

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale – Classe LM-31  
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



Tesi di Laurea di II livello

I SISTEMI MES E LA LORO APPLICAZIONE PRESSO UN'AZIENDA DI  
LAVORAZIONI MECCANICHE

Relatore:  
Prof.ssa Giulia Bruno

Candidato:  
Giacomo Sappino

Anno Accademico 2021-2022

# Sommario

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INDUSTRIA 4.0 .....</b>	<b>4</b>
1.1 INTRODUZIONE .....	4
1.2 INTEGRAZIONE VERTICALE/ORIZZONTALE .....	5
1.2.2 INTEGRAZIONE VERTICALE .....	7
1.2.3 BARRIERE ALL'IMPLEMENTAZIONE DELL'INTEGRAZIONE ORIZZONTALE/VERTICALE ...	8
1.3 INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS .....	9
1.3.1 INTERNET OF THINGS .....	9
1.3.2 INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS .....	9
1.4 CLOUD .....	12
1.4.1 CLASSIFICAZIONE DEL CLOUD COMPUTING .....	12
1.4.2 BENEFICI DEL CLOUD COMPUTING .....	13
1.5 BIG DATA AND ANALYTICS .....	14
1.5.1 DEFINIZIONI DI "BIG DATA" .....	14
1.4.2 LE "V" DEI BIG DATA .....	15
1.4.2 BIG DATA ANALYTICS .....	16
<b>2. I SISTEMI MES .....</b>	<b>18</b>
2.1 ORIGINE E UTILIZZO DEI SISTEMI MES .....	18
2.2 CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI MES .....	23
2.3 LE VISIONI RIGUARDO AI SISTEMI MES E IL LORO LEGAME CON L'INDUSTRIA 4.0 .....	24
2.3 SVILUPPI FUTURI DEI SISTEMI MES .....	26
2.4 SITUAZIONE IN ITALIA RIGUARDO ALL'ADOZIONE DEI SISTEMI MES .....	29
<b>3 L'AZIENDA .....</b>	<b>31</b>
3.1 DESCRIZIONE .....	31
3.2 ORGANIZZAZIONE .....	33
3.3 CICLO PRODUTTIVO .....	35
3.4 I SOFTWARE IN USO .....	37
3.4.1 WORKPLAN .....	37
3.4.2 OVERONE .....	44
3.4.3 L'ARCHITETTURA DEL SISTEMA INFORMATICO DELL'AZIENDA .....	52

<b>4. DESCRIZIONE DI UN CICLO E DELL'INTERFACCIA UTENTE DEI TABLET</b>	<b>55</b>
4.1 OPERAZIONI EFFETTUATE DAL TABLET DIRETTAMENTE LEGATE AL CICLO PRODUTTIVO .	55
4.2 I COMANDI ACCESSORI ALLA PRODUZIONE PRESENTI SUI TABLET A BORDO MACCHINA	64
4.3 LE ALTRE TIPOLOGIE DI TABLET: OPERAZIONI MANUALI E MAGAZZINO	70
<b>5. OPEN PROBLEMS E SVILUPPI FUTURI</b>	<b>72</b>
5.1 PROBLEMI RISCONTRATI E LE MODIFICHE APPORTATE	72
5.2 PROBLEMI RISCONTRATI E SUGGERIMENTI PER UNA SOLUZIONE FUTURA	75
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA</b>	<b>84</b>

## **ABSTRACT**

I MES sono software che permettono alla gestione della produzione di un'azienda di diventare più informata, puntuale, precisa e in tempo reale. Attraverso lo sviluppo dell'Industria 4.0 si stanno sempre più trovando tecniche e tecnologie per implementare questi software nell'architettura dei sistemi delle aziende. Si analizza, inoltre, come un MES è applicato in un'azienda di lavorazioni metalmeccaniche per la produzione di parti per organi di trasmissione, come interagisce con gli altri software e quali benefici porta.

# 1. INDUSTRIA 4.0

## 1.1 INTRODUZIONE

L'Industria 4.0 è il nuovo stadio dell'organizzazione e del controllo della catena del valore industriale attraverso l'integrazione di nuove tecnologie nell'automazione industriale al fine di aumentare la produttività, la velocità, la qualità e la flessibilità degli impianti produttivi. Sfruttando i sistemi integrati, ovvero software progettati per operare in una piattaforma hardware creata ad hoc per raggiungere un determinato scopo, e assegnando un indirizzo Internet per connettersi e per essere identificati attraverso il cosiddetto "Internet of Things", si ottiene una struttura dove tutto è connesso, generando così nuovi modi di produrre e permettendo l'ottimizzazione in tempo reale; per alcuni studiosi un'altra conseguenza sarebbe, inoltre, il miglioramento delle condizioni di lavoro.

Il nome deriva da un progetto tedesco risalente al 2011 e implementato nel 2013 a cui poi è seguita un'iniziativa dell'Unione Europea denominata per l'appunto "INDUSTRIA 4.0".

Il nome riprende il fatto che si tratta della "Quarta Rivoluzione Industriale":

- 1) Prima Rivoluzione Industriale (XVIII-XIX secolo):** Utilizzo di macchine a energia meccanica (vapore, idraulica). Iniziata nel Regno Unito, viene sfruttata l'invenzione del motore a vapore, sia nell'agricoltura che nel manifatturiero. Si dà così il via al fenomeno denominato "Industrializzazione", ovvero il processo secondo cui una società passa dal vivere nelle campagne, quindi prettamente di agricoltura, all'abitare nelle città per lavorare nelle fabbriche.
- 2) Seconda Rivoluzione Industriale (Seconda metà XIX secolo-1914):** Introduzione dell'energia elettrica, dei prodotti chimici e del petrolio, che sostituisce il carbone. Si inizia ad utilizzare l'acciaio. Le comunicazioni diventano rapide grazie al telegrafo ed alla radio. Cominciano le produzioni di massa e l'uso della catena di montaggio.
- 3) Terza Rivoluzione Industriale (Primi anni '70):** Utilizzo dell'elettronica e dell'IT per automatizzare la produzione. Si iniziano ad impiegare robot e computer. Il principale

settore dell'economia diventa il terziario (trasporti, telecomunicazioni, informatica, ecc.) e in questo periodo inizia il fenomeno della globalizzazione.

**4) Quarta Rivoluzione Industriale (Oggi):** Interconnessione tra sistemi fisici e digitali analisi e complesse attraverso Big Data. Le macchine diventano interconnesse tra loro e collegate a internet.

Questa rivoluzione industriale è resa possibile dallo sviluppo e alla conseguente possibilità di impiego di alcune tecnologie, dette "tecnologie abilitanti", all'interno degli ambienti produttivi:

- Advanced Manufacturing Solutions: robot collaborativi interconnessi e rapidamente programmabili.
- Additive Manufacturing: stampanti 3D connesse a software di sviluppo digitali.
- Realtà Aumentata a supporto dei processi produttivi.
- Simulazioni: utilizzo di software di simulazione che impiegano i dati raccolti dalle macchine e dai vari sensori per ottimizzare i processi.
- Integrazione Verticale/Orizzontale: scambio di informazioni all'interno dell'azienda e lungo l'intera Supply Chain.
- Industrial Internet of Things: strumenti, sensori e altri dispositivi interconnessi tra loro attraverso computer in modo tale che ad ogni oggetto fisico corrisponda un rispettivo elemento nel mondo digitale.
- Cloud: servizi di archiviazione, elaborazione o trasmissione dati forniti da aziende esterne attraverso la rete internet.
- Cyber Security
- Big Data and Analytics: analisi di una vasta quantità di dati per ottimizzare i prodotti ed i processi produttivi.

## 1.2 INTEGRAZIONE VERTICALE/ORIZZONTALE

Per integrazione orizzontale si intende l'integrazione dei processi produttivi, mentre per integrazione verticale si intende l'integrazione delle varie aree di un'azienda (contabilità, acquisti, vendite, progettazione, ecc.). [1] [2] [3] [4] [5]

### **1.2.1 INTEGRAZIONE ORIZZONTALE**

L'integrazione orizzontale prevede che tutte le macchine di una linea o impianto siano interconnesse tra loro tramite sistemi cyber-fisici aziendali: ognuna deve costituire un singolo oggetto con proprietà ben definite all'interno della rete di produzione.

In questo modo ogni per ogni entità si può verificare lo stato, in modo da migliorare l'efficienza, sia locale che globale dell'intero sistema, riducendo tempi morti e tempi di fermo.

Grazie alla comunicazione costante e in tempo reale dei dati è anche possibile intervenire non solo quando si verifica un problema, ma anche in anticipo grazie alla manutenzione predittiva.

L'obiettivo finale è che la linea risponda in maniera dinamica allo stato di ogni macchina per migliorare l'efficienza; di conseguenza connettere l'intero sistema alla stessa rete permette di controllarne lo stato (per esempio i livelli di inventario, i ritardi previsti, ecc.), così si può effettuare la pianificazione tenendo conto della produzione nella sua interezza e si permette di ottenere un'ottimizzazione globale. Così facendo, se si hanno più impianti, la loro gestione diventa semplicemente come quella di un insieme di linee produttive, in modo tale per cui diventa possibile spostare le produzioni sui vari stabilimenti per rispondere velocemente ed efficacemente ai problemi che possono intercorrere.

Infine, vi è un altro modo di intendere l'integrazione verticale e cioè quello di una interconnessione, di una comunicazione tra vari livelli dell'intera *Supply Chain*: si aggiungono all'analisi dell'impresa precedentemente descritta anche l'approvvigionamento delle materie prime (integrazione a monte della produzione), la logistica dei prodotti finiti (integrazione a valle della produzione) e i fornitori di servizi.

Così facendo il beneficio più evidente è che anche chi si trova a monte della catena di approvvigionamento può avere accesso ad informazioni riguardanti i livelli di domanda del consumatore finale, facendo sì che ogni attore della Supply Chain possa definire il proprio livello di scorte e di produzione in ragione del reale consumo e quindi possa evitare di trovarsi ad avere un inventario troppo basso o troppo alto oppure picchi o crolli di

produzione: in sostanza non solo si riduce il fenomeno del “*Bullwhip Effect*”, ma si tende a cercare di raggiungere un livello di efficienza dell’intero sistema impossibile da ottenere senza lo scambio di informazioni. Inoltre, la condivisione di quest’ultime tra le imprese permette di suddividere tra di esse il rischio di eventuali “*disruption*” ovvero di cambiamenti repentini nel mercato che portano a necessità o desideri diversi in esso e nei consumatori.

### **1.2.2 INTEGRAZIONE VERTICALE**

L’integrazione verticale di un’azienda prevede che tutte le sue parti siano messe in connessione tra loro; quindi, non vi è un semplice scambio di informazioni solamente tra ciò che costituisce il reparto produttivo, ma esse fluiscono liberamente e in modo trasparente per tutti i vari livelli e reparti in modo le decisioni strategiche e tattiche siano prese in base ai dati raccolti.

In questo modo risultano in comunicazione tra loro la produzione, la logistica, l’ufficio acquisti e quello vendite, il controllo qualità, l’amministrazione in generale, il reparto IT, il marketing e la Ricerca e Sviluppo.

Questo si ottiene creando un’infrastruttura software che permetta lo scambio di dati tra i vari programmi utilizzati dall’azienda. Per esempio, si può prevedere di sfruttare un software ERP (*Enterprise Resource Planning*) in grado di gestire tutto, dalla contabilità alla produzione, passando per il magazzino; poi si può aggiungere un software MES (*Manufacturing Execution System*) che mette in comunicazione l’ERP con i vari macchinari del reparto produzione. Per di più, in base alle esigenze di un’azienda, si possono aggiungere vari software specifici per gestire un particolare aspetto o una specifica esigenza: ecco che entrano in gioco programmi sviluppati appositamente per la pianificazione della produzione o per la Gestione dei Progetti, verticali da integrare nell’ERP per rispondere a esigenze di settore (per esempio un verticale per i noleggiatori di automezzi o altro, per i macellai, per i produttori di birra, per gli imbottiglieri di acque minerali o altre bevande: oggigiorno le opzioni presenti sul mercato per programmi di questo tipo sono innumerevoli), software per la gestione puramente finanziaria (per esempio se si devono gestire molte banche) o altri di Business Intelligence che servono per analizzare i dati raccolti dagli altri programmi.



Possedere un insieme di software che svolge svariati compiti è sicuramente un vantaggio per un'azienda, ma è mettendoli in comunicazione tra loro che si raggiunge l'integrazione verticale e quindi la capacità di avere a disposizione una quantità di dati che permette di prendere decisioni basate su fatti definiti concretamente e di avere una gestione aziendale più fluida e efficace e, soprattutto, più coordinata.

L'obiettivo è quindi quello, oltre che della semplificazione dei passaggi tra i vari reparti dell'azienda e di raccolta dati, di essere più competitivi grazie alla maggiorata capacità di reazione alle mutazioni del mercato.

### **1.2.3 BARRIERE ALL'IMPLEMENTAZIONE DELL'INTEGRAZIONE ORIZZONTALE/VERTICALE**

Il primo problema da affrontare se si vuole ottenere un'azienda integrata tramite l'Industria 4.0 e la presenza di macchinari o software di produttori diversi che, quindi, utilizzano protocolli di comunicazione diversi. Per di più, nel caso dei macchinari, alcuni potrebbero essere perfettamente funzionanti dal punto di vista produttivo, ma obsoleti dal punto di vista informatico e quindi non è possibile effettuare lo scambio di informazioni con i sistemi aziendali semplicemente sviluppando protocolli di comunicazione ad hoc: in questo caso si interviene creando soluzioni apposite tramite l'utilizzo di componenti hardware. Per esempio, per contare i pezzi prodotti da un macchinario che non è in grado di trasmettere quest'informazione al sistema, si aggiunge un componente esterno che, tramite un software apposito, rileva una certa operazione che la macchina svolge in maniera univoca per ogni ciclo di lavoro e invia tale dato ad un altro programma che lo interpreterà come un pezzo prodotto in più.

Questo fenomeno è detto dei "Sistemi Isolati e Indipendenti" (Silos).

Un altro problema è quello della sicurezza della rete, ovvero il rischio che i propri dati possano essere rubati dall'esterno sia con un'infiltrazione dei sistemi aziendali, sia durante lo scambio di informazioni tra diverse strutture o aziende.

Inoltre, vi è il problema della stabilità e della capacità dei sistemi informatici. Integrare un'azienda necessita di avere grandi capacità di scambio di dati, sia internamente che esternamente; quindi, bisogna sviluppare una rete di comunicazione interna adatta alle esigenze e bisogna avere una sufficientemente veloce e stabile connessione internet. Per di più è necessario avere una buona struttura di archiviazione dei dati, sia in termini di

capacità che di accessibilità, cioè non basta avere memorie grandi, ma queste devono essere anche velocemente leggibili e scrivibili.

Infine, è necessario avere una grande capacità di coordinamento. Quando i sistemi di un'azienda diventano sempre più grandi e complessi è necessario avere piattaforme di condivisione dei dati e di coordinamento in modo che tutti gli utenti possano vedere correttamente e completamente i dati necessari allo svolgimento dei rispettivi compiti.

## **1.3 INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS**

### **1.3.1 INTERNET OF THINGS**

L'*Internet of Things* è una rete senza fili che connette gli oggetti tra loro, permettendo a chiunque di essere connesso in qualunque momento e in qualunque luogo.

La sua esistenza è dovuta allo sviluppo di sensori a basso costo e a basso consumo, di una connettività che permette a essi di comunicare tra loro, di piattaforme cloud che permettono agli utenti, aziendali e non, di accedere alle strutture di cui hanno bisogno senza doverle gestire nella loro interezza, di macchine capaci di apprendere e migliorare le proprie prestazioni in base ai dati che utilizzano e di intelligenze artificiali.

In sostanza si sta creando un sistema dove ogni oggetto, essendo collegato a Internet, si rende identificabile e comunica dati su sé stesso, riceve informazioni aggregate da altri e le elabora, permettendogli così di svolgere automaticamente funzioni impensabili in passato (per esempio la sveglia che suona prima in base al traffico) e di acquisire una propria intelligenza (*Machine Learning*).

L'aspetto straordinario di questa "rete di oggetti" è che così ognuno di essi può condividere e raccogliere dati con un coinvolgimento umano minimo.

L'*Internet of Things* può avere innumerevoli applicazioni: dalla medicina, all'agricoltura, alle *Smart City* e *Smart Home* e infine all'industria. [6]

### **1.3.2 INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS**

#### **1.3.2.1 DEFINIZIONE DELL'INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS**

Il termine "*Industrial Internet of Things*" identifica l'applicazione dell'*Internet of Things* nell'ambito, per l'appunto, industriale differenziandosi così del "*Consumer Internet of Things*" che definisce, invece, l'applicazione nella vita quotidiana delle persone (per esempio gli assistenti artificiali o lo *smart watch*).

Secondo la multinazionale statunitense “General Electric” i termini “*Industrial Internet of Things*” o semplicemente “*Industrial Internet*” sono intercambiabili e rispondono alla definizione: “La convergenza del sistema industriale globale con le capacità del calcolo avanzato, l’analisi dati, il rilevamento a basso costo tramite sensori e nuovi livelli di connettività permessi da Internet”.

Sempre secondo il colosso statunitense quanto descritto sopra appartiene ad una terza ondata di innovazione industriale, mentre le due precedenti sono la Rivoluzione Industriale (che risulta essere più o meno una combinazione delle Prima e alla Seconda seguendo la definizione storica) e la Rivoluzione di Internet. [7]

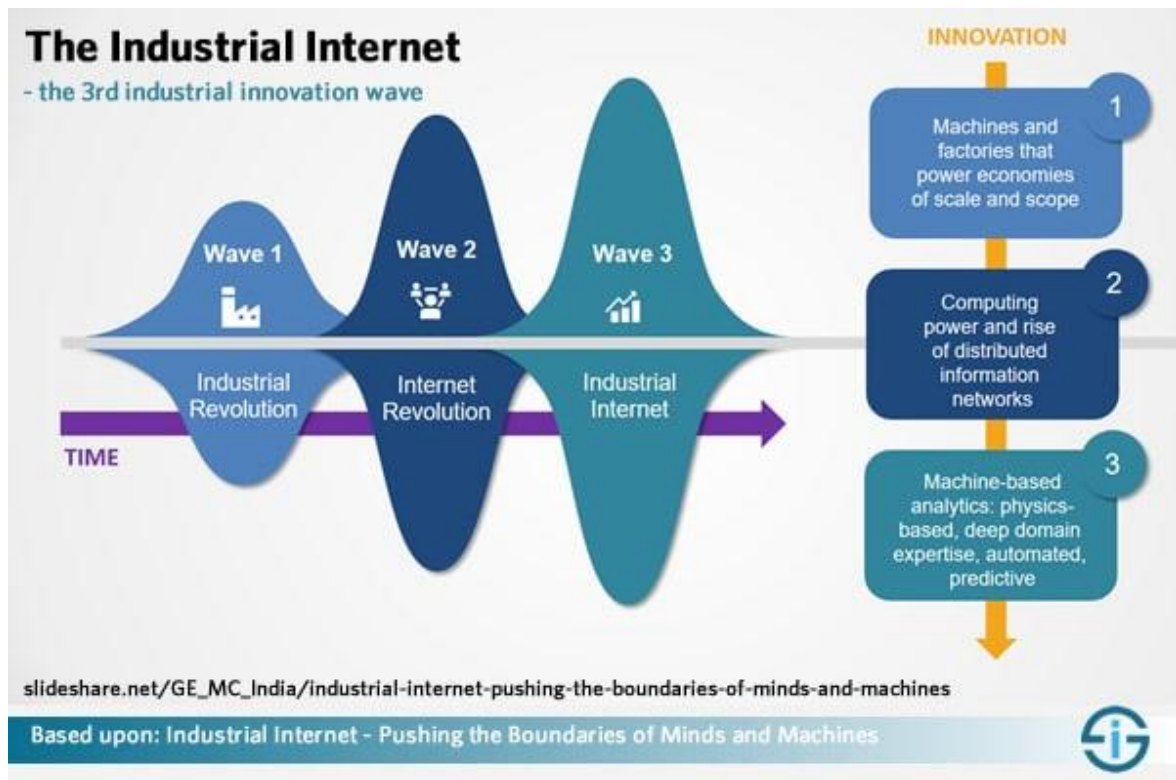


Figura 1.1 Schema delle 3 ondate di innovazione elaborato da [www.i-scoop.eu](http://www.i-scoop.eu) (e tratto da <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-iiot/industrial-internet-things-iiot-saving-costs-innovation/>) partendo dalla relazione di General Electric

### 1.3.2.2 AMBITI DI APPLICAZIONE DELL'INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

L’ambito dove si può trovare la maggiore applicazione di questo fenomeno è la produzione. L’obiettivo è non solo quello di gestire la produzione nel per renderla il più efficiente possibile, ma è anche quello della gestione e manutenzione delle risorse e la gestione del servizio sul campo. Quest’ultima è “l’invio di lavoratori o fornitori incaricati in un’ubicazione

esterna agli edifici dell'azienda allo scopo di installare, mantenere o riparare attrezzature, sistemi o asset”<sup>1</sup>.

Dopodiché, in ordine di importanza, vi è l'utilizzo nella logistica e nei trasporti. Nel primo caso si utilizzano tecnologie, come per esempio i sistemi RFID, per monitorare gli ingressi, le uscite e le ubicazioni di ogni oggetto presente nel magazzino, mentre nel secondo caso si vogliono monitorare le merci, sia dal punto di vista dello stato, sia della posizione geografica.

Il terzo ambito è quello dell'energia e delle altre utenze grazie all'uso delle “Smart Grid”, ovvero una tecnologia che permette la distribuzione efficiente, per esempio dell'energia elettrica, minimizzando sovraccarichi e repentine variazioni di tensione.

Infine, vi sono molti altri ambiti di applicazione dell'*Industrial Internet of Things*, come nella sanità, nell'aviazione, nei robot, nelle miniere, ecc. [8]

### **1.3.2.3 BENEFICI DELL'APPLICAZIONE DELL'INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS**

I benefici derivanti dall'applicazione dell'*Industrial Internet of Things* includono (tra parentesi è indicata la percentuale di importanza di ogni voce)<sup>2</sup>:

1. Aumento dell'efficienza nelle operazioni (47%)
2. Miglioramento della produttività (31%)
3. Creazione di nuove opportunità di business (29%)
4. Riduzione dei tempi di fermo (28%)
5. Massimizzazione dell'utilizzo delle risorse (27%)
6. Abilità di vendere i prodotti come un servizio (18%)
7. Riduzione del costo di ciclo di vita delle risorse (18%)
8. Aumento della sicurezza dei lavoratori (14%)
9. Accrescimento del processo di innovazione del prodotto (17%)
10. Miglior comprensione della domanda dei consumatori (9%)

---

<sup>1</sup> Definizione tratta da [www.ibm.com/it-it/topics/field-service-management](http://www.ibm.com/it-it/topics/field-service-management)

<sup>2</sup> Dati tratti da [www.i-scoop.eu/internet-of-things-iiot/industrial-internet-things-iiot-saving-costs-innovation](http://www.i-scoop.eu/internet-of-things-iiot/industrial-internet-things-iiot-saving-costs-innovation)

## 1.4 CLOUD

Il “*Cloud*” è un insieme di tecnologie informatiche e di elaborazione dati ottenute non tramite un acquisto (e quindi poi gestite direttamente in casa), bensì sotto forma di un servizio: infatti, non ci compra un cloud, ma si sottoscrive un servizio.

Attualmente ci troviamo nel secondo decennio di esistenza di questa tecnologia e si sta giungendo alla sua maturità. Esso è ormai importante per l’Industria 4.0, per la gestione di dati, in particolare i *Big Data* e, per esempio, per la *sharing economy*, ovvero per quei servizi di condivisione come “Airbnb”, il *car sharing*, ecc.

### 1.4.1 CLASSIFICAZIONE DEL CLOUD COMPUTING

Ci sono 3 tipi di architettura cloud [9]:

1. PUBBLICO: il servizio è gestito da un provider. Vi si può accedere tramite un browser dopo aver registrato un account (es. Google Cloud o Amazon Web Services).
2. PRIVATO: è utilizzato da un’azienda ed è a suo uso esclusivo. Inoltre, è accessibile solo da una rete privata.
3. IBRIDO: è una combinazione dei precedenti.

Inoltre, ci sono 4 tipologie di modalità fornitura di servizi cloud [10]:

1. **SaaS (Software as a Service)**: sono messi a disposizione sotto forma di cloud i programmi; i più comuni sono gli ERP, i MES e i CRM (Customer Relationship Management), ovvero software per la gestione del cliente pre e post-vendita.  
I programmi che vengono forniti in questo modo sono sviluppati appositamente per essere utilizzati secondo la tecnologia cloud e differiscono da quelli client-server. Questi ultimi prevedono l’installazione del programma su un server presente in azienda e su ogni PC su cui si vogliono utilizzare; ognuno di essi comunicherà con il server tramite una rete privata. Invece, quelli cloud sono installati su un server che può risiedere fisicamente in qualunque luogo ed è accessibile da qualunque computer tramite un browser utilizzando un semplice link; questi programmi sono spesso sviluppati proprio per essere utilizzati in cloud.

2. **PaaS (Platform as a Service):** in questo caso si può intervenire direttamente sul programma sia per gestirlo (dal punto di vista della programmazione), sia per svilupparlo e testarlo. Questa opzione è utilizzata dagli sviluppatori di software.
3. **IaaS (Infrastructure as a Service):** oltre alla parte software è fornita anche quella hardware; quindi, il server risiede esternamente e di conseguenza anche lo spazio di archiviazione dei dati.
4. **Daas (Desktop as a Service):** il sistema operativo è accessibile tramite un browser poiché risiede esternamente. In sostanza si opera su una macchina virtuale.
5. **XaaS (Everything as a Service):** è una soluzione che unisce quelle precedentemente citate all'*Internet of Things*. È una soluzione integrata che mette ogni cosa in collegamento con le altre attraverso la tecnologia cloud.

#### **1.4.2 BENEFICI DEL CLOUD COMPUTING**

Il principale beneficio è la flessibilità nella capacità di calcolo e nello spazio di archiviazione: acquisendo entrambi sotto forma di servizio, non bisogna comprare nulla, ma in sostanza si affitta solo ciò di cui si ha bisogno e all'occorrenza si può aumentare o diminuire le risorse effettivamente utilizzate, con il risultato che si può evitare di avere capacità in eccedenza e si elimina la necessità di manutenzione e di sostituzione degli apparecchi hardware obsoleti o non più funzionanti.

Inoltre, accedendo ai dati e ai programmi tramite un semplice software, non è più necessario avere programmi installati sui PC e non serve neanche avere un server dedicato in azienda e tutta la relativa infrastruttura di rete. Un altro diretto beneficio di ciò è che si può accedere ai dati da qualunque luogo dotato di una connessione internet, il che rende molto più semplice lavorare da remoto, sia che si tratti di smart working, sia che ci si trovi in viaggio per lavoro.

Essendo necessario, per utilizzare questa tecnologia, essere dotati di una buona connessione a Internet, questo può risultare un problema per tutte quelle aziende che non hanno accesso ad una rete che permetta di scaricare dati con una sufficiente velocità, di conseguenza, allo stato attuale delle cose, vi sono ancora molte aree in Italia dove le imprese non possono ancora permettersi di passare alla tecnologia cloud.

Grazie al Cloud Computing è possibile, combinandolo con il mondo della manifattura, creare il cosiddetto “Cloud Manufacturing”. Si tratta della possibilità di permettere l’accesso ai dati e ai programmi a tutti gli attori della filiera, dai fornitori ai clienti e a tutti i vari reparti dell’azienda. Si ha accesso così a varie tipologie di dati come la produzione, la logistica, i consumi, la progettazione, ecc.

I vantaggi sono molti: per esempio è possibile far sì che ogni modifica al progetto possa essere trasmessa direttamente ai macchinari in produzione che così si possono adeguare oppure ogni variazione effettuata dagli operatori delle macchine viene comunicata a chi si trova nel reparto di progettazione. Lo stesso può avvenire tra quest’ultimo e quello di controllo della qualità. Inoltre alcuni oggetti possono essere monitorati durante il loro ciclo di vita e eventuali anomalie possono essere trasmesse al reparto di ricerca e sviluppo in modo da correggere eventuali difetti; questo può essere applicato, per esempio, al mondo dell’auto, dove un sensore può rilevare un consumo anomalo di un componente difettato e comunicarlo non solo a chi guida, ma anche al proprio meccanico che può già prepararsi ad un eventuale intervento e, in aggiunta, anche alla casa produttrice che potrà incrociare i dati delle altre vetture vendute e rilevare eventuali difetti di produzione o progettazione.

[11]

## **1.5 BIG DATA AND ANALYTICS**

Il concetto di Big Data si deriva dal fatto che le imprese si stanno sempre più rendendo conto che intercettando tutti i dati che fluiscono al loro interno e riuscendo ad analizzarli possono ricavarne un grande valore aggiunto.

I Big Data sono, quindi, una così grande e complicata quantità di dati da non essere possibile da analizzare con i metodi tradizionali (per esempio i fogli di calcolo).

### **1.5.1 DEFINIZIONI DI “BIG DATA”**

La prima definizione di Big Data è stata data da Douglas Laney nel 2001: “I Big Data sono risorse informative ad alto volume, alta velocità e/o alta varietà da richiedere delle forme di processi informativi economicamente vantaggiosi e innovativi in modo da permettere una migliore comprensione, capacità decisionale e automazione di processo”. Velocità, volume e varietà sono definite le 3 V.

Vi sono, inoltre, altre definizioni di Big Data elaborate da differenti istituti [12]:

1. **NIST (National Institute of Standards and Technology):** “I Big Data consistono in un esteso insieme di dati, principalmente caratterizzati secondo volume, velocità, varietà e/o variabilità, da richiedere un’architettura modulare per un’efficace archiviazione, elaborazione e analisi”.<sup>3</sup>
2. **SAS:** “Big Data è il termine che descrive volumi di dati grandi e difficili da gestire, sia strutturati che non strutturati, che inondano le imprese quotidianamente. Ma non è solo il tipo o la quantità di dati che è importante: è ciò che le aziende fanno con essi che conta. I Big Data possono essere analizzati per ottenere informazioni utili che migliorano le decisioni e danno sicurezza per compiere strategiche azioni di impresa”.<sup>4</sup>
3. **Parlamento Europeo:** “Il termine <<Big Data>> si riferisce all’insieme di dati raccolti che sono così grandi e complessi da richiedere nuove tecnologie, come l’intelligenza artificiale, per essere processati. I dati provengono da molte diverse fonti. Spesso sono dello stesso tipo, ma possono anche essere una combinazione di tipologie differenti. La tecnologia permette a questi dati di essere raccolti molto velocemente, quasi in tempo reale, e di essere analizzati per ottenere nuove informazioni”.

#### 1.4.2 LE “V” DEI BIG DATA

In origine le “V” erano 3: volume, varietà e velocità, ma col il tempo se ne sono aggiunte altre. Il loro scopo è quello di definire le caratteristiche che devono avere i Big Data per essere considerati tali e per essere efficaci nel perseguire gli scopi per cui sono utilizzati.

Allo stato attuale le “V” sono [13]:

- **VOLUME:** si riferisce alla dimensione dell’insieme di dati che sono generati da varie e molteplici fonti come sensori, database tradizionali, log e altro. A volte è anche

---

<sup>3</sup> NIST Big Data Public Working Group Definitions and Taxonomies Subgroup Information Technology Laboratory National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, MD 20899, *NIST Big Data Interoperability Framework: Volume 1, Definitions*), October 2019, Versione 3, Pagina 6

<sup>4</sup> [https://www.sas.com/en\\_be/insights/big-data/what-is-big-data.html](https://www.sas.com/en_be/insights/big-data/what-is-big-data.html)



utilizzato per definire l'aumento del volume di dati dovuto alla creazione, replicazione, ecc. dei dati.

- **VARIETÀ:** si riferisce alle differenti tipologie di dati che sono acquisiti, immagazzinati ed elaborati. In passato si utilizzavano solo dati strutturati che erano gestiti attraverso database relazionali.

Attualmente si utilizzano anche dati non strutturati, come per esempio file di testo generati dai macchinari o file di log provenienti da una qualche applicazione software, oppure ibridi, quindi con delle parti strutturate (per esempio le tabelle di un database) e altre non strutturate.

- **VELOCITÀ:** si riferisce alla velocità con cui i dati vengono non solo generati, ma anche processati, in modo da permettere di prendere decisioni in tempo reale o quasi.
- **VERIDICITÀ:** è la prima ad essere stata aggiunta alle 3 “V” originali. Poiché i dati raccolti sono molti, eterogenei e fluiscono con grande velocità è necessario che la loro accuratezza sia alta in modo da poter ottenere un elevato grado di fiducia nel basarsi su di essi per prendere le decisioni necessarie sia alla gestione ordinaria dell'impresa sia per i suoi sviluppi di crescita o per anticipare eventuali regressioni in modo da prendere i necessari provvedimenti.
- **VALORE:** aggiunta in seguito a quella di “Veridicità”, questa “V” si riferisce al fatto che, siccome per poter raccogliere e processare questa grande mole di dati è necessario effettuare grandi investimenti, è importante che l'infrastruttura che si crea per gestire i Big Data sia in grado di generare un valore aggiunto per l'azienda e quindi un ritorno economico.

#### 1.4.2 BIG DATA ANALYTICS

“La *Big Data Analytics* è il processo, di norma complesso, dell'esame dei big data per scoprire informazioni, come i modelli nascosti, le correlazioni, andamenti di mercato e preferenze dei consumatori, che possono aiutare l'impresa a prendere decisioni informate sull'azienda”<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> <https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/definition/big-data-analytics>

Differisce dalla *Business Intelligence*, che analizza dati tramite la statistica descrittiva per rispondere a esigenze più semplici con l'obiettivo di scoprire cosa è successo e perché (per esempio quante sono state le vendite dell'anno e quali zone geografiche hanno costituito l'incremento maggiore), poiché sfrutta la statistica inferenziale e concetti dei sistemi non lineari per sviluppare leggi e dedurre rapporti e dipendenze in modo da poter capire come possono evolversi i fenomeni descritti dai dati raccolti che sono eterogenei.

Un esempio può essere il sistema che permette ai colossi dell'e-commerce di proporre ad un cliente che visita le loro piattaforme di fargli visualizzare prodotti che è più disposto a comprare in base ai dati raccolti sulle navigazioni e sugli acquisti passati; lo stesso vale per gli algoritmi che permettono ad un sito di streaming di proporre all'utente film e serie tv che possono essere più vicine ai suoi gusti. Questo per far aumentare la soddisfazione del cliente e quindi la sua fedeltà.

Oppure si può utilizzare per mostrare ad un utente di internet delle pubblicità il più possibile adatte a lui e quindi si riesce a selezionare coloro che hanno la più alta probabilità di essere indotti ad acquistare il prodotto reclamizzato.

Un altro esempio è quello di applicare il prezzo più alto possibile che un potenziale cliente è disposto a pagare, metodo utilizzato, per esempio, dalle compagnie aeree.

Per quanto riguarda la Supply Chain è possibile utilizzare la Big Data Analytics per prevedere gli andamenti del mercato e quindi adattare l'intera filiera agli effettivi bisogni per ridurre le scorte, la capacità inutilizzata, gli sprechi, per ottimizzare gli itinerari di consegna, ecc.

Infine, con l'analisi di questi dati, si possono identificare nuovi rischi e quindi prendere dei provvedimenti per ridurli, cosa che altrimenti non sarebbe possibile realizzare [14].

## 2. I SISTEMI MES

L'implementazione dell'Industria 4.0 porta a creare quella che è definita come “*Smart Factory*”, ovvero un ambiente produttivo nel quale gli elementi della produzione e della logistica sono organizzati senza l'intervento dell'uomo; essa è declinata in tre aspetti:

- **SMART PRODUCTION:** le tecnologie produttive che creano collaborazione tra tutti gli attori coinvolti nella produzione come operatori, macchine e strumenti.
- **SMART SERVICES:** le infrastrutture tecniche e informatiche che permettono di integrare i vari sistemi tra loro, sia all'interno dell'azienda stessa che tra essa e l'esterno.
- **SMART ENERGY:** Raggiungimento della Sostenibilità Ambientale attraverso la riduzione di consumi e sprechi energetici.

I sistemi MES rientrano proprio in questi tre aspetti (in particolare nei primi due) essendo *software* che mettono in comunicazione tutti gli elementi della produzione. Inoltre, attraverso un'infrastruttura *hardware* (sensori, lettori di codici a barre, tablet, ecc...) raccolgono un gran numero di dati in modo da permettere di monitorare più puntualmente e precisamente la realtà produttiva e di prendere più efficacemente decisioni.

### 2.1 ORIGINE E UTILIZZO DEI SISTEMI MES

Con lo sviluppo dell'industria e della tecnologia e la sempre più forte competizione derivata dal mercato globale, le aziende hanno sempre più avuto bisogno di migliorare la propria produttività: è nata così la necessità, nel settore manifatturiero, di soddisfare la domanda dei mercati da un punto di vista della reattività, qualità rispetto degli standard, riduzione dei costi e puntualità nelle consegne.

Nella metà degli anni '90 si è sempre più creata l'esigenza di poter controllare e gestire ciò che avviene a livello della linea produttiva in tempo reale; questa necessità non era

possibile che fosse soddisfatta dai sistemi ERP (*Enterprise Resource Planning*)<sup>6</sup> già presenti nelle aziende. Infatti, questi software acquisiscono i dati in intervalli di tempo che possono essere ogni ora, due volte al giorno, una volta al giorno, ecc. Inoltre, il livello di dettaglio dei dati che si possono trovare in questi sistemi non è abbastanza da permettere di effettuare certe analisi che invece possono essere necessarie per una gestione efficiente della produzione.

È altresì vero che nelle aziende sono presenti delle tipologie di programmi che permettono di ottenere informazioni riguardo allo stato della produzione e sono i PLC (*Programmable Logic Controller*) e gli SCADA (*Supervisory control and data acquisition*).

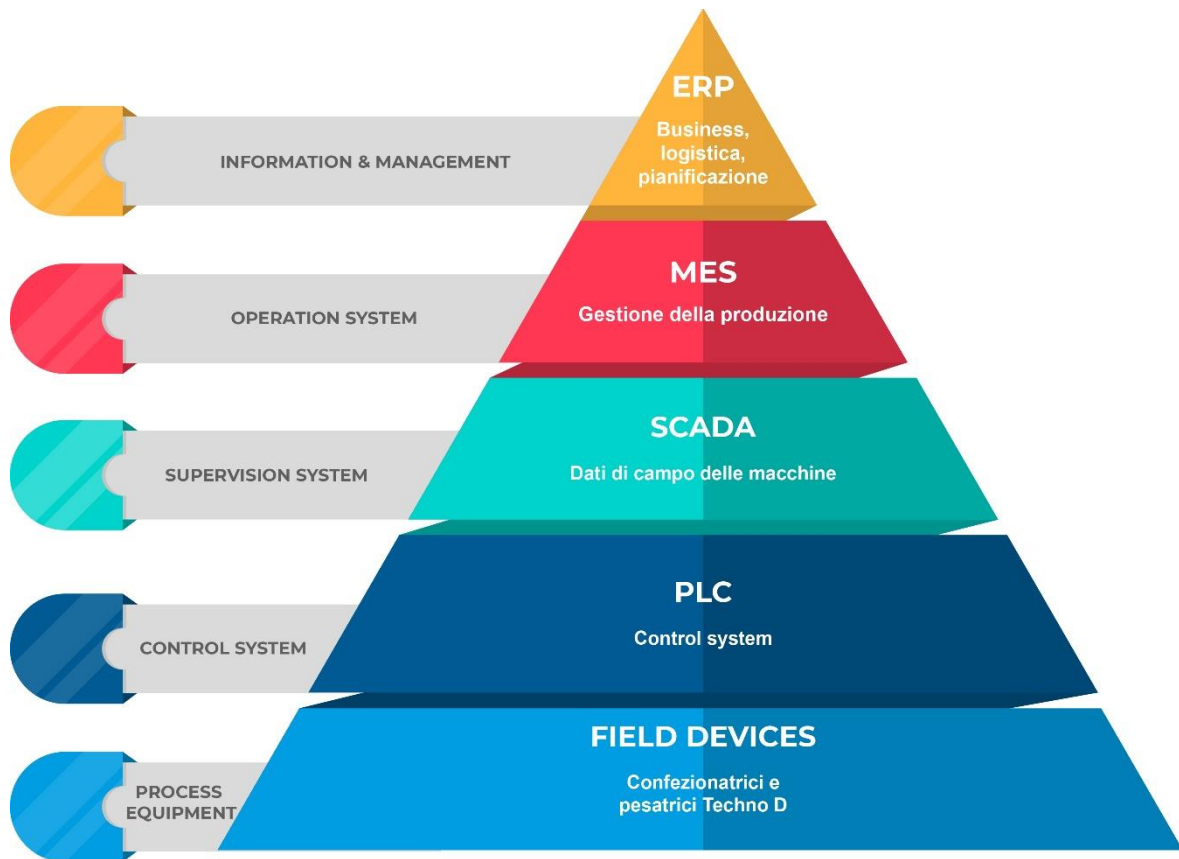
I primi sono computer industriali che controllano, per esempio nell'ambito manifatturiero, i macchinari. Ricevono dati attraverso i sensori ed eseguono comandi in base a programmi prestabiliti. Costituiscono il livello più basso della Piramide dell'automazione industriale. (vedi figura 2.1)

I sistemi SCADA, invece, sono utilizzati per controllare un insieme di apparecchiature ricevendone i dati dai rispettivi PLC. Questi software servono per controllare il processo produttivo dal punto di vista del funzionamento dei macchinari sia singolarmente che nel loro insieme; quindi, permettono a chi si occupa della gestione di una linea produttiva di mantenerne sotto controllo, in tempo reale, lo stato in modo da intervenire sui macchinari o da regolare i processi per migliorare la produzione e la sicurezza.

Il problema che si configura con l'utilizzo dei software precedentemente elencati è che gli SCADA gestiscono solo una parte di quello che può essere l'impianto produttivo e svolgono una funzione puramente operativa: non sono in grado di gestire e tenere traccia dello stato dell'esecuzione della produzione, dello stato delle materie prime, dei semilavorati e dei prodotti finiti lungo tutta la produzione, mentre gli ERP svolgono funzioni dei quali la produzione costituisce solo una parte: essi operano ad un livello più alto, con dati aggregati e, quindi, non in tempo reale. Inoltre, quelli attualmente in uso non sono abbastanza per gestire più impianti, vari fornitori e hanno una mancanza di funzioni come il controllo delle scorte, la pianificazione e l'elaborazione degli ordini di produzione.

---

<sup>6</sup> "Software di gestione che integra tutti i processi di business rilevanti di un'azienda e tutte le funzioni aziendali, ad esempio vendite, acquisti, gestione magazzino, finanza, contabilità, ecc...." [https://it.wikipedia.org/wiki/Enterprise\\_resource\\_planning](https://it.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning)



*Figura 2.1* Piramide dell'automazione. Secondo questa rappresentazione i sistemi MES risiedono al livello operativo, mentre gli ERP sono il livello della pianificazione dell'impresa e gli SCADA e i PLC sono al livello produttivo. (Immagine tratta da <https://techno-d.it/entra-nellindustria-4-0-con-techno-d>)

Sebbene gli ERP più moderni siano in grado di eseguire alcune di queste funzioni in maniera basilare, cioè adatta all'uso in piccole e medio-piccole aziende, che stanno solo negli ultimi tempi integrando queste funzioni, essi hanno ancora una bassa capacità di supportare decisioni in anticipo e sono poco flessibili nell'adattamento ai cambiamenti della Supply Chain. In particolare, sono spesso progettati per rispondere a esigenze di varie tipologie di impresa e, quindi, potrebbero non adattarsi al meglio alle singole realtà.

Gli ERP gestiscono informazioni centralizzate riguardo ai livelli più alti dell'azienda, quindi, mancano i dati di quelli più bassi come quelli della linea di produzione, dati che sono i fattori di costo chiave nell'ambiente manifatturiero.

A questo proposito sono stati sviluppati i software MES che servono proprio a questo scopo: gestiscono le linee e, quindi, il controllo del materiale, il lavoro degli operatori, la capacità delle macchine, tracciano i componenti e gli ordini dal lancio in produzione al prodotto finito; essi hanno interfacce dashboard che descrivono le performance e altre

statistiche avanzate e quindi rendono più facile e immediata la lettura della situazione che si presenta nello stabilimento al livello della produzione.

Gli ERP inviano ai MES i Piani di Produzione preliminari, questi ultimi combinano tali informazioni con quelle provenienti in tempo reale riguardo ai processi, i materiali e le operazioni eseguite da macchinari e operatori per generare dei piani operativi dettagliati e ne gestiscono il controllo qualità, il flusso e le scorte dei materiali, la pianificazione, la consuntivazione della produzione.

I software MES sono, quindi, un ponte tra la pianificazione strategica e i sistemi di controllo delle linee produttive; infatti, fondamentalmente fungono da congiunzione tra i sistemi PLC/SCADA e i software ERP: ricevono informazioni dai primi, dopodiché ne elaborano i dati in modo da renderli adatti ad essere letti e processati dai secondi. Questo processo è detto “astrazione”, che in informatica definisce il procedimento per cui si prendono delle informazioni che presentano un linguaggio o una struttura più vicina ad un linguaggio macchina e le si “traducono” in una forma più comprensibile a chi li deve leggere, che siano software differenti, come nel caso degli ERP, o esseri umani. Questa funzione è dovuta al fatto che i sistemi SCADA forniscono informazioni estremamente dettagliate e con un ambito limitato (es. una risorsa specifica), mentre gli ERP hanno bisogno di informazioni che siano state, appunto, astratte per permettere di prendere decisioni al livello di pianificazione aziendale: per esempio, all’ERP serve semplicemente sapere quale sia lo stato di un ordine per sapere se è stata completata la produzione o se è in ritardo [15] [16]. Anche i sistemi MES lavorano in tempo reale come fanno anche gli altri più in basso nella piramide dell’automazione: questo permette loro di raccogliere tutti i dati necessari, di aggregarli e di trasmetterli ai livelli superiori quando essi lo richiedono.

Riassumendo i software MES acquisiscono dati dai livelli inferiori, eseguono il processo di astrazione per permettere a ciò che risiede nei livelli superiori di poterne usufruire, mentre nel senso di flusso opposto ricevono gli ordini riguardanti la produzione e si occupano di controllare e gestire le risorse, assegnare le produzioni ai macchinari e agli operatori, controllare la qualità dei prodotti e gestire le manutenzioni.

Attraverso l’implementazione in azienda di questi software si raggiunge un livello di qualità maggiore, una maggiore efficienza e più flessibilità; inoltre, si ottengono migliori e più numerose informazioni sui livelli delle scorte e sulle rotture e i fermi delle macchine.

Permettono anche di gestire diverse tipologie di produzione e processi, di ridurre i tempi ciclo e soprattutto quelli di inserimento dati, di ottimizzare la gestione del magazzino e il livello delle scorte, migliorano la qualità del prodotto e rafforzano la produttività del personale.

I MES permettono di ottenere risposte veloci a problemi imprevisti.

Inoltre, se inseriti nel contesto più ampio della Supply Chain, forniscono informazioni sullo stato delle linee dei vari attori in modo che ognuno abbia informazioni riguardo al flusso produttivo e possa prendere decisioni sulla gestione della propria porzione di catena di approvvigionamento con una consapevolezza globale del sistema, rendendolo più efficiente nella sua interezza.

Tutto questo si può sintetizzare attraverso le 11 principali funzioni identificate dalla “Manufacturing Enterprise Solutions Association” (MESA):

- 1- Pianificazione della Produzione
- 2- Allocazione e Stato delle Risorse
- 3- Invio ordini di esecuzione per l’invio di materiali o l’inizio di un processo produttivo
- 4- Controllo dei documenti
- 5- Tracciabilità dei Prodotti
- 6- Analisi delle Performance
- 7- Gestione della forza lavoro
- 8- Gestione della manutenzione
- 9- Gestione dei processi
- 10- Gestione della Qualità
- 11- Acquisizione Dati, sia in tempo reale che in forma aggregata

## 2.2 CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI MES<sup>7</sup>

I sistemi MES si dividono in: fattori legati all'Impresa e alla produzione e fattori tecnologici.

I fattori legati all'impresa e alla produzione sono:

- **FOCALIZZAZIONE:** I Mes si differenziano in base al settore industriale e alle tipologie di prodotto.  
Per esempio, se si produce *Make-to-order* o *Make-to-stock*, se si è inseriti in un settore molto regolamentato o più libero, se la produzione è di massa o si tratta di articoli con numeri minori, ma più elaborati o personalizzati; quindi, in sostanza, varia in base alle esigenze produttive dell'azienda.
- **AMBITO:** A livello dell'impresa i MES si differenziano in base alla necessità di gestire un singolo impianto oppure più impianti lungo la *value chain*.  
Per quanto riguarda le operazioni di supporto questi sistemi devono venire in aiuto a produzione, manutenzione, qualità e gestione delle scorte.
- **FUNZIONALE:** I sistemi devono essere configurati in base alle logiche strutturali delle aziende e al flusso di informazione con i sistemi ERP, con i sistemi di qualità e con quelli di manutenzione.

Invece, i fattori tecnologici sono:

- **GESTIONE DATI E COMUNICAZIONE:** Siccome la funzione principale dei MES è la raccolta e la gestione di dati sia in tempo reale che in forma aggregata, questi sistemi si differenziano in base a come sono configurati e a come svolgono tali compiti. Quindi si differenziano in base alle tecnologie che usano per la raccolta dati

---

<sup>7</sup> La classificazione è tratta da:

Emrah Arica, Daryl Powell, *Status and Future of Manufacturing Execution Systems*, 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), pp. 2000-2004.



(RFID, sensori, immissione manuale, ecc.) e come li immagazzinano e li rendono disponibili (cloud-based, web-based MES).

- **LOGICA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI:** I MES contengono una logica di supporto alle decisioni per permettere schedulazioni in tempo reale o simulate, inoltre permettono di predire interruzioni alla lavorazione e sono in grado di reagire autonomamente grazie alla capacità di autoapprendimento.
- **INTERFACCIA UTENTE:** Fondamentale risulta essere l'interfaccia utente che varia in base a chi è l'utilizzatore; quindi, a che livello aziendale si accede al sistema (operaio, dirigente, ecc...) e all'uso specifico (controllo dati, manipolazione, ecc.) Prevedere un'interfaccia mobile permette l'utilizzo di tablet o smartphone per l'acquisizione di dati non essendo vincolati ad un punto fisso dello stabile aziendale.

## 2.3 LE VISIONI RIGUARDO AI SISTEMI MES E IL LORO LEGAME CON L'INDUSTRIA 4.0

Ci sono fondamentalmente 4 visioni riguardo ai software MES:<sup>8</sup>

### 1. Senza di essi non esisterebbe l'industria 4.0.

Questo risiede nel fatto che senza il loro utilizzo non sarebbe possibile implementare i concetti che costituiscono ciò che viene definito "Industria 4.0", in particolare quello di integrazione per i quali i MES sono stati, per l'appunto, concepiti.

### 2. L'aumento dell'intelligenza e della funzionalità a livello di controllo di processo e di ERP intelligenti farà diminuire l'importanza dei MES.

È già in atto il processo secondo cui le aziende che producono software integrano sempre di più le funzioni che fino ad ora sono state prettamente svolte da altri (per esempio un ERP che schedula la produzione). Questo però non significa che i MES

---

<sup>8</sup> Tratte da: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/manufacturing-execution-systems-mes-evolutions-software-solutions/>

debbano per forza perdere di importanza. Tutto dipende da quanto le varie funzioni saranno integrate e da quanto saranno efficaci; infatti, ci saranno sempre esigenze specifiche che potranno essere soddisfatte con difficoltà da software integrati, poiché più un programma è omnicomprensivo, meno è in grado di svolgere funzioni particolari. Quindi è molto probabile che continueranno ad esistere MES che cercheranno di coprire queste lacune. Ad ogni modo è importante sottolineare come solo in questi ultimissimi anni le aziende che non hanno una dimensione grande stiano iniziando a implementare al proprio interno i concetti di industria 4.0. Si tratta di aziende che sono ben lontane dal comprendere a pieno e sfruttare tutti i benefici che ne derivano, come l'eliminazione della carta; quindi, è improbabile che nel breve/medio periodo possano essere in condizione di non servirsi più dei sistemi MES. Per tali imprese è anche importante considerare il costo dell'installazione di questi sistemi, per cui sono sempre molto restii a cambiare, o addirittura aggiungere, i software; perciò, avendo da poco iniziato a usare i MES, si prevede che prima che decidano di cambiare il proprio sistema eliminandoli passerà molto tempo, fatta salva la presenza di benefici economici importanti ed evidenti o di forti incentivi statali. Di conseguenza questo aspetto potrebbe valere più per le grandi aziende che per le altre.

**3. Sono il fulcro della connettività e dell'intelligenza.**

**4. I MES spariranno poiché la tradizionale piramide dell'automazione sta cambiando e scomparendo.**

Anche in questo caso è possibile effettuare le stesse considerazioni espresse nel punto 2. Quello che è certo è che le aziende informatiche stanno sempre più propendendo a sviluppare sistemi che permettano ai vari livelli della piramide di comunicare tra loro in una maniera sempre più integrata. Ciò che succederà, almeno nel breve/medio periodo, è che alcuni settori vedranno questo cambiamento, anche solo in parte, mentre altri saranno riluttanti a cambiare la propria organizzazione. Per esempio, integrare i dati provenienti da CRM<sup>9</sup>, ERP e

---

<sup>9</sup> Customer relationship management: sono software che servono per gestire le relazioni con i clienti. Sia nella fase di prevendita, aiutando nel marketing, nella stipulazione dei contratti, nella verifica dello stato di esecuzione degli stessi, sia nel post-vendita gestendo tutte le varie richieste di assistenza.

produzioni permette ad un ingegnere di conoscere il comportamento del prodotto durante l'uso e di identificare eventuali difetti di progettazione o produzione più rapidamente e più efficacemente rendendogli possibile intervenire celermente per risolvere il problema.

I sistemi MES svolgono dei ruoli precisi nel contribuire ad implementare il concetto di industria 4.0<sup>10</sup>:

- Essendo posizionati al centro della Supply Chain coordinano l'integrazione orizzontale di tutte le parti in gioco (linee produttive, stabilimenti, partner della Supply Chain).
- Aiutano l'integrazione verticale all'interno dell'ERP: logistica progettazione, vendite, acquisti, qualità, conformità, manutenzione e attività operative.
- Programmano le attività delle linee produttive in base alla capacità in tempo reale delle macchine.
- Possono riprogrammare la produzione in caso di interruzioni o rallentamenti applicando algoritmi avanzati di ottimizzazione.
- Acquisiscono big data e li rendono disponibili per il controllo qualità e per i sistemi di manutenzione predittiva, nonché a qualunque altra necessità.
- Misurano i KPI del processo

## 2.3 SVILUPPI FUTURI DEI SISTEMI MES

Chi entra nell'Industria 4.0 vuole [17]:

1. Rimuovere processi lenti e basati sull'uso della carta
2. Ridurre i costi
3. Aumentare l'automazione
4. Accrescere la produttività

Quindi non solo si vogliono ridurre i costi, ma è un importante obiettivo comune il raggiungere livelli di efficienza sempre più alti in modo da ridurre sempre di più gli errori umani.

---

<sup>10</sup> Ardeshir Shojaeinasab, Todd Charter, Masoud Jalayer, Mazyar Khadivi, Oluwaseyi Ogunfowora, Nirav Raiyani, Marjan Yaghoubi, Homayoun Najjaran, *Intelligent manufacturing execution systems: A systematic review*, Journal of Manufacturing Systems 62 (2022) 503–522, p. 504.

Un problema che però si verifica è che il passaggio di dati tra ERP e MES può risultare lento con l'effetto che i livelli più alti dell'azienda non possono avere un'idea in tempo reale di ciò che succede sulle linee, mentre le informazioni provenienti dagli uffici possono non passare finché il MES non avrà scaricato i dati.

Inoltre, l'acquisizione dei software MES da parte delle aziende è un processo che deve affrontare degli ostacoli dovuti alla sua complessità di installazione e al costo.

Di conseguenza si è generata la necessità di poter usufruire di un'infrastruttura modulabile che permetta di ottenere sia il massimo dai dati raccolti, sia un processo di integrazione veloce e affidabile. Questo si ottiene grazie ai cambiamenti che sono in atto riguardo all'evoluzione dei sistemi MES, infatti si sta mettendo in atto un cambiamento di questi sistemi che comporta che essi mantengano le funzionalità che fino ad ora li hanno contraddistinti, mentre ciò che varia è la loro architettura: questo avviene integrando tecnologie che con il passare del tempo si stanno sempre di più manifestando e evolvendo, come, per esempio, i Big Data, l'Internet of Things, la Realtà Aumentata, l'Intelligenza Artificiale e il Cloud Computing.

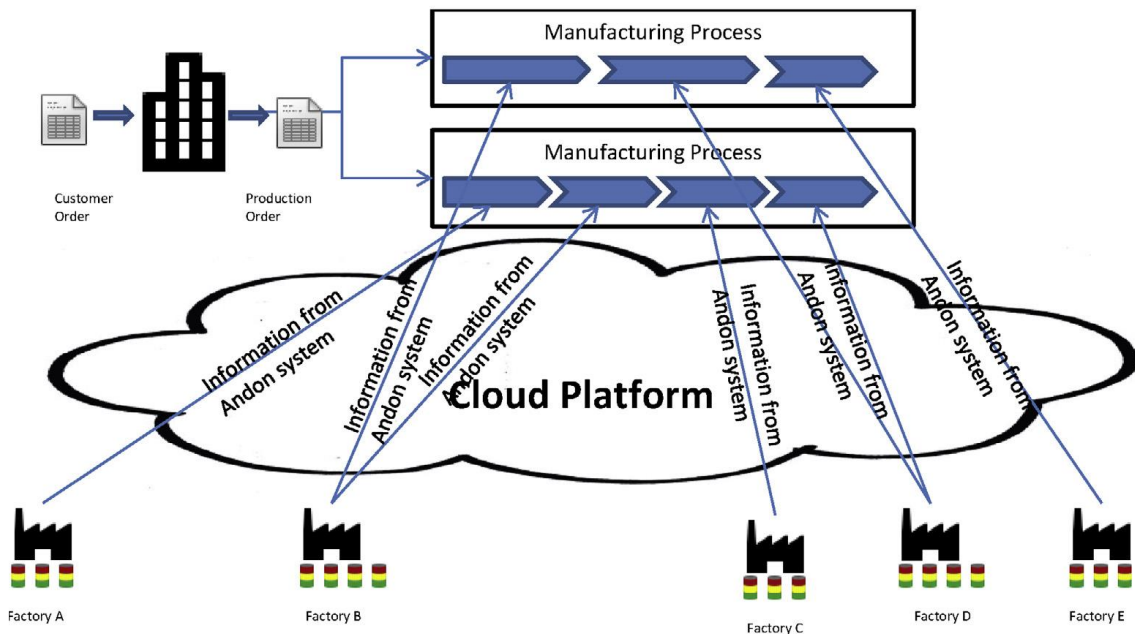
Una delle evoluzioni più importanti ed evidenti è quella per cui i sistemi MES saranno sempre più basati su una tecnologia cloud. Grazie all'uso di applicazioni SaaS, in particolare le piccole e medie imprese, potranno investire meno denaro rispetto agli applicativi tradizionali poiché non è necessaria un'infrastruttura IT elaborata, ma solo un'ottima connessione internet sia a livello di reti interne che con l'esterno. Per quanto riguarda le grandi imprese, esse trasferiranno i propri sistemi MES da un'installazione situata all'interno della propria infrastruttura informatica aziendale verso una cloud esterna, che sia privata, pubblica o ibrida. In particolare, questo si rende necessario quando si tratta di gestire differenti sottoprocessi produttivi che possono essere anche suddivisi tra più impianti in modo da gestire l'intera struttura come se risiedesse all'interno dello stesso impianto. (vedi figura 2.2)<sup>11</sup>

È possibile che però molti MES cloud saranno installati in reti cloud private cosicché le aziende possano mantenere il possesso di infrastrutture, dati e operazioni.

---

<sup>11</sup> Petri Helo, Mikko Suorsa, Yuqiuge Hao, Pornthep Anussornnitisarn, *Toward a cloud-based manufacturing execution system for distributed Manufacturing*, *Computers in Industry* 65 (2014) 646–656, p. 650.

Un altro sviluppo che si potrà osservare in futuro è quello che prevede l'integrazione dell'Intelligenza Artificiale, come il machine learning e gli algoritmi deep learning che permettono di individuare andamenti e schemi che altrimenti non sarebbero identificabili da un'analisi umana e che possono essere importanti per risolvere problemi o per migliorare i processi manifatturieri.



*Figura 2.2* Integrazione tra software MES e ERP attraverso una piattaforma Cloud in un'azienda che presenta più impianti produttivi all'interno della propria struttura produttiva.

Per di più si sta studiando di applicare la tecnologia "Digital Twin", ovvero la rappresentazione virtuale e in tempo reale di un oggetto fisico. I MES raccoglierebbero i dati attraverso i sensori e li passerebbero a questa tecnologia. A questo punto l'Intelligenza Artificiale prenderebbe i dati dai Digital Twin, li elaborerebbero e, dopo aver preso le decisioni necessarie, passerebbero in senso opposto le azioni da intraprendere questi sistemi dove verrebbero applicate e poi trasferite al mondo reale per essere implementate dalla controparte fisica.

Di conseguenza i sistemi informatici non solo saranno in grado di identificare migliorie o correzioni, ma saranno anche in grado di implementarle in autonomia.

Infine, si potrebbe sfruttare anche la Realtà Aumentata, in modo tale per cui si possa facilitare l'integrazione tra uomo e MES, rendendo più semplice e immediata, nonché

immersiva, la lettura dello stato del sistema da parte di chi ne è deputato al controllo e alla gestione [18].

## **2.4 SITUAZIONE IN ITALIA RIGUARDO ALL'ADOZIONE DEI SISTEMI MES**

Negli anni Settanta la crescita economica fortissima che l'Italia aveva sperimentato dalla metà degli anni Cinquanta stava vedendo la propria fine. A questo punto risultava necessario che l'intera nazione si interrogasse su quale modello di sviluppo si desiderava puntare: fu scelto di valorizzare le piccole imprese, i distretti industriali, il "Made in Italy", in contrasto con gli altri paesi industrializzati che, invece, puntarono su ricerca, investimenti, innovazione di processo e nuove fonti di energia.<sup>12</sup>

Di conseguenza si vennero a formare un gran numero di Piccole e Medie Imprese, principalmente a conduzione familiare, dove le caratteristiche principali erano la profonda conoscenza di un prodotto specifico e il processo con quale lo si fabbrica. Spesso si trattava di imprenditori che non avevano una formazione di tipo economico o ingegneristico, ma erano persone che avevano imparato sul campo un'arte e mettevano in pratica le proprie conoscenze avviando delle imprese. Il risultato è che in tal modo si formano aziende che sono in grado di produrre beni di alta qualità e spesso personalizzabili dagli acquirenti, ma con basse quantità rispetto a quella che può essere una grande azienda multinazionale.

Queste aziende, oggi, si contraddistinguono per una scarsa attitudine all'innovazione dei processi produttivi per vari motivi come la riluttanza di modificare il proprio metodo di lavoro a favore di uno più moderno e che sfrutta le tecnologie esistenti, poiché comporterebbe cambiare le proprie abitudini ormai consolidate negli anni. Inoltre, questi cambiamenti comportano un investimento che può essere anche di non poco conto e, per un'azienda non molto grossa, con prospettive di crescita non particolarmente importanti (anche per non stravolgere la propria natura), potrebbe non avere senso che sia effettuato. Per di più se un'azienda è sotto una certa dimensione è difficile che al suo interno vi sia

---

<sup>12</sup> Tratto da:

Alberto Grandi, *Denominazione di Origine Inventata*, Milano, Mondadori, 2018, Edizione Oscar Bestsellers, p. 10.

figure in grado di intraprendere un processo di innovazione o che essa abbia le risorse umane necessarie o la capacità di assumerne.

Negli ultimi anni, però, stanno entrando nelle aziende le nuove generazioni, che, di natura, sono più propense all'utilizzo della tecnologia e, inoltre, possono aver studiato e acquisito competenze che permettono di avere la capacità di indirizzare un'azienda verso un percorso di innovazione dei prodotti, dei processi e dell'organizzazione aziendale.

Per di più, attraverso i bandi dell'Industria 4.0 lo stato finanzia l'acquisto di nuovi macchinari con la richiesta, però, che siano connessi tramite sistemi MES. Il problema è che spesso, pur di ottenere il finanziamento, si implementano in azienda software che svolgono il minimo indispensabile dei compiti ad essi richiesti con lo scopo di spendere il meno possibile per rientrare nelle richieste delle autorità. È altresì vero che questo può anche essere, in realtà, un trampolino di lancio per le imprese per effettuare, successivamente, degli investimenti significativi in queste tecnologie una volta compresa la loro portata, attraverso l'utilizzo che se ne è fatto dopo la suddetta installazione.

Un altro incentivo all'installazione dei sistemi MES si verifica quando i nuovi macchinari che vengono acquistati e aggiunti al sistema produttivo di un'azienda contengono già, integrato al loro interno, un sistema MES e, quindi, risulta quasi naturale dotare l'intera azienda di tale tecnologia.

Molto probabilmente in futuro si vedrà una sempre crescente adozione di questi sistemi, anche se, per le ragioni elencate, questo si prospetta un processo molto lento che potrà, però, essere accelerato da tecnologie che rendano meno costoso o complicato l'adozione dei sistemi MES. Per esempio, i MES cloud potrebbero venire incontro a questa esigenza oppure i produttori di ERP potrebbero fornire MES già integrati<sup>13</sup> con tali software e che siano adatti ad aziende di piccole o medie dimensioni.

---

<sup>13</sup> Per "MES Integrati" si intendono software per cui si è già predisposto un connettore standard per la comunicazione tra questo e un ERP, abbattendo così i costi e i tempi di sviluppo e, quindi, di installazione in azienda.

## 3 L'AZIENDA

### 3.1 DESCRIZIONE

L'azienda in analisi è OLV Officine Meccaniche s.r.l.

Fondata nel 1988, prima vede un trasferimento della sede a San Carlo Canavese (TO), poi nel 1999 effettua un ampliamento dello stabile costruendo un capannone adiacente; in seguito, raggiunge la dimensione attuale acquisendo un altro capannone situato di fronte a quello principale. Oggi conta 50 dipendenti e un parco macchine di circa 80 unità a controllo numerico.

I principali clienti sono multinazionali che progettano e assemblano organi di trasmissione per diverse categorie di automezzi: macchine agricole, per il movimento terra, automotive sportivo e di lusso, veicoli commerciali; gli articoli trattati sono generalmente alberi e pignoni.

OLV offre la possibilità di effettuare lavorazioni di tornitura, fresatura, foratura e dentatura di scanalati; quindi, svolge operazioni che si trovano lungo la filiera dopo lo stampaggio e il trattamento termico di grezzi e prima delle operazioni di dentatura conica (che in genere costituiscono il *core business* dei clienti) intervenendo in casi di dentatura dritta; infatti, per quest'ultima operazione è presente una singola dentatrice.

L'azienda è partita effettuando solo le operazioni di tornitura, ma in seguito alle richieste dei clienti ha aggiunto la capacità di effettuare anche le altre lavorazioni precedentemente elencate, come, per esempio, la foratura profonda che permette una miglior lubrificazione degli organi di trasmissione, un minor peso delle componenti e un maggiore smaltimento del calore generato.

OLV lavora esclusivamente in conto terzi: è il cliente che fornisce i disegni dei pezzi. Infatti, in azienda non è presente un reparto di progettazione e disegno, ma solo quello di controllo della qualità. Quest'ultimo verifica che i pezzi prodotti rispettino le specifiche indicate effettuando controlli approfonditi su ogni primo pezzo prodotto di un lotto per controllare che il macchinario sia stato impostato correttamente e, successivamente, esegue controlli a campione dei lotti in base ad un programma prestabilito che varia per ogni pezzo e per ogni lavorazione; inoltre, si occupa di decidere il ciclo di lavorazione degli articoli di nuova



produzione e, in caso di necessità, di modificare quelli già esistenti in accordo con i responsabili dei vari reparti produttivi. La modifica di un ciclo si rende necessaria quando il cliente cambia le specifiche del pezzo o quando si verificano esigenze particolari in azienda per cui conviene invertire l'ordine delle fasi di lavorazione oppure quando si decide che la produzione non è svolta completamente all'interno dell'azienda, ma viene affidata ad altri partner.

La ditta lavora principalmente in conto lavoro, ma in alcuni casi effettua conto pieno: questo genera una scarsa possibilità di controllo del proprio magazzino grezzi in quanto essi sono inviati dai clienti in base alle loro esigenze. Può capitare che ordini urgenti entrino in lavorazione subito dopo le operazioni di scarico dell'autoarticolato oppure che cassoni di materia prima giacciono in magazzino a lungo prima di essere lavorati.

Lo stesso vale per i prodotti finiti: alcuni clienti ritirano i cassoni man mano che questi sono riempiti, altri, seppur in minor parte, aspettano il completamento dell'intera commessa, di conseguenza non è presente un magazzino per i pezzi che hanno completato il ciclo produttivo, ma solo uno per i semilavorati. Tuttavia, può capitare che articoli finiti o in uno stato intermedio della lavorazione giacciono in magazzino per lungo tempo poiché il cliente posticipa la consegna, a volte anche a tempo indeterminato.

Pur lavorando in conto terzi, e quindi il materiale non è di proprietà dell'azienda, gli scarti prodotti, in particolare gli sfridi di lavorazione, sono gestiti internamente. Infatti, i trucioli metallici che si generano durante le operazioni effettuate dai macchinari sono tenuti in un'apposita area del fabbricato e sono prelevati settimanalmente da un'azienda che li acquista per riciclarli. Per quanto riguarda gli scarti di produzione, ovvero pezzi che presentano difettosità, essi sono conservati in un'area esterna allo stabile e venduti come metallo per il riciclo quando le condizioni di mercato sono favorevoli, poiché anche in questo caso i clienti non richiedono l'invio di tali pezzi.

Durante la fase di settaggio di un macchinario si generano quasi sempre dei pezzi di scarto che di solito sono quantificabili in un numero compreso tra 1 e 3, mentre durante le lavorazioni dipende dal numero di pezzi presenti in ogni lotto, ma non è affatto raro che il loro numero sia nessuno o uno.

Per rispondere alle moderne esigenze del mercato OLV si sta man mano attrezzando con macchinari sempre più precisi grazie a tecnologie che in passato non erano disponibili. In

passato, circa nel primo decennio di questo secolo, grazie ad un contratto con una multinazionale produttrice di automobili si era anche provveduto ad installare dei robot, per la precisione quattro, uno per ogni coppia di torni selezionata per questo progetto, per il carico scarico dei macchinari, al fine di rendere più veloce la produzione. Quando il contratto è stato terminato, non essendo più stata necessaria una produzione di pezzi così elevata, sono stati disattivati, ma non rimossi e a febbraio 2021 erano ancora presenti in azienda.

Lavorando per settori che richiedono tolleranze estremamente strette (come l'automotive di lusso che costituisce il 20% dell'intera produzione) il reparto di controllo della qualità ha a disposizione diverse macchine di misura come CMM e macchine a scansione ottica. Inoltre, in ogni postazione di lavoro sono presenti gli strumenti necessari agli operatori per effettuare i controlli di qualità previsti a bordo macchina [19] [20].

## **3.2 ORGANIZZAZIONE**

L'impianto è costituito da due capannoni produttivi separato dal magazzino dei semilavorati che funge anche da zona per le spedizioni; infatti, non è presente un vero e proprio magazzino dei prodotti finiti, poiché generalmente i prodotti sono spediti man mano che i cassoni sono completati; più raramente l'intero ordine è spedito interamente al completamento dello stesso. Vi è, inoltre, un terzo capannone che è utilizzato per lo stoccaggio dei grezzi e costituisce anche da spazio per eventuali ampliamenti del parco macchine; infatti, vi sono già stati installati due centri di lavoro.

L'azienda lavora in una combinazione di due turni da 7 ore su alcune macchine o di un unico turno da 8 ore su altre in base alle esigenze del momento. Coloro che svolgono il turno da 7 ore recuperano le 5 ore rimanenti per arrivare al totale settimanale di 40 il sabato mattina secondo una turnazione stabilita di volta in volta in base alle esigenze produttive dell'azienda. La pianificazione delle risorse umane non è effettuata in maniera sistematica, ma si decide in maniera empirica durante una riunione tra i vari responsabili in base a cosa reputano necessario al momento (non vengono effettuati calcoli o analisi sistematiche, ma semplicemente si basano sull'esperienza e sulle esigenze di consegna).

É presente un solo magazziniere, di conseguenza spesso è compito dei singoli operai movimentare i cassoni utilizzando transpallet all'interno dello stabilimento generando

inefficienza dal punto della logistica interna e della produttività, tuttavia sono disponibili due carrelli elevatori; quindi, alcuni capi reparto possono agire autonomamente in caso di necessità.

L'azienda è divisa in 4 reparti:

1. **CENTROINTESTATURA:** si tratta di 6 macchinari a controllo numerico, più due manuali che sono utilizzati per aumentare la capacità produttiva. 4 di questi sono utilizzati per la lavorazione della maggior parte dei pezzi, mentre i restanti due sono sfruttati per la lavorazione di alcune tipologie di alberi di così grandi dimensioni da richiedere appositi macchinari. A questo reparto è anche assegnata l'unica dentatrice presente in azienda che effettua semplici lavorazioni di dentatura dritta.
2. **FORATURA PROFONDA:** costituita da 11 macchinari, di cui 2 caricano e scaricano in automatico prelevando da una griglia dove manualmente è posizionato un certo numero di pezzi; una volta che ne è stata effettuata la lavorazione ognuno di essi è riposizionato nello stesso punto dove è stato prelevato, cosicché risulta necessario sostituire manualmente quelli finiti con quelli che devono ancora essere forati.
3. **TORNITURA:** costituita da 37 torni, di cui uno, poco utilizzato, bimandrino per la lavorazione di grezzi che diventeranno poi ingranaggi.
4. **CENTRI DI LAVORO:** per la foratura radiale o assiale, ma non profonda. Sono 13 di cui uno è deputato alle lavorazioni degli alberi di grandi dimensioni precedentemente citati.

Ognuno di questi reparti ha un responsabile che è anche deputato al settaggio dei macchinari ad ogni cambio di produzione.

La disposizione dei macchinari non riflette la divisione in reparti, né la successione delle fasi di lavoro poiché il layout risente semplicemente dell'aggiunta di macchine in seguito alle varie espansioni di capacità produttiva effettuate dall'azienda nel corso degli anni.

Inoltre, vi è un'area esterna nel retro del fabbricato principale che è utilizzata per lo stoccaggio dei vari scarti e dei cassoni che non sono in utilizzo in produzione o magazzino.

Inoltre, è presente una apposita area, definita e costituita secondo la normativa vigente,

per la conservazione degli olii esausti, utilizzati per lubrificare i macchinari e le lavorazioni, fino al momento del loro smaltimento effettuato da aziende specializzate.

### 3.3 CICLO PRODUTTIVO

I materiali ricevuti sono stoccati in un magazzino dei grezzi dove rimangono fino a quando non entrano in produzione. I tempi di stoccaggio di tali pezzi non dipendono da OLV; in alcuni casi i grezzi arrivano appena in tempo per entrare in produzione, mentre in altri con largo anticipo rendendone complicata la gestione. Può capitare di non poter mandare in produzione commesse per mancanza di materiale o di ricevere grezzi che non necessitano di essere lavorati anche a distanza di qualche mese.



*Figura 3.1* Grezzi presenti in un cassone proveniente dalla Francia.

La decisione di cosa e su quale macchina lavorare è in presa in base a quale risorsa si libera e a ciò che c'è di più urgente e che necessita di passare su di essa oppure, se non ci sono urgenze, si verifica ciò che è possibile lavorare e che è disponibile in magazzino. Non è

presente una vera e propria pianificazione sistematica basata sui dati raccolti dai software presenti in azienda, ma si decide di volta in volta in modo empirico dopo un consulto tra il responsabile della logistica e i capi reparto.

Una volta entrati in produzione i pezzi seguono il ciclo produttivo previsto. Nel caso il passaggio da una fase all'altra non sia immediato i cassoni contenenti i pezzi sono stoccati in un magazzino per i semilavorati.

Il ciclo produttivo può non prevedere il passaggio in ogni reparto, poiché il cliente potrebbe richiedere solo certe tipologie di lavorazione.

Di norma un ciclo prevede come primo passaggio quello della centrintestatura: questa operazione, effettuata da appositi macchinari, prevede che siano rimossi gli stati di materiale presenti alle estremità del grezzo, dopodiché sono realizzati i centrini, ovvero dei piccoli fori che permettono il posizionamento del pezzo all'interno dei torni. Aniché la realizzazione di un centrino, qualora fosse previsto dal disegno dell'articolo, è possibile eseguire dei fori poco profondi che possono, inoltre, essere anche maschiati.

Dopo essere stati prelevati dal magazzino i cassoni sono portati a bordo macchina dove prima è effettuata una fase di "piazzamento" attraverso il quale il responsabile di reparto o un addetto autorizzato imposta il macchinario ed esegue un "benestare" che rimane a bordo macchina come riferimento per l'operatore quando effettua il controllo qualità sui pezzi prodotti. Tale controllo può essere visivo o tramite strumenti di misura in base a quanto indicato su un documento redatto dal Controllo Qualità per ogni fase produttiva di ogni articolo. I pezzi sono portati in sala di misura durante il piazzamento e durante la produzione nel caso in cui si riscontrino dei minimi difetti di lavorazione e quando è indicato sulla scheda di controllo. Una volta completata la fase il capo reparto chiude la fase di lavorazione registrando gli scarti e provvedendo alla loro rimozione.

I pezzi passano alla fase successiva in base all'urgenza e alla disponibilità di macchinari: in alcuni casi, per ordini molto urgenti, si è verificato che gli operai abbiano utilizzato una carriola per movimentare i pezzi perché riempire un intero cassone avrebbe richiesto troppo tempo. Di norma i cassoni completati sono spostati dagli operai in un punto dedicato per ogni capannone, da qui sono prelevati dal magazziniere e stoccati nel magazzino semilavorati se la lavorazione successiva non è ancora iniziata oppure sono consegnati al macchinario preposto per fase seguente.

Terminato il ciclo produttivo i cassoni sono pesati e generalmente spediti man mano che sono completati; più raramente la commessa è spedita solo dopo essere stata terminata interamente.

### **3.4 I SOFTWARE IN USO**

OLV si avvale di un sistema di industria 4.0 costituito da tre software: Arka, WorkPlan e OverOne.

Il primo è deputato alle funzioni amministrative e invia gli ordini al secondo che funge da database delle produzioni e degli articoli, mentre il terzo è un vero e proprio MES.

#### **3.4.1 WORKPLAN**

**Workplan** è un programma ERP per gestire tutto il processo produttivo dalla preventivazione alla realizzazione del prodotto finito.

È nato in Francia, a Macon, nella seconda metà degli anni 80, sviluppato da una società (allora a carattere familiare, come tutte le società nate in quel periodo che si occupavano di CAM) che si chiamava (e ancora esiste) SESCOI.

SESCOI era di proprietà della famiglia Macrò, ora interamente posseduta da Vero e quindi da Hexagon, è diventata presto "famosa" (nel mondo degli stampisti e della meccanica di produzione) per aver sviluppato il CAM WorkNC, diventato un riferimento per il mercato dello stampo Automotive.

Data l'esperienza accumulata lavorando a contatto con gli stampisti prima francesi e poi in tutta Europa, è sorta l'esigenza di organizzare e tenere in ordine i dati della commessa stampo e produzione meccanica di precisione per accompagnare i propri clienti non solo nella fase di programmazione delle macchine utensili.

Nasce quindi WorkPlan, dapprima quasi come appendice del CAM per poi prendere una propria identità ed essere proposto sul mercato da solo come software di gestione e di pianificazione. Dopo qualche anno, intorno agli anni 2000 diventa un vero e proprio ERP verticale e specializzato per aziende meccaniche di precisione.

Oggi conta qualche migliaio di utenze nel mondo in Europa, Stati Uniti, Canada, Cina, Giappone e qualche installazione in Sud America, Sud Africa.

La caratteristica prevalente di questo applicativo è la flessibilità indispensabile alle attrezzature che devono poter cambiare in ogni momento il loro flusso produttivo.

WorkPlan permette di:

1. Gestire anagrafiche clienti, fornitori, articoli (compresi cicli di lavorazione e relative fasi), macchinari, commesse, ecc.
2. Effettuare e gestire Preventivi
3. Gestire le attività di vendita: passare dal preventivo, all'ordine, alla fatturazione; accedere ai documenti relativi ad una commessa, generare report di avanzamento dei lavori e amministrazione delle vendite. (in sostanza svolge l'intero ciclo documentale fino alla fattura)
4. Gestione dei magazzini e degli acquisti. Permette di importare la Distinta Base direttamente da tutti i principali sistemi CAD.
5. Pianificare, gestire e consuntivare la Produzione
6. Effettuare la Gestione della Qualità

OLV utilizza tale software solo per quanto riguarda le funzioni di Anagrafiche e di Gestione della Produzione (e in futuro di Pianificazione della Produzione), in quanto per la parte di ciclo documentale, sia attivo che passivo, è utilizzato ARCA, nonché per la contabilità, mentre per le altre attività o non sono svolte dall'azienda oppure non sono utilizzati software per supportarle.

Nella sezione "Articoli" attraverso una finestra denominata "Navigatore" è possibile richiamare tutti gli articoli presenti in memoria. Una volta trovato quello desiderato il sistema mostra, sotto forma di sottocartelle, le seguenti informazioni

- Fornitori
- Magazzino
- Ordine di Acquisto
- Accordi con il fornitore
- Note e documenti
- Ripartizione tecnica

L'unica tra queste informazioni che l'azienda utilizza pienamente è la Ripartizione Tecnica, ovvero l'elenco dei vari cicli di lavorazioni suddivisi in fasi contenenti le indicazioni di tempo di lavorazione e di quali macchinari possono eseguirle.

Per ogni articolo possono essere creati molteplici cicli; di solito la differenza tra uno e l'altro è dovuta a due principali motivazioni: quando alcune fasi possono essere eseguite sia internamente che esternamente oppure quando alcune fasi possono essere eseguite separatamente o unitamente (per esempio alcune forature assiali o maschiature possono essere eseguite sia su un tornio che su un centro di lavoro, quindi alcune volte sarà unita tale lavorazione alla tornitura, mentre in altri casi si provvederà a effettuare tale operazione da sola su un centro di lavoro in base a quali sono le esigenze del momento e le disponibilità dei macchinari in fabbrica); perciò in fase di pianificazione si decide quale delle opzioni utilizzare e di conseguenza si assegna alla commessa il ciclo che rappresenta questa scelta.

La possibilità di creare più cicli è utilizzata quando è frequente la scelta di differire da quello standard, se invece tale modifica è effettuata raramente o una tantum, allora si provvede a modificarlo direttamente sulla commessa in modo da non creare troppa pesantezza a livello di database e di scelta dei cicli da parte dell'utente.

La creazione di un ciclo prevede che si elenchi una successione di fasi produttive ognuna delle quali contiene le seguenti informazioni:

- I) **Posizione.** Ovvero qual è l'ordine all'interno del ciclo. Si utilizzano sempre multipli di 10 in modo da permettere di inserire altre fasi in una data commessa, se necessario, semplicemente indicando un numero compreso tra due decine (es. per inserire tra la 1° e la 2° si indica la posizione con il numero 15).
- II) **Fase.** Si tratta di un codice che identifica una tipologia di lavorazione (es. Foratura Assiale, Centrintestatura, Maschiatura) e che è selezionabile da un elenco predefinito dall'utente.
- III) **Descrizione.** In questo campo è indicato il nome della lavorazione che è proposto dal sistema in base all'elenco di cui prima, ma è modificabile a piacere dall'utente.



- IV) **Tempo di preparazione.** Si tratta del tempo impiegato dall'operatore per effettuare il settaggio del macchinario all'inizio della produzione di un nuovo lotto che prevede una lavorazione differente dalla precedente.
- V) **Durata (ore).** Indica, in ore, il tempo necessario alla lavorazione di un singolo pezzo. Nell'inserire tale dato il sistema apre una maschera in cui è possibile indicarlo con differenti unità di misura.
- VI) **Durata (giorni).** Si utilizza quando si tratta di lavorazioni esterne ed indica il tempo necessario al completamento di quella fase per l'intero lotto. Siccome tale valore dipende dalla dimensione dei lotti, che raramente è uguale tra uno e l'altro, lo si va a modificare in ogni commessa.
- VII) **Risorse.** Si indicano tutte le macchine su cui è possibile eseguire l'operazione in questione. Per ogni fase è indicato, a livello di database, su quali macchinari può essere eseguita in generale (per esempio una fase di tornitura avrà selezionabili tutti i torni, ma non gli altri macchinari): questo campo permette di scegliere dal relativo elenco i macchinari su cui è possibile eseguire la specifica fase in questione. Infatti, ci sono lavorazioni che non possono essere eseguite su tutti i macchinari sia per questioni tecniche che per le dimensioni del pezzo.  
  
Tale funzione è utilizzata nella pianificazione della produzione, per indicare al sistema le macchine su cui può scegliere di assegnare una fase, e dai tablet, per non permettere di selezionare una fase ad un macchinario che non può eseguirla.

Alcune fasi risultano essere definite senza indicare un tempo di lavorazione: si tratta di operazioni accessorie che sono eseguite tramite macchinari manuali, come maschiature e marcature e che quindi non possono essere controllate dai software, ma si provvede solo ad indicare manualmente al sistema il numero di pezzi prodotti.

Il navigatore, selezionando l'apposita modalità, permette di indicare anche di richiamare dal database tutte le commesse che sono state eseguite, che sono in esecuzione o che si prevede di eseguire (vedi figura 3.2).

Posizione	Codice	Descrizione	Capacità settimanale	CAMM
0	47-RETRO	MSA MFT 1000/21I	76,00	<input type="checkbox"/>
0	48	MSA MF 750/2TA	76,00	<input type="checkbox"/>
0	49	MSA MF 750/2TA	76,00	<input type="checkbox"/>
0	50	COMINI FC2T2 120 CP	56,00	<input type="checkbox"/>
0	51	COMINI FC2T2 120 CP	56,00	<input type="checkbox"/>
0	52	CMT KRONOS ARES	,00	<input type="checkbox"/>
0	53	CMT KRONOS 208	,00	<input type="checkbox"/>
0	54	SHE HONG VMC 127DA	50,00	<input type="checkbox"/>
0	55	HWACHEON ECO 2SPJ	,00	<input type="checkbox"/>
0	56	PIEMA CONTROL LEONARD 3.3 T516	56,00	<input type="checkbox"/>
0	57	FAMAR MAKER 400	,00	<input type="checkbox"/>
0	58	SHE HONG VMC 127DA	56,00	<input type="checkbox"/>
0	59	MSA MFTB 1000/43	51,00	<input type="checkbox"/>
0	60	MSA MFT 1100	76,00	<input type="checkbox"/>
0	61	BIGLIA 1200L	51,00	<input type="checkbox"/>
0	62	BIGLIA 1200L	51,00	<input type="checkbox"/>
0	63	MSA MFTB 1000/51	51,00	<input type="checkbox"/>
0	64	DOOSAN DNM 650	51,00	<input type="checkbox"/>
0	67	KITAMURA MF CENTER 3K	,00	<input type="checkbox"/>
0	68	DOOSAN DNM 750	50,00	<input type="checkbox"/>
0	69	BIGLIA 1250L	56,00	<input type="checkbox"/>
0	70	BIGLIA 1250L	56,00	<input type="checkbox"/>
0	71	COMINI MF 3.15U	76,00	<input type="checkbox"/>
0	72	DOOSAN DNM 650	51,00	<input type="checkbox"/>
0	73	BIGLIA 1250L	51,00	<input type="checkbox"/>
0	74	BIGLIA 1250L	51,00	<input type="checkbox"/>
0	75	MSA MF 1000A	76,00	<input type="checkbox"/>
0	76	SEGA TRICE	,00	<input type="checkbox"/>
0	77	BIGLIA 1250L	76,00	<input type="checkbox"/>
0	78	MSA MFTB 1000/51	76,00	<input type="checkbox"/>
0	CNT	CENTROINTESTATRICE MANUALE	,00	<input type="checkbox"/>
0	FAS	FASE ASSOCIATA	,00	<input type="checkbox"/>
0	FR	FRESATRICE	,00	<input type="checkbox"/>
0	MAG	MAGAZZINO	,00	<input type="checkbox"/>
0	MC	MARCATRICE	,00	<input type="checkbox"/>
0	MS	MASCHINATRICE	,00	<input type="checkbox"/>
0	PR	PRESSA	,00	<input type="checkbox"/>
0	SG	SEGATRICE MANUALE	,00	<input type="checkbox"/>
0	TD	TORNO MANUALE	,00	<input type="checkbox"/>
0	TRP	TRAPANO A COLONNA	,00	<input type="checkbox"/>

Codice	Descrizione	Data di fine
21I	Centroministratura	00/00/0000
DNT	Derivatura	00/00/0000
FDPL_VERT	Foratura Verticale	00/00/0000
FRS	Fresatura	00/00/0000
FRT_BTA	Foratura Profonda BTA	00/00/0000
FRT_FRP	Foratura Profonda Punta Cannone	00/00/0000
FRT_RDIL	Foratura radiale	00/00/0000
MAG	Pezzo finito (sta pesare)	00/00/0000
MFC	Marcatura	00/00/0000
MSC	Manichatura	00/00/0000
RADOR	Raddolcatura	00/00/0000
SGR	Sgrassatura	00/00/0000
SMU_SBAV	Smussatura_Shevatura	00/00/0000
TGL	Taglio	00/00/0000
TRN	Tornare	00/00/0000

Figura 3.2 Schermata di selezione delle lavorazioni che è possibile effettuare su un dato macchinario.

Una commessa visualizzata sul navigatore si suddivide in 4 macroaree:

- I) **(Evidenziato in azzurro)** Permette di accedere alle informazioni del cliente.
- II) **(Evidenziato in verde)** Si tratta delle stesse informazioni presenti quando si ricerca un articolo. Infatti, espandendo la ripartizione tecnica ivi presente, si ottiene l'elenco delle fasi con indicato il tempo di lavorazione in ore del singolo pezzo.
- III) **(Evidenziato in giallo)** Si tratta del ciclo di lavorazione della particolare commessa che si sta visualizzando. Lo si evince anche dal fatto che anziché indicare il tempo di lavorazione in ore del singolo pezzo, è presente il numero della fase, che è un progressivo che la identifica univocamente, e un numero tra parentesi, che indica la percentuale di completamento valutata in base alle ore lavorate rispetto a quelle previste. Quando nella parentesi è presente un simbolo di maggiore indica che non è stato indicato un tempo di lavorazione (si tratta delle fasi manuali) e quindi il sistema non è in grado di elaborare una percentuale di completamento.
- IV) **(Evidenziato in fucsia)** Si tratta di una cartella in cui eventualmente inserire note e documenti collegati alla commessa in questione.

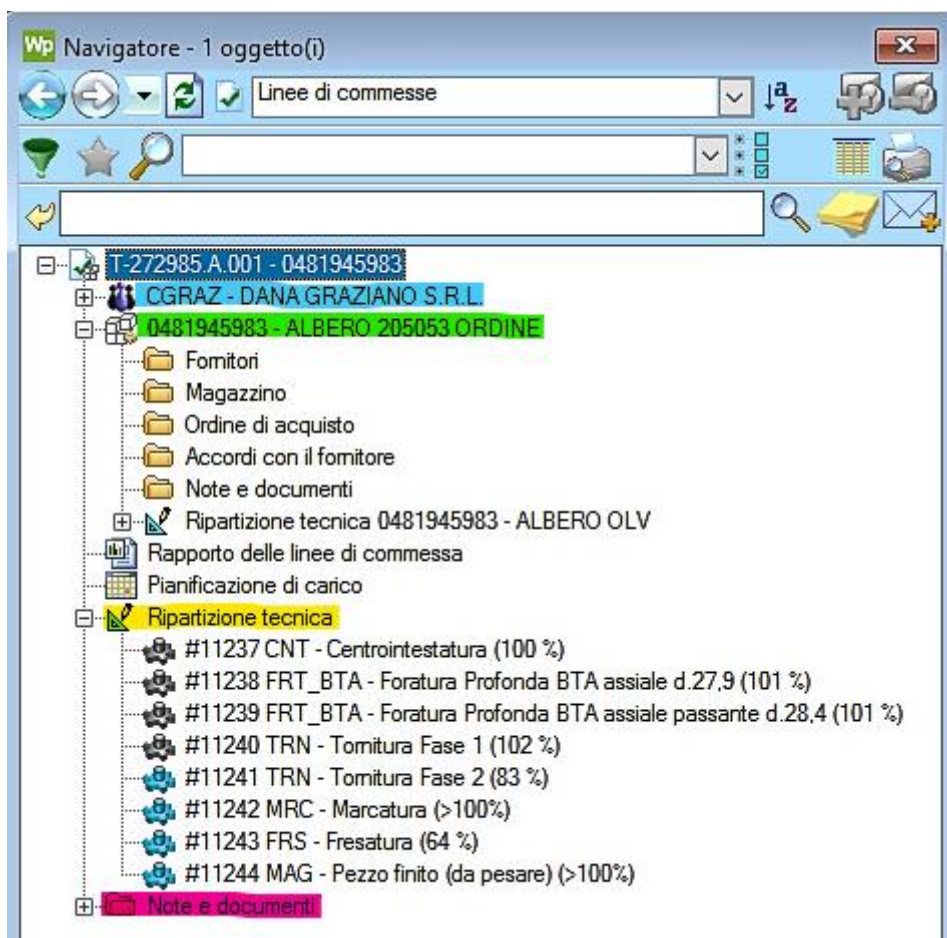


Figura 3.3 Esempio di commessa visualizzata tramite il navigatore.

Dall'immagine si nota anche che le icone presenti per ogni fase possono assumere colori differenti (questo vale solo per le ripartizioni tecniche delle commesse, mentre quelle dell'articolo sono sempre grigie).

I colori possibili sono:

1. **Grigio chiaro.** *Creata.* Compare quando la commessa è in stato creato, ovvero vi è stato assegnato un ciclo, ma non è ancora disponibile ad entrare in produzione.
2. **Verde.** *Avviata.* Quando si decide di far entrare in produzione una commessa si imposta manualmente tale stato cliccando col il tasto destro sulla voce "Ripartizione tecnica". Quando si esegue questa operazione la commessa passa al software OverOne ed è selezionabile dagli operatori a bordo macchina.
3. **Azzurro.** *In lavorazione.* Il passaggio a questa fase avviene in automatico dopo che sono passati i dati dal MES, cioè quando una fase è selezionata dal tablet a bordo macchina ed è iniziata la lavorazione dei pezzi.

4. **Rosso. Sospesa.** Si può impostare manualmente una fase come sospesa quando se ne interrompe la lavorazione in modo che essa esca dal sistema di pianificazione della produzione integrato in WorkPlan.
5. **Grigio scuro. Completata.** Questo stato viene impostato in automatico quando una fase è chiusa su OverOne. In questo caso non è possibile modificarne i dati come, per esempio, il numero di pezzi prodotti, gli scarti, i tempi di lavorazione, ecc.

È possibile modificare manualmente ogni stato, per esempio se ci si accorge che una commessa ha avuto uno pezzo di scarto in più di quanto scritto a database, allora bisogna impostare lo stato da “Completato” a “In lavorazione” per poter modificare i dati e poi bisogna nuovamente riportarlo a “Completato”. Un altro caso è quello che si verifica quando ci si accorge che una fase è stata chiusa, ma la lavorazione non è stata ancora completata: per poter permettere di tornare a eseguire l’operazione è necessario, anche in questo caso, riportare la fase in questione nello stato “In Lavorazione”.

Il ciclo di lavorazione assegnato ad una data commessa può essere modificato nell’elenco delle fasi, inoltre possono essere variate alcune informazioni relative alle fasi stesse: si possono, quindi, aggiungere o togliere fasi oppure modificarle (per esempio farle passare da esterne a interne e viceversa). Tutti questi cambiamenti si rifletteranno solo sulla commessa in questione e non andranno a modificare quelle presenti nella sezione “Articoli”. Lo stesso vale per le modifiche dei dati delle fasi, come per esempio i tempi di lavorazione o i macchinari su cui possono essere eseguite. Infatti, è possibile indicare quali macchinari possono lavorare una fase anche sulla singola commessa, questo può servire per limitare le possibilità del pianificatore in base a vincoli che risultano essere solo temporanei oppure che variano sempre di commessa in commessa.

WorkPlan è dotato anche di una funzionalità che permette di effettuare la pianificazione della produzione. Direttamente dal navigatore è possibile inviare una commessa al pianificatore che in base a vincoli preimpostati la inserirà nella pianificazione e la mostrerà attraverso un diagramma Gantt. Il limite di questa funzione è che un lotto è segnalato come completato quando si esaurisce il tempo che è stato impostato come necessario al suo completamento indipendentemente dal numero effettivo di pezzi prodotti: il risultato è che commesse completate sono segnalate come ancora in esecuzione e viceversa.

Inoltre, il sistema non è in grado di rilevare e modificare la propria pianificazione in base a ciò che succede fisicamente sul piano produttivo. Ad esempio, se si lavora una fase su un macchinario diverso da quello previsto dal sistema, questi non è in grado di recepire la modifica del piano e quindi di ricalcolare la pianificazione in base a questa nuova informazione; lo stesso si verifica quando anticipa o posticipa una produzione. Questa problematica è dovuta alla natura della produzione dell'azienda. Infatti, WorkPlan è stato sviluppato per lavorazioni differenti da quelle effettuate da OLV, in particolare per lo stampaggio dei metalli, inoltre non è stato pensato per "inseguire la produzione", ma per una pianificazione preventiva. Per risolvere la problematica sono stati coinvolti i programmatori della casa madre in Francia, ma non è stata implementata alcuna soluzione prima della fine del Tirocinio; pertanto, tale funzionalità del software non è stata potuta essere sfruttata durante l'esperienza in azienda.

### **3.4.2 OVERONE**

OverOne è un MES utilizzato per raccogliere i dati dai macchinari e per inviarli a WorkPlan. Tali dati possono essere consultati direttamente su OverOne, che dispone di un'interfaccia più semplice, oppure su WorkPlan; il primo dispone di dati più completi dal punto di vista delle lavorazioni, mentre il secondo ha più informazioni sulle commesse.

OverOne è un software client-server, tuttavia la schermata a cui si accede tramite i tablet, quella che permette l'inserimento e la consultazione dei dati a bordo macchina, è accessibile tramite un browser, come avviene tipicamente per i programmi cloud.

I dati sono trasmessi a OverOne in due modi: da un chip presente sui macchinari (Tempi di lavorazione e fermo, Versamenti Automatici) oppure inseriti da un operatore tramite tablet (Commessa in lavorazione, manutenzioni, pezzi prodotti, inizio e fine della lavorazione, ecc.). Ogni macchina è provvista di tablet che permette anche di consultare dati come lo stato di lavorazione di un ordine. In senso opposto esso riceve da WorkPlan i dati delle commesse come codice della stessa, articolo, numero di pezzi del lotto, elenco delle fasi che costituiscono il ciclo di lavorazione.

OverOne permette di accedere al programma in due modi: da un PC in modo da poter consultare e correggere tutti i dati del programma, modificare le impostazioni, ecc. oppure

tramite tablet; quest'ultimo è assegnato ad ogni macchinario e permette non solo di consultare dati relativi ad esso e alla produzione in atto, ma anche di inserire alcuni dati o eseguire dei comandi.

Aperto il programma dal PC ci si trova ad un menu nel quale sono presenti 5 dashboard

1. Stato macchine
2. Anagrafiche (elenco macchine, operatori, clienti, fornitori, articoli e relative impostazioni)
3. Produzione
4. Configurazioni (Sezione per effettuare impostazioni di sistema)
5. Manutenzione (Sezione per definire le tipologie di manutenzione, impostare le modalità, consultare lo storico)

La sezione più importante (e quindi la più utilizzata durante il tirocinio) è quella della Produzione.

Essa si divide in 5 sottosezioni:

- 1) Ordini
- 2) Analisi Tempi
- 3) Analisi Cicli
- 4) Monitoraggio
- 5) VideoWall (Una schermata che elenca lo storico degli stati di una macchina che si sono succeduti del tempo)

Aperto il Monitoraggio si accede ad una dashboard costituita dalla piantina della fabbrica, la quale presenta la posizione di ogni macchinario dell'azienda. Per tutti quelli connessi tramite il sistema di Industria 4.0 è anche visibile, accanto ad essi, una lancetta che indica la percentuale di utilizzo della macchina; inoltre, attraverso il colore dello sfondo di questo indicatore, è segnalato all'utente lo stato della macchina.

Le opzioni previste sono:

- **VERDE** → *In Lavorazione*
- **ROSSO** → *Fermo Macchina*
- **BLU** → *In Piazzamento*
- **NERO** → *Macchina spenta*
- **ARANCIONE** → *Macchina a doppio pallet*. Identifica quei macchinari che permettono l'inserimento di due pezzi, anche diversi tra loro, in due parti distinte dello stesso. Siccome però dispongono di una sola testa che esegue la lavorazione, quest'ultima non può essere eseguita contemporaneamente su entrambi i pezzi; tuttavia, si ottiene il vantaggio che mentre uno è in lavorazione, l'altro può essere scaricato e caricato in modo da ridurre, se non azzerare, i tempi di fermo della macchina.

Per di più, per ogni macchinario, è presente anche l'indicazione di quale operatore è presente a bordo macchina, oltre a quale articolo, commessa e fase è in produzione in quel momento.

Cliccando sull'icona di una macchina si accede ad una schermata che visualizza la stessa interfaccia presente sul relativo tablet a bordo macchina, permettendo di visualizzare le stesse informazioni e di eseguire gli stessi comandi di chi si trova fisicamente a lavorare sul macchinario.

Le schermate più utilizzate sono, però, quelle "Ordini" e "Analisi Tempi". Si può accedere ad entrambe separatamente, ma risulta spesso utile, quando si sta consultando una commessa su "Ordini", di cliccare su una fase ed accedere direttamente ad "Analisi Tempi", filtrando i dati direttamente su di essa.

La sezione "Ordini" permette quindi, attraverso numerosi filtri, di visualizzare i dati di tutte le commesse presenti a database che risultano suddivise nelle varie fasi che ne compongono il ciclo di lavorazione. È importante usare correttamente i filtri per ottenere una ricerca fluida e veloce: per esempio se si cerca un articolo senza specificare altro, il sistema cercherà tutte le commesse eseguite, in esecuzione o da eseguire relative ad esse sin dall'inizio dell'implementazione del software in azienda nel 2018, occupando il sistema

per lungo tempo e rischiando di mandarlo in crash. Di conseguenza è sempre buona pratica, in questi casi, usare combinazioni di filtri, sfruttando, ad esempio, le indicazioni di tempo. Per ogni fase elencata nella schermata è presente l'indicazione di una serie di codici (codice ordine, commessa, numero fase, codice articolo, descrizione fase) che permettono di identificare la produzione in questione. Inoltre, sono indicati il numero di pezzi del lotto (ovvero la quantità richiesta dal cliente), il numero di pezzi buoni completati e il numero di pezzi di scarto.

A produzione completata può capitare che la somma di pezzi buoni e di scarto sia diversa dal valore presente in "Quantità richiesta", questo accade in quanto non è raro che nei cassoni contenenti i grezzi e che sono stati inviati dal cliente sia presente un numero effettivo di grezzi differente, di solito nell'ordine delle unità, da quello previsto.

Un'altra indicazione importante è quella della percentuale di completamento della fase, calcolata in base a pezzi prodotti su quantità richiesta (questo costituisce un'importante differenza con WorkPlan).

Codice ordine	Commessa	Inizio previsto	Quantità richiesta	Codice Articolo	Numero fase	Descrizione fase	Pezzi buoni	Pezzi scarto	Stato Fase	Completamento fase	Fase Esterna Descrizi
T-272985.A.1	T-272985	28/10/2020	506	0481945983	11237	Centroidestatura	506	0	Conclusa	100%	37%
T-272985.A.1	T-272985	28/10/2020	506	0481945983	11238	Foratura Profonda BTA assiale d.27,9	505	0	Conclusa	99%	37%
T-272985.A.1	T-272985	28/10/2020	506	0481945983	11239	Foratura Profonda BTA assiale passante d.28,4	506	0	Conclusa	100%	37%
T-272985.A.1	T-272985	28/10/2020	506	0481945983	11240	Tornitura Fase 1	503	1	Sospesa	99%	37%
T-272985.A.1	T-272985	28/10/2020	506	0481945983	11241	Tornitura Fase 2	450	0	Sospesa	88%	37%
T-272985.A.1	T-272985	28/10/2020	506	0481945983	11242	Marcatura	338	0	Sospesa	66%	37%
T-272985.A.1	T-272985	28/10/2020	506	0481945983	11243	Fresatura	339	2	Sospesa	66%	37%
T-272985.A.1	T-272985	28/10/2020	506	0481945983	11244	Pezzo finito (da pesare)	240	0	Sospesa	%	37%

Figura 3.4 Schermata Ordini filtrata per una specifica commessa.



Infine, vi è l'informazione riguardante lo stato della fase; le opzioni sono:

- **Inserita.** Descrive la situazione in cui una fase è appena entrata nel sistema e non ha ancora subito alcuna lavorazione.
- **Lavorazione.** Indica che quella fase è, in quel preciso momento, in esecuzione su un macchinario.
- **Sospesa.** Indica che la fase è stata lavorata in passato, ma non è stata completata e non è in esecuzione al momento.
- **Conclusa.** Indica che la fase è stata completata. Quando una fase è impostata come chiusa quest'informazione passa automaticamente a WorkPlan. Se si chiude l'ultima fase di una commessa (che nell'azienda in esame è sempre costituita da quella di spedizione della merce) tutte le precedenti sono chiuse in automatico.

È possibile eliminare o aggiungere fasi in questa sezione. Inoltre, è possibile anche modificare il numero di pezzi prodotti o di scarto, anche se questa operazione è svolta di norma nella sezione "Analisi tempi"; quest'ultima occorrenza si verifica quando gli operatori inseriscono un valore errato tramite i tablet. Infine, è possibile variare tutti gli stati delle fasi secondo le esigenze.

Tempi	Totale	Grafici Totali	Grafici Macchine																		
Codice ordine	Quantità richiesta	Codice Articolo	Numero fase	Descrizione fase	Inizio	Fine	Durata	Attività	Pezzi buoni	Pezzi scarto	Codice macchina	Nome macchina	Nome operatore								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:46:58	30/11/2020 15:47:20	00:00:21	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:46:57	30/11/2020 15:46:57	00:00:00	Versamento Pezzi Automatico	1	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:44:38	30/11/2020 15:46:57	00:00:218	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:42:31	30/11/2020 15:44:38	00:00:206	Fermo	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:41:14	30/11/2020 15:42:31	00:00:117	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:41:14	30/11/2020 15:41:14	00:00:00	Versamento Pezzi Automatico	1	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:39:51	30/11/2020 15:41:14	00:00:21	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:38:53	30/11/2020 15:39:51	00:00:057	Fermo	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:38:20	30/11/2020 15:38:53	00:00:032	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:38:14	30/11/2020 15:38:14	00:00:00	Versamento Pezzi Automatico	1	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:35:05	30/11/2020 15:38:14	00:00:0308	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:35:04	30/11/2020 15:35:04	00:00:00	Versamento Pezzi Automatico	1	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:32:11	30/11/2020 15:35:04	00:00:02:53	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:32:10	30/11/2020 15:32:10	00:00:00	Versamento Pezzi Automatico	1	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:29:49	30/11/2020 15:32:10	00:00:02:21	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:22:38	30/11/2020 15:29:49	00:00:07:11	Fermo	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:21:38	30/11/2020 15:22:38	00:00:01:00	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:21:25	30/11/2020 15:21:25	00:00:00	Versamento Pezzi Automatico	1	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								
3688.A.1	222	3302811M3/CAT	11565	Fresatura CNC	30/11/2020 15:19:28	30/11/2020 15:21:25	00:00:01:57	Lavorazione	0	0	24	24 - DOOSAN (2018)DNM	DENIS ALLIONE								

Figura 3.5 Output della sezione "Analisi dei tempi" filtrato in modo da rappresentare solo le lavorazioni, i fermi e i versamenti automatici in modo da poter verificare le sequenze delle operazioni che si susseguono durante la produzione.

Un'altra sezione del programma molto utilizzata è l'"Analisi Tempi". Si può accedervi direttamente e utilizzare i filtri presenti per cercare ciò che si ha bisogno di consultare oppure si può cliccare su una fase nella sezione "Ordini" e si aprirà l'analisi dei tempi già filtrata con questo dato.

Questa sezione visualizza una riga per ogni occorrenza che si verifica a bordo macchina o su un altro tablet (Operazioni manuali o magazzino).

Oltre alle solite informazioni di identificazione della commessa, dell'articolo, ecc. qui è specificata la macchina su cui è eseguita l'operazione e chi è la persona che l'ha svolta; inoltre, è presente anche l'indicazione di inizio e fine della stessa, specificando la data e l'ora con una precisione nell'ordine dei secondi e la differenza tra i due per avere una lettura più immediata e intuitiva della durata effettiva dell'attività in questione.

In questa sezione non si possono aggiungere manualmente righe, ma è possibile modificare quelle esistenti, di norma per cambiare il numero di pezzi che vi è indicato.

Le colonne più importanti sono quella dell'attività e della causale del fermo.

Le attività indicano che cosa effettivamente è stato eseguito e sono:

- **PIAZZAMENTO.** Inizia quando l'operatore comincia a eseguire il set up della macchina e finisce quando tale attività è completata. In questo caso il sistema misura soltanto il tempo impiegato senza distinguere tra lavorazione o fermo, per ovvie ragioni. Per di più non conta i pezzi prodotti, quindi sarà premura dell'operatore segnare il numero di quelli buoni e di scarto che si sono generati nel momento in cui chiude tale operazione.
- **LAVORAZIONE.** Quando la macchina comincia ad eseguire una lavorazione si crea una riga con un'indicazione di tempo riguardante l'inizio, ma la sezione della fine rimane vuota fintanto che non si è conclusa, allora aggiornando la pagina anche quest'ultima conterrà dei dati. Questa attività è considerata chiusa dal sistema quando esso rileva un fermo.

- **FERMO.** Il sistema agisce in questo caso con le stesse modalità previste per la lavorazione. Se un fermo ha una durata superiore agli 8 minuti (valore impostato dall'azienda e quindi non predefinito dal sistema) il programma obbliga l'operatore a bordo macchina a segnalare quale sia la causa di tale occorrenza.
- **VERSAMENTO AUTOMATICO.** Ogni macchinario ha una scheda di rilevazione di ciò che accade in modo da trasmettere i dati a OverOne. Per ognuno di essi è stato stabilito che, in seguito ad una certa operazione, che può anche essere superflua o inutile rispetto alla produzione del pezzo (come una spruzzata di olio in più o un ulteriore giro del mandrino), il sistema assocerà a tale occorrenza il fatto che è stata completata la produzione di un pezzo e quindi scriverà una riga con inizio e fine nello stesso istante e con il numero di pezzi prodotti del valore di una unità; così facendo andrà ad aumentare il valore della voce dei pezzi prodotti: esso non contribuisce, però, al conteggio effettivo dei pezzi buoni (quello presente, per esempio, nella sezione ordini), ma semplicemente sarà il numero proposto all'operatore quando termina o sospende la produzione che potrà confermarlo o modificarlo. Ciò avviene per due ragioni: il conteggio effettuato dal sistema potrebbe non essere corretto, oppure ci potrebbero essere dei pezzi di scarto; in quest'ultimo caso il software non è in grado di capire che una produzione è stata difettosa e quindi lo segnerà sempre come conforme, da qui la necessità di dover correggere i dati manualmente.
- **VERSAMENTO MANUALE.** Ci sono delle operazioni che sono eseguite manualmente, come per esempio la marcatura. Quando esse sono eseguite in concomitanza con una lavorazione effettuata da una macchina, allora si assocerà la fase e il sistema conterà in automatico, ma se ciò non è possibile, allora sarà necessario inserire manualmente il numero di pezzi prodotti tramite appositi tablet e questa sarà l'unica indicazione presente nella sezione "Analisi Tempi". Tale occorrenza avviene, inoltre, quando si effettua una lavorazione utilizzando macchinari che non dispongono di un collegamento a OverOne (ovvero quelli che non sono a controllo numerico) oppure nella fase di spedizione.

- **SOSPENSIONE.** Ogni qual volta l'operatore interrompe la produzione (di norma per un fine turno o per la pausa pranzo) il sistema mostra una riga con questa dicitura per segnalare questa occorrenza. Tale riga conterrà inoltre l'indicazione del numero di pezzi buoni e di scarto che l'operatore ha inserito tramite il tablet quando è stato effettuato il comando di interruzione o fine della lavorazione.
- **MANUTENZIONE STRAORDONARIA.** Non è associata ad una fase poiché per essere eseguita necessita che l'operatore sospenda la produzione allo stesso modo previsto per il fine turno o la pausa pranzo, generando quindi l'omonima riga descritta la punto precedente. A questo punto non vi è, ovviamente, alcuna informazione riguardante la produzione, ma solo quella dell'operatore a bordo macchina; eseguendo il comando di Manutenzione Straordinaria il sistema creerà un'apposita riga (associata solo alla macchina e all'operatore) che sarà trattata da sistema con le stesse modalità previste per quelle di Lavorazione e Fermo.

Anche in questa sezione è possibile modificare l'ordine delle colonne a piacimento in base alle esigenze dell'utente.

Filtrando l' "Analisi Tempi" solo per Lavorazione, Fermo e Versamento Automatico è possibile visualizzare quale sia il ciclo di lavorazione e quale sia il tempo necessario alla sua esecuzione. Il caso ideale si verifica quando la successione è Lavorazione, Fermo, Versamento Automatico, con quest'ultimo in concomitanza con l'inizio del secondo, oppure di una successione di Lavorazione e Fermo fino ad avere un Versamento Automatico; quest'ultimo caso avviene quando la produzione necessita di un intervento dell'operatore durante la lavorazione, per esempio per girare il pezzo riposizionandolo all'interno della macchina.

Spesso si può notare che è presente una ulteriore riga di lavorazione di pochi secondi, questo avviene perché quando il sistema rileva il comando di fine lavorazione, quello che innesca la scrittura della riga di Versamento Automatico, la macchina potrebbe dover ancora eseguire delle operazioni come il riposizionamento delle parti mobili alle coordinate impostate per permettere lo scarico e carico dei pezzi oppure l'apertura delle porte.

Siccome il software rileva il macchinario in movimento, esso segnala di conseguenza una ulteriore riga di lavorazione prima di mostrare effettivamente quella di fermo.

Come accennato in precedenza è stata prevista la richiesta da parte del sistema di indicare, da parte di un operatore, la ragione di un fermo macchina superiore agli 8 minuti; le opzioni tra cui scegliere sono le seguenti:

- Pausa operatore (no pausa pranzo)
- Manutenzione ordinaria/pulizia macchina
- Misura pezzo: autocontrollo a bordo macchina/altimetro
- Mancanza pezzi
- Cambio inserto/utensile
- Guasto macchina
- Carico/scarico pezzi
- Misura pezzo in sala metrologica

Nella sezione “Analisi Tempi” sono presenti altri tab oltre a quello “Tempi” appena descritto.

I due tab più importanti (che son stati utilizzati durante il tirocinio) sono “Totali” e “Grafici Totali”.

Il primo presenta l’indicazione del tempo trascorso in totale in riferimento ai dati cercati attraverso i filtri (cioè se si sta cercando una commessa, una fase, un articolo, un macchinario, un operatore, ecc.) suddiviso per ogni attività prevista dal sistema, con indicato anche il totale della loro somma. Inoltre, è presente anche il dettaglio del numero di pezzi prodotti, sempre relativo ai filtri impostati, suddiviso in base a Pezzi Automatici, Buoni o di Scarto; in questo caso il totale mostrato è la somma dei pezzi buoni e dei pezzi di scarti proprio perché, come spiegato in precedenza, il valore della voce “Pezzi Automatici” è puramente indicativo.

Grafici Totali mostra gli stessi dati sotto forma, appunto, di grafici, principalmente a torta.

### **3.4.3 L’ARCHITETTURA DEL SISTEMA INFORMATICO DELL’AZIENDA**

Una volta descritti i software principali utilizzati dall’azienda è possibile fare un accenno alla struttura presente che permette la comunicazione tra di essi e il rilevamento dei dati.

In ogni macchinario a controllo numerico è installato un sensore che rileva lo stato della macchina, ovvero se è in lavorazione o se è ferma, e l'esecuzione del comando presente nel codice ISO della lavorazione che identifica la produzione di un pezzo.

In tutto lo stabile è presente una rete Wi-Fi a cui questi sensori sono connessi in modo che possano trasmettere al server le informazioni che hanno registrato. Alla stessa rete sono connessi anche tutti i tablet presenti a bordo macchina; essi, collegandosi al server, sono in grado di accedere alle informazioni a loro necessarie, ma anche di inviare tutte quelle che ricevono tramite input dell'utente.

In azienda non sono previsti tablet solo a bordo macchina, ma ne sono stati installati altri 4: 2 sono quelli per l'inserimento delle operazioni manuali e sono situati uno per ognuno dei due stabili principali, mentre gli altri due sono posizionati uno nel magazzino semilavorati e l'altro in quello dei grezzi e sono utilizzati per inserire i dati delle spedizioni di prodotto finito e di ricezione dei pezzi dalle lavorazioni esterne.

Per permettere ai tre software di comunicare tra loro sono stati sviluppati ad hoc dei connettori dai produttori degli stessi, uno per far comunicare WorkPlan con OverOne e l'altro per WorkPlan con ARCA (vedi figura 3.1).

WorkPlan riceve da ARCA i dati delle commesse (articolo, quantità, cliente, ecc.), mentre verso OverOne invia gli stessi dati; in senso opposto OverOne invia a WorkPlan il numero di pezzi prodotti e la somma dei tempi suddivisa per ogni tipologia di attività ogni qual volta una produzione è sospesa o conclusa, lo stesso vale per la chiusura di una fase.

Tutte le modifiche apportate manualmente su OverOne (aggiunta e rimozione pezzi, chiusura e apertura fasi) non passano su WORKPLAN e bisogna ripeterle sull'altro software; lo stesso vale in senso opposto.

A questo fa eccezione la conclusione di una fase effettuata manualmente nella sezione ordini: in questo caso tale fase viene chiusa automaticamente anche su WorkPlan; ciò non vale per il passaggio da "CONCLUSA" a un altro stato. Inoltre, la chiusura avviene solo sulle singole fasi, perciò chiudendo l'ultima "Pezzo finito" essa si chiude anche su WorkPlan, ma le altre che la precedono verranno chiuse solo su OverOne.

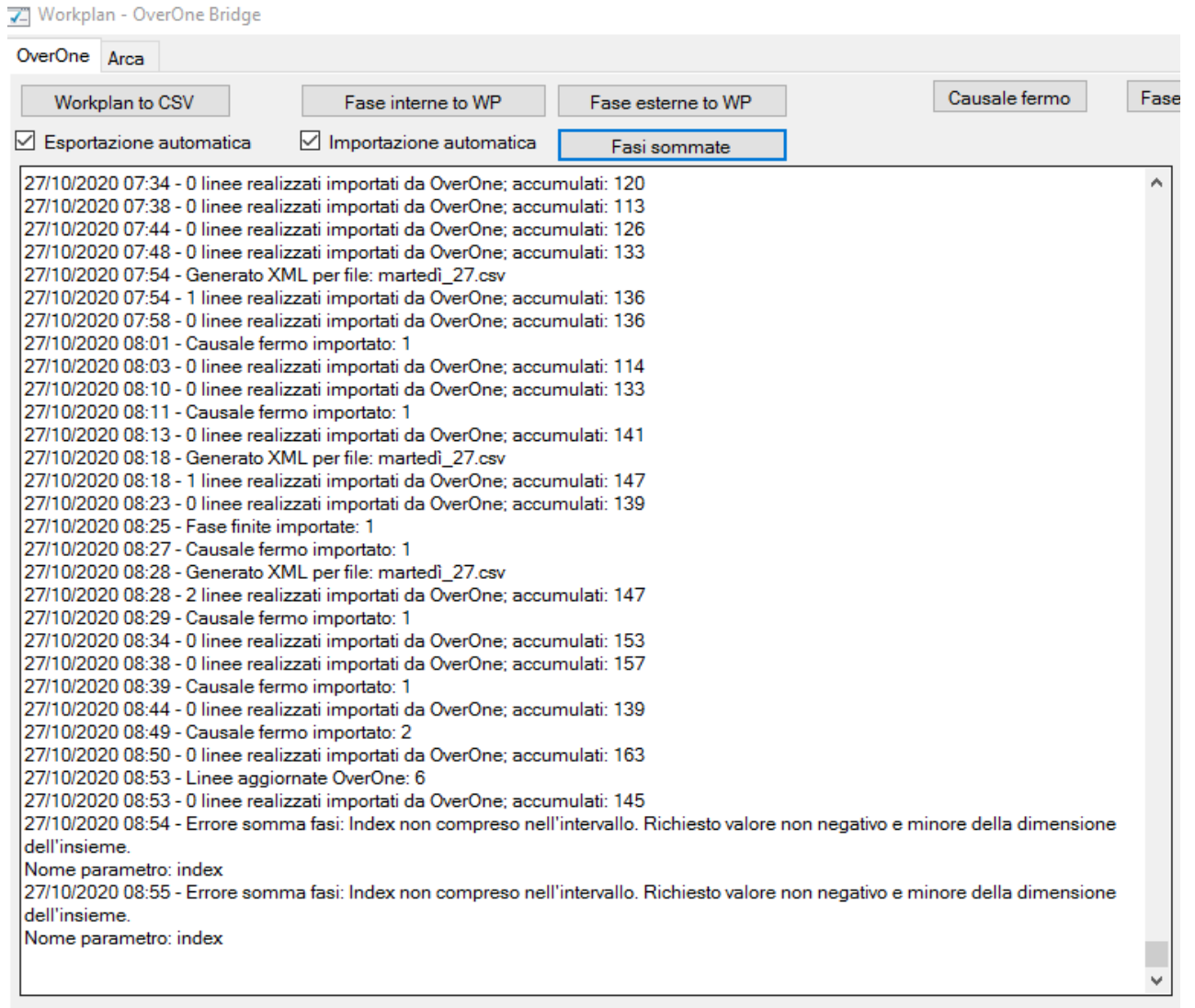


Figura 3.6 Esempio passaggio di dati tra OverOne e WorkPlan

## **4. DESCRIZIONE DI UN CICLO E DELL'INTERFACCIA UTENTE DEI TABLET**

### **4.1 OPERAZIONI EFFETTUATE DAL TABLET DIRETTAMENTE LEGATE AL CICLO PRODUTTIVO**

Un ciclo produttivo ha il suo inizio quando l'azienda riceve un ordine produttivo da un cliente. Una volta registrato, si verifica la presenza dei grezzi in magazzino; se questi non dovessero essere in sede bisogna attendere che il cliente li invii. Le casistiche rilevate sono molteplici, possono essere inviati dai clienti grezzi con largo anticipo o in quantità maggiori del necessario per soddisfare gli ordini presenti o, viceversa, possono arrivare cassoni di materiale con urgenza e, a volte, in quantità minori del necessario al fine di permettere almeno di iniziare la produzione.

In fase di ricezione della merce ogni cassone è pesato al fine di verificare che il numero di pezzi indicato nella bolla e nell'ordine del cliente corrisponda alla realtà fisica, se così non fosse viene aggiunta una nota, che sarà stampata nel cartellino che accompagna i pezzi durante il loro ciclo produttivo finché non sono spediti, in modo tale da permettere agli operatori di conoscere la reale quantità che deve risultare dalla produzione. Infatti, a livello di software, non è presente alcuna indicazione di questo tipo, poiché si è deciso di lasciare come valore della quantità da produrre lo stesso indicato nell'ordine del cliente.

Ad ogni cassone, dopo essere stato pesato, viene applicata una etichetta recando il codice del grezzo (che di norma corrisponde a quello dell'articolo, ma non necessariamente, in quanto in alcuni casi uno stesso grezzo può essere utilizzato per realizzare più prodotti finiti differenti), il numero di pezzi presenti in esso e il nome del cliente (vedi fig. 4.1).

Quando si decide di far entrare una commessa in produzione bisogna verificare se essa è già presente su WorkPlan, altrimenti bisogna inviare i relativi dati dal software ARCA. Una volta individuato tale dato sul sistema ERP è necessario associargli un ciclo tra quelli che sono stati creati per quell'articolo e, se non si trova quello desiderato, lo si crea; in questo modo il software genera il cartellino in formato Word (vedi figura 4.3).




**IDENTIFICAZIONE MATERIALE GREZZO**
Edizione 12  
Revisione 00

CLIENTE  
**METALCASTELLO**




Numero Ordine  
**301-5693**

Quantità	Lotto	Commissa
<b>16</b>	<b>100</b>	<b>1363</b>

**Figura 4.1** Esempio cartellino grezzi. Nel cassone sono presenti 16 pezzi su 100 della commessa 1363. L'articolo in questione è il 301-5693 della Metalcastello S.p.A.

 <b>SIAP S.P.A.</b>		<b>Colata/Commessa</b> <b>1017339</b>	
<b>372970</b>		<b>Quantità totale lotto:</b>	<b>146</b>
<b>Descrizione: ALBERO ORDINE N.</b> <b>Esponente di modifica:</b>			
<b>CICLO DI LAVORAZIONE</b>		<b>OPERAZIONE ESEGUITA</b>	
Op N° 10 Centrointestatura	<input type="checkbox"/>	<b>N° PIANO</b>	<b>CODICE IMBALLO</b>
Op N° 20 Tornitura	<input type="checkbox"/>	1	
Op N° 30 Marcatura	<input type="checkbox"/>	2	
Op N° 40 Foratura profonda	<input type="checkbox"/>	3	
Op N° 50 Foratura radiale	<input type="checkbox"/>	4	
<b>Pezzo finito (da pesare) - Cognome:</b> _____ <input type="checkbox"/>		5	
<small>L'operatore che esegue l'ultima operazione deve compilare la tabella con le info su imballo e numero pezzi</small>		6	
		7	
		8	
		<b>TOTALE PEZZI:</b> <input type="text"/>	
<b>NOTE:</b>			
		<small>Ed. 02 Rev. 01</small>	

**Figura 4.2** Cartellino della Produzione prima dell'implementazione in azienda del sistema di Industria 4.0

		<b>SETFORGE EXTRUSION SOCIETE NOUVELLE</b>			
<b>4360920H01</b>			Commessa	<b>80174155</b>	
Descrizione			Lotto	QUANTITA'	<b>1167</b>
bp.	Descrizione	N° Fase	Barcode	Eseguita	
10	Centrointestatura	1483			
20	Foratura Passnate	1484			
30	Tornitura entrambe estremità + camere interne	1485			
40	<b>Pezzo finito (da pesare)</b> <b>COGNOME:</b>	1486			
NOTE : TOR 4360920H01 P00891A AH126 ORD.4500129637					

Chi esegue l'ultima operazione deve compilare la tabella con le info su imballo e numero pezzi

IMBALLI		
N° Piano	Codice Imballo	N° PZ x Piano
<b>TOTALE PEZZI :</b>		
<b>TOTALE PEZZI PESATI :</b>		

Figura 4.3 Cartellino della Produzione dopo l'introduzione in azienda del sistema di Industria 4.0

Il corpo centrale è costituito da una tabella in cui ogni riga rappresenta la fase produttiva secondo il ciclo che è stato scelto: sono indicati il numero dell'operazione, la descrizione della fase, il numero della stessa ed il codice a barre che la identifica e che è necessario per poter inserire sul tablet quale lavorazione si sta effettuando.

L'ultima colonna, quella chiamata "Eseguita", viene contrassegnata per indicare che i pezzi contenuti nel cassone hanno subito la lavorazione in questione; quindi, per esempio, prendendo spunto dall'articolo della figura, a bordo della macchina che esegue la foratura passante saranno presenti uno o più cassoni con i pezzi provenienti dalla centrointestatura e su ognuno di essi sarà presente un segno sulla colonna "Eseguita" in corrispondenza della prima fase, mentre nei cassoni contenenti i pezzi dopo la foratura sarà contrassegnata anche la casella della riga che identifica quest'ultima lavorazione.

Inoltre, dopo la chiusura di ogni fase produttiva si allega un cartellino al documento che viene compilato dal responsabile di reparto denominato "Scheda Monitoraggio Scarto Interno" (fig. 4.4) e che indica il numero di pezzi buoni effettivamente prodotti e il numero degli scarti generati ed entrambi sono conservati in un archivio.

Sotto la tabella recante l'elenco delle fasi che costituiscono il ciclo produttivo è presente una riga di note dentro il quale è inserita l'informazione che segnala che il numero di pezzi della commessa in realtà è diverso rispetto a quello dell'ordine del cliente.

Infine, sul lato destro, vi è una tabella che è compilata da chi esegue l'ultima fase prima della spedizione e che, quindi, è deputato anche all'imballaggio secondo le richieste del cliente. Per ogni riga deve inserire il numero del piano partendo dal fondo del cassone, quale imballaggio è stato utilizzato per separare i piani e quanti pezzi sono presenti sugli stessi; devo poi anche indicare il numero di pezzi totali presenti nel cassone.

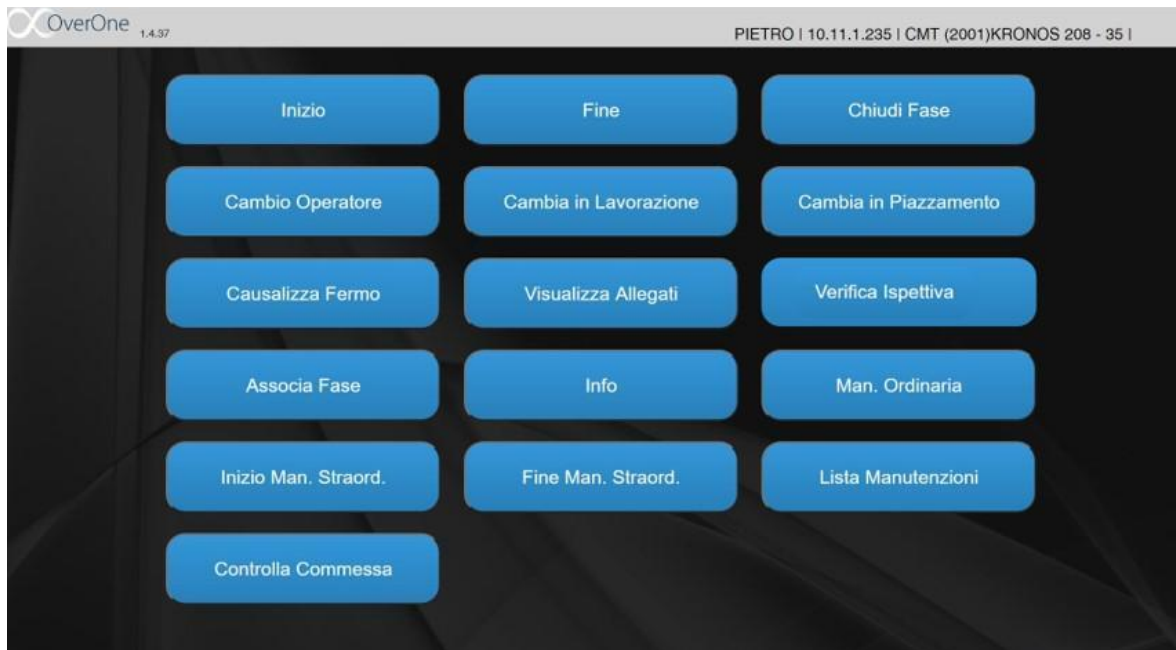
	<b>SCHEDA MONITORAGGIO SCARTO INTERNO</b>		
<b>N.B. parte da compilare <u>sempre</u></b>			
CODICE	colata / commessa	MACCHINA n.	Fase di Lavoro
<b>N.B. parte da compilare <u>solo</u> in presenza di <b>pezzi di scarto</b> (cartellino / vernice di colore <b>ROSSO</b>)</b>			
data	operatore	n. scarti	causale di scarto
Verifica del Responsabile per chiusura Lotto - tot. pezzi di scarto:		<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	visto del Responsabile _____

- N.B.** Dopo aver effettuato la verifica, ciascun Responsabile deve:
- 1) compilare sempre (anche in assenza di scarti!) la presente scheda e consegnarla alla Qualità;
  - 2) alienare immediatamente i pezzi di scarto, o qualora ritenuti utili per fasi successive (attrezzamenti, messe a punto) provvedere ad una loro immediata identificazione mediante chiara ed univoca verniciatura di colore rosso.

**Figura 4.4** Esempio di scheda per il monitoraggio degli scarti

La voce "Pezzi Pesati" è utilizzata dal magazziniere per segnalare se, durante le operazioni di pesatura al momento della spedizione, il numero di pezzi rilevato è effettivamente quello indicato o se invece è errato.

Una volta che è stato deciso di far entrare in produzione la commessa e la macchina che esegue la prima operazione (quasi sempre si tratta della lavorazione della Centrintestura) è libera, i pezzi sono portati a bordo macchina dal magazzino e il capo reparto o un altro operatore qualificato esegue il piazzamento.



*Figura 4.5* Menu di un tablet di un macchinario.



*Figura 4.6* Esempio di tesserino di riconoscimento con codice a barre.

Per far ciò per prima cosa deve immettere le proprie credenziali sul tablet della macchina cliccando su “Cambio operatore” e digitando il proprio codice o acquisendo il codice a barre presente sul proprio tesserino di riconoscimento (figura 4.6).

Dopodiché è necessario inserire i dati della fase che si intende eseguire in modo che il sistema possa associare i dati raccolti alla lavorazione effettuata, inoltre, senza questa

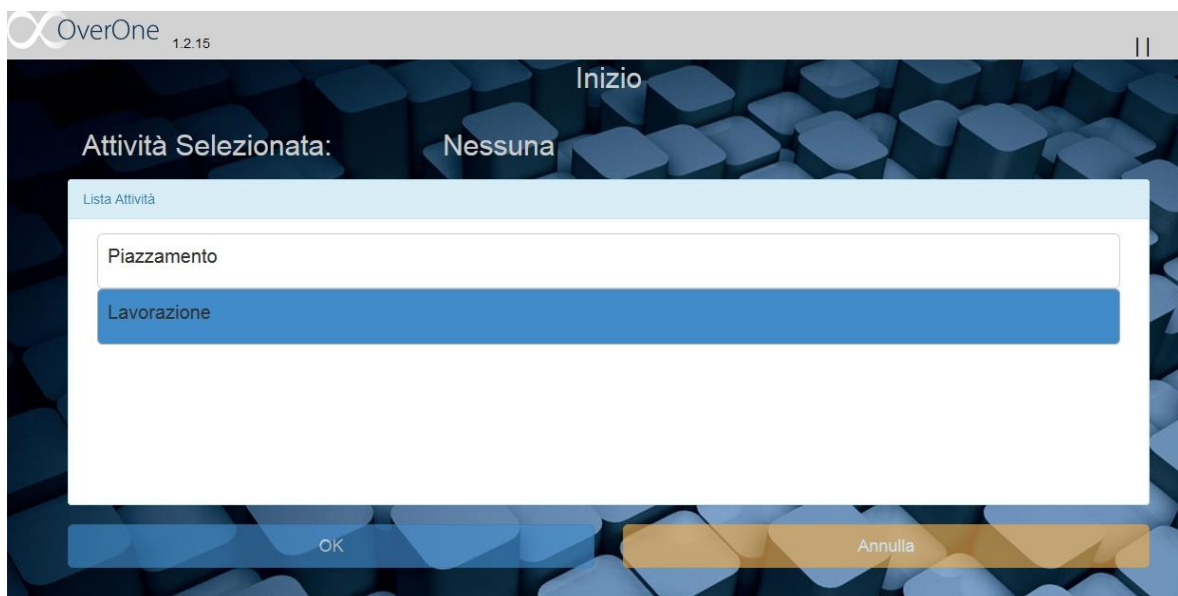
operazione il sistema stesso non entra in funzione e quindi non raccoglie alcuna informazione.

Per far ciò bisogna cliccare su “Inizio” e acquisire il codice a barre tramite l’apposita pistola che è collegata al tablet prendendolo dal cartellino della commessa.

Dopodiché il sistema chiede all’utente se vuole eseguire un piazzamento o una lavorazione: in questo caso bisogna selezionare la prima opzione e il sistema inizierà a contare il tempo finché non si avrà terminato.

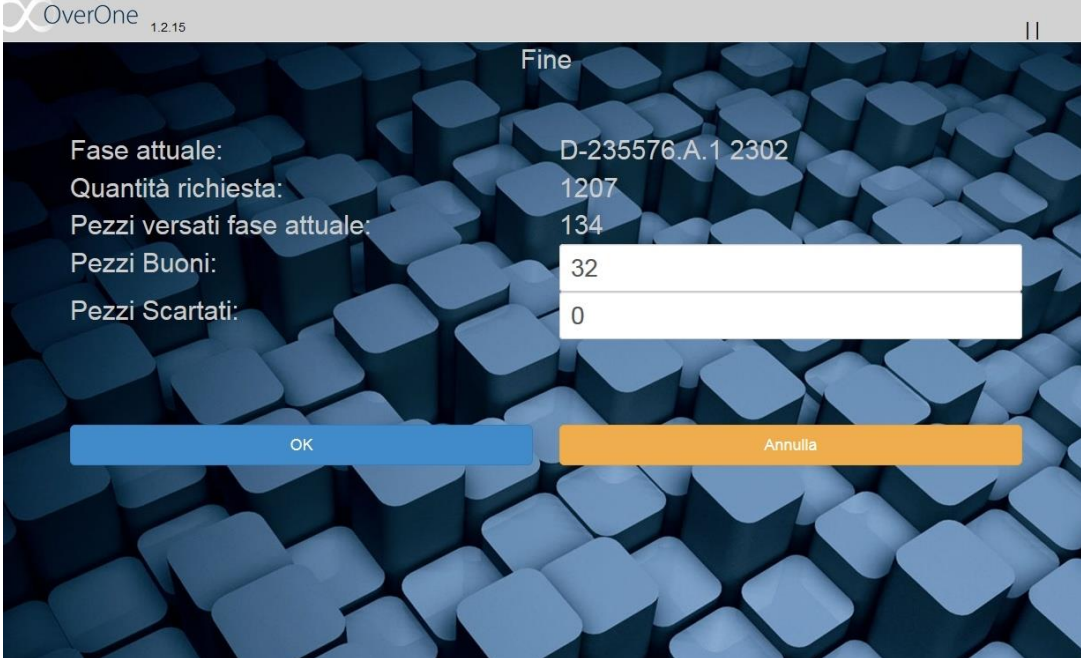


**Figura 4.7** Schermata di inserimento della fase. Si può sia digitare manualmente l'intero codice (può capitare quando i codici a barre sui cartellini sono sfuocati o sporchi di olio) oppure acquisirli tramite le apposite pistole.



**Figura 4.8** Schermata di richiesta inserimento tipologia di utilizzo del macchinario

Una volta terminato il piazzamento bisogna cliccare sul tasto “Fine”, lo stesso nel caso lo si volesse sospendere: in questo modo il sistema presenterà la schermata in figura 4.9 dove si richiede di specificare il numero di pezzi buoni e quello degli scarti.



The screenshot shows the 'OverOne 1.2.15' software interface. A dialog box titled 'Fine' is displayed over a background of blue 3D cubes. The dialog box contains the following information and input fields:

Fase attuale:	D-235576.A.1 2302
Quantità richiesta:	1207
Pezzi versati fase attuale:	134
Pezzi Buoni:	<input type="text" value="32"/>
Pezzi Scartati:	<input type="text" value="0"/>

At the bottom of the dialog box, there are two buttons: a blue 'OK' button on the left and an orange 'Annulla' button on the right.

*Figura 4.9* Schermata inserimento numero pezzi prodotti. La voce "Pezzi versati fase attuale" corrisponde al numero di pezzi completati e già versati a sistema.

Una volta confermato il software registrerà i dati inseriti e segnerà la data e l'ora di fine dell'operazione trasmettendo tali informazioni anche a WorkPlan.

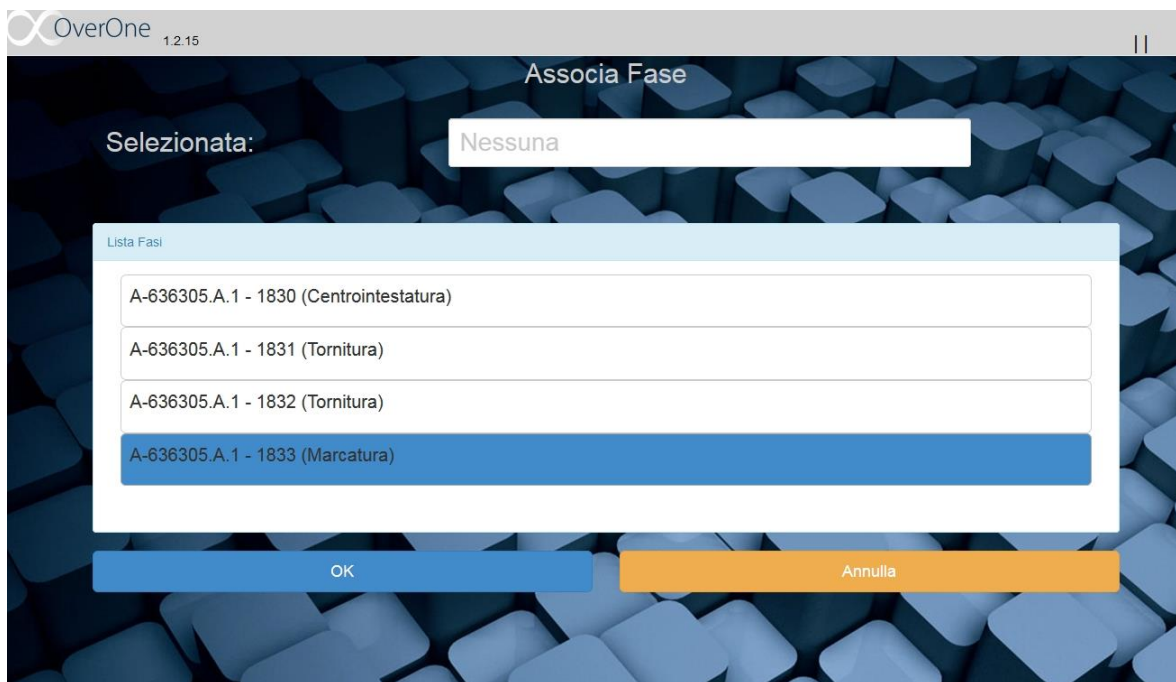
Dopo che la macchina è stata settata correttamente inizia la produzione vera e propria.

Se ad eseguirla è un altro addetto è necessario effettuare il "Cambio operatore" e inserire le sue credenziali. Dopodiché si esegue la procedura di "Inizio" precedentemente descritta, ma selezionando "Lavorazione" anziché "Piazzamento": in questo modo il sistema provvederà a segnare tutti i tempi di fermo, lavorazione e i pezzi prodotti come descritto nel capitolo precedente.

In alcuni casi, insieme alla fase che prevede l'esecuzione attraverso l'utilizzo della macchina a controllo numerico, si effettua anche una lavorazione accessoria con un macchinario manuale. Di solito si tratta di marcature o maschiature di un singolo foro.

Quando ciò avviene, è stata prevista la possibilità di associare questa fase ulteriore tramite il comando “Associa Fase” (figura 4.9); selezionandolo il sistema propone l’elenco delle altre fasi presenti nel ciclo escludendo quelle già concluse.

L’effetto che si ottiene eseguendo questo comando è che il sistema aggiungerà un pezzo prodotto alla fase associata per ognuno di quelli completati in quella principale; quindi, quando ci sarà un versamento automatico, per esempio nella tornitura, ce ne sarà anche uno nella marcatura.



*Figura 4.10 Esempio di elenco delle fasi in cui selezionare quella da associare. Nel caso della figura si tratta di una Marcatura che viene eseguita in concomitanza della seconda fase di Tornitura (1832)*

Quando un operatore termina il turno, va in pausa pranzo o finisce di eseguire le lavorazioni dell’intera commessa deve eseguire il comando “Fine” per interrompere il conteggio dei tempi e dei pezzi prodotti da parte del sistema. Esso mostrerà la stessa schermata riportata in fig. 4.9 e, alla voce “Pezzi Buoni”, proporrà il numero dei Versamenti Automatici effettuati fino a tale momento. L’operatore è tenuto a verificare che sia corretto, anche aiutandosi con il contatore presente nel display della macchina stessa. Una volta segnato il valore corretto di pezzi buoni e di scarto il sistema registrerà una riga di “Sospensione” su OverOne, il quale, in seguito, passerà la somma dei tempi di lavorazione e fermo e il numero di pezzi registrato a WorkPlan. Ogni qual volta si sospende la produzione, il sistema prende

il valore del numero dei pezzi buoni e lo inserisce nelle voci “Pezzi buoni fase attuale” e “Pezzi versati fase attuale”, presenti in alcune schermate, sommandolo a quello che eventualmente potrebbe essere già presente (frutto, per esempio, di un piazzamento o di un turno di lavoro precedente). Lo stesso viene fatto con il valore dei pezzi di scarto per la voce “Pz. Scarto Fase Attuale” presente nella schermata INFO.

Quando la fase è stata interamente completata il responsabile di reparto o un addetto qualificato deve chiudere la stessa dal punto di vista del software.

Per fare ciò deve entrare sul tablet allo stesso modo di quando si esegue una lavorazione e cliccare sul pulsante “CHIUDI FASE”; a questo punto la procedura sarà la stessa del comando “FINE”, ma con la differenza che l’effetto sarà di chiudere definitivamente la fase che non potrà più essere acquisita da alcun tablet e che sarà rimossa da pianificatore di WorkPlan. L’unico modo che si ha per poter acquisire una fase in caso di chiusura erronea è di aprirla manualmente da entrambi i programmi.

Se la fase è stata completata da chi è deputato alla chiusura della stessa, allora non è necessario eseguire prima il comando di “FINE”, ma è sufficiente passare direttamente da quello di “CHIUDI FASE”. Dopodiché, se non si intende usare nuovamente la macchina, bisogna premere su “CAMBIO OPERATORE” per uscire affinché un altro addetto non inizi erroneamente a eseguire operazioni o comandi che verrebbero registrati a nome dell’utente precedente.


Quando si chiude una fase che ne ha un’altra associata, il software segnerà su entrambe il numero di pezzi buoni, mentre solo sulla principale il numero di quelli di scarto: questo perché, se un pezzo è stato generato come scarto nella fase principale, allora non è stato lavorato sulla associata. Nel raro caso si dovesse generare uno scarto su quest’ultima, sarà necessario inserire tale informazione manualmente nella schermata “Analisi Tempi” di OverOne.

Durante la lavorazione i pezzi generati come scarto o che devono essere ripassati sono contrassegnati da un apposito cartellino (vedi figura 4.11).

Per quanto riguarda quelli da ripassare, la procedura in atto al momento del Tirocinio era quella di effettuare l’operazione con la macchina settata “In Piazzamento”, sfruttando l’apposito tasto “Passa in Piazzamento”.



Terminata una fase i pezzi sono spostati al macchinario che esegue la successiva, se questo è disponibile, altrimenti sono posizionati nel magazzino semilavorati finché esso non sarà. La procedura lato software è la stessa per tutte le fasi fino a quella antecedente la spedizione, compresa.

 <b>RIPASSARE</b>	
<b>n. disegno / Codice</b>	
<input type="checkbox"/> concentricità maggiorata	<input type="checkbox"/> diametri maggiorati
	rif. utensile
	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> rasamenti maggiorati/minorati	<input type="checkbox"/> rottura punte
rif. utensile	rif. utensile
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rev 00	


 <b>SCARTO</b>	
<b>n. disegno / Codice</b>	
<b>Colata / Commessa</b>	
<b>Operatore</b>	<b>Data</b>
<b>Causale</b>	
Rev 00	

Figura 4.11 I cartellini assegnati ai pezzi rispettivamente da ripassare e di scarto.

## 4.2 I COMANDI ACCESSORI ALLA PRODUZIONE PRESENTI SUI TABLET A BORDO MACCHINA

Quando è in atto l'esecuzione della produzione sono disponibili alcune funzioni per gestire determinate necessità o occorrenze.

Una delle più utilizzate è il tasto "Info" che apre una schermata che reca una serie di informazioni.

Le informazioni riportate sono:

- **MACCHINA:** codice e nome
- **ORDINE:** è un codice composto dalla commessa seguita da .A.X, dove X assume il valore del numero del lotto. Quest'ultimo cambia, in base ad una politica

dell'azienda, in genere quando la ricezione dei grezzi si è verificata in due momenti distanti tra loro nel tempo in modo da distinguere i pezzi che giacciono in magazzino da più tempo da quelli più recenti.

- **ARTICOLO**
- **FASE:** numero e descrizione
- **QUANTITÀ RICHIESTA:** è il valore presente nell'ordine del cliente
- **PZ. BUONI FASE ATTUALE:** Somma il numero di pezzi completati durante tutte le lavorazioni precedenti di quella fase, ovvero è la somma di tutte le righe presenti sulla schermata "Analisi Tempi" di OverOne di tipo "Sospensione" che si verificano quando è eseguito il comando "Fine".
- **PZ. SCARTO FASE ATTUALE:** indica il numero di pezzi di scarto. Il valore è ottenuto allo stesso modo di quello del punto precedente.
- **OPERATORE:** è il nome dell'addetto registrato sul tablet in quel dato momento.
- **ATTIVITÀ:** Indica se ci si trova in Piazzamento o Lavorazione.
- **NUMERO PEZZI:** indica la somma dei Versamenti Automatici registrati da quando si è eseguito l'inizio dopo l'ultima Sospensione.

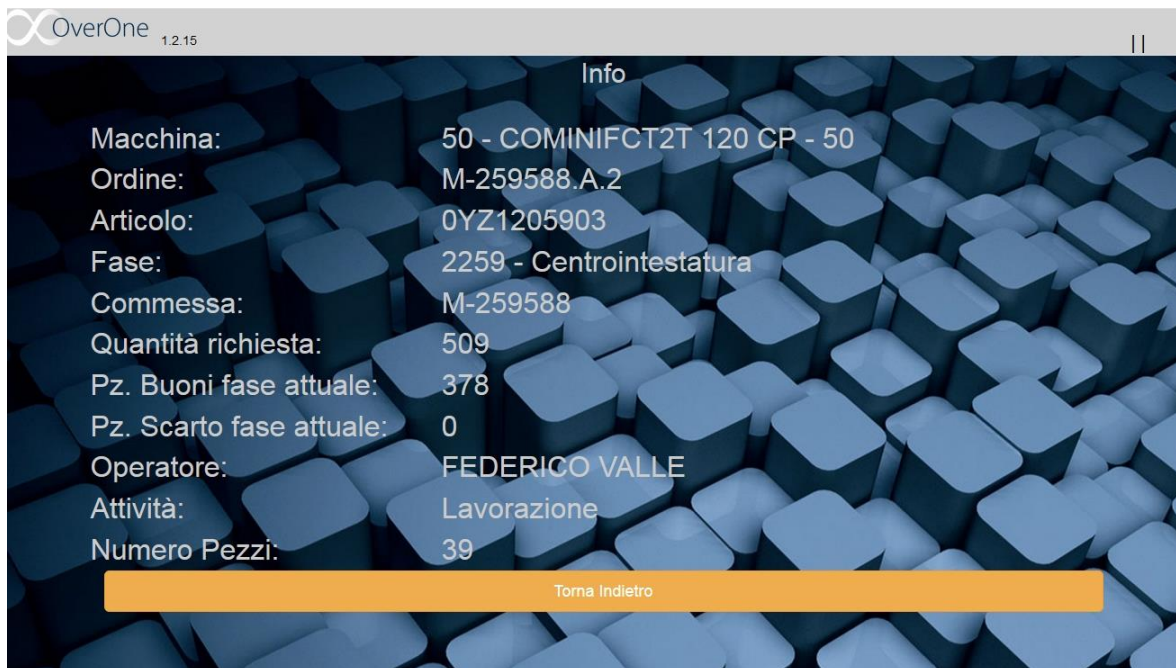


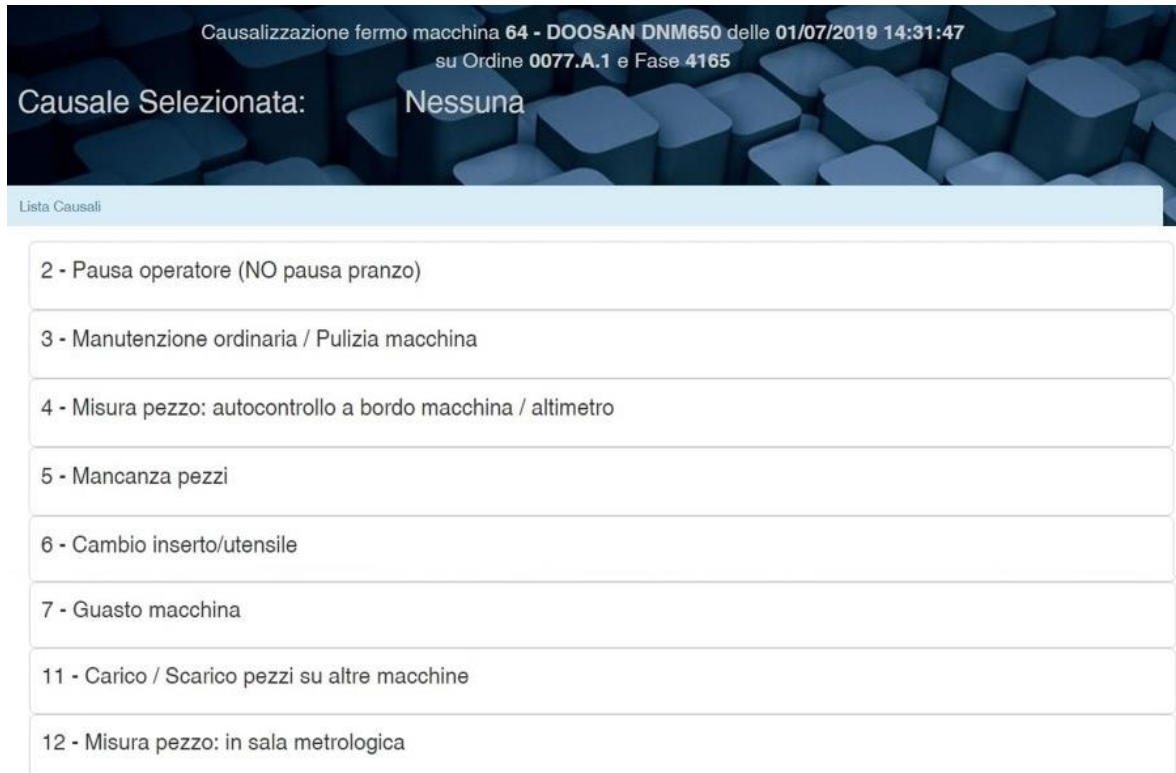
Figura 4.12 Esempio schermata "Info".

Inoltre, quando il sistema rileva un fermo macchina superiore agli otto minuti, chiede all'operatore di indicarne il motivo selezionando da un elenco predisposto. Questa richiesta si presenta ogni 8 minuti di fermo, di conseguenza se ne si rileva, per esempio, uno di 24 minuti, il software mostrerà 3 schermate di inserimento causale fermo sovrapposte tra loro e l'addetto dovrà selezionare una voce per ognuna di esse per poter visualizzare il menu principale e, quindi, per poter eseguire qualunque comando; su ognuna di esse il sistema mostrerà alcune indicazioni per identificare in quale momento si è verificato, ovvero codice e descrizione macchina, data e ora, ordine e fase che erano in esecuzione al momento.

Le motivazioni per un fermo da casualizzare sono:

- 2- **PAUSA OPERATORE.** Da selezionare in caso di pausa caffè e bisogni fisiologici.
- 3- **MANUTENZIONE ORDINARIA.** Da selezionare in caso di manutenzione di breve durata o in caso di pulizia macchina.
- 4- **MISURA PEZZO: AUTOCONTROLLO A BORDO MACCHINA / ALTIMETRO.** Da selezionare in caso di misure o controlli effettuati personalmente a bordo macchina o di misura effettuata personalmente all'altimetro.
- 5- **MANCANZA PEZZI.** Da Selezionare in caso di mancanza pezzi: quando li si attendono da una fase precedente (avendo terminato la scorta) oppure perché si sta aspettando un contenitore con quelli da lavorare
- 6- **CAMBIO INSERTO/UTENSILE.** Da selezionare in caso di cambio inserto o utensile.
- 7- **GUASTO MACCHINA.** Da selezionare in caso di guasto macchina (meccanico, elettrico, elettronico, ecc.). Nel caso si sia certi che la macchina guasta non potrà riprendere a breve la lavorazione è necessario cliccare sul pulsante FINE per terminare la lavorazione; infatti, è opportuno non lasciare la macchina collegata in quanto continuerebbe a contare il tempo come fermo.
- 11- **CARICO/SCARICO PEZZI SU ALTRE MACCHINE.** Da selezionare quando i tempi ciclo non consentono all'operatore di caricare o scaricare i pezzi su tutte le macchine a lui affidate. Questo si verifica poiché di norma a ogni operatore sono assegnate due macchine e spesso i tempi di ciclo delle lavorazioni differiscono molto tra loro e quindi non sono sincronizzabili.

**12- MISURA PEZZO: IN SALA METROLOGICA.** Da selezionare in caso di misurazione pezzi in sala metrologica. Questa causale è utilizzata solo per le misurazioni effettuate non personalmente, ma dagli addetti del collaudo.



**Figura 4.13** Elenco delle cause di fermo da selezionare. Da notare come la pausa pranzo non sia considerata in esso in quanto è prevista una sospensione vera e propria della produzione in questo caso.

Un'altra necessità che si può verificare è quella di effettuare una manutenzione. Essa può essere manuale, che è eseguibile anche durante una lavorazione, oppure straordinaria. Nel primo caso è sufficiente selezionare il comando "MAN. ORDINARIA"; in seguito il sistema mostrerà una schermata da cui selezionare quali operazioni manutentive sono state eseguite in modo che siano registrate nel database del software per rendere disponibili queste statistiche.

Nel caso della manutenzione straordinaria è necessario sospendere la produzione tramite la procedura di "FINE", dopodiché bisogna premere sul tasto "MAN. STRAORDINARIA".

In questo modo il sistema non permette più di iniziare una lavorazione o un piazzamento e segnala questa situazione tramite un apposito banner.

Così facendo il software genererà una riga alla stessa maniera di quando si esegue una lavorazione o si verifica un fermo, ovvero segnerà la data e l'ora di inizio e vi apporrà quelle di fine solo quando sarà eseguito il comando di FINE MANUTENZIONE STRAORDINARIA tramite l'apposito tasto. Così facendo il software chiede di inserire in una casella di testo la descrizione delle operazioni effettuate.



*Figura 4.15 Esempio di selezione delle voci di manutenzione ordinaria effettuata.*

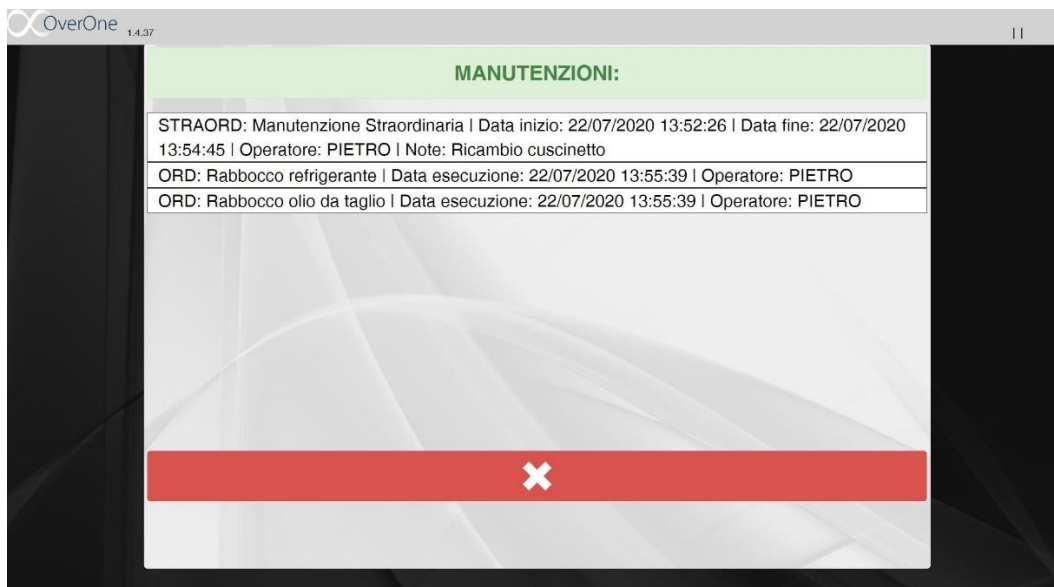


*Figura 4.16 Banner che segnala che il macchinario è in manutenzione straordinaria e pertanto non può essere utilizzato.*

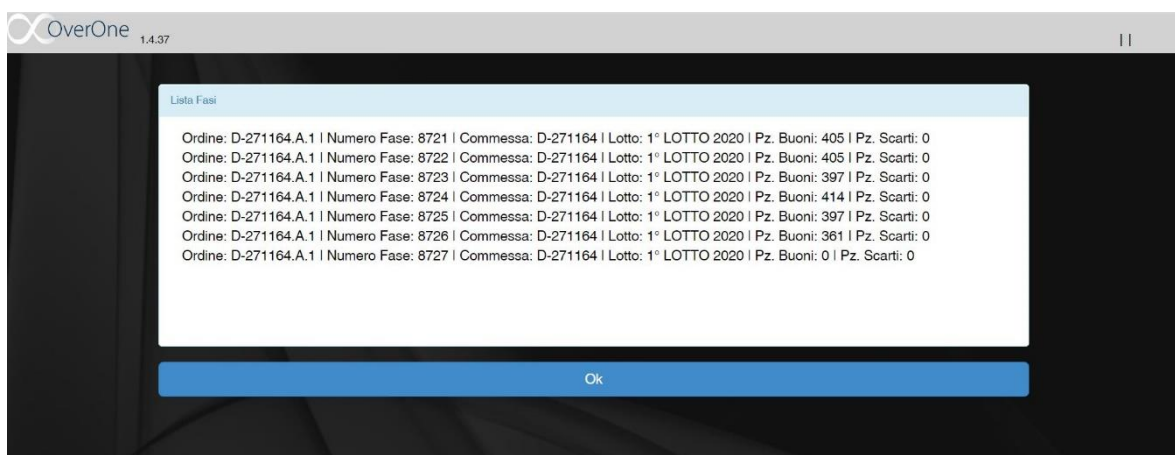
All'interno del menu principale vi sono altri tasti che eseguono altri comandi:

- **VISUALIZZA ALLEGATI.** Non utilizzato al momento del Tirocinio, ma sarà sfruttato in futuro per trasmettere documenti come il disegno del pezzo disegno, la relativa scheda di autocontrollo, ecc., collegando tali dati alla commessa in produzione.

- **VERIFICA ISPETTIVA.** Utilizzato dal personale autorizzato del collaudo per effettuare delle ispezioni ai macchinari: permette di compilare una scheda che ne descriva lo stato.
- **LISTA MANUTENZIONE.** Permette di visualizzare l'elenco delle manutenzioni effettuate su quel macchinario (figura 4.17).
- **CONTROLLA COMMESSA.** Permette di visualizzare delle informazioni su qualunque commessa presente sul database di OverOne. I dati visualizzati sono: ordine, numero di fase, commessa, lotto e numero di pezzi buoni e di scarto. Questo tasto è l'unico presente in qualunque tipologia di tablet presente in azienda (figura 4.18).



*Figura 4.17 Esempio di elenco delle manutenzioni effettuate ottenibile tramite il pulsante "Lista Manutenzioni".*



*Figura 4.18 Esempio di output del comando "Controlla Commesse".*

### 4.3 LE ALTRE TIPOLOGIE DI TABLET: OPERAZIONI MANUALI E MAGAZZINO

Vi sono alcuni casi in cui si eseguono operazioni che non sono registrate in automatico dal sistema. Si tratta delle lavorazioni eseguite su macchinari che non sono a controllo numerico (in genere accade quando è necessario un aumento di capacità produttiva) oppure può capitare che sia necessario associare più di una fase poiché il sistema permette di farlo solo per una. In tutte queste occorrenze gli unici dati che sono raccolti sono il numero di pezzi buoni e quello degli scarti; tali dati sono inseriti tramite i tablet delle operazioni manuali che presentano un menu più scarno di quello precedentemente descritto. Essi sono due e si trovano uno per ognuno dei due capannoni principali.

Dopo essersi identificato, all'utente è chiesto di acquisire tramite pistola il barcode della fase allo stesso modo di quando si utilizza un tablet assegnato ad un macchinario. Dopodiché il sistema mostra un elenco delle possibili tipologie di macchina che si è utilizzato e si chiede all'utente di selezionare quello che corrisponde alla lavorazione effettuata. Se si sceglie una macchina che non può eseguire la lavorazione che contraddistingue la fase in questione (esempio una marcatrice per una fase di tornitura), il sistema non sarà in grado di registrare le informazioni inserite e quindi non mostrerà alcun valore. Infine, il sistema chiede di inserire il numero di pezzi buoni e quelli di scarto.

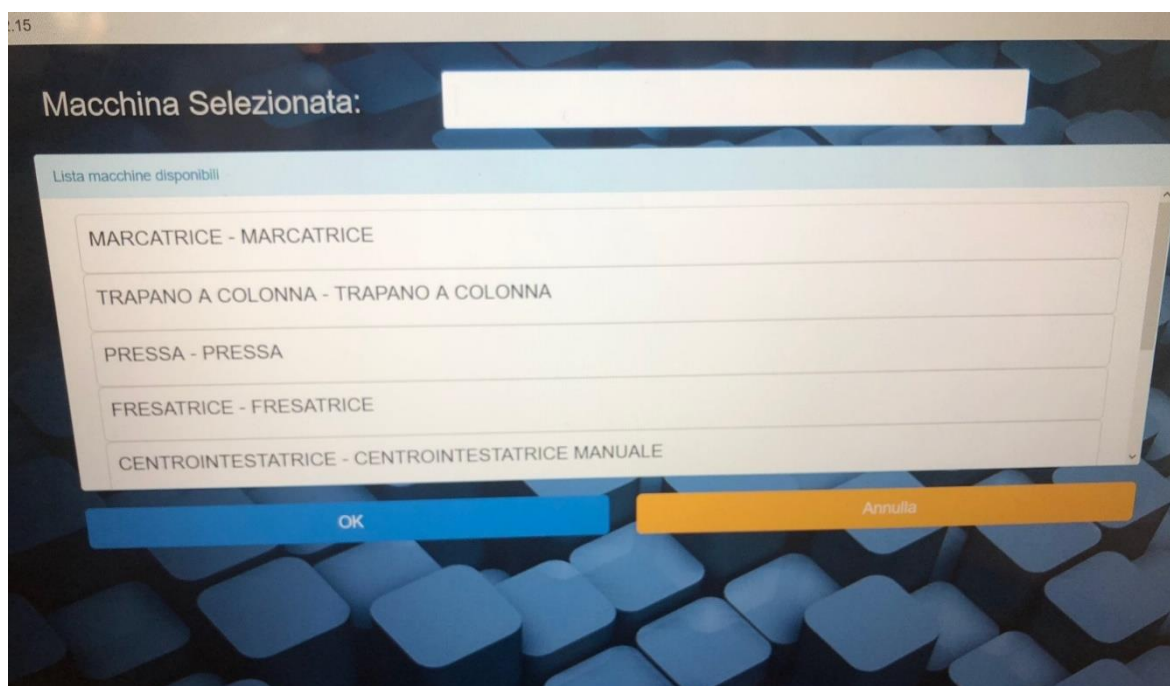


Figura 4.14 Esempio menu di scelta della macchina con cui si è eseguita una operazione manuale.

L'ultima tipologia di tablet presente in azienda è quella del magazzino.

In entrambi i magazzini aziendali è presente un tablet che permette di eseguire due funzioni: inserire i dati delle fasi prodotte esternamente e quelli delle spedizioni di prodotto finito.

Nel primo caso, quando un cassone giunge da un fornitore esterno che esegue la lavorazione di una fase, il magazziniere pesa il cassone per controllare che il numero di pezzi dichiarato corrisponda alla quantità effettivamente presente, dopodiché seleziona il comando "Deposito Fase Esterna". Il sistema chiederà, per prima cosa, di inserire il nome dell'azienda esterna da cui provengono i pezzi lavorati; per fare ciò si scansiona con la pistola il relativo codice a barre presente su un foglio appeso vicino al tablet. Successivamente è necessario inserire la fase scansionando il barcode nello stesso modo utilizzato per i tablet a bordo macchina. A questo punto è sufficiente immettere il numero di pezzi buoni e di scarto dichiarati del fornitore esterno.

L'altra occorrenza è quella della spedizione di prodotto finito. In questo caso il magazziniere preleva il cassone e lo pesa per verificare il numero di pezzi, poi stampa uno scontrino per certificare il valore rilevato.

Selezionando il comando "Spedizione", si acquisisce il codice a barre della fase alla consueta maniera e si immette il numero di pezzi contenuti nel cassone. Infine, si sostituisce il cartellino che ha accompagnato il cassone durante tutto il ciclo con un altro che segue le specifiche richieste dal cliente. Il cartellino rimosso, allegato allo scontrino del peso, è conservato in archivio per essere consultato in caso di necessità.

Quando si tratta dell'ultimo cassone di una fase esterna o di una spedizione, le operazioni precedentemente descritte sono eseguite utilizzando il comando "Chiudi Fase", anziché quelli specifici. In questo modo si ottiene l'effetto che la fase in questione venga chiusa e, nel caso si tratti quella di spedizione, anche tutte le fasi precedenti vengono chiuse a loro volta.



## **5. OPEN PROBLEMS E SVILUPPI FUTURI**

### **5.1 PROBLEMI RICONTRATI E LE MODIFICHE APPORTATE**

Durante l'uso del tablet del magazzino si è riscontrato un aspetto della procedura che risultava limitare la velocità di utilizzo del sistema in caso sia di inserimento dei cassoni provenienti da lavorazioni esterne, sia di quelli in fase di spedizione.

In entrambe le situazioni, dopo aver inserito i dati di identificazione della fase e, successivamente, il numero di pezzi buoni e di scarto, il sistema mostrava una schermata di riepilogo simile al pulsante "Info" dei tablet a bordo macchina. Se sommando il numero dei pezzi buoni e di scarto già versati in precedenza a quello che si stava inserendo il quel momento si raggiungeva la quantità indicata nell'ordine, era necessario annullare la procedura ed eseguirla attraverso il comando "Chiudi Fase". Di conseguenza era necessario eseguire la procedura due volte oppure controllare ad ogni cassone se fosse l'ultimo attraverso il comando "Controlla Commessa". Inoltre, il pulsante di chiusura della fase non era in grado di distinguere tra una esterna o una di spedizione, di conseguenza si è più soggetti a commettere errori e, soprattutto, passando attraverso di esso si perde l'informazione di chi sia l'azienda che ha effettuato la lavorazione esterna.

Per ovviare a questo problema si è pensato di eliminare il pulsante "Chiudi Fase" e di inserire una schermata, sia nel "Deposito Fase Esterna" che nella "Spedizione", la quale appaia dopo aver confermato i dati attraverso l'apposito comando nella schermata di riepilogo in cui si richiede di selezionare uno tra i due pulsanti SOSPENDERE e CHIUDERE. Entrambi presentano una colorazione differente tra di loro e dal blu che costituisce lo standard per tutti gli altri presenti nei vari tablet. Il primo, di colore viola, non termina la fase, permettendo di inserire, successivamente, altri pezzi a quelli che si stanno immettendo al momento, mentre il secondo, di colore rosso, chiude la fase in questione. Con questa modifica al sistema si ottiene una procedura con, sì una schermata in più, ma che non necessita di annullarla e rieseguirlo da un punto di menu differente, rendendo più fluido l'utilizzo del tablet da parte del magazziniere.

Un altro problema che si è notato è che spesso, chiusa una commessa, il numero di pezzi presente nella fase associata era inferiore a quello che sarebbe dovuto essere confrontandolo con le altre presenti nel ciclo di lavorazione. Analizzando il problema si è notato che tale differenza era dovuta al mancato conteggio dei pezzi lavorati durante la fase di piazzamento. Si è provveduto, quindi, a modificare la guida all'utilizzo dei tablet da parte degli operatori specificando di associare la fase anche durante l'esecuzione di un piazzamento in modo tale che al momento della sua fine, inserendo il numero di pezzi prodotti, il sistema aggiunga tale valore anche alla fase associata. In questo caso, come durante la lavorazione, in essa non sarà inserito alcun valore riguardante i tempi di esecuzione, che sono dati sempre riferiti a quella principale.

Nel caso in cui un operatore si dimenticasse di associare una fase è sempre possibile inserire in seguito i pezzi prodotti nella fase secondaria attraverso l'utilizzo del tablet delle operazioni manuali.

Un altro problema riscontrato riguardante le fasi associate è che il sistema permetteva di associare fasi già chiuse che, di conseguenza, venivano automaticamente riaperte. Questo è un problema poiché, se nel ciclo sono presenti due fasi associabili, allora un operatore potrebbe associare una che era già stata completata con il risultato che la prima risulta avere il doppio dei pezzi mentre l'altra segnalerà una quantità nulla. Per ovviare al problema si è deciso di non far comparire le fasi concluse all'interno della lista che viene mostrata dal software nel momento in cui il sistema propone la lista delle fasi del ciclo chiedendo di selezionare quella che si intende associare.

Infine, si è notato che per alcune fasi associate era presente il numero dei pezzi prodotti solo su OverOne e non su WorkPlan. Il motivo di questo comportamento risiede nel fatto che sul secondo programma è presente un'indicazione della tipologia di fase e quindi di quali macchine possono eseguirla. Di conseguenza, se, per esempio, il ciclo prevede l'esecuzione di un singolo foro radiale, si può decidere che esso sia effettuato tramite un macchinario manuale in concomitanza con un'altra fase poiché non avrebbe senso settare un macchinario a controllo numerico per questo e, per di più, si avrebbe una fase di pochi secondi che allungherebbe i tempi di completamento della commessa, essendo eseguita da sola. Associandola ad un'altra, l'operatore la eseguirà nel momento in cui il macchinario sta lavorando il pezzo successivo, con un notevole risparmio di tempo e risorse. Se, però,

tale foratura radiale è associata ad una fase di altra natura, come può essere una tornitura, allora si verificherebbe il problema descritto in quanto per WorkPlan un tornio non può eseguire forature radiali, ma nel programma solo un centro di lavoro è abilitato a tale lavorazione.

La soluzione che è stata implementata prevede di inserire nel sistema una macchina chiamata FAS alla quale possono essere collegate tutte le tipologie di fasi e che diventa, in automatico, la risorsa alla quale sono assegnate tutte le fasi associate: in tal modo a ognuna di esse è permesso il passaggio dei dati su WorkPlan. Una conseguenza che si genera è che non è più presente l'informazione della macchina che ha eseguito la fase principale, ma rimanendo il nome dell'operatore e la data e l'ora non è difficile risalire a questo dato qualora fosse necessario.

L'azienda dispone di macchinari a doppio pallet: in alcuni di questi, in particolare due le foratrici assiali, erano considerati come due macchinari diversi; per esempio, la macchina 43 può forare due pezzi distinti in contemporanea oppure due pezzi uguali. Nel primo caso, però si verifica lo svantaggio che il pezzo con il tempo di lavorazione più breve dovrà aspettare il completamento dell'altro prima di essere scaricato dalla macchina; nonostante ciò, capita spesso che questa circostanza si verifichi in azienda quando è necessario portare avanti due produzioni diverse in contemporanea. Per distinguere le due lavorazioni la macchina 43 e altre sono state suddivise come 43-FRONT e 43-RETRO e sono gestite dal software come macchinari differenti. Quando si è iniziato a impostare il sistema si è notato che altre macchine a doppio pallet, come un centro di lavoro o altre foratrici assiali, erano considerate come distinte su OverOne, ma non su WorkPlan. La conseguenza di questa situazione è che su quest'ultimo sono presenti tutti i vari dati di produzione di ciò che è lavorato da tali macchine; quindi, non ci sono problemi a livello statistico o di reperibilità delle informazioni, ma ciò che risulta avere un ostacolo al funzionamento del software è la pianificazione. Infatti, non sapendo che possono essere eseguite due produzioni in concomitanza, il sistema non pianificherà mai più di una fase su queste macchine. Per ovviare al problema si è provveduto a "sdoppiare" tali macchine (per esempio, la 15 diventa 15\_1 e 15\_2), dopodiché si è verificato che esisteva nello standard del file utilizzato per il passaggio dei dati tra i due software un ulteriore campo, tra quelli già in uso, atto a contenere l'informazione di quale pallet esegue una data lavorazione, poiché

quest'informazione è già presente in OverOne. Attivando tale campo ed effettuando un'apposita impostazione di WorkPlan, si è ottenuto che durante lo scambio dati tra i due sistemi, quando vengono importati i dati di lavorazione, tramite la lettura del campo che riporta su quale pallet ha lavorato la macchina, WorkPlan "sposta" i dati su macchina XX\_1 oppure XX\_2. Così facendo il pianificatore considera le due parti come macchinari distinti permettendo di assegnare produzioni diverse su ognuno di essi.

## **5.2 PROBLEMI RICONTRATI E SUGGERIMENTI PER UNA SOLUZIONE FUTURA**

Come spiegato nel capitolo precedente è presente, per quanto riguarda i tablet di bordo macchina, la possibilità di visualizzare allegati tramite il comando "Visualizza Allegati". Al momento del Tirocinio era possibile solamente associare dei documenti ad un dato macchinario, di conseguenza si potevano rendere consultabili i vari manuali delle procedure software e non, i regolamenti e tutti quei file che hanno una valenza generale. Non era invece possibile rendere consultabili dei documenti in base, per esempio, all'articolo, cosa che sarebbe molto utile per permettere all'operatore di visualizzare schede di controllo, disegni e altro materiale che sarebbe relazionabile ad esso. Si può prevedere di verificare se è possibile effettuare una personalizzazione del software OverOne in modo tale da rendere possibile questa miglioria per permettere, non solo di ridurre la carta, che ha lo svantaggio che può essere persa o danneggiata con olio o strappi, ma anche di permettere di aggiornare i documenti con pochi click e di far sì che ogni operatore abbia sempre a disposizione documenti aggiornati presso qualunque macchinario sia lavorato un articolo.

Durante la lavorazione di una commessa, accade spesso che alcuni pezzi non siano prodotti secondo le specifiche, ma che comunque possano essere "recuperabili", ovvero possano essere ripassati sul macchinario: così facendo in alcuni casi diventano pezzi buoni, mentre in altri diventano di scarto. Al momento del tirocinio la procedura in atto era quella che prevedeva che, alla fine della produzione di una fase, si impostasse il sistema come in piazzamento attraverso l'apposito tasto del tablet a bordo macchina "Cambia in Piazzamento". Questo perché un ripasso non necessariamente prevede un tempo ciclo uguale alla produzione normale, inoltre, quando il pezzo è stato lavorato in origine, il

macchinario avrà già effettuato il versamento automatico; quindi se non si effettuasse questa modifica il sistema rilevarebbe tempi differenti che andrebbero a modificare i dati statistici come i tempi di lavorazione e i fermi e, per di più, si otterrebbe un conteggio automatico dei pezzi che eccederebbe quello previsto dall'ordine. Una volta terminato il ripasso di un pezzo, se è necessario lavorare dei pezzi che non hanno ancora subito la fase in questione è sufficiente usare il tasto "Cambia in Lavorazione" per ritornare alla modalità standard di produzione, oppure, se si è terminato, si usa il pulsante "Fine" e si indica quanti pezzi sono effettivamente risultati buoni e anche quanti di scarto.

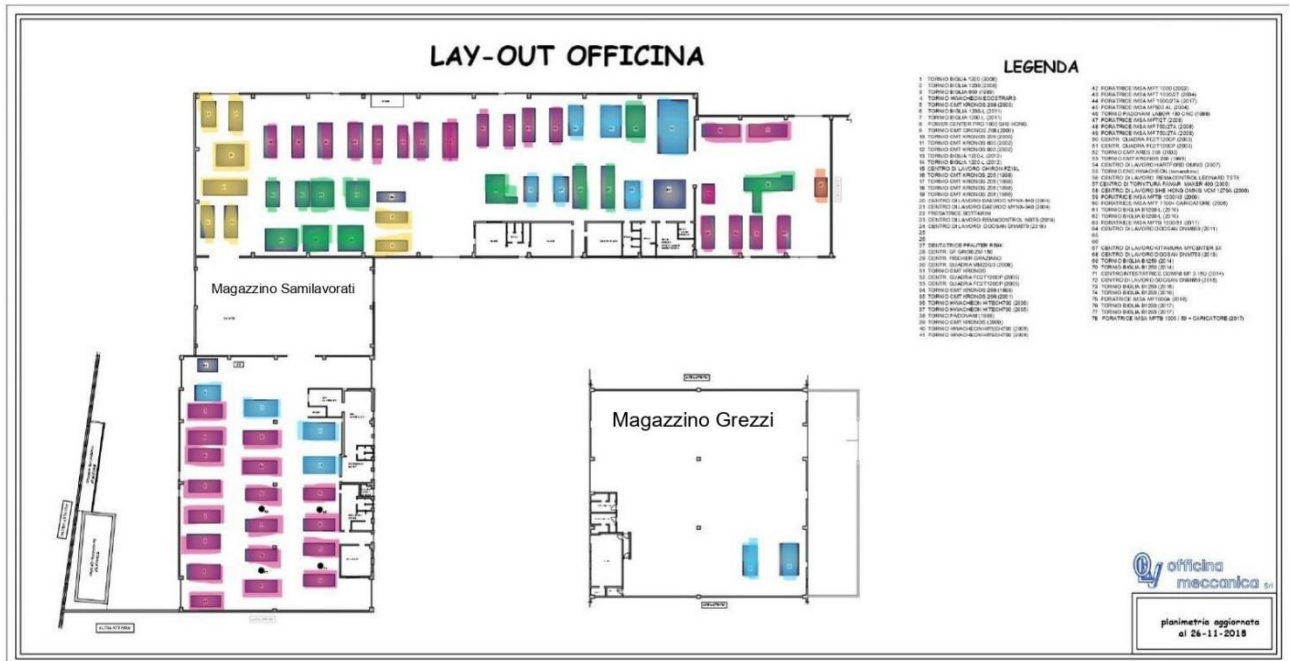
Il problema dell'utilizzo di questa procedura è che si creano dei tempi di piazzamento che nella realtà non corrispondono a questa tipologia di attività, di conseguenza diventa complicato effettuare delle analisi per calcolare il tempo che si impiega a settare un macchinario per la lavorazione di un articolo in una data fase.

Per risolvere questo problema si è suggerito di prevedere una terza attività, oltre a piazzamento e lavorazione, che conti il tempo impiegato per effettuare il ripasso e che funzioni esattamente come il piazzamento, rilevando solo il tempo di inizio e fine dell'intera procedura. Questo almeno in una prima fase, in modo da sapere quanto tempo in totale si spende per ogni produzione a ripassare i pezzi. In seguito, si può pensare di distinguere i tempi di lavorazione e di fermo se risultasse necessario avere questo tipo di informazioni. Un ulteriore beneficio che si otterrebbe implementando questa soluzione è che diventerebbero disponibili ulteriori informazioni quali per quanti pezzi, in quali macchine, per quali operatori e in quali fasi si rende necessario un ripasso e quanto tempo si impiega per effettuarlo; il conoscere questi dati permetterebbe di individuare più facilmente lavorazioni di scarsa qualità che finiscono per richiedere più tempo del previsto impegnando ulteriormente le risorse dell'azienda. Si potrebbe quindi sapere se una produzione può essere velocizzata, non solo in base ai tempi di fermo, ma anche al tempo speso a ripassare i pezzi e anche se una produzione raggiunge un certo livello di qualità non soltanto in base al numero di pezzi di scarto, ma anche a quello dei pezzi ripassati e a quanti di essi diventano buoni oppure rimangono definitivamente di scarto.

Per quanto riguarda la disposizione dei macchinari all'interno dei fabbricati aziendali (vedi Figura 5.1) si può notare come non rispecchi il ciclo di lavoro e neanche vi sia una suddivisione netta tra reparti; infatti, due centrotestatrici sono separate dalle altre da

alcune foratrici, i torni sono distribuiti vicini tra loro, ma in tre reparti separati, mentre centri di lavoro e foratrici sono disposti negli spazi rimanenti.

svuotare i cassoni contenenti i trucioli e gli altri scarti metallici che si generano durante la lavorazione, in particolare per quanto riguarda i torni.



**Figura 5.1** Layout dell'azienda con evidenziati i macchinari per tipologia. GIALLO: Centroidestatrici. VERDE: Foratrici profonde. MAGENTA: Torni. AZZURRO: Centri di lavoro. ARANCIONE: Dentatrice. I macchinari non evidenziati sono dismessi. Le due centroidestatrici in alto a sinistra sono manuali e quindi non hanno la possibilità di essere collegate al sistema di Industria 4.0.

Siccome l'azienda lavoro conto terzi sarebbe un errore creare una linea con una successione di macchinari in fila seguendo un ciclo di lavoro poiché non è possibile sapere per quanto tempo si dovrà produrre un certo articolo e neanche con quale frequenza e quantità, se non nel breve periodo, di conseguenza ci si potrebbe trovare a spostare la posizione dei vari macchinari troppo spesso rendendo la soluzione infattibile dato l'alto dispendio di forze e tempo che si verificherebbe attuandola. Invece si potrebbe valutare di raggruppare i macchinari lungo il fabbricato suddividendo i reparti in modo che alla centroidestatura seguano torni e foratrici disposti in parallelo, poiché alcuni cicli non li prevedono entrambi oppure sono strutturati in modo da passare dagli uni alle altre in sequenze differenti o anche più volte, infine i centri di lavoro che nella maggior parte dei casi costituiscono l'ultima lavorazione. Inoltre, si potrebbe prevedere una zona di

stazionamento temporaneo dei cassoni tra i veri reparti e, quando invece si richiede più tempo affinché essi passino alla fase successiva, li si potrebbe stoccare nel magazzino semilavorati.

Un altro problema riscontrato in azienda è che è presente una sola persona a svolgere le funzioni sia di magazziniere, sia di movimentazione dei cassoni all'interno del fabbricato, quindi spesso gli operai devono spostare manualmente i cassoni con l'utilizzo di transpallet, abbandonando temporaneamente la propria postazione di lavoro; altre volte, invece, capita che una produzione rimanga bloccata per qualche decina di minuti perché si aspetta che siano portati i pezzi a bordo macchina poiché l'operatore non può procurarseli in autonomia. Inoltre, vi è anche la necessità di i carrelli elevatori presenti in azienda sono due e all'occorrenza i responsabili di reparto ne utilizzano uno per sopperire alla mancanza del magazziniere quando è impegnato in altro; tuttavia, questa non può essere la soluzione al problema. Quella più semplice sarebbe, ovviamente, di assumere un'altra persona per la movimentazione delle merci, ma si potrebbe anche pensare di implementare una struttura organizzativa che ottimizzi gli spostamenti e quindi la necessità di intervento del carrello elevatore. Sicuramente un layout più congeniale permetterebbe di ridurre le distanze di spostamento dei cassoni e quindi permetterebbe una più semplice e immediata movimentazione manuale tramite transpallet, inoltre con una pianificazione della produzione più oculata e precisa si potrebbe ottimizzare ulteriormente il percorso dei cassoni durante il ciclo di lavorazione della commessa considerando nell'assegnazione delle fasi produttive ai macchinari anche la loro posizione e riducendo il più possibile i tempi di attesa tra la fine di una fase e l'inizio della successiva per ridurre al minimo il numero di cassoni presenti in azienda e quindi lasciando più spazio disponibile per la movimentazione e per il deposito temporaneo tra un reparto e l'altro.

Per quanto riguarda l'utilizzo dei software, al momento del tirocinio, il loro scopo era solo quello di raccolta dati, che però erano consultati solamente per verificare eventuali anomalie nelle produzioni; quindi, per verificare chi ha effettuato la lavorazione, quando, quanti pezzi sono stati prodotti, ecc., oppure per calcolare i tempi ciclo di una fase, cioè il tempo effettivo impiegato dalla macchina per completare un pezzo. Anche il conteggio dei pezzi prodotti effettivamente per inserire il valore corretto nelle bolle di trasporto e nelle fatture era effettuato solo tramite la pesatura, che così non diventa solo uno strumento di

verifica dei dati raccolti tramite i sistemi informatici, ma un vero e proprio metodo parallelo e indipendente di acquisizione di informazioni; questo era anche dovuto al fatto che sono presenti numerose incongruenze e errori nel numero dei pezzi che sono registrati alla fine di ogni fase poiché il sistema non conta sempre bene e gli operatori non verificano con attenzione il numero effettivamente prodotto.

Introducendo, però, la pianificazione della produzione attraverso l'utilizzo dell'apposita funzione di WorkPlan, si genererebbe la necessità di utilizzare tutti questi dati raccolti e tutto il sistema installato in azienda diventerebbe completo e sfruttato pienamente.

Tuttavia, sono presenti alcuni ostacoli all'introduzione di questo passo nello sviluppo dell'azienda.

Il primo è il software in sé: infatti, per quanto riguarda i tempi di esecuzione, esso permette di inserirli come pezzi prodotti all'ora, ma poi, incrociando questo dato con il numero di pezzi che costituiscono la commessa, calcola il tempo che si impegna a completare una fase e usa questo valore per consuntivare l'esecuzione della lavorazione. In pratica, se bisogna eseguire una fase in cui è stato calcolato che si riesce a lavorare 5 pezzi all'ora, per una commessa di 100 pezzi, il sistema calcolerà che sono necessarie 20 ore. Se dopo 10 ore sono stati prodotti 75 pezzi, esso segnerà che è stato completato il 50% della produzione e che mancano ancora 10 ore, proprio perché usa lo scorrere del tempo quando la commessa è in lavorazione e non il numero di pezzi completati per consuntivare la produzione. Questo è dovuto al fatto che il software è stato sviluppato in origine per aziende le cui lavorazioni sono differenti e più stabili nel loro rapporto tra pezzi prodotti e tempo impiegato. Per l'azienda in analisi sarebbe necessario che il sistema segnasse la produzione come completata al 75% e che calcolasse la capacità effettiva di quella fase su quella macchina e che, di conseguenza, modificasse il tempo di completamento segnando che sono necessarie ancora 3 ore 20 minuti affinché sia terminata.

Il numero di pezzi prodotto all'ora è indicato per ogni fase del ciclo direttamente nelle impostazioni dell'articolo. Il fatto che la realtà differisca da quanto ipotizzato deriva dalla quantità di tempo passato in fermo macchina che differisce ogni qual volta si affronta una nuova commessa: infatti i fermi sono dovuti non soltanto al carico e scarico del singolo pezzo, ma anche ad altre cause. La più comune di esse è che ogni operatore deve gestire, di norma, due macchinari i cui tempi ciclo non sono sincronizzati e spesso non sono



sincronizzabili poiché non si hanno da produrre articoli che soddisfino questi requisiti, inoltre è necessario eseguire controlli di qualità secondo le schede di controllo associate ad ogni articolo, sbavare i pezzi appena usciti dalla macchina ed eseguire altre operazioni accessorie come l'imballaggio, se si è all'ultima fase produttiva. Siccome tutti questi fattori generano tempi di fermo diversi in base a chi è l'operatore e quali articoli sono in produzione in un dato momento, allora si generano sempre tempi di fermo differenti per ogni volta che una certa commessa è stata messa in produzione. Tutto questo crea difficoltà nel calcolare quale possa essere la capacità produttiva di una macchina poiché, se il tempo ciclo rimane sempre lo stesso, il tempo di fermo varia in maniera da rendere complicato, se non impossibile, individuare uno schema per poter calcolare una distribuzione statistica da applicare per determinarne un valore da inserire nel computo dei pezzi prodotti in un determinato lasso di tempo. Per ovviare a questo problema, quando si è deciso di iniziare a impostare il sistema affinché eseguisse la pianificazione, si è stabilito di utilizzare una media dei tempi di fermo delle produzioni passate, eliminando quei valori che erano palesemente affetti da qualche evenienza straordinaria; successivamente si sarebbe poi provveduto a verificare quanto i valori impostanti riuscissero a descrivere la realtà e, quindi, se fosse poi necessario trovare un altro metodo per calcolare questo valore.

La conseguenza dell'incapacità del sistema di consuntivare tramite i pezzi effettivamente già completati è che esso non è in grado non solo di modificare la previsione di termine di una fase, ma anche di riconoscerne il momento corretto in cui ciò avviene: infatti se una fase finisce prima del termine impostato il sistema continuerà a lasciarla nella pianificazione prevedendo la durata che esso ha ancora impostata come rimanente, spostando, di fatto, in avanti l'inizio di ogni altra produzione presente nella coda della macchina. Questo problema si risolve facilmente grazie al comando di chiusura di una fase che ha come effetto quello rimuovere la stessa dal sistema di pianificazione. Tuttavia, quando si verifica il caso opposto, cioè quando si sta impiegando più tempo del previsto, il software manterrà la macchina impegnata poiché la fase non è stata ancora chiusa, ma solo per il giorno corrente: dal successivo la segnerà come impegnata da un'altra produzione o come libera in base alle commesse presenti nel piano di produzione e questa occorrenza non ha soluzioni *workaround* come quella appena descritta.

Da questo deriva anche la difficoltà nello stabilire quanto sovrapporre le fasi successive. Spesso una fase successiva è iniziata quando sono stati lavorati dalla precedente sufficienti pezzi da non interrompere la produzione di quella seguente per mancanza di materiale. Di solito si stabilisce una percentuale di sovrapposizione che prevede l'inizio della successiva quando è stato riempito un cassone di pezzi lavorati. I problemi sono due: uno è che non sapendo quale sarà la capacità produttiva effettiva della fase successiva, allora bisogna essere abbondanti nello stabilire la sovrapposizione generando inefficienza; l'altro è che, essendo una percentuale rispetto alla quantità totale da produrre, per impostare che sia riempito un cassone è necessario cambiare questo valore in ogni commessa poiché spesso ognuna differisce dalle precedenti per quanto riguarda la quantità richiesta.

Un altro problema del pianificatore è che non è in grado di "inseguire" la produzione perché è stato sviluppato per essere usato per elaborare una pianificazione predittiva. Questo comporta che se una fase viene eseguita su un macchinario diverso da quello stabilito il sistema non sarà in grado di riconoscere questo cambiamento e continuerà ad occupare la macchina errata. Questo potrebbe essere un problema non grave perché, se una pianificazione è effettuata correttamente, potrebbe essere raro che si sfrutti un macchinario diverso da quello previsto. Quello che però si può verificare più spesso è che una produzione sia posticipata o anticipata per i motivi descritti in precedenza riguardo alla difficoltà di stabilire una capacità accurata della produzione di una fase di un articolo, in questo caso il sistema non è in grado di anticipare una fase o di posticiparla in automatico. Per risolvere tutti queste problematiche è stata contattata l'azienda che fornisce il software WorkPlan, la quale, però, ha riscontrato delle grosse difficoltà, tanto da dover coinvolgere i programmatori della casa madre in Francia. Al termine del Tirocinio non era ancora stata implementata alcuna soluzione; quindi, non si è potuto utilizzare a pieno questo strumento. Una volta che il software sarà aggiornato in base alle esigenze dell'azienda ci saranno altre problematiche da affrontare nella pianificazione. Per esempio, quella delle macchine a doppio pallet: siccome esse sono considerate due macchine distinte il sistema le tratta come tali senza considerare però le conseguenze di ciò che differiscono in base alle due tipologie presenti in azienda:

1. **Foratrici che eseguono due pezzi in contemporanea.** In questo caso il sistema non sa che il pezzo che impiega meno tempo dovrà attendere il completamento

dell'altro prima che la macchina si apra e che quindi la capacità produttiva dipende dal tempo impiegato per l'altro. Inoltre, non sarà in grado di pianificare due pezzi con durata il più simile possibile.

2. **Altri macchinari che eseguono una lavorazione per volta, ma che permettono il carico/scarico in contemporanea ad essa.** In questo caso il problema è che una lavorazione non può iniziare prima del completamento di quella effettuata sull'altro pallet, dunque se un pezzo ha una durata lunga influirà sulla capacità produttiva dell'altro. Pur separando queste macchine considerando ogni pallet come una distinta, esse saranno sempre in lavorazione; quindi, non saranno rilevati tempi di fermo che in realtà si verificano mentre si attende che sia terminata la lavorazione nella parte opposta, quindi è difficile calcolare quanto tempo si impiega per completare una commessa con queste macchine e il pianificatore non è in grado di tener conto di tutto questo quando elabora un piano di produzione.

Inoltre, bisognerà considerare la possibilità di assegnare le produzioni alle coppie di macchinari gestite da un singolo operatore in modo che la somma dei tempi impiegati per caricare e scaricare un pezzo e per effettuare le operazioni manuali accessorie non comporti la generazione di tempi di fermo per l'altro. Così facendo la produzione sarebbe più efficiente e fluida e, per di più, sarebbe più facile calcolare la capacità produttiva in quanto si ridurrebbero le variabili che generano i tempi di fermo.

## CONCLUSIONI

Con l'avvento della Quarta Rivoluzione Industriale, o dell' "Industria 4.0", espressioni che con il tempo sono diventate sinonimi, tutti i componenti di un'azienda, dai macchinari e mezzi al personale, sono diventati tutti interconnessi. Anche gli articoli, sfruttando la tecnologia RFID, sono identificabili tramite una traccia informatica.

Questo comporta la possibilità di avere a disposizione una quantità di dati considerevole e di poterne disporre sfruttando le tecnologie informatiche per poter prendere decisioni più efficienti e basate su una fotografia sempre più vicina alla realtà effettiva.

I sistemi MES si inseriscono in questo contesto per la loro capacità di raccolta dati e per la loro caratteristica di collegamento tra i livelli più bassi delle aziende, come l'impianto produttivo, e quelli più alti come la dirigenza aziendale; permettono un passaggio delle informazioni più fluido e lo traducono in modo che risultino comprensibili da chi li deve leggere, che si un uomo o una macchina o software.

O.L.V. Officine Meccaniche è un'azienda metalmeccanica che dal 2018 ha iniziato a sfruttare queste tecnologie, innanzitutto per avere una fotografia più precisa possibile di ciò che accade in azienda e poi per poter effettuare migliorie al proprio processo produttivo.

L'architettura che stata predisposta è quello di due software che comunicano tra loro: uno è WorkPlan, un ERP che gestisce le commesse, il ciclo produttivo degli articoli e la consuntivazione della produzione, mentre l'altro è OverOne, che è un MES che quindi permette al primo di acquisire i dati di ciò che avviene nell'impianto produttivo e di monitorare più dettagliatamente lo stato dell'esecuzione della produzione.

Il progetto di Industria 4.0 che l'azienda sta portando avanti vede, al momento del Tirocinio, la conclusione della prima fase di implementazione del software. Dopo di essa ha avuto inizio, e sta continuando, quella che prevede lo sfruttamento dell'attività descritta al fine di migliorare l'organizzazione della produzione. Per esempio, introducendo la pianificazione della produzione, funzionalità permessa da WorkPlan, oppure analizzando i dati per valutare come ottimizzare il ciclo produttivo. Grazie a questo, nel 2021, è stato introdotto un robot per il carico scarico dei pezzi in due macchinari della Centrointestaura.

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- [1] <https://www.focusindustria40.com/integrazione-verticale-e-orizzontale/>
- [2] <http://www.key-4.com/lintegrazione-verticale-e-orizzontale-nellindustria-4-0/>
- [3] <http://www.key-4.com/lintegrazione-verticale-e-orizzontale-nellindustria-4-0/>
- [4] Bhattacharjee, Sravani. *Practical Industrial Internet of Things Security: A Practitioner's Guide to Securing Connected Industries*, Packt Publishing, Limited, 2018, ProQuest Ebook Central, pp. 5-12
- [5] Elangovan, Uthayan. *Smart Automation to Smart Manufacturing*, Momentum Press, 2019, ProQuest Ebook Central, Capitolo 4.
- [6] <https://www.oracle.com/it/internet-of-things/what-is-iot/>
- [7] <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>
- [8] <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-iot/industrial-internet-things-iiot-saving-costs-innovation/>
- [9] <https://www.i-scoop.eu/cloud-computing/>
- [10] <https://www.industry4business.it/cloud/cloud-manufacturing/cloud-manufacturing-cose-applicazioni-e-vantaggi/>
- [11] <https://www.sandrozilli.it/il-cloud-manufacturing-un-prezioso-alleato-nella-transizione-aziendale-da-struttura-monolitica-a-sistema-aperto/>
- [12] <https://www.i-scoop.eu/big-data-action-value-context/>
- [13] [https://it.wikipedia.org/wiki/Big\\_data](https://it.wikipedia.org/wiki/Big_data)
- [14] [https://it.wikipedia.org/wiki/Big\\_data\\_analytics](https://it.wikipedia.org/wiki/Big_data_analytics)
- [15] <https://www.controlfreaksltd.co.uk/what-is-the-difference-between-plc-and-scada/>
- [16] <https://scada-international.com/what-is-scada/>
- [17] <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/manufacturing-execution-systems-mes-evolutions-software-solutions/mes-software/>
- [18] <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/manufacturing-execution-systems-mes-evolutions-software-solutions/mes-software/>

[19] Lorenzo Natoli, Federico Valle, Andrea Mura, *Alberi per trasmissioni automobilistiche 4.0*, in «Organi di Trasmissione», 8 (2020), pp. 60-62

[20] Ada Majora, *Alberi per trasmissioni automobilistiche 4.0*, in «Organi di Trasmissione», 11 (2020), pp. 42-44