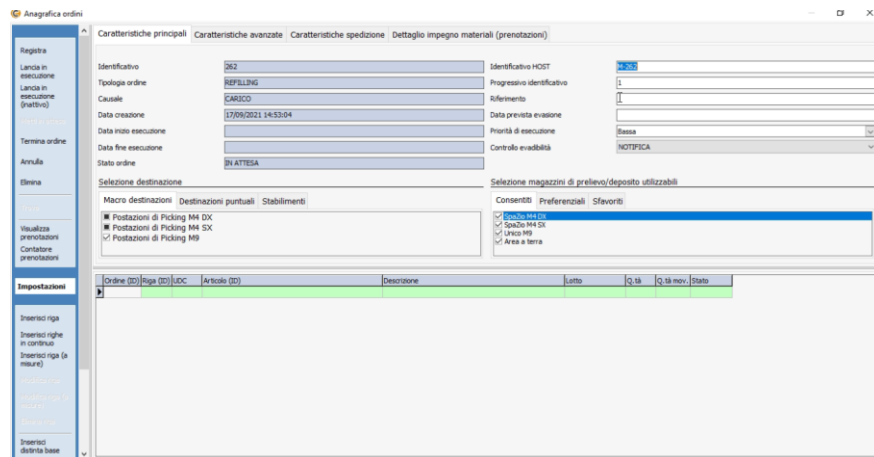


Figura 16-Creazione di un ordine

L'ordine è composto da due parti logiche: la testata ed i dettagli; questi ultimi rappresentano le righe dell'ordine. Nella testata si possono vedere i dettagli generali dell'ordine come l'identificativo, il tipo di ordine (picking/ refilling), la causale, la destinazione (uno dei tre magazzini), la data della creazione ecc.

Le righe dell'ordine specificano invece gli articoli o le UDC per le quali viene inserita la richiesta. Utilizzando le funzioni Inserisci e Modifica sono stati dunque inserite tutte le righe ordine relative agli articoli da caricare.

4.6- L'inserimento dei prodotti nelle unità di carico

Dopo aver inserito tutte le richieste, l'operatore può decidere di mettere in esecuzione subito l'ordine (in tal caso il sistema, chiusa la schermata in figura, proporrà un vassoio in cui inserire i prodotti che vi appartengono) oppure può lasciarlo in attesa.

Terminata questa procedura è possibile vedere tutti gli ordini ed i relativi dettagli, ovvero le righe che lo compongono, accedendo nuovamente all'area Gestione Ordine e aggiornando la pagina. Ciò che si ottiene è qualcosa del genere:

Ordine	Nr. ordine	Tipologia	Causale ordine	Data creazione	Referenza	Stato
111	32	Refilling	Carico	30/05/2019	Carico giacenza al 30.05.2019 del 26.07.2787	Terminato
33	11	Refilling	Carico	30/05/2019	Carico giacenza al 30.05.2019 del 26.07.2804	In esecuzione (non evadibile)
114	35	Refilling	Carico	30/05/2019	Carico giacenza al 30.05.2019 del 26.07.2805	Terminato
114	35	Refilling	Carico	30/05/2019	Carico giacenza al 30.05.2019 del 26.07.3801	Terminato

Riga	Nr. riga	UDC	Articolo	Descrizione	Lotto	Q.tà	Q.tà min.	Q.tà max.	Q.tà in pre.	Q.tà in ord.	Stato riga ordine
12232	1		ISALP/050495	FUSO(A) ALF. B. 40/11/10/NO 967/GRIGI		5	0	0	0	0	In esecuzione
12233	10		ISANP/05020819	FUSO(A)MARELLI(S) 40/11/VTI - GHACCI		1	0	0	0	0	In esecuzione
12234	100		ISPORTE/40665	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - 80 X MO		1	0	0	0	0	In esecuzione
12235	101		ISPORTE/40666	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - 80 X MO		8	0	0	0	0	In esecuzione
12236	102		ISPORTE/40667	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - 80 X MO		14	0	0	0	0	In esecuzione
12237	103		ISPORTE/40668	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - 80 X MO		25	0	0	0	0	In esecuzione
12238	104		ISPORTE/40669	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - 80 X MO		27	0	0	0	0	In esecuzione
12239	105		ISPORTE/408110	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - GHACCI		7	0	0	0	0	In esecuzione
12240	106		ISPORTE/408111	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - GHACCI		2	0	0	0	0	In esecuzione
12241	107		ISPORTE/408112	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - GHACCI		8	0	0	0	0	In esecuzione
12242	108		ISPORTE/408117	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - GHACCI		8	0	0	0	0	In esecuzione
12243	109		ISPORTE/408118	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - GHACCI		18	0	0	0	0	In esecuzione
12244	11		ISANP/05020811	FUSO(A)MARELLI(S) 40/11/VTI - GHACCI		1	0	0	0	0	In esecuzione
12245	110		ISPORTE/408119	FUSO(P)PORTER(S) 40/11/BE VTI - GHACCI		10	0	0	0	0	In esecuzione

Figura 17-Ordini e righe ordini

Ogni ordine, come il numero 33 che è evidenziato in figura, può contenere anche centinaia di righe ordini. Questo suggerisce che la procedura di refilling per lo stoccaggio virtuale dei prodotti in magazzino, seppur ripetitiva, è un'attività che può richiedere anche parecchio tempo.

Un ordine può trovarsi in uno dei seguenti tre stati: se è in "Attesa" vuol dire che è registrato nell'archivio della procedura ma non vengono eseguite le movimentazioni del magazzino, se invece è in "Esecuzione", l'applicativo genera le operazioni di estrazione dei contenitori per evadere le richieste contenute nell'ordine, infine, se è "Terminato", vuol dire che tutte le operazioni richieste di carico o scarico sono state eseguite.

Per introdurre i materiali con un ordine di refilling, quest'ultimo deve essere in primis lanciato in esecuzione, a questo punto le singole righe che lo costituiscono verranno eseguite rispettando il livello di priorità.

Per ogni ordine di deposito in esecuzione, l'applicativo inizia ad estrarre i contenitori nei quali depositare i materiali. Il criterio utilizzato è il seguente:

1. per gli articoli per i quali sono già stati associati staticamente degli scomparti, ne verrà estratto uno di questi, purché sia non pieno.

L'associazione statica viene fatta durante la predisposizione dei vassoi. Questa impostazione consente di indicare al sistema dove vogliamo stoccare un prodotto: quando un prodotto è associato staticamente ad uno o più scomparti, in fase di esecuzione di un ordine di refilling, il sistema estrarrà un vassoio avente uno scomparto associato staticamente al prodotto, non pieno e, preferibilmente, che già contiene il prodotto stesso. Non sarà possibile inserire un articolo diverso all'interno di uno scomparto se un certo prodotto gli è stato associato staticamente.

- per gli articoli non associati dinamicamente ad uno scomparto, ne verrà cercato uno che già lo contiene o che lo ha contenuto in passato purché sia non pieno. Questo accade se durante la generazione dell'articolo nell'anagrafica si è impostata la modalità "Associazione dinamica fino ad esaurimento". Con un criterio di associazione dinamica il sistema gestisce in autonomia il vassoio e lo scomparto da utilizzare per i depositi: anche quando il prodotto verrà prelevato completamente da uno scomparto, si preferirà depositare il materiale in ingresso in scomparti nei quali l'articolo è già stato stoccato in precedenza.

Una volta lanciato l'ordine, il sistema guida l'operatore nell'esecuzione delle operazioni successive da effettuare chiedendo anzitutto in quale dei tre magazzini i materiali relativi a quell'ordine devono essere stoccati: nell'esempio sottostante la destinazione impostata è il magazzino M4 DX.

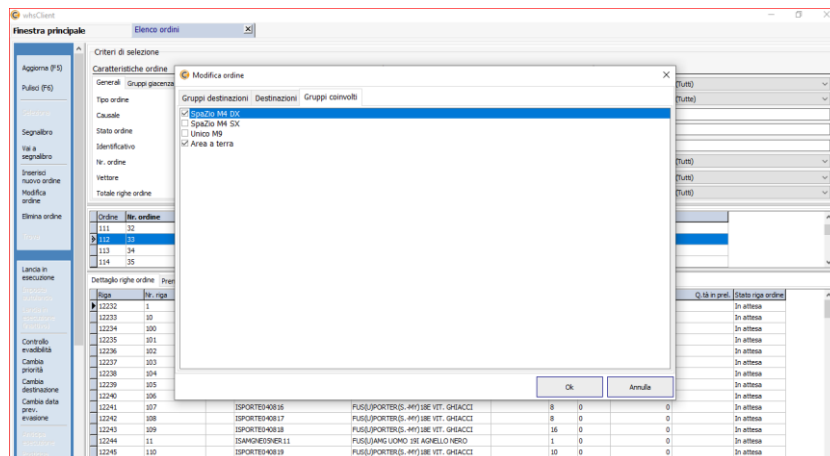


Figura 18-Scelta magazzino

Dopo questo passaggio il software propone automaticamente un vassoio che può essere o meno già suddiviso in scomparti. Possiamo vederne un esempio nella figura 19:

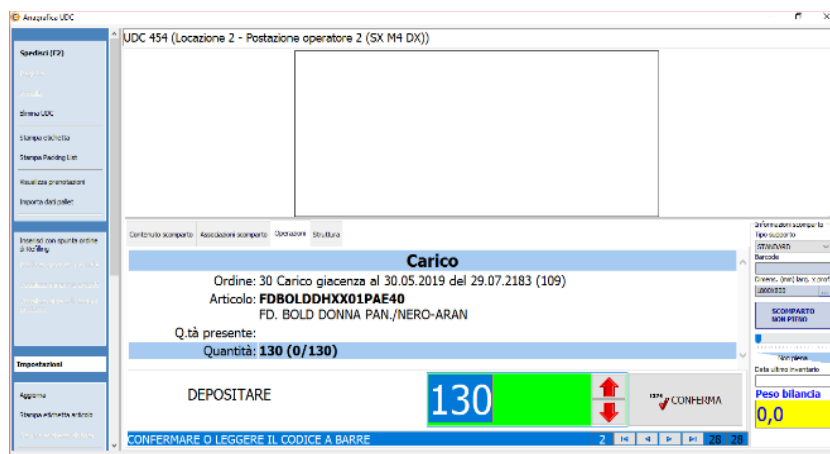


Figura 19-Vassoio vuoto

In questo caso si sta evadendo l'ordine numero 30: il sistema propone di inserire 130 fondi di tipo Bold. Ci sono due operazioni immediate da dover effettuare, la prima è la suddivisione del vassoio in 12 scomparti (si è stabilito che tutti gli articoli, ad eccezione dei tacchi vanno in vassoi da 12), la seconda è la modifica della quantità da depositare, infatti la regola impone che una cesta può contenere al massimo 20 fondi. Ogni scomparto del vassoio può contenere un'unica tipologia di articoli, tuttavia un vassoio può contenere articoli differenti, ad eccezione dei tacchi che non devono essere presenti in UDC già contenti fondi, inserti o sottopiedi.

Per la suddivisione basta modificare la struttura dell'UDC e registrare l'operazione.

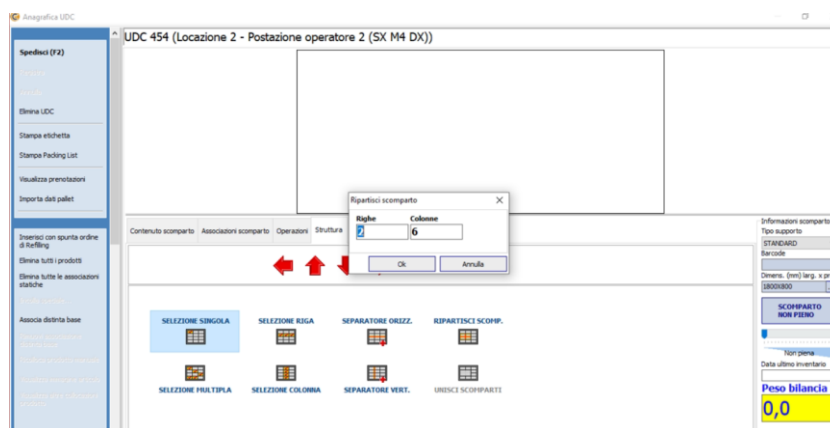


Figura 19-Modifica struttura scomparto

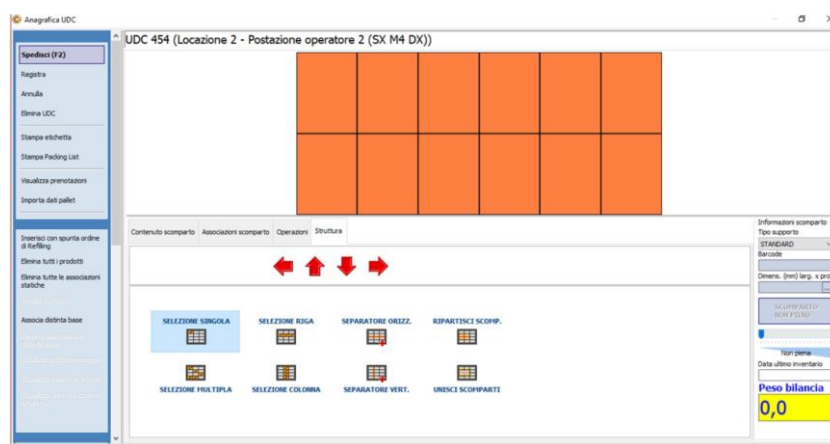


Figura 20-Vassoio suddiviso

Per la modifica della quantità invece è necessario, cancellare il numero 130 ed immettere solo 20 prodotti.

In questo particolare caso, è fondamentale segnalare che lo scomparto è pieno, e ciò può essere fatto attraverso l'apposta voce "Scomparto Pieno", in questo modo il sistema non lo proporrà più in futuro per l'inserimento di altri articoli.

A seguito di tale operazione, il sistema deve però trovare una nuova destinazione alle 110 unità che sono state "escluse". Ci sono due possibilità: all'operatore può essere proposto di inserirle in un nuovo scomparto appartenente al medesimo vassoio, in alternativa vengono destinate ad uno nuovo, e, in quest'ultimo caso il sistema passa direttamente alla riga ordine successiva.

Quanto detto ci suggerisce che un vassoio può essere dunque composto da 12 (o 6) scomparti aventi 12 (o 6) tipologie di articoli totalmente differenti tra loro (una tipologia per ogni scomparto), viceversa può contenere articoli di una sola tipologia.

Nella figura 20, relativa all'ordine 40, è possibile vedere diversi scomparti:

- quelli bianchi sono vuoti
- quelli grigi sono pieni
- quelli azzurri sono occupati ma non pieni
- quello arancione è lo scomparto in cui il sistema sta proponendo di caricare 50 unità

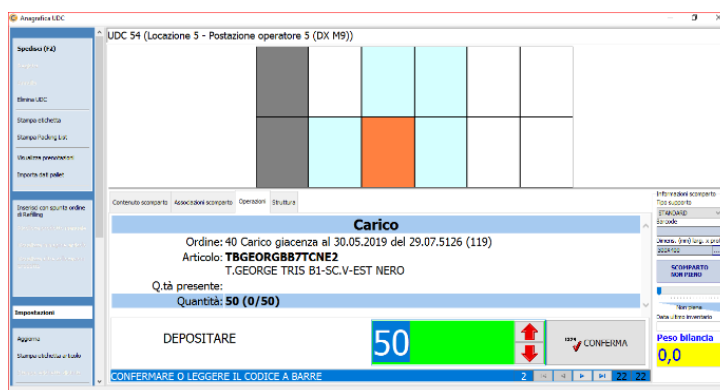


Figura 22-Tipologie di scomparti

Una volta che il vassoio è stato caricato, si procede con la sua spedizione attraverso l'apposito comando "spedisci".

Dalla finestra principale saranno ora visibili le coordinate di deposito dell'UDC sulla quale si è appena lavorato e le coordinate di prelievo del vassoio sul quale il sistema proporrà di disporre gli articoli della prossima riga ordine che deve essere ancora evasa.

La figura 21 aiuta a capire quanto appena detto: il magazzino, a seguito dell'attivazione del comando per la spedizione, sta prelevando l'UDC numero 259 dal magazzino M9 per portarla nelle coordinate di deposito X, Y, Z corrispondenti a (8, 82, 0).

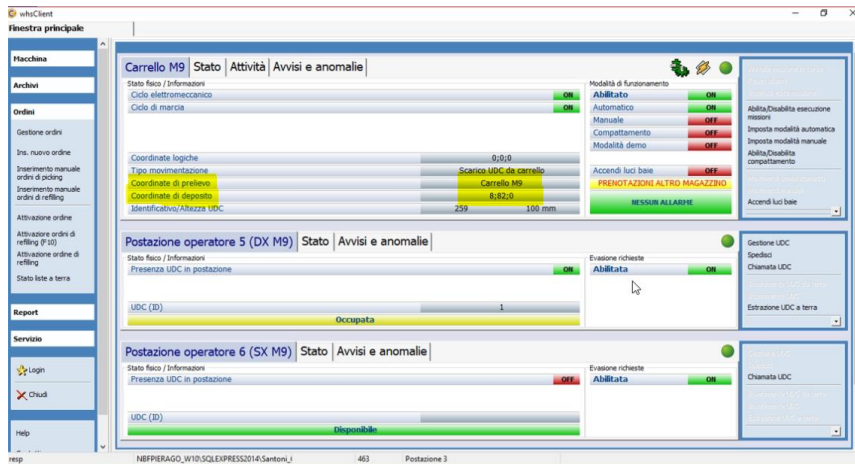


Figura 23-Deposito del vassoio pieno

Ora, se l'ordine non è terminato, il magazzino preleva un nuovo vassoio. In tal caso, nella finestra principale sarà evidente che il traslo sta prelevando una nuova unità di carico da una certa postazione del magazzino per portarla in prossimità dell'operatore.

Quanto detto è evidente nella figura 22: il sistema si dirige nella posizione di prelievo del magazzino M9 di coordinate (1, 122, 0) per spostare il vassoio nella postazione numero 6 dove si trova l'operatore.

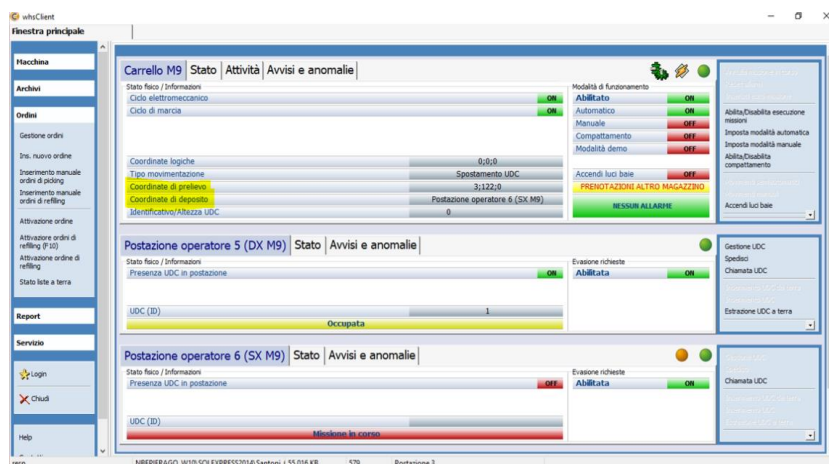


Figura 24-Prelievo del vassoio vuoto/semivuoto

4.7- Regole di refilling e picking

Nel momento in cui ordini vengono caricati, il sistema prenota i vassoi sui quali “ritiene opportuno” che i prodotti vadano inseriti.

Si è parlato di associazione statica e dinamica: questi concetti possono essere riassunti dicendo semplicemente che, se un articolo è associato staticamente ad un certo scomparto, il sistema prenoterà per quella riga ordine il vassoio a cui tale scomparto appartiene. Per le ragioni che hanno spinto l’azienda ad acquistare i magazzini, questa impostazione non viene mai attivata. Non essendo allora verificata tale condizione, il sistema per ogni prodotto controllerà se vi siano vassoi con scomparti che già lo contengono o che lo hanno contenuto in passato, secondo la logica dell’associazione dinamica. Se ciò viene riscontrato, il vassoio verrà prenotato.

Ma cosa accade se anche tale condizione non si verifica o se, al contrario, ce n’è più di uno che la rispetta? In che modo il sistema prenota le unità di carico per ogni ordine di refilling da evadere?

Sulla schermata principale, accedendo all’area “Servizi”, attraverso la voce “Preferenze Prenotatore” è possibile selezionare e ordinare le regole che il sistema dovrebbe seguire per la prenotazione delle UDC.

Di seguito viene descritta la procedura.

L’operatore deve scegliere la causale dell’ordine, in questo caso sarà il carico.

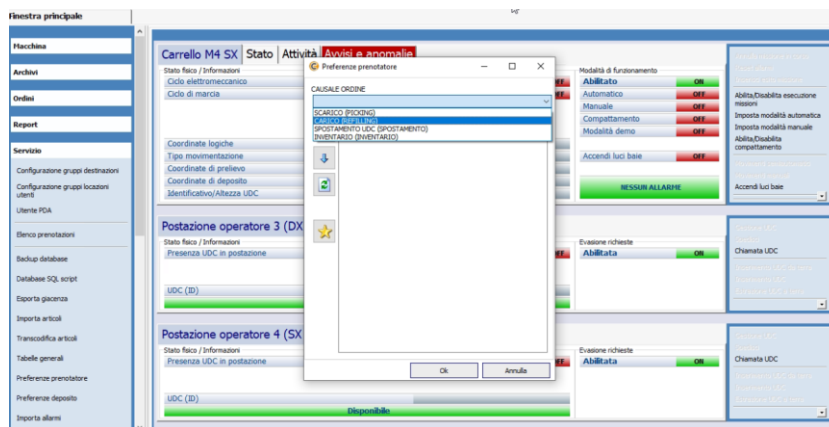


Figura 25-Preferenze Prenotatore per il carico

Le regole, così come il loro ordinamento, deve essere scelto sulla base dell’obiettivo che si vuole raggiungere.: l’azienda potrebbe voler organizzare il materiale in modo da far sì che tutti i prodotti siano raggruppati per tipologia, oppure potrebbe preferire vassoi misti, ecc. per la Santoni la configurazione migliore è quella che consente di minimizzare i movimenti del traslo all’interno del magazzino. Per questa ragione le preferenze che sono state manualmente impostate sono:

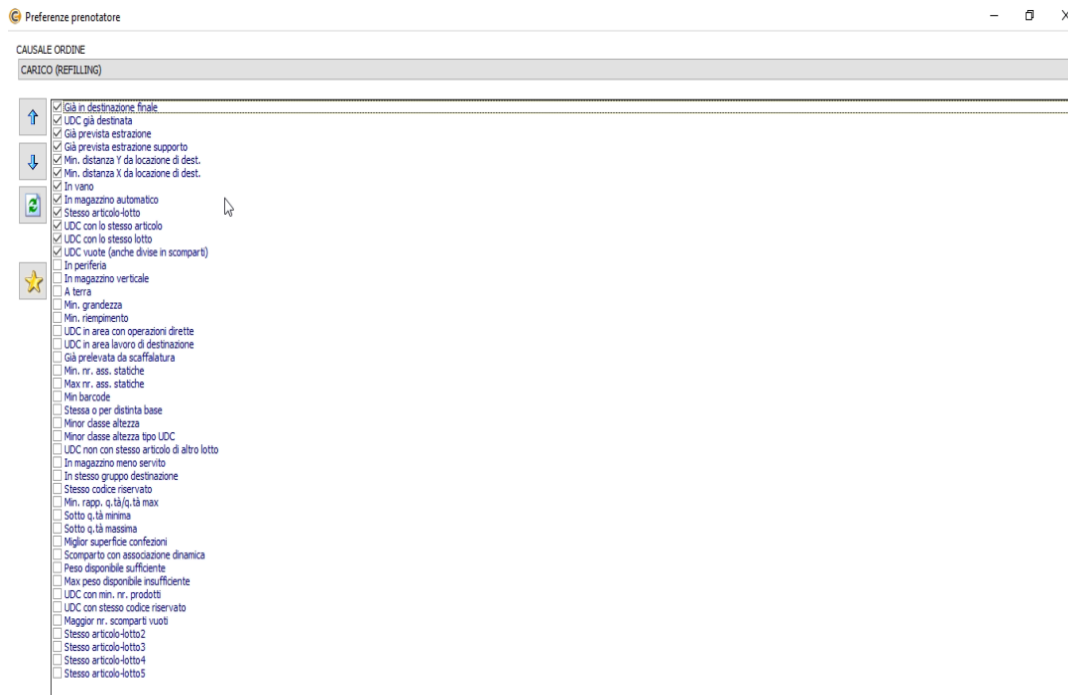


Figura 26-Regole di refilling

Le regole selezionate si susseguono secondo un ordine di importanza:

1. Già in destinazione finale

Il prelievo (e dunque la prenotazione) avviene preferendo l'UDC che si trova già nella destinazione finale, dunque in baia.

2. UDC già destinata

Si preferisce una UDC che è già in fase di prelievo.

3. Già prevista estrazione

Il sistema preferisce un'UDC che è già stata prenotata per completare una o più righe ordini.

4. Già prevista estrazione supporto

Si supponga che un ordine sia composto da due righe ordini, il sistema prenoterà un certo scomparto per evadere l'ordine la prima riga, e, se il vassoio a cui appartiene ne contiene altri vuoti, preferirà predisporre l'inserimento dei materiali relativi alla seconda riga ordine in uno di questi piuttosto che andare a cercarne una nuova UDC

5. Min. distanza Y da locazione di destinazione

Si preferisce il vassoio nel vano con la Y più vicina a quella della destinazione finale.

6. Min. distanza X da locazione di destinazione

Si preferisce il vassoio nel vano con la X più vicina a quella della destinazione finale.

7. In vano

Viene prelevata un'UDC presente nel vano.

8. In magazzino automatico

Si preferisce l'UDC presente nel magazzino automatizzato piuttosto che in quello manuale.

9. Stesso articolo lotto

Si predilige l'UDC in cui sono presenti articoli che hanno lo stesso codice articolo e lo stesso lotto di quello da caricare.

10. UDC vuote (anche non divise in scomparti)

Si preferiscono vassoi vuoti, eventualmente ancora non suddivisi in scomparti.

Le prime cinque regole sono coerenti con l'obiettivo della minimizzazione del numero di movimenti nel magazzino: il sistema deve anzitutto cercare vassoi che siano già in fase di prelievo o che siano già destinate ad essere prelevate per altri ordini, purché abbiano ancora capacità a disposizione.

Le regole 6 e 7 sono essenzialmente standard poiché suggeriscono la ricerca di vassoi all'interno del magazzino automatico. La regola 8 invece è interessante perché richiede che il sistema cerchi UDC contenenti articoli con lo stesso codice e con lo stesso lotto: attualmente la fornitura delle materie prime non è gestita per lotti, vengono infatti acquistate le quantità secondo il fabbisogno che risulta dalla pianificazione. Una gestione per lotti aiuterebbe però il magazzino a rintracciare i prodotti non conformi: il controllo qualità viene effettuato prima di caricare gli articoli nel magazzino e consiste in un controllo visivo (forma, colore, eventuali rotture superficiali, ecc.), vi sono alcune difettosità che tuttavia possono emergere solo quando i materiali vengono impiegati nel processo produttivo, in questo caso sarebbe allora utile poter risalire al lotto di appartenenza di questi articoli in modo da mandarli indietro al fornitore.

A tal fine WhSystem permette di modificare l'anagrafica delle righe ordini: quando la riga viene creata, la voce del lotto è vuota, come in figura 27:

Caratteristiche principali	Caratteristiche avanzate	Dettaglio	Modalità di impegno materiale	Confezionamento	
Identificativo ordine	10	Riferimento HGST	14132		
Identificativo riga ordine	14132	Quantità richiesta	5		
Stato	In attesa	Quantità movimentata	0		
Criteri di selezione prodotto		Criteri di selezione UDC			
Standard	Stato	Stato blocc.	Misure	Standard	Stato
Codice articolo	PRQVA1			Identificativo	
Descrizione articolo	PRQVA1			Identificativo alfanumerico	
Lotto				Tipologia	VASSOIO STANDARD
Fase				Colore	(QUALSIASI)
Tipologia confezioni	(QUALSIASI)			Classe altezza	(QUALSIASI)
Riservato				Senza prodotto (estrai solo UDC vuote)	<input type="checkbox"/>
Stato controllo qualità	(QUALSIASI)			Preferenza scomparti vuoti	<input type="checkbox"/>
Codice cliente				Numero massimo di UDC prenotabili	0
Cliente					
Serial number					

Figura 27-Stato del controllo qualità: qualsiasi

Anche la voce “lotto” della riga ordine sarà vuota come mostra la tabella 26:

Riga	Nr. riga	UDC	Articolo	Descrizione	Lotto	Q.tà	Q.tà mov.	Q.tà pren.	Q.tà in prel.	Stato riga ordine
14132	14132		PROVA1	PROVA1		5	0	0		In attesa

Figura 28-Voce lotto vuota

Al fine di rintracciare le forniture è possibile distinguere le righe ordini etichettando il “lotto” con un codice. Nell’esempio in figura 29 è stato inserito il codice 50:

Figura 29-Modifica del lotto

Questa modifica si ripercuoterà sulla riga ordine che evidenzierà il lotto di appartenenza:

Riga	Nr. riga	UDC	Articolo	Descrizione	Lotto	Q.tà	Q.tà mov.	Q.tà pren.	Q.tà in prel.	Stato riga ordine
14144	14144		PROVA1	PROVA1	50	5	0	0		In attesa

Figura 30-La riga ordine evidenzia il lotto

L’ultima regola di refilling scelta suggerisce al sistema di prenotare UDC vuote qualora non ce ne sia una disponibile in baia, o in fase di prelievo ecc. essa dice sostanzialmente al sistema di cercare, nel caso più sfavorevole in cui tutte le altre preferenze non possano essere soddisfatte, una nuova UDC che può essere stata o meno già suddiviso in scomparti.

Così come per il carico dei prodotti nel magazzino, è possibile impostare una sequenza di regole che il sistema deve seguire per minimizzare i movimenti durante le operazioni di scarico dei materiali necessari in produzione.

Come per le regole di refilling, anche stavolta è possibile accedere all’elenco di regole tramite la pagina che mostra le “Preferenze del Prenotatore”, selezionando stavolta la voce causare di “scarico”.

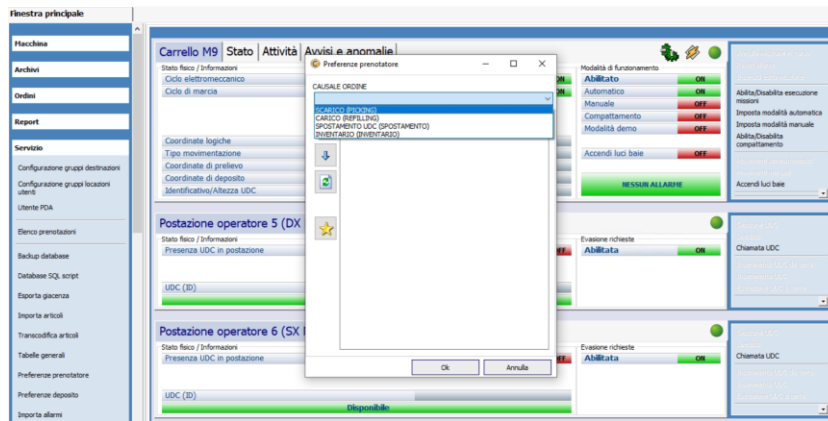


Figura 31-Preferenze Prenotatore per lo scarico

Le preferenze scelte sono state impostate manualmente e sono visibili in figura 32:



Figura 32-Regole di picking

Come per il carico, le regole selezionate si susseguono secondo un ordine di importanza:

1. Data inserimento

Si preferisce l'UDC in cui è presente il prodotto con la data di inserimento meno recente. È possibile stabilire dei giorni di tolleranza nel Prenotatore, che hanno carattere generale, ed è possibile definire delle tolleranze di data (espresse in giorni) per ogni singolo articolo.

Questa regola segue la logica FIFO adottata dall'azienda.

2. Già in destinazione finale

L'obiettivo è quello di minimizzare i movimenti compiuti dal magazzino: il prelievo (e dunque la prenotazione) dell'unità di carico avviene preferendo l'UDC che si trova già nella destinazione finale, dunque in baia.

3. Min. lotto (alfanumerico)

Il sistema preferisce prelevare il prodotto con il numero di lotto più vecchio secondo l'ordine alfanumerico.

4. Già prevista estrazione

Il sistema preferisce un'UDC che è già stata prenotata per completare una o più righe ordini.

5. Già prevista estrazione supporto

Si supponga che un ordine sia composto da due righe ordini, il sistema prenoterà un certo scomparto per evadere l'ordine la prima riga, e, se il vassoio a cui appartiene ne contiene altri vuoti, preferirà predisporre l'inserimento dei materiali relativi alla seconda riga ordine in uno di questi piuttosto che andare a cercarne una nuova UDC.

6. Min. distanza Y da locazione di destinazione

Si preferisce il vassoio nel vano con la Y più vicina a quella della destinazione finale.

7. Min. distanza X da locazione di destinazione

Si preferisce il vassoio nel vano con la X più vicina a quella della destinazione finale.

8. In canale adiacente a già prenotata

Il sistema preferisce l'UDC vicina ad una già prenotata, per limitare i movimenti del traslo. (minimizza movimenti).

9. Quantità esatta (supporto)

Si preleva l'UDC con uno scomparto che contiene la quantità esatta di prodotto richiesta.

10. Quantità esatta

Si preleva l'UDC che contiene la quantità esatta del prodotto richiesto.

11. Minima quantità sufficiente (supporto)

Il sistema preferisce l'UDC con lo scomparto che ha la minor quantità di prodotto che soddisfa la richiesta di picking; immaginando di avere un ordine di 100 pezzi ed un'UDC divisa in 3 scomparti, uno da 120, uno da 110 e uno da 80, secondo la regola, il sistema indicherà di effettuare il picking dallo scomparto con 110 pz.

Viene implementata per minimizzare i movimenti.

12. Minima quantità sufficiente

Si predilige l'UDC con la minor quantità di prodotto che soddisfa la richiesta di picking. Ad esempio, nel caso di un ordine di 100 pezzi, avendo tre UDC una da 120, una da 110 ed una da 80, il sistema preferirà quella da 110 pezzi.

13. Massima quantità insufficiente (supporto)

Si preferisce l'UDC con lo scomparto che ha la minor quantità di prodotto che soddisfa la richiesta di picking. Quindi nel caso di un ordine di 100 pezzi, se ho una UDC divisa in 3 scomparti, uno da 120, uno da 90 ed uno da 80, il sistema indicherà di effettuare il picking dallo scomparto con 80 pezzi. (Predilige lo svuotamento dello scomparto)

14. Massima quantità insufficiente

Il sistema sceglie l'UDC con la maggior quantità del prodotto richiesto, che permette di svuotare un vano. Se ho 3 UDC, una da 120, una da 90 ed una da 80, il sistema preferirà quella da 80 pezzi. (Predilige lo svuotamento dello scomparto)

15. In magazzino automatico

Si preferisce l'UDC presente nel magazzino verticale piuttosto che in quello manuale.

4.8- Simulazione dei movimenti

Una volta che i prodotti sono stati stoccati in magazzino e che sono state determinate le regole di carico e scarico più adatte a minimizzare gli spostamenti compiuti dal traslo si sono simulati i movimenti compiuti durante la prima settimana del mese di Giugno 2019, ovvero quella seguente la data di raggiungimento del picco della giacenza di magazzino.

Dal database aziendale sono stati estratti gli ordini di carico e scarico della settimana in esame.

L'Excel in figura 33 riporta alcune delle righe ordine relative al carico avvenuto nella data del 4 Giugno 2019 scelta per la simulazione:

datalista	riferimento	tipoOrdin	cod_articolo	qta	elaborato	TEMA	MAGAZZINO
20190604	Carico del 20190604	2	ISNRAPT0400112	1.00	1	NRAPT	M9
20190604	Carico del 20190604	2	ISNRAPT040019	15.00	1	NRAPT	M9
20190604	Carico del 20190604	2	ISNRAPT040019-	9.00	1	NRAPT	M9
20190604	Carico del 20190604	2	TBVEGASU1OCNE2	1.00	1	VEGAS	M4SX
20190604	Carico del 20190604	2	TBCOLINJH5TCNE10	36.00	1	COLIN	M9
20190604	Carico del 20190604	2	TBCOLINJH5TCNE12	1.00	1	COLIN	M9
20190604	Carico del 20190604	2	FDNCARLSI501XXX7	6.00	1	NCARL	M9
20190604	Carico del 20190604	2	FDNCARLSI501XXX7-	6.00	1	NCARL	M9
20190604	Carico del 20190604	2	ISBOLDD03NER38	91.00	1	BOLDD	M4DX
20190604	Carico del 20190604	2	FDCOURTHXX01NEA8	60.00	1	COURT	M4DX
20190604	Carico del 20190604	2	FDARIZOSI501XXX0-	4.00	1	ARIZO	M4SX
20190604	Carico del 20190604	2	FDARIZOSI501XXX5	2.00	1	ARIZO	M4SX
20190604	Carico del 20190604	2	FDARIZOSI501XXX7	12.00	1	ARIZO	M4SX
20190604	Carico del 20190604	2	FDARIZOSI501XXX7-	11.00	1	ARIZO	M4SX
20190604	Carico del 20190604	2	TBKENNEUL1ACUO0	6.00	1	KENNE	M9
20190604	Carico del 20190604	2	TBKENNEUL1ACUO2	68.00	1	KENNE	M9
20190604	Carico del 20190604	2	TBLEVANDC4ICU05	1.00	1	LEVAN	M9
20190604	Carico del 20190604	2	TBLEVANDC4ICU08	1.00	1	LEVAN	M9
20190604	Carico del 20190604	2	TBVEGASU1OCNE3	1.00	1	VEGAS	M4SX
20190604	Carico del 20190604	2	TBCOLINJH5TCNE11	1.00	1	COLIN	M9
20190604	Carico del 20190604	2	TBCOLINJH5TCNE7	106.00	1	COLIN	M9
20190604	Carico del 20190604	2	TBCOLINJH5TCNE8	109.00	1	COLIN	M9
20190604	Carico del 20190604	2	ISNRAPT040010-	2.00	1	NRAPT	M9

Figura 33-Ordini di Carico

Si possono notare diverse righe ordini relative al carico dei prodotti nei tre magazzini: la maggior parte di queste devono essere evase nel magazzino M9 avendo maggior dimensione.

Nella figura 34 invece si riportano alcuni ordini di scarico riferite allo stesso giorno:

datalista	riferimento	tipoOrdin	cod_articolo	qta	elaborato	TEMA	MAGAZZINO
20190604	Scarico del 20190604	1	FDBORISJA201FMA09	-1.00	1	BORIS	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEBC902XXX0-	-2.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEBC902XXX7	-5.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEBC902XXX7-	-5.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEBC902XXX8	-7.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEBC902XXX8-	-6.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEBC902XXX9	-5.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEBC902XXX9-	-5.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEMC103XXX6	-7.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEMC103XXX6-	-4.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEMC103XXX7	-10.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEMC103XXX7-	-6.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEMC103XXX8	-10.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCARTEMC103XXX8-	-8.00	1	CARTE	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCOLGYML801XXX9	-1.00	1	COLGY	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDCOURTHXX01BAR8	-2.00	1	COURT	M4DX
20190604	Scarico del 20190604	1	FDLEVANJT701FNE0-	-2.00	1	LEVAN	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDLEVANJT701FNE5	-7.00	1	LEVAN	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDLEVANJT701FNE8	-11.00	1	LEVAN	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDLEVANJT701FNE8-	-5.00	1	LEVAN	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDLEVANJT701FNE9	-7.00	1	LEVAN	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDLEVANJT701FNE9-	-4.00	1	LEVAN	M9
20190604	Scarico del 20190604	1	FDLEVGRSF101XXX12	-1.00	1	LEVGR	M9

Figura 34-Ordini di Scarico

Quando gli ordini sono stati caricati sul software non sono stati raggruppati in funzione del magazzino ove dovevano essere caricati, pertanto la procedura, a differenza dello stoccaggio effettuando in precedenza, ha richiesto una maggiore attenzione: per i prodotti che il sistema già “conosceva” il carico è stato più semplice in quanto, grazie all’associazione dinamica, questo tende a proporre vassoi in cui quegli articoli sono già presenti. Al contrario, per i codici sconosciuti, la logica che viene seguita è quella dettata dalle regole di carico, e ciò comporta la possibilità da parte del sistema di prenotare unità di carico di magazzini in cui una certa categoria merceologica non deve essere presente.

Riga	Nr. riga	UDC	Articolo	Descrizione	Lotto	Q. tà	Q. tà mov.	Q. tà pren.	Q. tà in prel.	Stato riga ordine
22035	1		FDARIZPBD10120010	ARIZONA PA-5+PIA. 4+184+SCH-B1 .	*	1	0	0		In esecuzione
22036	10		FD CARTEB920007-	F. CARTER 5.5+183+SCH-B2 .	*	4	0	0		In esecuzione
22037	100		FDKENNELA102FNE6	F.KENNETH PIU. 5 JR. 4-CAN NERO	*	1	0	0		In esecuzione
22038	101		FDKENNELA103FNE0-	F.KENNETH PI. 5 JR. 4-CAN-AME NERO	*	10	0	0		In esecuzione
22039	102		FDKENNELA103FNE11	F.KENNETH PI. 5 JR. 4-CAN-AME NERO	*	10	0	0		In esecuzione
22040	103		FDKENNELA103FNE12	F.KENNETH PI. 5 JR. 4-CAN-AME NERO	*	5	0	0		In esecuzione
22041	104		FDKENNELA103FNE6	F.KENNETH PI. 5 JR. 4-CAN-AME NERO	*	5	0	0		In esecuzione
22042	105		FDKENNELA103FNE9	F.KENNETH PI. 5 JR. 4-CAN-AME NERO	*	7	0	0		In esecuzione
22043	106		FDKENNELA103FNE9-	F.KENNETH PI. 5 JR. 4-CAN-AME NERO	*	8	0	0		In esecuzione
22044	107		SPATLANO40110	SOTTOP. ATLANTIS CROSTA INTERA	*	15	0	0		In esecuzione
22045	108		SPATLANO40111	SOTTOP. ATLANTIS CROSTA INTERA	*	11	0	0		In esecuzione
22046	109		SPBOLDD040240	SOTTOP. CROSTA INTERA F. BOLD 1 DONNA	*	14	0	0		In esecuzione
22047	11		FD CARTEB920008	F. CARTER 5.5+183+SCH-B2 .	*	3	0	0		In esecuzione

Figura 35-Righe ordini di carico

In figura 35 mostra proprio questa problematica: è possibile notare la presenza di due righe ordini con il contorno blu che presentano articoli aventi i temi ARIZO e BOLD appartenenti alla categoria merceologica MB che deve essere stoccata nel magazzino M4 SX; nello stesso ordine di carico sono presenti le righe contornate con i rettangoli rossi che aventi nel codice forma CARTE, KENNE e ATLAN, ovvero temi che devono essere immagazzinato nell’M9.

Per ovviare a questo inconveniente è stato necessario effettuare l’accesso a ciascun magazzino e non lanciare in esecuzione direttamente l’ordine ma selezionare solamente quelle righe ordine caratterizzate dai temi effettivamente appartenenti al singolo magazzino. A questo punto la procedura è quella che è stata descritta per il carico delle componenti nelle udc.

Per evadere l’ordine di scarico è stato necessario invece aprire tutti e tre i magazzini e lanciarlo in esecuzione. In questo caso ciò che può rallentare la non evadibilità o la parziale evadibilità dell’ordine stesso: questa problematica consiste nell’impossibilità da parte del sistema di soddisfare, in parte o totalmente, il picking di una certa quantità di prodotto per mancanza del prodotto stesso. Questo ostacolo può insorgere per quei prodotti “sconosciuti” quando si effettuano delle simulazioni, tuttavia non dovrebbe verificarsi nella realtà.

Ordine	Nr. ordine	Tipo ordine	Causale ordine	Data creazione	Riferimento	Stato
294	304	Refilling	Carico	23/09/2019 13:13:35		In esecuzione
289	302	Picking	Scarico	03/06/2019	Scarico del 20190603	In esecuzione (non evadibile)
290	303	Refilling	Carico	03/06/2019	Carico del 20190603	In esecuzione

Figura 36-Caso di ordine non evadibile

Accedendo all'area "Controllo evadibilità" il sistema evidenzia quali prodotti richiesti sono assenti in magazzino, ciò è evidente in figura 37:

Ordine (ID) Tipo ordine Nr. ordine Riferimento

289 Picking 302 1 SCARICO DEL 20190603

Righe ordine inevadibili

- > Riga 22037: Articolo: FDKENNELA102FNE6; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22063: Articolo: SPDETRO05018; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 2; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22084: Articolo: SPWIDEX040111; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22085: Articolo: SPWIDEX04017; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 10; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22086: Articolo: SPWIDEX04018; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 8; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22087: Articolo: SPWIDEX04019; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 7; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22089: Articolo: TBCARTEJJ2TCNE10; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 18; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22090: Articolo: TBCARTEJJ2TCNE11; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 9; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22092: Articolo: TBCARTEJJ2TCNE5; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 8; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22093: Articolo: TBCARTEJJ2TCNE7; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 45; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22094: Articolo: TBCARTEJJ2TCNE8; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 48; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22109: Articolo: TBKENNEJJ1TCNE7; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 7; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22110: Articolo: TBKENNEJJ1TCNE9; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 15; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22118: Articolo: TBLEVGRSA1TCUO11; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 3; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22135: Articolo: FDCILLSXX05NAT10; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 4; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22139: Articolo: FDCILLSXX05NAT8; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 6; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22145: Articolo: FDETRORHB101TOR8; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 4; Q.tà prenotabile: 2
- > Riga 22147: Articolo: FDCOLGYMC301XXX11; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22159: Articolo: FDPOSIZWII01FNE6; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22160: Articolo: FDPOSIZWII01FNE8; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22161: Articolo: FDPOSIZWII01FNE8; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22162: Articolo: FDPOSIZWII01FNE9; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22163: Articolo: FDPOSIZWII01FTM11; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22164: Articolo: FDPOSIZWII01FTM9; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 7; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22165: Articolo: FDPOSIZWII01FTM9; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 5; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22168: Articolo: FDWEMBLJL501FNE11; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22169: Articolo: FDCOLGYMC301XXX6; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22170: Articolo: FDWEMBLJL501FNE9; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22171: Articolo: FDWIDEXHXX01BIA11; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 1; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22172: Articolo: FDWIDEXHXX01BIA8; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 8; Q.tà prenotabile: 0
- > Riga 22173: Articolo: FDWIDEXHXX01BIA9; Operatore: resp; Q.tà richiesta: 7; Q.tà prenotabile: 0

Figura 37-Controllo della non evadibilità

A questo punto è bastato selezionare solo le righe ordini evadibili e lanciarle in esecuzione: il sistema ha iniziato a proporre all'operatore di prelevare le quantità necessarie per evadere la riga completamente. Le figure 38, 39 e 40 riportano un esempio di quanto detto.

Attraverso l'apposita area "Preferenze del Prenotatore", quando il sistema preleva un'UDC, è possibile vedere quali sono le righe ordini che il software ha deciso di associarvi affinché i prodotti vengano prelevati da quel vassoio nelle opportune quantità.

ID	Localione	Tipo ordine (ID)	Causale ordine (ID)	Ordine (ID)	Riga ordine (ID)	UDC (ID)	Articolo (ID)	Descrizione	Lotto	Q.tà	Q.tà movim.
446416	Unico M9 - Postazione opera	1		10	291	22936	276	TBCOLINML8ACUO2	T.COLIN 6983 NIC-GY CUOI	3	0
446784	Unico M9 - Postazione opera	1		10	291	23377	276	TBCOLINML8ACUO1	T.COLIN 6983 NIC-GY CUOI	3	0

Figura 38- Elenco delle prenotazioni per l'UDC 276

Questo si traduce nel fatto che l'operatore deve confermare nella finestra principale lo scarico dagli scomparti proposti. Nel caso in questione, si tratta di prelevare 3 tacchi di una certa tipologia da un contenitore e, successivamente, altri tre dal contenitore adiacente (figure 39 e 40):

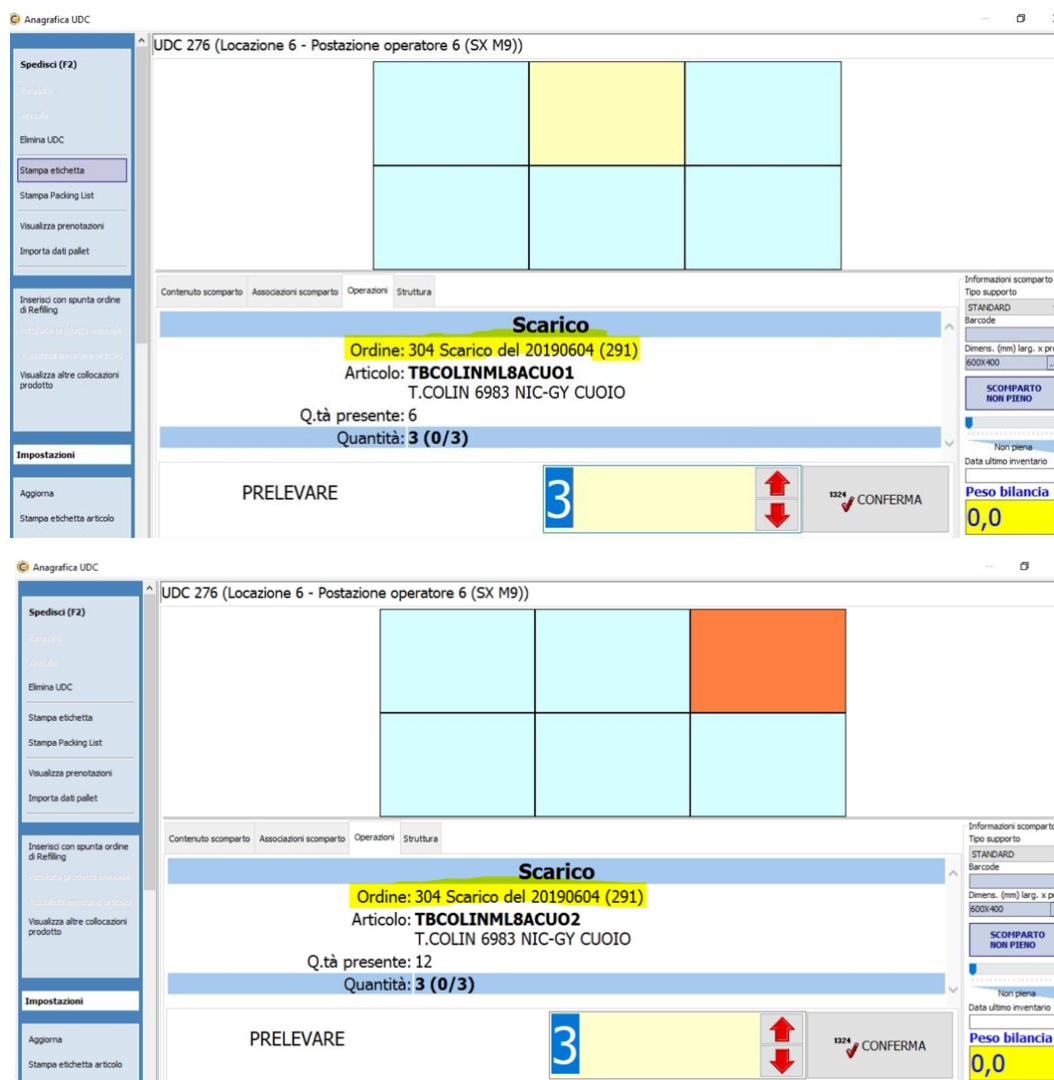


Figure 39, 40- Prelievo dei codici dagli scomparti.

Le regole di refilling 9 e 10, in accordo con la logica FIFO, prediligono lo svuotamento degli scomparti, è piuttosto probabile che uno scomparto si liberi completamente e ciò è visibile dopo l'operazione in quanto quel contenitore del vassoio, da azzurro (o grigio se pieno) quale era, diventa arancione:

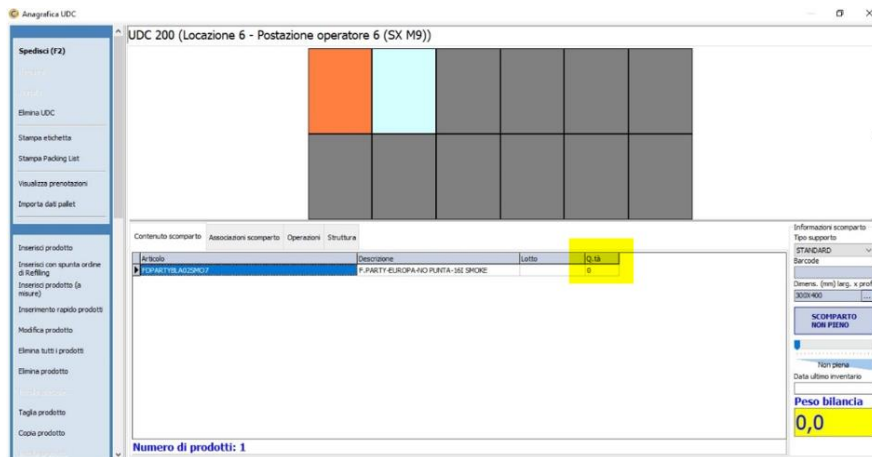


Figura 41-Scomparto vuoto dopo il prelievo

4.9-Analisi dei risultati: confronto tra magazzino manuale e automatizzato

Attraverso la procedura descritta sono stati simulati i movimenti dei tre magazzini nelle cinque giornate lavorative al fine di verificare le prestazioni in termini di tempo del nuovo sistema di immagazzinamento.

Per effettuare lo studio comparato dei tempi dei magazzini automatici con quello attuale sono state compiute le seguenti attività:

1- calcolo dei tempi di picking e refilling per il magazzino Zecchetti considerando diversi contributi, quali:

- tempo per la movimentazione delle UDC (calcolato separatamente per ciascun magazzino in funzione degli ordini evasi durante ognuna delle giornate lavorative)
- tempo per il prelievo/ scarico manuale delle quantità richieste dalle/sulle UDC (calcolato complessivamente sui tre magazzini in funzione della produzione giornaliera)
- tempo per il deposito delle cassette (calcolato complessivamente sui tre magazzini in funzione delle quantità prodotte al giorno)

2- calcolo del tempo totale di picking/refilling del magazzino attuale tenendo conto di:

- tempo per l'accatastamento degli scatoloni sulla base della produzione giornaliera
- tempo per la ricerca dei materiali sulla base della produzione giornaliera (per il picking)
- tempo per la movimentazione delle cassette sulla base della produzione giornaliera

- tempo per il prelievo/scarico delle quantità necessarie

3- confronto dei risultati ottenuti nelle singole giornate

Attività 1-Magazzino automatico: il tempo per la movimentazione delle unità di carico

La demo registra tutti i movimenti che ciascun magazzino ha dovuto compiere per completare ogni ordine. In figura 42 possiamo vedere alcuni esempi dei molteplici spostamenti che il carrello del magazzino M9 ha compiuto simulando quelli della giornata del 4 Giugno 2019:

Loc_prel	Loc_dep	Tipo_miss	Inizio_missioi	Fine_missione	UDC_(ID)	Ordine_(II)	Riga_ordine_(ID)
6;103;1	Postazione operatore 5 (DX M9)	COMPLETA	9:38:16	9:38:20	138	292	23442
Postazione operatore 5 (DX M9)	Carrello M9	CARICO	9:43:36	9:43:38	138	0	23442
Carrello M9	1;70;0	SCARICO	9:43:40	9:43:42	138	0	23442
1;82;1	Postazione operatore 5 (DX M9)	COMPLETA	9:43:43	9:43:46	495	292	23448
Postazione operatore 5 (DX M9)	Carrello M9	CARICO	9:44:19	9:44:22	495	0	23448
Carrello M9	9;100;1	SCARICO	9:44:24	9:44:26	495	0	23448
1;17;1	Postazione operatore 5 (DX M9)	COMPLETA	9:55:21	9:55:24	178	316	25977
Postazione operatore 5 (DX M9)	Carrello M9	CARICO	9:58:22	9:58:25	178	0	25977
Carrello M9	6;189;0	SCARICO	9:58:27	9:58:29	178	0	25977

Figura 42-Movimenti carrello M9 4 Giugno

I movimenti sono stati eseguiti in sequenza: il traslo ha prelevato il vassoio numero 138 nel punto di coordinate 6; 103; 1 e lo ha portato all'operatore, in corrispondenza della baia destra del magazzino, il quale ha inserito le quantità relative al codice contenuto nella riga ordine numero 23441 nello scomparto prenotato dal sistema (l'Id 292 rappresenta infatti un ordine di refilling). Terminata l'operazione di refilling l'UDC è stata caricata sul carrello ed è stata infine scaricata nel punto di deposito di coordinate 1,70,0.

Le successive righe mostrano in maniera analoga l'evasione delle righe ordini numero 23448 e 25977, la prima appartenente ancora all'ordine di carico numero 292 e la seconda al numero 316, anch'esso di refilling. La demo Zecchetti registra anche le date di inizio e fine in cui queste azioni si sono compiute, tuttavia in questa analisi queste ultime non risultano particolarmente utili per la determinazione corretta del tempo totale in quanto la differenza è poco veritiera: le attività registrate come 'Completa', 'Carico' e 'Scarico' sono rappresentative degli spostamenti interni del traslo in corrispondenza dei punti di prelievo/ deposito e della movimentazione dei vassoi sui rulli collegati alla baia e agli scaffali del magazzino per il carico/ scarico su e dal carrello del traslo stesso. Ebbene queste tre fasi hanno complessivamente una tempistica stimata dal fornitore pari a 27 secondi per l'M9, 30 secondi per l'M4 DX e 37 secondi per l'M4 SX.

Per il calcolo del tempo totale di movimentazione dei tre magazzini automatici si è partiti dall'M9, che, contenendo i prodotti ad alto indice di rotazione e in gran numero, ha richiesto un maggior tempo di analisi.

Sono state fatte le seguenti considerazioni: lo spostamento di ciascuna UDC in questo caso richiede 27 secondi, tuttavia non è possibile effettuare il computo del tempo totale semplicemente

moltiplicando il numero di vassoi che sono stati movimentati, ma è necessario controllare attentamente il numero di spostamenti che essi hanno subito sulla base del numero delle righe ordini e del modo in cui queste sono state evase. Ci si può infatti trovare di fronte alla situazione in cui il sistema evade due righe ordini prelevando due volte la stessa UDC compiendo pertanto per due volte le operazioni di ‘completa’, ‘carico’ e ‘scarico’: dopo aver scaricato parte delle quantità richieste, il sistema, preleva e ripone a posto il vassoio nel vano, per poi riprenderlo poco dopo. Se il traslo in questo intervallo di tempo compie altri movimenti, è necessario che nel computo delle UDC movimentate, questa venga contata due volte. Ciò implica che il tempo per lo spostamento di questa sola unità di carico sarà pari a 27*2 secondi.

Si è deciso di associare dunque il tempo standard di 27 secondi ad ogni terna di completa-carico-scarico e non ad ogni UDC, in particolare, come è visibile dalla tabella precedente tale valore è stato inserito accanto alla prima fase in sequenza, ovvero ‘completa’.

Questa considerazione non ha tuttavia permesso di determinare immediatamente il tempo totale, infatti un altro caso delicato da tener presente nella valutazione è quello in cui vengono evase righe ordini differenti sulla stessa unità di carico in maniera sequenziale: detto in parole più semplici quello che accade è che l’operatore si trova a prelevare un certo numero di componenti da uno scomparto (evade quindi una prima riga), per poi prelevare altre quantità di un nuovo codice da un scomparto differente dal primo ma contenuto nello stesso vassoio (completa la riga ordine successiva senza attraverso lo stesso vassoio).

Il sistema registra le tre fasi citate per ciascuna riga ordine, ciò implica che, associando di default 27 secondi a tutte le attività ‘completa’ per ogni riga che viene completata, è piuttosto probabile che si considererebbe un tempo troppo elevato. La figura 44 mostra uno di questi casi: vengono caricate le componenti della riga ordine numero 23449 sull’UDC 227, dopo poco, vengono depositati altri prodotti dalla stessa unità di carico (riga ordine 23459). In questo caso il tempo per lo spostamento deve essere considerato una sola volta poiché il vassoio viene riportato nella sua postazione di deposito solamente dopo aver effettuato il secondo scarico.

5;12;1	Postazione operatore 5 (DX M9)	COMPLETA	4295	2691	0:00:27	9:47:46	9:47:49	227	292	23449
Postazione operatore 5 (DX M9)	Carrello M9	CARICO	4296	2692		9:53:25	9:53:28	227	0	23449
Carrello M9	1;82;1	SCARICO	4297	2693		9:53:29	9:53:32	227	0	23449
1;82;1	Postazione operatore 5 (DX M9)	COMPLETA	4298	2694		9:54:45	9:54:47	227	303	23459
Postazione operatore 5 (DX M9)	Carrello M9	CARICO	4299	2695		9:55:13	9:55:16	227	0	23459
Carrello M9	6;189;1	SCARICO	4300	2696		9:55:17	9:55:20	227	0	23459

Figura 43-Evasione sequenziale di due ordini

Per evitare dunque di sovrastimare il tempo, è stato necessario anzitutto determinare, attraverso una tabella pivot, quante righe ordini risultavano associate a ciascuna UDC: laddove il numero superasse 1 si sono analizzati gli orari di inizio e fine di ciascuna delle tre attività per verificare se le

diverse righe siano state completate consecutivamente, e, in tal caso, il valore del tempo totale è stato depurato del tempo unitario per lo spostamento.

I due casi descritti sono significativi per comprendere che i dati relativi all'inizio e alla fine di ciascuna missione non possono essere usati per stimare il tempo della movimentazione automatizzata, ma sono fondamentali per l'analisi di tutti gli spostamenti che sono si sono verificati in modo tale da non rischiare di sovrastimare o sottostimare il risultato.

MOVIMENTI CARRELLO	
TEMPO TOT PICKING (COMPLETA)	01:14:15
TEMPO TOT REF (COMPLETA)	00:12:36
TEMPO TOTALE MOVIMENTI UDC (P+R)	1:25:03

Figura 44-Tempi movimentazione M9 in data 4 Giugno 2019

I passaggi relativi all'estrazione dei dati dal software, all'inserimento del tempo standard, all'analisi delle date di inizio e fine di ciascuna fase e, infine, al calcolo del tempo totale di movimentazione è stato effettuato in sequenza per ogni magazzino e per ogni giornata della settimana lavorativa considerata.

Attività 1-Il picking nel magazzino automatico: il tempo per il prelievo manuale

Lo studio del picking manuale si è basato sul numero di quantità che sono state scaricate durante la singola giornata: il software dispone di un menù 'archivio' che permette di estrarre un 'elenco dei movimenti' che i prodotti hanno fatto in ingresso/ uscita da ogni vassoio in un intervallo temporale che può essere opportunamente scelto, nel caso in questione è bastato allora filtrare le date in cui le simulazioni sono state svolte.

Sono state fatte molteplici considerazioni per la stima sul tempo necessario per il prelievo manuale dei materiali dagli scomparti: il risultato che è emerso è stato utilizzato anche per il calcolo del tempo totale per il prelievo manuale effettuato nel magazzino manuale. Questa è infatti un'attività che potrebbe essere automatizzata solo attraverso l'uso di robot antropomorfi.

Lo scarico dei materiali non viene effettuato prelevando un codice per volta ma si è visto che l'operatore riesce a prelevare

un piccolo gruppo di 10 prodotti alla volta. Per effettuare quest'azione, si è visto che si impiegano in media 19 secondi. questo dato è il risultato del monitoraggio di una giornata di lavoro: è bastato calcolare una media di un campione estratto dai tempi registrati.

CAMPIONE X TEMPO PICKING
00:00:40
00:00:28
00:00:24
00:00:12
00:00:18
00:00:12
00:00:24
00:00:12
00:00:06
00:00:25
00:00:10
00:00:05
00:00:35
00:00:19

Figura 45-Tempo di prelievo manuale

Dopo aver estratto i movimenti di scarico degli articoli, al fine di calcolare un tempo di prelievo complessivo per ciascuna giornata esaminata, si sono suddivise queste quantità in cluster da 10: ad esempio, se un certo ordine prevede il picking di un numero di prodotti che varia da 11 a 20, l'azione di prelievo si dovrà compiere due volte e con un tempo pari a 19*2 secondi.

La tabella 45 mostra alcuni dei codici scaricati in data 3 Giugno 2019: nelle ultime due colonne a destra si notano il numero di cluster ed il tempo per il prelievo calcolato come appena descritto.

datalista	riferimento	numriga	cod_articolo	qta	TEMA	MAGAZZ	NUM CLUSTE	T PICKING
20190603	Scarico del 201906	179	FDATLATHXX01GHI10	-31,00	ATLAT	M9	4	00:01:16
20190603	Scarico del 201906	556	FDATLATHXX01GHI11	-15,00	ATLAT	M9	2	00:00:38
20190603	Scarico del 201906	3	FDATLATHXX01GHI6	-3,00	ATLAT	M9	1	00:00:19
20190603	Scarico del 201906	336	FDATLATHXX01GHI7	-10,00	ATLAT	M9	1	00:00:19
20190603	Scarico del 201906	180	FDATLATHXX01GHI8	-19,00	ATLAT	M9	2	00:00:38
20190603	Scarico del 201906	337	FDATLATHXX01GHI9	-23,00	ATLAT	M9	3	00:00:57
20190603	Scarico del 201906	338	FDBOLDDHXX01PAE36	-19,00	BOLDD	M4DX	2	00:00:38
20190603	Scarico del 201906	181	FDBOLDDHXX01PAE37	-28,00	BOLDD	M4DX	3	00:00:57
20190603	Scarico del 201906	4	FDBOLDDHXX01PAE38	-31,00	BOLDD	M4DX	4	00:01:16
20190603	Scarico del 201906	182	FDBOLDDHXX01PAE39	-25,00	BOLDD	M4DX	3	00:00:57
20190603	Scarico del 201906	183	FDBOLDDHXX01PAE40	-14,00	BOLDD	M4DX	2	00:00:38
20190603	Scarico del 201906	5	FDBOLDDHXX01PAE41	-4,00	BOLDD	M4DX	1	00:00:19
20190603	Scarico del 201906	372	FDBORISBB701XXX5	-7,00	BORIS	M9	1	00:00:19
20190603	Scarico del 201906	373	FDBORISBB701XXX5-	-9,00	BORIS	M9	1	00:00:19

Figura 46- Tempo di prelievo 3 Giugno

Una volta associato un numero di cluster a ciascun codice è bastato moltiplicarlo per il tempo di prelievo unitario ed effettuare poi una somma per ottenere un tempo complessivo di prelievo per tutti e tre i magazzini.

TEMPO PICK MANUALE UNITARIO	00:00:19
TEMPO TOT PICKING MANUALE	03:35:58

Figura 47- Tempo prelievo totale (M9-M4DX-M4SX) del 3 Giugno

Questi calcoli sono stati svolti per tutte le cinque giornate lavorative simulate.

Attività 1- Magazzino automatico: il tempo per il deposito delle cassette.

L'ultimo contributo considerato nel computo del tempo totale necessario per completare l'attività picking è quello relativo alla movimentazione delle cassette vuote all'interno del magazzino. Nei precedenti capitoli si è descritta la sequenza che l'operatore svolge durante il turno:

- 1- prendere la cassetta delle tomaie contenente il cartellino dotato di codice a barre
- 2- depositare la cassetta nella zona di deposito sul carrello più grande
- 3- sparare il codice a barre al pc per stampare la distinta dei materiali
- 4- prendere una cassetta vuota destinata a contenere le componenti
- 5- effettuare il giro per il prelievo dei materiali con il carrello a piani
- 6- inserire le componenti nella cassetta vuota
- 7- scaricare la cassetta piena nella zona di deposito sotto la cesta delle tomaie

Ogni azione è stata monitorata ed è emerso che per la 1 e la 2 il tempo medio è pari ad 1 minuto. L'attività numero 3 richiede all'incirca 2 minuti, la 4 invece 30 secondi. Il prelievo manuale avviene secondo la logica usata anche per il magazzino automatico. La 5 e la 6 invece sono attività che necessitano di 1 minuto. Il tempo complessivo per queste attività ammonta a quattro minuti e mezzo.

Le operazioni che non saranno necessarie nel magazzino automatico sono certamente:

- prendere la cassetta delle tomaie contenente il cartellino.
- depositare la cassetta nella zona di deposito (su grande carrello)

L'azienda ha infatti previsto che le cassette contenenti le tomaie si troveranno già disposte sulla zona di deposito (grande carrello) pertanto non necessiteranno di essere spostate.

- sparare il codice a barre al pc per stampare la distinta dei materiali

Gli ordini relativi ai cartellini saranno caricati dall'ufficio predisposto sulla demo, pertanto non ci sarà la necessità di stampare la lista dei materiali poiché sarà il sistema stesso, tramite lo schermo del computer a bordo macchina a suggerire le quantità e lo scomparto da cui attingere le componenti

- effettuare il giro per il prelievo dei materiali con il carrello a piani. Sulla base delle regole impostate, il magazzino cercherà autonomamente gli articoli.

Tutto ciò comporta una riduzione delle tempistiche ad un minuto e mezzo, pari alla somma dei 30 secondi necessari per prelevare la cassetta vuota in cui inserire i prodotti ed al minuto per il suo deposito sotto la cassetta delle tomaie una volta che è stata riempita.

Il tempo totale per la movimentazione delle cassette è stato dunque calcolato tramite il prodotto tra il numero di cassette movimentate durante la giornata lavorativa ed il tempo unitario di spostamento.

Per il calcolo del numero delle cassette è bastato contare il numero totale di fondi che sono stati scaricati durante una giornata, infatti tale valore rappresenta il numero di paia di scarpe prodotte: ogni scarpa necessita di un fondo per essere realizzata, lo stesso ragionamento non si sarebbe dunque potuto fare per i tacchi o per gli inserti.

Ogni cassetta può contenere in media 10 paia di scarpe, ovvero 10 paia di fondi, 10 paia di tacchi se necessari, 10 paia di sottopiedi ecc. Pertanto, è stato semplice determinare il numero di cassette della giornata dividendo il totale dei fondi per 10. La tabella 47 chiarisce quanto descritto: si nota che il 3 Giugno la quantità totale di prodotti scaricata è pari a 3518, il numero di fondi è 1080 ed il numero di cassette movimentate è dunque 108.

TOT Q.TA SCARICATE	3518,00
FONDI SCARICATI (=NUM PAIA)	1080,00
NUMERO CASSETTE	108
TEMPO DEPOSITO CASSETTE	00:01:30
TEMPO TOTALE DEPOSITO CASSETTE	02:42:00

Figura 48- Tempo deposito cassette 3 Giugno 2019

3-Il magazzino attuale: il tempo di picking complessivo

Nel magazzino attualmente in uso il tempo per il picking deve essere calcolato includendo più contributi rispetto al caso precedente.

Una delle principali fonti di inefficienza riguarda l'accatastamento degli scatoloni: a causa della poca disponibilità di spazio alcuni scatoloni contenenti materie prime vengono stoccati a catasta: per poter prelevare il materiale, è talvolta necessario spostarli, effettuare il picking, e, infine, riporre gli scatoloni nuovamente a catasta nella scaffalatura. Il tempo medio legato a questa attività è stato misurato in una giornata lavorativa ed ammonta a circa 50 minuti (10.4% del tempo osservato).

Un'altra criticità è legata al fatto che spesso i materiali ricercati non sono presenti nella solita locazione, pertanto si ha un'ulteriore perdita di tempo che ammonta a circa 20 minuti (4.2% dell'osservazione).

Il tempo per il prelievo delle cassette, ammonta stavolta a minuti e 30 secondi a cassetta.

Il tempo per il prelievo manuale invece risulta essere lo stesso a quello determinato per il magazzino automatico.

MAGAZZINO ATTUALE	
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	00:50:00
T_RICERCA MATERIALI	00:20:00
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:04:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTA	08:06:00
TEMPO PICK MANUALE UNITARIO	00:00:19
TEMPO TOT PICKING MANUALE	03:35:58
TEMPO TOTALE SCARICO MANUALE	12:51:58

Figura 49-Tempo picking manuale 3 Giugno

3-Analisi comparata dei magazzini

Ottenuti i tempi di picking relativi alla prima settimana di giugno è stato possibile confrontare le performance dei magazzini automatici con quello manuale attualmente utilizzato.

Le seguenti tabelle mostrano le stime dei tempi dei magazzini manuale ed automatizzato per la giornata del 3 Giugno 2019:

3 GIUGNO 2019	
TOT QUANTITA' SCARICATE	3518,00
FONDI SCARICATI (=NUM PAIA)	1080,00
NUMERO CASSETTE	108

MAGAZZINO ATTUALE	
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	00:50:00
T_RICERCA MATERIALI	00:20:00
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:04:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTA	08:06:00
TEMPO PICK MANUALE UNITARIO	00:00:19
TEMPO TOT PICKING MANUALE	03:35:58
TEMPO TOTALE SCARICO MANUALE	12:51:58

MAGAZZINO AUTOMATICO	
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	00:00:00
T_RICERCA MATERIALI	00:00:00
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M9	01:44:48
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4-DX	00:18:06
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4SX	00:40:11
TEMPO MOVIMENTAZIONE COMPLESSIVO	02:43:05
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:01:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTA	02:42:00
TEMPO PICKING AUTOMATICO	03:35:58
TOTALE SCARICO AUTOMATICO	09:01:03

I risultati mostrano un significativo decremento dei tempi: quelli per l'accatastamento degli scatoloni e la ricerca dei materiali si azzerano, quello per la movimentazione della cassetta, in un primo vuota, e poi piena, diminuisce in modo radicale.

ATTIVITA'	RIDUZIONE %
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	100,00%
T_RICERCA MATERIALI	100,00%
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTA	66,44%
TEMPO TOTALE PICKING	29,91%

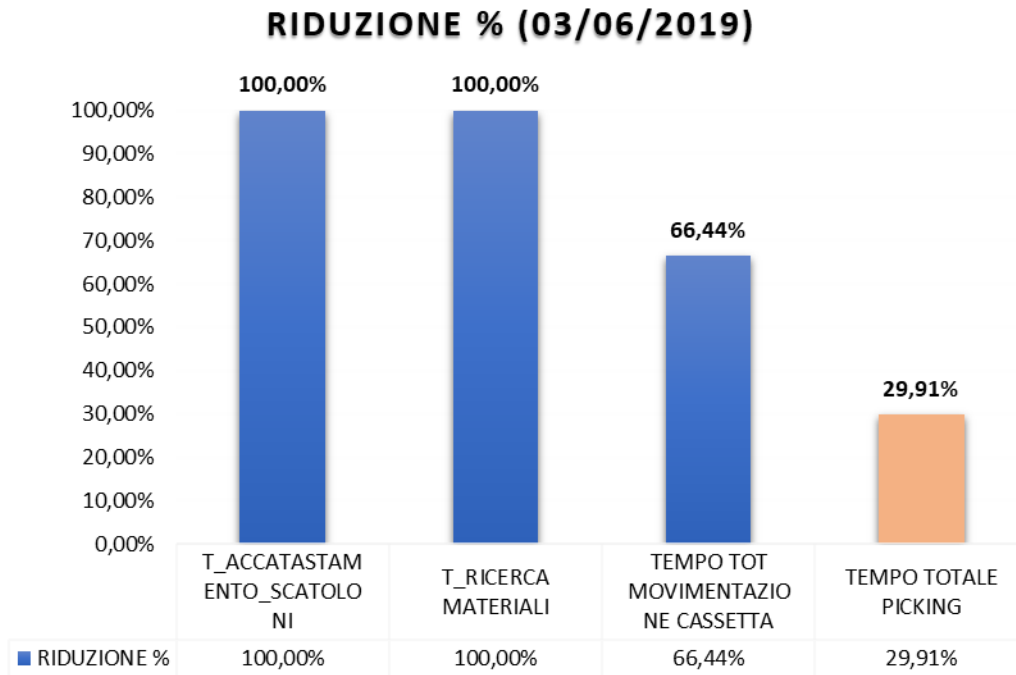


Figura 50- Miglioramento tempi attività-3 Giugno

Le seguenti tabelle mostrano le stime dei tempi dei magazzini manuale ed automatizzato per la giornata del 4 Giugno 2019:

4 GIUGNO 2019	
TOT QUANTITA' SCARICATE	2667
FONDI SCARICATI (=NUM PAIA)	895
NUMERO CASSETTE	90

MAGAZZINO ATTUALE	
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	00:50:00
T_RICERCA MATERIALI	00:20:00
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:04:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE	06:42:45

TEMPO PICK MANUALE UNITARIO	00:00:19
TEMPO TOT PICKING MANUALE	03:03:40
TEMPO TOTALE SCARICO MANUALE	10:56:25

MAGAZZINO AUTOMATICO	
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	00:00:00
T_RICERCA MATERIALI	00:00:00
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M9	01:26:51
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4-DX	00:15:00
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4SX	00:33:18
TEMPO MOVIMENTAZIONE COMPLESSIVO	02:15:09
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:01:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTA	02:14:15
TEMPO TOT PICKING AUTO	3:03:40
TEMPO TOT SCARICO AUTOMATIZZATO	07:33:04

ATTIVITA'	RIDUZIONE %
ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	100,00%
RICERCA MATERIALI	100,00%
MOVIMENTAZIONE CASSETTA	66,44%
TEMPO TOTALE PICKING	30,98%

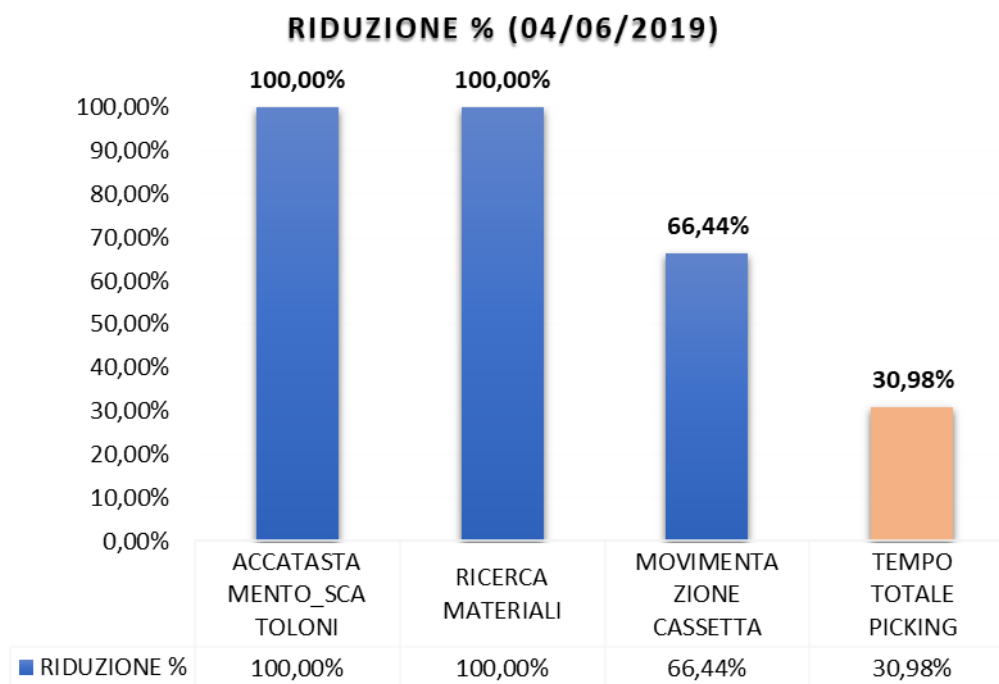


Figura 51- Miglioramento tempi attività-4 Giugno

Le seguenti tabelle mostrano le stime dei tempi dei magazzini manuale ed automatizzato per la giornata del 5 Giugno 2019:

5 GIUGNO 2019	
QUANTITA' SCARICATE	2173,00
FONDI SCARICATI (=NUM PAIA)	812,00
NUMERO CASSETTE	81,20

MAGAZZINO ATTUALE	
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	00:50:00
T_RICERCA MATERIALI	00:20:00
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:04:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTE	06:05:24
TEMPO PICK MANUALE UNITARIO	00:00:19
TEMPO TOT PICKING MANUALE	02:48:28

TEMPO TOTALE SCARICO MANUALE	10:03:52
------------------------------	----------

MAGAZZINO AUTOMATICO	
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	00:00:00
T_RICERCA MATERIALI	00:00:00
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M9	01:18:48
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4-DX	00:13:37
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4SX	00:30:13
TEMPO MOVIMENTAZIONE COMPLESSIVO	02:02:37
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:01:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTA	02:01:48
TEMPO PICKING AUTOMATICO	02:48:28
TOTALE SCARICO AUTOMATICO	06:52:53

ATTIVITA'	RIDUZIONE %
ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	100,00%
RICERCA MATERIALI	100,00%
MOVIMENTAZIONE CASSETTA	66,44%
TEMPO TOTALE PICKING	31,63%

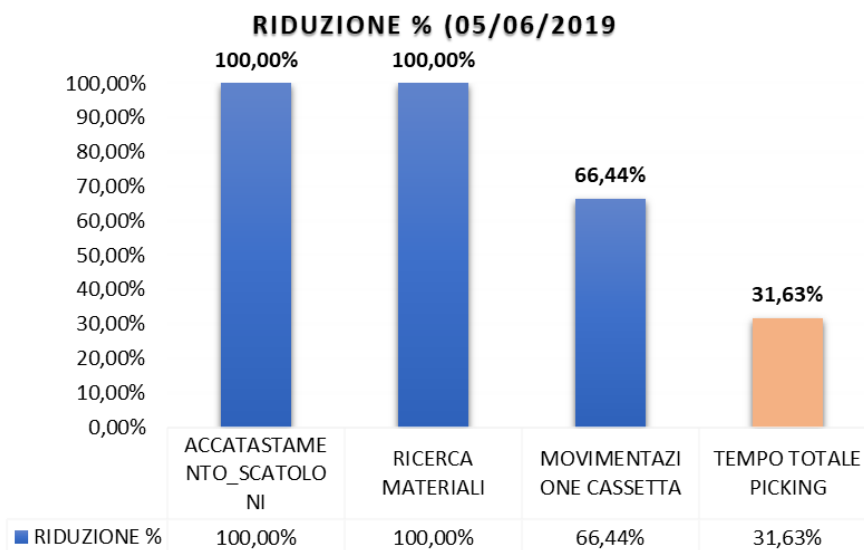


Figura 52- Miglioramento tempi attività-5 Giugno

Le seguenti tabelle mostrano le stime dei tempi dei magazzini manuale ed automatizzato per la giornata del 6 Giugno 2019:

6 GIUGNO 2019	
QUNATITA' SCARICATE	-2787,00
FONDI SCARICATI (=NUM PAIA)	943,00
NUMERO CASSETTE	94

MAGAZZINO ATTUALE	
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	00:50:00
T_RICERCA MATERIALI	00:20:00
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:04:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE	07:04:21
TEMPO PICK MANUALE UNITARIO	00:00:19
TEMPO TOT PICKING MANUALE	03:22:21
TEMPO TOTALE SCARICO MANUALE	11:36:42

MAGAZZINO AUTOMATICO	
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	00:00:00
T_RICERCA MATERIALI	00:00:00
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M9	01:31:30
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4-DX	00:15:48
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4SX	00:35:05
TEMPO MOVIMENTAZIONE COMPLESSIVO	02:22:24
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:01:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTA	02:21:27
TEMPO PICKING AUTOMATICO	03:22:21
TOTALE SCARICO AUTOMATICO	08:06:12

ATTIVITA'	RIDUZIONE %
ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	100,00%
RICERCA MATERIALI	100,00%
MOVIMENTAZIONE CASSETTA	66,44%
TEMPO TOTALE PICKING	30,21%

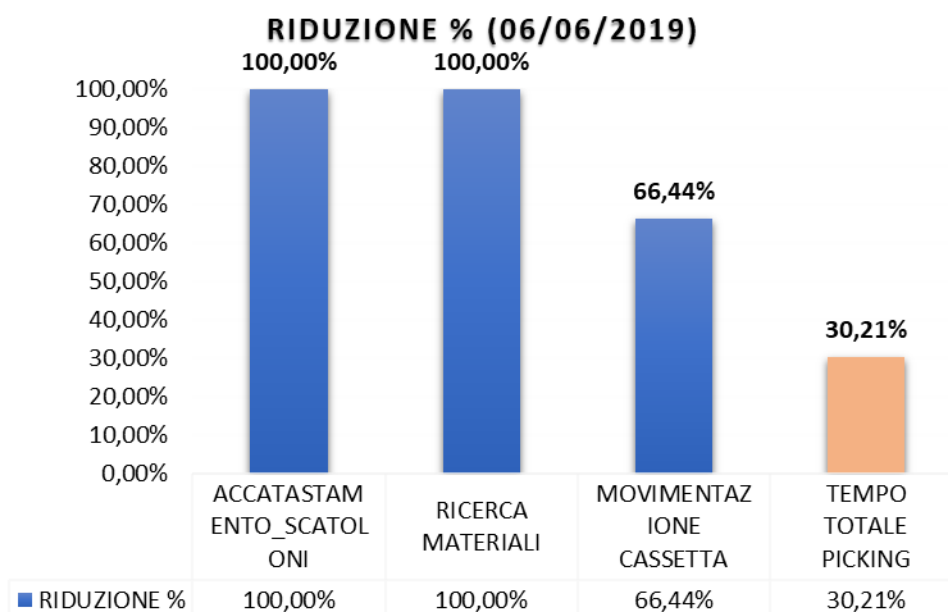


Figura 5- Miglioramento tempi attività-6 Giugno

Le seguenti tabelle mostrano le stime dei tempi dei magazzini manuale ed automatizzato per la giornata del 7 Giugno 2019:

7 GIUGNO 2019	
QTA SCARICATE	-2020,00
FONDI SCARICATI (=NUM PAIA)	748,00
NUMERO CASSETTE	75

MAGAZZINO ATTUALE	
T_ACCATAMENTO_SCATOLONI	00:50:00
T_RICERCA MATERIALI	00:20:00
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:04:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE	05:36:36
TEMPO PICK MANUALE UNITARIO	00:00:19
TEMPO TOT PICKING MANUALE	01:13:28
TEMPO TOTALE SCARICO MANUALE	08:00:04

MAGAZZINO AUTOMATICO	
T_ACCATAMENTO_SCATOLONI	00:00:00

T_RICERCA MATERIALI	00:00:00
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M9	01:12:35
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4-DX	00:12:32
TEMPO TOTALE MOVIMENTAZIONE PICKING M4SX	00:27:50
TEMPO MOVIMENTAZIONE COMPLESSIVO	01:52:57
TEMPO MOVIMENTAZIONE PER CASSETTA	00:01:30
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTA	01:52:12
TEMPO PICKING AUTOMATICO	01:13:28
TOTALE SCARICO AUTOMATICO	04:58:37

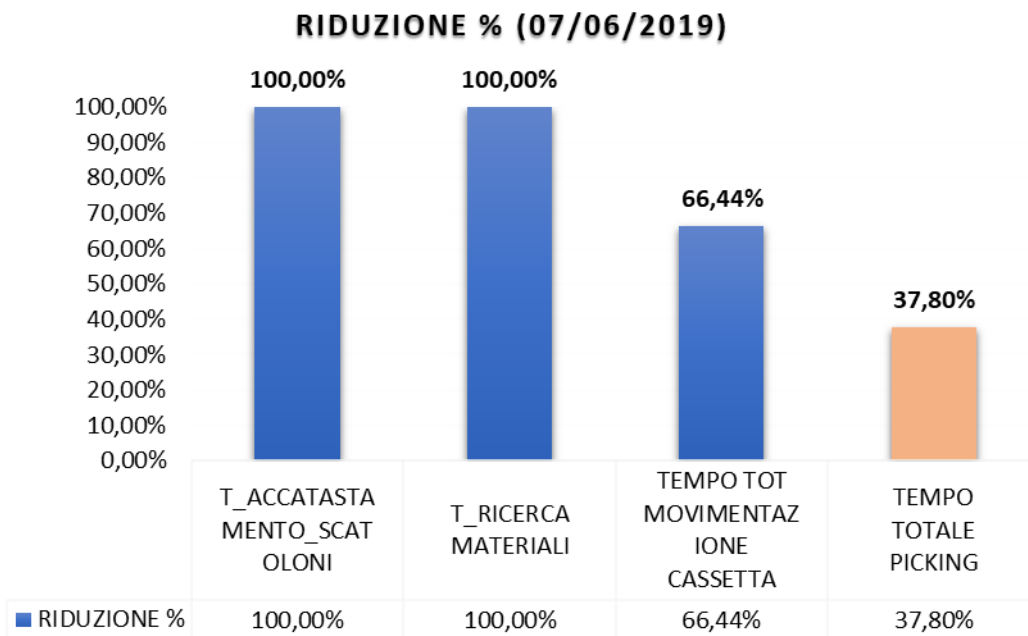


Figura 53 Miglioramento tempi attività-7 Giugno

I dati relativi ai tempi giornalieri per le operazioni di accatastamento degli scatoloni, ricerca dei materiali, movimentazione delle cassette, e prelievo manuale sono stati sommati per ottenere il numero di ore complessive che esse hanno richiesto sia con l'attuale gestione che con quella futura:

	MAGAZZINO MANUALE ATTUALE	MAGAZZINO AUTOMATICO (M9 + M4DX+M4SX)
T_ACCATASTAMENTO_SCATOLONI	4,17	0,00
T_RICERCA MATERIALI	1,67	0,00
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE CASSETTA	33,59	11,25
TEMPO TOT PRELIEVO MANUALE	14,07	14,07
TEMPO TOT MOVIMENTAZIONE UDC	0	11,25
TEMPO TOTALE SCARICO	53,48	36,57

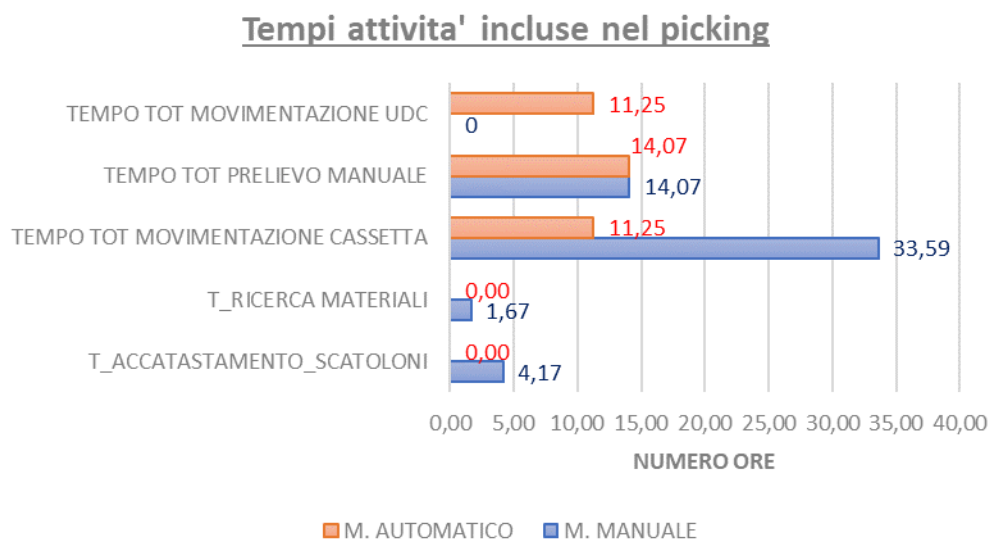


Figura 54- Tempi attività incluse nel picking

Conclusioni

L'analisi svolta ha dimostrato che l'investimento che l'azienda ha effettuato è più che vantaggioso.

I tre magazzini migliorano la condizione ergonomica degli operatori, e le attività non a valore aggiunto vengono a ridursi: l'accatastamento delle ceste e la ricerca dei materiali all'interno del magazzino vengono eliminate completamente mentre lo spostamento delle cassette subisce una drastica riduzione.

Con l'attuale gestione per affrontare un carico di lavoro come quello della prima settimana di Giugno 2019 sono necessari tre operatori: considerando infatti un monte ore settimanale circa pari a 54, ovvero a quello complessivamente stimato nei cinque giorni di riferimento in cui si è raggiunto il picco di lavoro, risultano necessarie tre risorse per sostenere un carico di 11 ore al giorno per il picking. In questo modo ogni operatore, durante il proprio turno deve dedicare all'attività di picking circa 4 ore. Tale risultato è coerente con i dati che si sono registrati mediante il monitoraggio che è stato effettuato durante una giornata lavorativa in magazzino seguendo e cronometrando tutte le operazioni di scarico componenti, ricerca dei materiali, spostamento dei cartoni, scaffalatura, ecc. infatti secondo quanto emerso, il singolo operatore impiega fino a quattro ore per completare tutte queste attività.

Simulando i movimenti di scarico dei tre magazzini automatici si evidenzia che il numero di ore necessarie per supportare lo stesso carico di lavoro ammonta all'incirca a 37. Questo risultato implica che ciascun operatore, deve impegnarsi nelle attività di picking per poco più di due ore al giorno potendo, dedicando il tempo restante ad altre mansioni.

Per un miglioramento continuo delle prestazioni del nuovo sistema di immagazzinamento l'azienda dovrebbe:

1. monitorare le UDC a lenta rotazione. In questo modo i codici che diventano obsoleti potranno essere sostituiti con quelli nuovi. Si potrebbe predisporre eventualmente lo stoccaggio di piccole quantità al di fuori dei magazzini automatici al fine di poter soddisfare i clienti che richiedono paia su misura.
2. Implementare più configurazioni delle regole di picking e refilling. Quelle che sono state scelte risultano valide in quanto sono state selezionate per il refilling sulla base della minimizzazione dei movimenti del magazzino, mentre per il picking con l'obiettivo precedente con l'efficientamento della logica FIFO.

Alla mia Famiglia

*“Quante volte ho ripetuto basta,
chi me lo fa fare,
ma poi pensando a voi non riuscivo a mollare”*

Bibliografia

- ✓ <https://www.make-consulting.it/industria-4-0-tecnologie-abilitanti/>
- ✓ <https://www.focusindustria40.com/cybersecurity/>
- ✓ Vertical Lift Modules for small items order picking: an economic evaluation. Author links open overlay panelMartinaCalzavara^aFabioSgarbossa^{ab}AlessandroPersona^a
- ✓ “A throughput model for a dual-tray Vertical Lift Module with a human order-picker”. Goran Dukic a,n , Tihomir Opetuk a , Tone Lerher b
- ✓ Vertical Lift Modules for small items order picking: an economic evaluation Martina Calzavara^{a,*} , Fabio Sgarbossa^{a,b} , Alessandro Persona^a
- ✓ B. Rosi, L. Grasic, G. Dukic, T. Opetuk, T. Lerher. Simulation-based performance analysis of automated single- tray vertical lift module.
- ✓ M.J. Rosenblatt, Y. Roll. Warehouse design with storage policy considerations.
- ✓ Chopra S., Meindl P.:Supply chain management, Pearson Prentice Hall
- ✓ M. P. Groover, Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing, Prentice Hall, 2001.