



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

A.a. 2021/2022

Sessione di Laurea Ottobre 2022

Implementazione di un report per il monitoraggio della produzione integrato al sistema gestionale aziendale

Storia di un percorso aziendale volto ad efficientare i cicli
produttivi e migliorare l'analisi dei dati di produzione

Relatori:

Prof. Luca Settineri

Candidati:

Massimiliano Carpano

1	Introduzione.....	4
2	Officine Meccaniche Ghiglia.....	6
2.1	Officine Meccaniche Ghiglia: storia dell'azienda	6
2.2	Macchinari e tipologie di lavorazioni.....	7
2.3	Organizzazione aziendale	10
2.4	ERP aziendale: Mago.net.....	12
2.5	L'importanza di MPS, MRP e CRP all'interno della pianificazione della produzione.....	15
2.5.1	Master production schedule	15
2.5.2	Material Requirement Planning	16
2.5.3	Capacity Requirement Planning	18
2.5.4	MRP, CRP e sistema gestionale: il caso O.M.G.....	19
2.6	Il monitoraggio della produzione.....	20
2.6.1	Key Performance Indicator	21
2.6.2	Report di produzione.....	27
3	Implementazione del report aziendale Pianificazione della produzione.....	29
3.1	Reportistica Excel.....	29
3.1.1	Colonne della Pianificazione	30
3.1.2	Colonne della produzione	32
3.1.3	Colonne della logistica.....	32
3.2	Limiti dell'approccio Excel	33
3.2.1	Difficoltà di coordinamento tra Enti aziendali	33
3.2.2	Monitoraggio diretto della produzione	34
3.2.3	Monitoraggio dei materiali d'acquisto.....	35
3.2.3	Monitoraggio della produzione.....	35

3.3	Sviluppo di una nuova reportistica	37
3.3.1	Rapporto con i consulenti del software gestionale	37
3.3.2	Implementazione report: specifiche di prodotto	38
3.3.3	Implementazione report: monitoraggio della produzione.....	40
3.3.4	Monitoraggio dei materiali.....	42
4	Caso di studio: analisi della commessa 21-00126	46
4.1	Analisi commessa 21-00126: prodotti, lavorazioni e materiali.....	48
4.2	Analisi della commessa 21-00126: livelli di BOM e date di inizio produzione	51
4.3	Analisi della commessa 21-00126: Tempo di attraversamento produzione teorico ed effettivo	54
4.4	Analisi della commessa 21-00126: acquisti materiali e ritardo sul lead time	63
5	Report pianificazione della produzione: fattori correttivi e sviluppi futuri	66
5.1	Report pianificazione della produzione: fattori correttivi futuri.....	66
5.2	Report pianificazione della produzione: Industria 4.0 e possibili sviluppi futuri.....	68
5.2.1	Alcuni cenni su Industria 4.0	68
5.2.2	Industria 4.0: come migliora la gestione della produzione?	70
5.3	Conclusioni	72
	Bibliografia	73

1 Introduzione

Il monitoraggio della produzione è uno strumento utile per ottenere una visione d'insieme dell'attività produttiva, che permette di mettere in luce eventuali inefficienze e sviluppare una soluzione a problemi produttivi.

La tesi nasce in relazione all'esperienza nell'azienda O.M.G. Manufacturing nello stabilimento di Cairo Montenotte, nella quale ho lavorato come addetto alla pianificazione della produzione. Parte dalla necessità dell'azienda di possedere uno strumento in grado di rispondere a determinate richieste:

- controllare l'andamento delle commesse e della produzione.
- monitorare l'utilizzo delle risorse, per gestire al meglio le scorte
- monitorare e gestire la manodopera e la forza lavoro.
- distribuire in modo ottimale la capacità produttiva, dal punto di vista spazio-temporale.

Per poter contestualizzare lo sviluppo di questo report, verrà presentata l'azienda, con i vari dipartimenti, lavorazioni e approccio produttivo, ed il sistema gestionale Mago.net, con le sezioni relative a documenti fondamentali come MRP, CRP, piano di produzione. La tesi vuole infatti soffermarsi anche sull'utilità dello sviluppo di report e procedure che siano integrate direttamente all'interno dell'ERP. Questo perché una raccolta ed elaborazione automatica dei dati di produzione garantisce una maggiore efficienza nella creazione di report affidabili e facilmente consultabili.

Il report permette alla pianificazione della produzione di verificare l'andamento di una commessa, sia nel momento dell'inserimento in produzione, sia a posteriori, attraverso una verifica relativa alla durata della lavorazione rispetto a quanto preventivato dall'ufficio tecnico. Fornisce inoltre uno sguardo d'insieme su altri enti aziendali, come ad esempio l'ufficio

acquisti, monitorando il lead time dei materiali necessari alla produzione. Verrà presentata l'analisi di una commessa, la 21/00126, relativa alla produzione di due sportelli completi, verificandone l'andamento sul report aziendale e andando a ricercare eventuali cause di inefficienze produttive. Lo scopo principale del report è infatti questo: monitorare la produzione al fine di poter identificare le problematiche e poter, se necessario, applicare misure preventive per evitare che si ripetano nuovamente.

In conclusione è stato analizzato il valore del report proposto e i limiti che, purtroppo, presenta ancora, anche in relazione con l'utilizzo del sistema gestionale. Limiti che potranno essere superati nel caso di passaggio a macchinari conformi alle specifiche proposte da Industria 4.0. O.M.G. Manufacturing si è posta come obiettivo quello di effettuare investimenti per macchinari che seguano la metodologia di Industria 4.0, macchinari che permetterebbero una **produzione industriale del tutto automatizzata e interconnessa, oltre a poter disporre di migliori analytics**: infatti una volta raccolti i dati, bisogna ricavarne valore. Oggi solo l'1% dei dati raccolti viene utilizzato dalle imprese, che potrebbero invece ottenere vantaggi a partire dal "machine learning", dalle macchine cioè che perfezionano la loro resa "imparando" dai dati via via raccolti e analizzati.

2 Officine Meccaniche Ghiglia

2.1 Officine Meccaniche Ghiglia: storia dell'azienda

O.M.G. (figura 1.1) è l'acronimo dell'azienda, nata nel 1984, Officine Meccaniche Ghiglia, dal nome dei Fondatori Adriano Ghiglia e della moglie Giovanna.

Fin da subito si specializza nella lavorazione di lamiera e nelle costruzioni meccaniche, operando principalmente per la 3M Italia Spa, riferimento italiano della nota multinazionale leader nella produzione di apparecchiature per lo sviluppo radiografico.

Successivamente l'azienda ha iniziato a operare per società del settore del materiale rotabile ferroviario, instaurando rapporti di fornitura, tra gli altri, con Alstom, Hitachi (AnsaldoBreda), Bombardier, Titagarh Firema Adler e Siemens, guadagnando il riconoscimento di “fornitore affidabile” per la costruzione, manutenzione e riparazione di materiale rotabile.

Rispetto ad altre aziende, come quelle sopra riportate, O.M.G. agisce in particolare a livello di



Figura 1.1 O.M.G. Manufacturing, sede di Cairo

componentistica meccanica, occupandosi della costruzione di tutti quei componenti che verranno poi successivamente assemblati dai clienti per la costruzione del treno.

Grazie a precise strategie la società (insieme a SAIEM Srl e SITAV Spa) è oggi in grado di fornire ai propri committenti un servizio di ingegnerizzazione del prodotto, produzione e consegna ad alti standard di efficienza.

2.2 Macchinari e tipologie di lavorazioni

O.M.G. Manufacturing ha una produzione orientata al materiale rotabile ferroviario, in grado di trattare con efficienza sia commesse pluriennali che impegnate per la produzione di semplici “stafferie” (viti, particolari vari..). I prodotti principali sono di diverso genere cabine, arcali, soglie, carrelli ferroviari (in figura 2), ma anche semplici particolari che richiedono tempi di attraversamento molto ridotti.

Le principali operazioni che vengono svolte in azienda sono:

- *Taglio laser*
- *Fresatura*
- *Saldatura ferro e saldatura alluminio*
- *Punzonatura*
- *Assemblaggio*
- *Smerigliatura*
- *Stampa 3D*



Figura 1.2

Nell'immagine 1.3 si può vedere uno dei numerosi macchinari presenti in azienda, il Laser Fibra Trumpf, uno dei macchinari più all'avanguardia per quanto riguarda il taglio laser.

Le sue specifiche tecniche sono:

- Campo operativo di 2000 x 4000.
- Taglio di spessore 25 mm per acciaio carbonio.
- Taglio di spessore 20 mm per acciaio inox e alluminio.



Figura 1.3

Negli ultimi tempi l'azienda ha deciso di intraprendere un percorso per avvicinarsi alle metodologie introdotte da industria 4.0, valutando l'acquisto di macchinari che possiedono diversi requisiti tecnici quali un controllo e azionamento per mezzo di CNC, una interconnessione ai sistemi informatici, integrazione con il sistema logistico della fabbrica, nel sia interno, o eventualmente la rete di fornitura. Inoltre migliorerebbe di molto l'interfaccia tra uomo e macchina, che permetterebbe all'operatore di migliorare in modo più efficace il monitoraggio dei processi.

2.3 Organizzazione aziendale

L'azienda è suddivisa in diversi reparti o dipartimenti:

- Amministrazione:

E' organizzata a sua volta su diversi livelli:

- Responsabile Commesse: si occupa della ricezione delle commesse, la contrattazione con i clienti e supervisiona il regolare svolgimento di esse.
 - Risorse Umane: il ruolo delle Risorse Umane è quello di contattare eventuali lavoratori per l'azienda, svolgere colloqui, definire lo stipendio e di conseguenza il livello di ore pagate a ciascun lavoratore.
 - Ufficio Acquisti: il loro compito è quello di comprare i materiali che vengono visualizzati a sistema, contattare i fornitori in caso di ritardi, valutare al meglio il trade-off costo/qualità.
 - Contabilità
 - Ufficio Commerciale
-
- Ufficio tecnico: riceve le commesse dall'amministrazione e si occupa di elaborare i disegni dei prodotti richiesti, attraverso l'utilizzo di programmi come SolidWorks e Catia. Oltre l'elaborazione dei disegni, si occupano anche di definire le fasi di lavorazione del prodotto ed inserire, nel sistema gestionale, i cicli di lavoro. Nel momento in cui avviene l'inserimento dei cicli, l'ufficio di pianificazione può importare i codici prodotto sul piano di produzione.
 - Qualità: l'ufficio qualità si occupa di controllare che i prodotti fabbricati in officina rispettino le normative ISO e le specifiche qualitative richieste dal cliente. Ciò non avviene solamente a prodotto concluso, ma costantemente: quando determinate lavorazioni vengono esternalizzate, viene sempre fatta una verifica qualitativa, al fine di valutare la conformità delle lavorazioni esterne (es. lo spessore della vernice dopo che i prodotti son stati inviati a verniciare). Il reparto qualità collabora a stretto contatto con il collaudo, in quanto entrambi gli organismi devono essere attivi nella valutazione di conformità dei prodotti.

- **Logistica:** la logistica si occupa di schedulare la fase di trasporto dei prodotti finiti o dei semilavorati e di coordinare le attività di conto/lavoro. Ogni particolare necessita, come da indicazioni della produzione, di determinate lavorazioni. Queste possono essere svolte internamente o gestite da fornitori esterni, a seconda della disponibilità dei centri di lavoro aziendali o dei macchinari presenti. Precedentemente la logistica gestiva anche il magazzino, attività che è stata poi esternalizzata e data in gestione ad una cooperativa. Per favorire il corretto funzionamento di uno dei principali enti aziendali, la società che si occupa di gestire il magazzino ha in licenza lo stesso software ERP in dotazione all'azienda, con l'accesso limitato alle funzioni riguardanti l'area di appartenenza.

- **Pianificazione della Produzione:** l'ufficio di Pianificazione della Produzione è il luogo dove si definisce la schedulazione della produzione aziendale. L'area necessita di un costante confronto con l'officina, per verificare l'andamento dei lavori. In figura 1.4 è rappresentato il flow chart relativo alla gestione della commessa per quanto riguarda la pianificazione:
 1. Dall'ufficio commerciale viene comunicato l'arrivo della commessa. Ovviamente, nel caso di produzioni più "corpose", vi sarà fin da subito una preparazione adeguata ai nuovi carichi di lavoro. L'ufficio tecnico inizia la progettazione e la creazione dei cicli di lavoro.
 2. L'ufficio tecnico finisce la progettazione e carica i cicli di lavoro a sistema. La pianificazione della produzione si occupa di iniziare sull'ERP la procedura MRP al fine di verificare il fabbisogno materiali.
 3. Riunione con il capo officina per definire eventuali esternalizzazioni: l'ufficio tecnico definisce nel ciclo di lavoro eventuali fasi di lavorazione o componenti da lavorare internamente. Può capitare che l'azienda non sia in grado però di effettuare eventuali lavorazioni o componenti, a causa di assenze sul lavoro o problemi ai macchinari, per cui è importante definire le esternalizzazioni, per poter comunicare all'ufficio acquisti eventuali ordini.
 4. Una volta completata questa fase viene "lanciata" la commessa in produzione, vengono stampati i cicli di lavoro che contengono i codici che gli operatori dovranno smarcare per completare le loro lavorazioni.

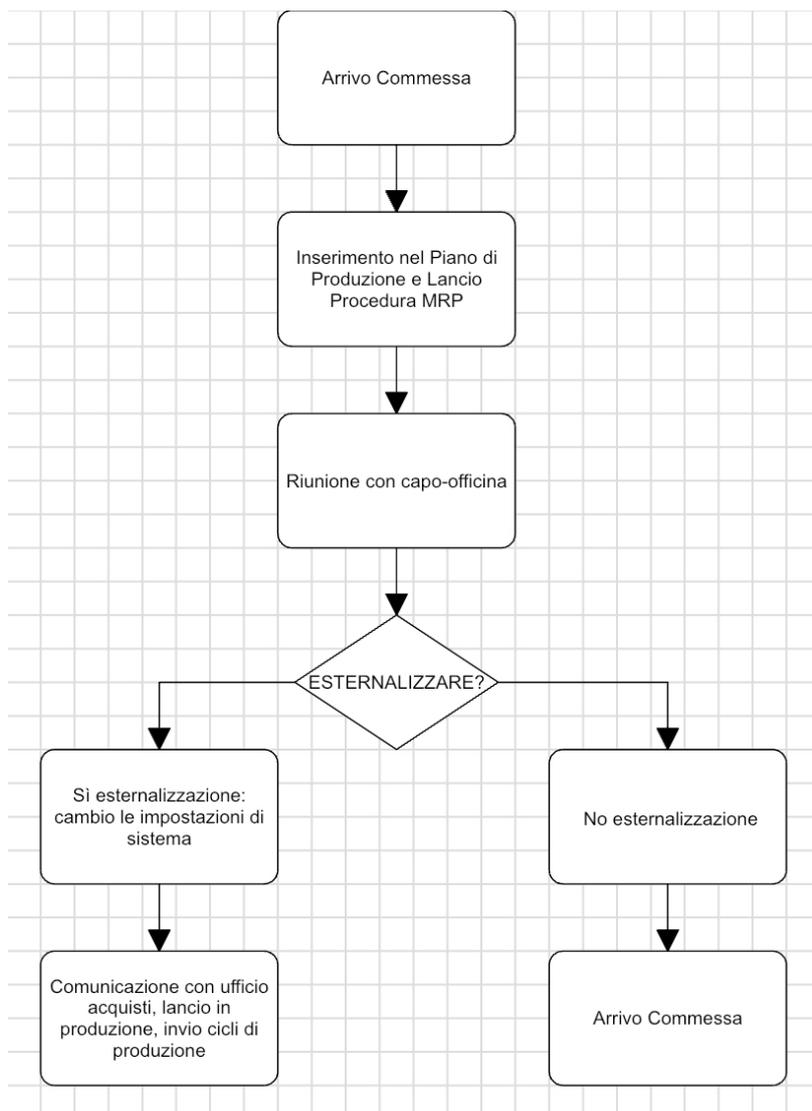


Figura 1.4

- Officina (Cairo/Ville, Mallare, Dego): l'officina è il cuore pulsante dell'azienda. Ogni officina è gestita da un capo officina, che si relaziona quotidianamente con l'ufficio tecnico e con la produzione, al fine di garantire le lavorazioni che il cliente desidera.

2.4 ERP aziendale: Mago.net

Mago.net è un ERP pensato per amministrare in maniera efficace e precisa tutti gli aspetti legati all'attività dell'azienda: amministrazione e contabilità, ciclo attivo e passivo, magazzino, logistica, produzione e pianificazione (come si può vedere dalla schermata in figura).

Essendo il focus della tesi incentrato sul monitoraggio della produzione, ci si concentrerà principalmente sui servizi che il sistema gestionale propone relative a questa funzione aziendale.

Facendo riferimento alla figura 1.5, viene presentata la schermata relativa alla produzione, con

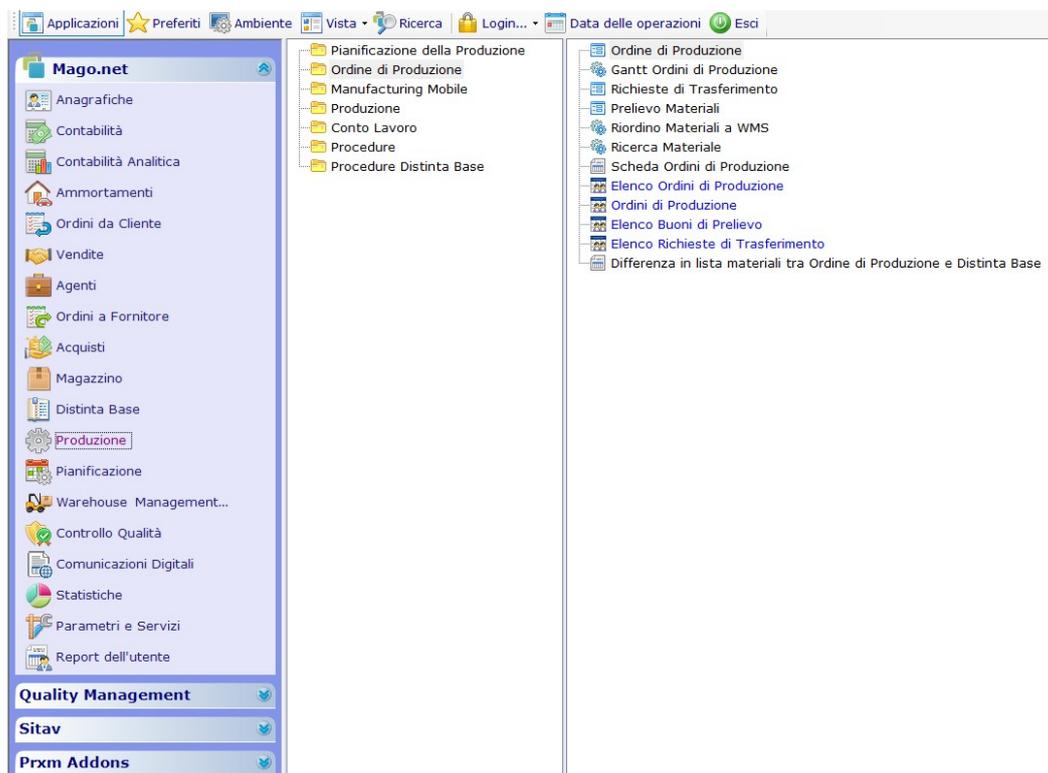


Figura 1.5

all'interno diverse aree di lavoro:

- **PIANIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE:** attività legate all'inserimento degli ordini sul piano di produzione (figura 1.6). L'inserimento dei codici prodotto all'interno del piano di produzione può avvenire in maniera automatica (secondo i dati preimpostati dall'ufficio tecnico e commerciale) o manuale. Inserire manualmente gli ordini garantisce alla pianificazione la possibilità di aggiungere a sistema la produzione di attrezzature necessarie alla lavorazione di determinate commesse.

Piano		Descrizione	
20/00001			
Data creazione		Note	
11/05/2020			
Data ultima modifica		Chiuso	
24/08/2021		<input checked="" type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	Generato in automatico
		<input type="checkbox"/>	Generato per Sottoscorta

Riga	Stato	Commissa	Articolo	Variante	Descrizione	Prevista consegna	UM	Quantità	Quantità lanciata	Livello	Gruppo
1360	Evasa	21/00104	707588.RIP		RIGHT COMPLETE DOOR L=1415	24/09/2021	NR	1,000	1,000	1	1
1361	Evasa	21/00103	707606.RIP		LATERAL HATCH REFLUE 1600...	24/09/2021	NR	1,000	1,000	1	1
1362	Evasa	21/00103	707606.RIP		LATERAL HATCH REFLUE 1600...	24/09/2021	NR	1,000	1,000	1	1
1363	Evasa	21/00103	707606.RIP		LATERAL HATCH REFLUE 1600...	24/09/2021	NR	1,000	1,000	1	1
1364	Evasa	21/00107	500715-01		RINFORZO DESTRO S27530 UNI EN ...	25/08/2021	NR	40,000	40,000	1	1
1368	Evasa	21/00052	500779-MU-01		CICLO MOCK UP PER QUALIFICA SALDA`	30/07/2021	NR	6,000	6,000	1	1
1369	Evasa	21/00052	500779-MU-02		CICLO MOCK-UP PER QUALIFICA SALDA`	30/07/2021	NR	12,000	12,000	1	1
1370	Evasa	21/00105	705867		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	15/09/2021	NR	1,000	1,000	2	2
1371	Evasa	21/00105	705868		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	15/09/2021	NR	1,000	1,000	2	2
1372	Evasa	21/00105	706287		TESTATA PIANA CON PARTI SALDATE CA	15/09/2021	NR	1,000	1,000	2	2
1374	Evasa	21/00105	705867-MU-01		MOCK UP TESTATA PIANA	15/09/2021	NR	1,000	1,000	2	2
1375	Evasa	21/00105	4060557-01		RETROFIT DIMA DI SALDATURA TESTATE	15/09/2021	NR	1,000	1,000	1	1
1376	Evasa	21/00105	4060558-01		RETROFIT DIMA SALDATURA TESTATE ET	15/09/2021	NR	1,000	1,000	1	1
1377	Evasa	21/00105	705867		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/10/2021	NR	1,000	1,000	3	3
1378	Evasa	21/00105	705867		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/11/2021	NR	1,000	1,000	4	4
1379	Evasa	21/00105	705867		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/11/2021	NR	1,000	1,000	4	4
1380	Evasa	21/00105	705867		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/12/2021	NR	1,000	1,000	5	5
1381	Evasa	21/00105	705867		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/12/2021	NR	1,000	1,000	5	5
1382	Evasa	21/00105	705867		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	15/01/2022	NR	1,000	1,000	6	6
1383	Evasa	21/00105	705868		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/10/2021	NR	1,000	1,000	3	3
1384	Evasa	21/00105	705868		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/11/2021	NR	1,000	1,000	4	4
1385	Evasa	21/00105	705868		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/11/2021	NR	1,000	1,000	4	4
1386	Evasa	21/00105	705868		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/12/2021	NR	1,000	1,000	5	5
1387	Evasa	21/00105	705868		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/12/2021	NR	1,000	1,000	5	5
1388	Evasa	21/00105	705868		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	15/01/2022	NR	1,000	1,000	6	6
1389	Evasa	21/00105	705869		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/10/2021	NR	1,000	1,000	3	3
1390	Evasa	21/00105	705869		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/10/2021	NR	1,000	1,000	3	3
1391	Evasa	21/00105	705869		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/11/2021	NR	1,000	1,000	4	4
1392	Evasa	21/00105	705869		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/11/2021	NR	1,000	1,000	4	4
1393	Evasa	21/00105	705869		TESTATA PIANA + PARTI SALDATE CASS#	01/12/2021	NR	1,000	1,000	5	5

Figura 1.6

- **ORDINI DI PRODUZIONE:** comprende le attività legate alla creazione degli ordini di produzione. Secondo la logica del ERP, vengono creati ordini di produzione per ogni codice componente/prodotto finito. La numerosità di prodotti per ogni ordine di produzione è decisa a priori ed è condizionata a diversi fattori come la complessità del prodotto, il livello di distinta base, la dimensione del lotto e la data di consegna.
- **PROCEDURE:** comprende le attività legate agli ordini di produzione, come la modifica o la cancellazione degli stessi. A causa di inefficienze inaffi può accadere che si debba cancellare un ordine di produzione inserito a sistema. E' importante che, all'interno dell'azienda, vi sia sempre una comunicazione puntuale tra i vari reparti. Questo perché, a seconda del prodotto, ad un ordine di produzione può essere associato un ordine di lavorazione esterno, per il quale l'ufficio acquisti ha già firmato un contratto per la prestazione.

Un'altra schermata importante è quella relativa alla pianificazione, che contiene le procedure che regolano la gestione della produzione:

- MRP: permette di pianificare i fabbisogni di materiale, in riferimento a ciò che viene pianificato nel piano di produzione. Dopo aver “lanciato” la procedura del MRP, avviene la proposta degli ordini di produzione da “confermare”.
- CONFERMA ORDINI DI PRODUZIONE: gli ordini di produzione, come presentato precedentemente, devono essere “confermati” a sistema per poter essere messi in produzione. Fino a che un ordine non viene confermato, il dipendente può modificare lo stesso.
- CRP: permette di verificare la disponibilità delle risorse, umane o macchine, necessarie al garantimento della produzione prevista dal piano. Questo algoritmo, come verrà spiegato nel prossimo capitolo, presenta ancora problematiche relative alla sua integrazione con l'ERP aziendale.

2.5 L'importanza di MPS, MRP e CRP all'interno della pianificazione della produzione

2.5.1 Master production schedule

Il MPS (master production schedule), MRP (material requirement planning) e il CRP (capacity requirement planning) hanno una importanza sempre più marcata all'interno della pianificazione della produzione.

Il Master Production Schedule è il piano principale di produzione presente in ogni azienda e che definisce, a partire dagli ordini clienti, la produzione che deve essere effettuata all'interno di un definito periodo di tempo. Per migliorare l'efficienza produttiva, garantire un controllo

dei costi e calcolare in maniera solida i livelli di scorte è infatti necessario andare a valutare la domanda di prodotti finiti in relazione al fabbisogno capacitivo delle varie fasi di produzione dei prodotti in questione.

		Product A						
		Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6	Period 7
Starting inventory	+	50	35	30	30	25	50	25
Sales forecast	-	50	50	50	50	50	50	50
Qty to produce	+	35	45	50	45	75	25	25
Ending inventory	=	35	30	30	25	50	25	0

		Product B						
		Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6	Period 7
Starting inventory	+	0	30	0	-50	-100	-150	-150
Sales forecast	-	50	80	50	50	50		
Qty to produce	+	80	50					
Ending inventory	=	30	0	-50	-100	-150	-150	-150

		Product C						
		Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6	Period 7
Starting inventory	+	0	0	0	0	0	0	0
Sales forecast	-	0						
Qty to produce	+	0						
Ending inventory	=	0	0	0	0	0	0	0

Figura 1.7

Il livello di dettaglio introdotto dal MPS è di gran lunga superiore rispetto ad una schedulazione ordinaria, infatti agisce a livello dei singoli “stock keeping unit”, pianificando le attività di risorse, reparti e persone, con l’obiettivo primario di rendere più efficiente la gestione del flusso produttivo.

Un’azienda che utilizza il MPS ha accesso a numerosi vantaggi:

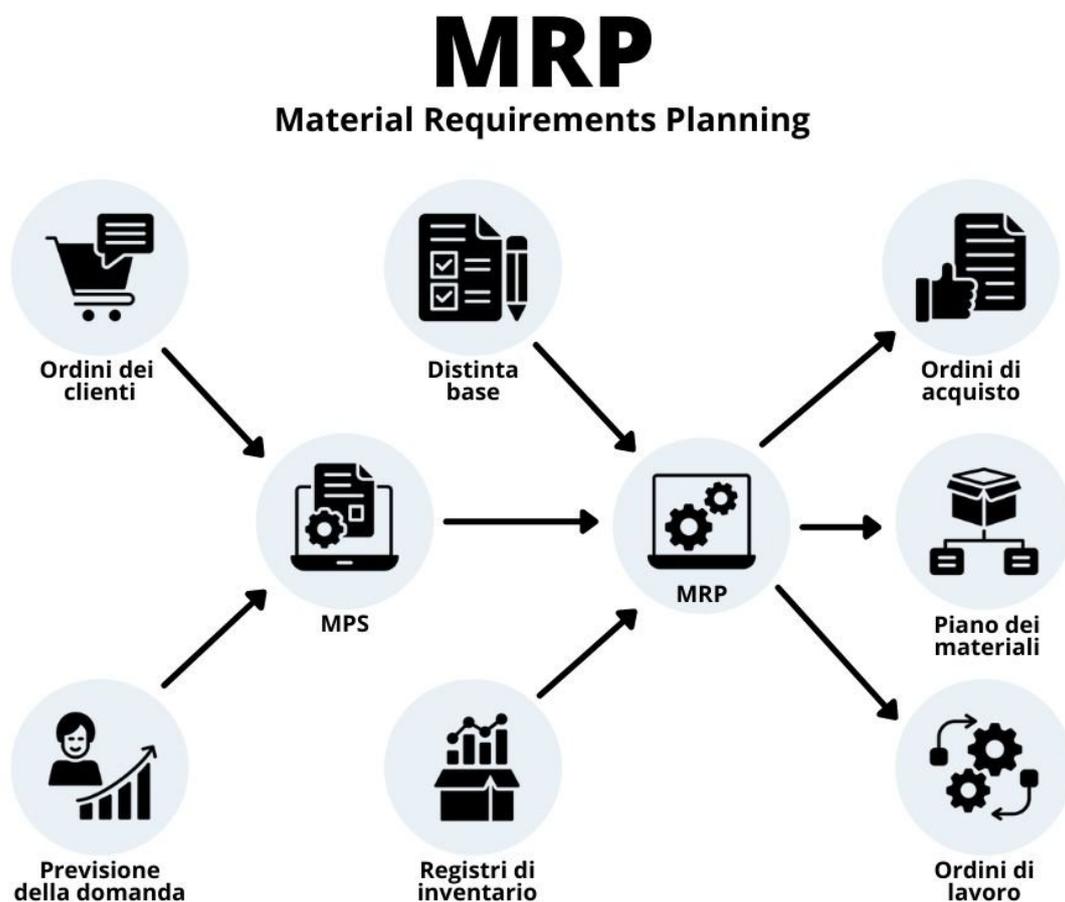
- Calcolo più efficiente di componenti e materie prime per l’acquisto e la produzione (MRP).
- Determinare I livelli di inventario.
- Verificare, in combinazione con il MRP, la quantità di manodopera necessaria, facilitando anche il lavoro dell’ufficio personale, che potrà così prevedere carichi di lavoro che necessiteranno o meno dell’assunzione di personale.
- Calcolare i flussi di cassa previsti, pianificando la produzione in modo da poter minimizzare i costi e massimizzare i profitti.

2.5.2 Material Requirement Planning

Il Material Requirement Planning è la pianificazione dei fabbisogni materiali, coordina tutti i processi relativi al ciclo di produzione e permette, inoltre, di pianificare in modo più efficiente gli ordini di produzione e acquisto. Grazie all'utilizzo del MRP, infatti, fattori fondamentali come la domanda del mercato ed il lead time di produzione vengono presi in considerazione per la pianificazione dei fabbisogni.

L'azione del MRP (figura 1.8) si articola in:

- Analizzare la richiesta di un materiale nei diversi lotti di produzione.
- Determinare la data di arrivo dei materiali sulla base della data di consegna del prodotto finito.
- Calcolare la richiesta dei materiali per per ogni livello della distinta base di un prodotto.



Per la costruzione di un sistema MRP efficace risultano perciò necessari il MPS, la distinta base di un prodotto e ed il giornale di magazzino.

2.5.3 Capacity Requirement Planning

Il CRP (Capacity Requirement Planning) è un processo per definire i limiti di capacità, per quanto riguarda le risorse che devono essere impegnate.

Questo strumento (figura 1.9) risulta fondamentale per l'integrazione del MRP: se infatti si può avere una prima visione d'insieme della capacità produttiva a partire dal piano di produzione, uno degli svantaggi che la pianificazione dei fabbisogni materiali presenta è senza dubbio l'assenza di informazioni riguardanti le risorse impegnate.

Per la costruzione del CRP è necessaria l'individuazione di alcuni parametri:

- Piano temporale di fabbisogno materiali (via MRP).
- Tempo ciclo di produzione.
- Ricambio/manutenzione dei macchinari.
- Numero delle risorse (forza lavoro) e disponibilità.
- Esperienza di ogni risorsa.

Capacity Requirements Planning

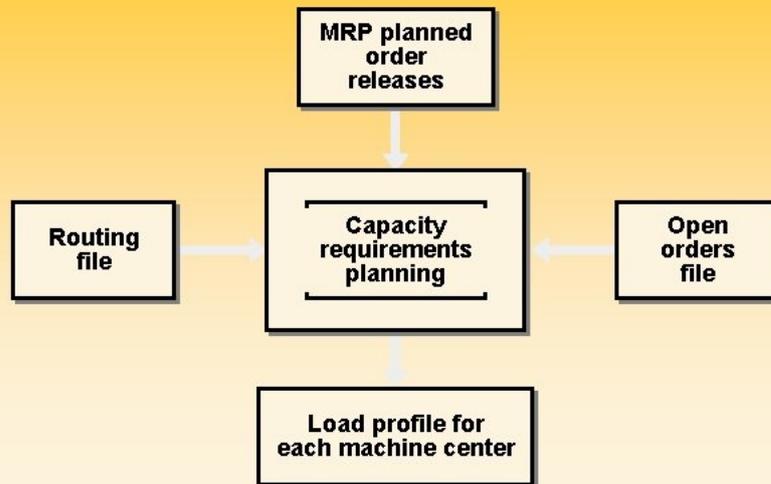


Figura 1.9

2.5.4 MRP, CRP e sistema gestionale: il caso O.M.G.

Gli strumenti utilizzati prima, semplificano di molto le operazioni aziendali, in particolare se integrati all'interno dell'ERP. L'importanza dell'integrazione di questi sistemi all'interno dell'ERP permette di ridurre notevolmente l'impatto di alcuni tra i principali problemi di efficienza a livello produttivo, ovvero l'errore umano.

L'azienda O.M.G. Manufacturing ha beneficiato infatti positivamente del passaggio ad un sistema MRP integrato al sistema gestionale Mago. Precedentemente venivano utilizzati dei fogli Excel per la gestione del fabbisogno materiali, oltre alla necessità di un continuo contatto tra ufficio pianificazione ed ufficio acquisti. Un sistema ERP in grado di semplificare la gestione del fabbisogno materiali i reparti aziendali ha senza dubbio migliorato

La procedura CRP è invece risultata un'integrazione di difficile utilizzo. Questo perché l'integrazione presente sul sistema ERP lavora con una logica non compatibile con il tipo di produzione impostata dall'azienda. Durante la realizzazione delle diverse commesse, la produzione deve anche poter ottimizzare i tempi di setup dei diversi macchinari presenti nel processo di lavorazione, per cui solitamente operazioni come ad esempio il Taglio Laser

vengono eseguite precedentemente, portando alla produzione di semi lavorati che verranno messi a magazzino e completati successivamente.

All'interno di un ordine di produzione (figura 1.10) però sono presenti tutte le fasi di lavorazione per un determinato componente, il sistema CRP integrato nel sistema gestionale considera perciò tutte le fasi di lavorazione come successive una all'altra. Questo crea un carico

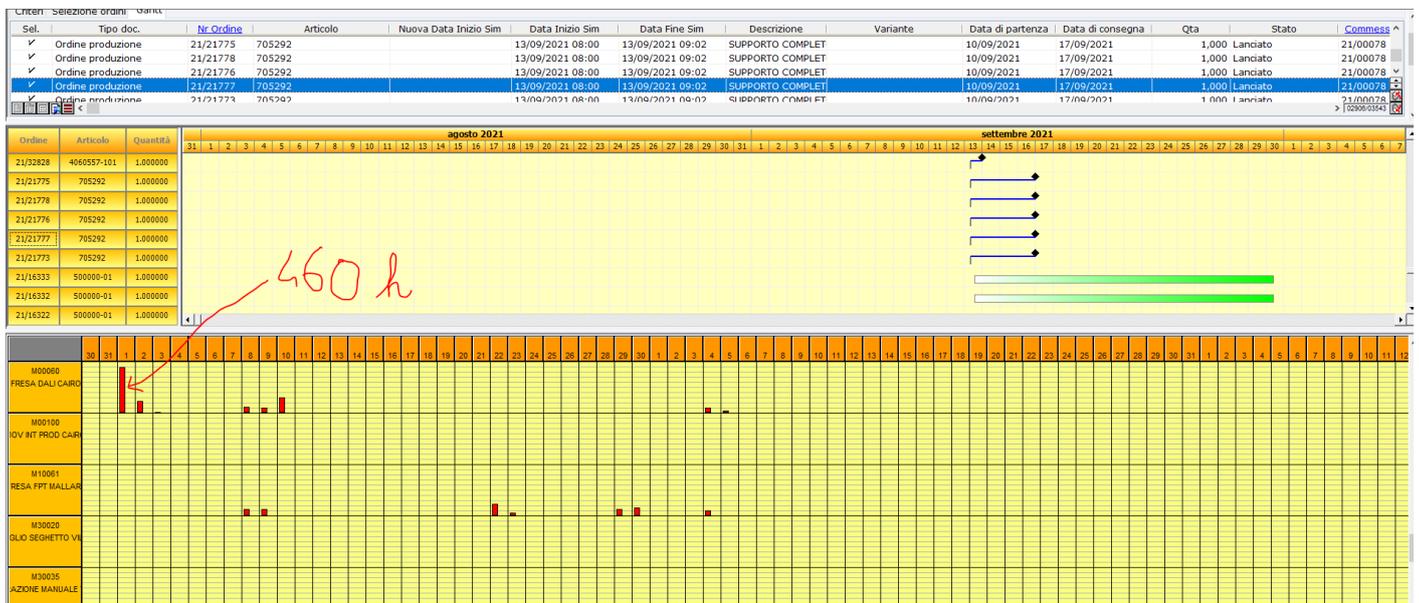


Figura 1.10

macchine non compatibile a livello temporale con quello reale, rendendo il CRP a sistema di scarsa utilità. Una soluzione in fase di implementazione da parte del team dell'azienda produttrice dell'ERP è in fase di implementazione e permetterà la creazione di un ordine di produzione fittizio per quelle fasi di lavorazione che la pianificazione deciderà di svolgere e poi stoccare il semilavorato.

2.6 Il monitoraggio della produzione

Un'azienda, per funzionare efficientemente, ha bisogno sicuramente di organizzarsi e definire i propri processi lavorativi, che regolano i vari reparti, oltre a definire alcuni parametri importanti come presentato nei paragrafi precedenti.

Successivamente però deve necessariamente subentrare una fase di rilevazione dati ed analisi degli stessi, per rilevare eventuali incongruenze con l'avanzamento dei processi aziendali, ridurre i costi e migliorare i propri prodotti. Un responsabile di produzione deve poter avere accesso a degli strumenti che gli permettano di accedere a dati riguardanti la produzione, con

l'obiettivo di renderla più efficiente. Una mancata conoscenza del proprio lavoro in fabbrica può infatti essere causa di una mancato rispetto delle date di consegna ed un peggioramento del rapporto con il cliente, oltre alla necessità di pagare penali, se previste.

Il monitoraggio della produzione non ha come unico o la valutazione del lavoro di uomini e macchine, ma in particolare di cosa si sta producendo e si dovrà produrre. Risulta importante perciò una valutazione dell'output del prodotto finito, sia dei componenti e delle parti che ne fanno parte, al fine di poter rilevare quelle non conformità derivanti da uno scorretto utilizzo

Il monitoraggio della produzione avviene attraverso due strumenti principali:

- Report di Produzione:
- KPI: indicatori chiave di prestazione, definiscono se determinati obiettivi sono stati soddisfatti.

Come verrà affrontato anche successivamente nell'ultimo capitolo, l'acquisizione dati sta progredendo sempre di più, con le nuove opportunità introdotte da Industria 4.0, che garantisce una sempre maggiore interconnessione tra i sistemi, facilitando di molto il monitoraggio. La possibilità di avere a disposizione, in tempo reale, le informazioni, permette un controllo maggiore sulla produzione, permettendo ai responsabili di avere subito visione riguardante eventuali problematiche. Gli attuali sistemi ERP, permettono infatti la visualizzazione di KPI in real time, con la possibilità di monitorare, tramite i nuovi macchinari interconnessi, anche le macchine stesse. Un tornio, ad esempio, è in grado di fornire come output al sistema gestionale, il numero di pezzi prodotti.

2.6.1 Key Performance Indicator

I KPI (key performance indicator) sono indici che monitorano l'andamento di un processo. Le aziende che si occupano di produzione hanno l'obiettivo di mantenere alti determinati standard, per poter competere sul mercato, è fondamentale perciò un monitoraggio dei processi produttivi.

I KPI per monitorare l'efficienza devono possedere dei requisiti base (figura 1.11) :

- *Quantificabilità*: gli indicatori necessitano di una espressione numerica.
- *Accessibilità*: gli indicatori devono poter essere disponibili il più velocemente possibile e nella maniera più semplice, in modo da poter rappresentare lo stato della produzione.
- *Significatività*: gli indicatori devono apportare contributo valutativo, determinando se l'azienda sta migliorando o peggiorando l'attuazione di uno specifico processo.
- *Operatività*: gli indicatori devono poter essere confrontati tra di loro, apportando le opportune modifiche che permettano di contestualizzare determinati output provenienti dal monitoraggio, in modo tale che possano essere misurare dei cambiamenti di efficienza.

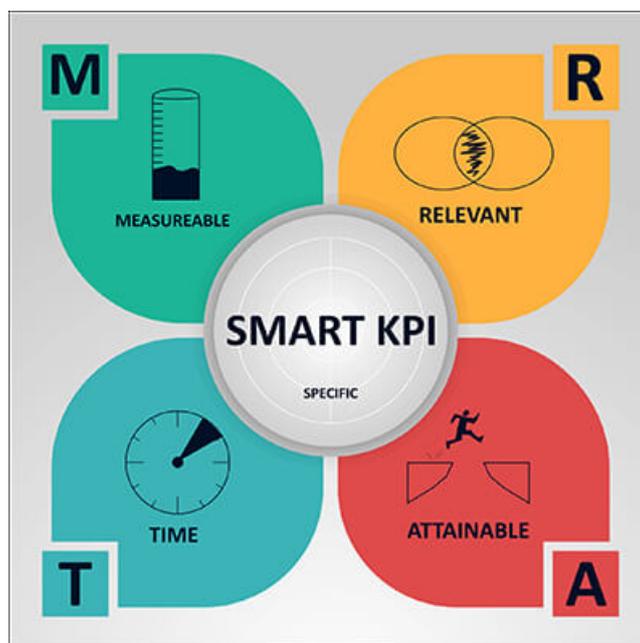


Figura 1.11

I KPI fondamentali per la valutazione della produzione possono essere di diverso genere. Nella mia esperienza in O.M.G ho utilizzato in particolare tre tipologie di KPI:

- KPI delle Risorse Umane
- KPI delle Risorse Macchina
- KPI Globali

I KPI delle risorse umane riguardano le prestazioni degli operatori presenti in azienda. Per la definizione di questi indicatori è necessario definire a priori le tempistiche della fabbrica, ovvero:

- Tempo ciclo di produzione.
- Tempo effettivo di produzione, ovvero quanto tempo è stato realmente impiegato per la lavorazione di un. Determinato ordine.
- Tempo consuntivo.
- Timbratura: la presenza effettiva della risorsa in azienda.

Alcuni esempi di KPI per le risorse umane sono:

- *KPI di Efficienza: TEMPO ATTESO/TEMPO CICLO.*

Misura dell'efficienza che valuta la performance sulle lavorazioni previste dal ciclo di lavoro, andando a valutare il peso delle inefficienze.

- *KPI di rendimento: TEMPO ATTESO/TEMPO EFFETTIVO.*

Misura la performance sulle lavorazione effettiva riguardante il soddisfacimento dell'ordine di produzione, include perciò eventuali rilavorazioni dovute a risultati non conformi.

- *KPI di rendimento globale: TEMPO ATTESO/TEMPO CONSUNTIVO*

Misura la performance su tutte le lavorazioni svolte dall'operaio, sia per le operazioni di natura diretta che indiretta.

- *KPI di utilizzo della risorsa: TEMPO CONSUNTIVO/TIMBRATURA.*

Misura l'utilizzo delle risorse da parte dell'azienda stessa, sui tempi complessivi di fabbrica.

I KPI delle risorse macchina sono indicatori riguardanti a prestazione delle macchine che lavorano per la produzione. Per la definizione di questi indicatori, come già precedentemente

per le risorse umane, è necessario definire a priori i calendari che regolano lo svolgimento della vita della fabbrica:

- Calendario solare: le ore che potrebbero essere utilizzate se il reparto lavorasse su tre turni ogni giornata di lavoro.
- Calendario Fabbrica: ore di reparto che vengono definite nel piano di produzione.
- Calendario Budget.

Bisogna inoltre definire una classificazione dei tempi macchina (figura 1.12), ovvero delle ore che compongono il carico di lavoro dei macchinari:

- Tempo di attrezzaggio delle macchine (TATR).
- Tempo di Lavorazione.
- Totale ore macchina.
- Totale ore manutenzione programmata (TMANP).
- Totale ore manutenzione straordinaria (TMANS).
- Ore di fermo macchina per cause interne (TFCI).
- Ore di fermo macchina per cause esterne (TFCE)

Alcuni esempi di KPI le risorse macchina sono i seguenti:

- *Utilizzo Lordo:*
$$\frac{\text{Tot ore macchina}}{\text{Calendario}}$$
- *Utilizzo Netto:*
$$\frac{\text{Tot ore macchina} - \text{Manutenzione Programmata}}{\text{Calendario fabbrica}}$$
- *Affidabilità:*
$$\frac{\text{Tot ore macchina} - \text{Manutenzione (TMANS+ TMANP)} - \text{Fermi (TFCI+ TFCE)}}{\text{Calendario fabbrica}}$$
- *Saturazione:*
$$\frac{\text{Tot ore di lavorazione}}{\text{Tot ore macchina}}$$

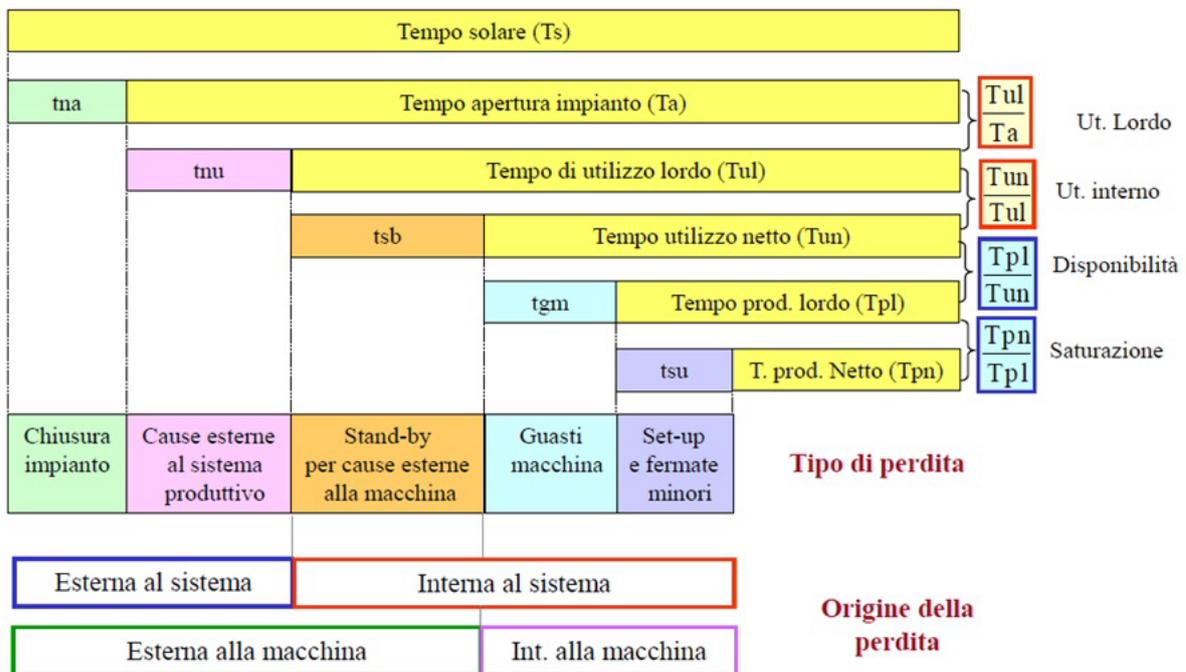


Figura 1.12

I KPI globali (o anche detti misti) sono indicatori che si occupano di mettere in relazione diverse grandezze, per ottenere un output che possa essere rappresentativo del funzionamento dei vari enti aziendali.

Nella mia esperienza in O.M.G. ho fin da subito utilizzato in particolare modo un indicatore che ricade all'interno della categoria di quelli globali, il OEE (Overall Equipment Effectiveness), che si occupa di monitorare le perdite produttive relative alle problematiche delle apparecchiature.

L'OEE si basa principalmente su sei fattori principali per essere calcolato:

- Tempo Operativo disponibile.
- Tempo di funzionamento.
- Obiettivo di produzione.
- Produzione reale.
- Produzione conforme.

Questi fattori sono necessari per definire i tre elementi principali sul quale si basa l'indicatore:

- *Disponibilità:* $\frac{\text{Tempo di funzionamento}}{\text{Tempo Operativo Disponibile}}$

Analizza le perdite dovute ad inattività di diverso genere, come possono essere guasti, tempi di attrezzaggio.

- *Prestazioni:* $\frac{\text{Produzione reale}}{\text{Obiettivo di produzione}}$

Analizza le perdite dovute alla riduzione della velocità lavorativa, come ad esempio una interruzione del flusso produttivo. Inoltre è bene dire che i tempi reali di lavorazione delle macchine sono inferiori rispetto a quanto dichiarato dal progettista, per cui è normale ipotizzare una diminuzione della produzione reale rispetto all'obiettivo di produzione.

- *Qualità:* $\frac{\text{Produzione conforme}}{\text{Produzione reale}}$

Analizza le perdite dovute a dei pezzi difettosi (figura 1.13), comprendendo sia gli scarti e le rilavorazioni, sia quei pezzi che vengono prodotti in una prima fase di start up, necessari per portare la macchina ad una condizione operativa ottimale.

Disponibilità	Qualità	Prestazioni
Guasti Tempi di Set up	Scarti e rilavorazioni Tempo di start up	arresti dovuti a piccoli inconvenienti ridotta velocità di lavorazione

Figura 1.13

Il calcolo vero e proprio dell'OEE è il seguente:

$$OEE = \frac{\text{Tempo di funzionamento}}{\text{Tempo Operativo disponibile}} * \frac{\text{Produzione Reale}}{\text{Obiettivo di produzione}} * \frac{\text{Produzione conforme}}{\text{Produzione reale}} * 100$$

L'output fornito dall'OEE (figura 1.14) è una percentuale che mi fornisce evidenza di quanto sia efficace il mio sistema di produzione, andando a valutare, nelle varie componenti che lo compongono, dove si verifichi il maggiore spreco di efficienza produttiva.

Non vi è un valore standard per questo indicatore, in quanto dipende fortemente dal tipo di organizzazione aziendale presente. Non è raro infatti vedere, normalmente in aziende di produzione di massa, buoni valori come un OEE del 85%. Questo perché queste aziende, in cui i lotti di produzione hanno magari tempi di attraversamento di diverse ore, presentano un tempo di attrezzaggio molto minore rispetto ad altre. E' uno strumento che deve perciò essere anche valutato, al fine di poter migliorare la propria efficienza produttiva.

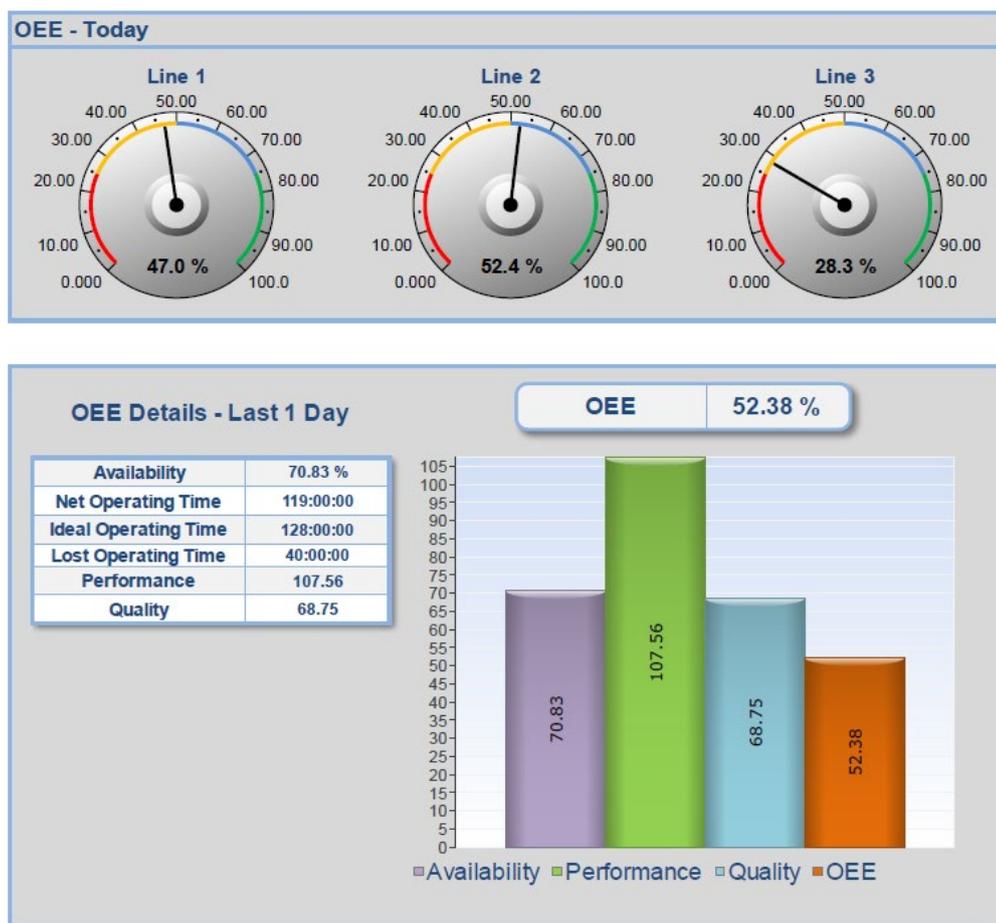


Figura .14

2.6.2 Report di produzione

Come si può evincere da quanto descritto in questo capitolo, il monitoraggio della produzione necessita perciò di diversi strumenti che permettano di avere una rapida visione delle informazioni riguardanti l'azienda. I sistemi di reporting sono sicuramente tra i più efficaci a livello aziendale e ricoprono una importanza strategica nel mantenere il processo produttivo efficiente. Il report non è che una comunicazione, di diversa forma, riguardo i processi produttivi correnti e lo stato di avanzamento della produzione.

Il sistema di reporting lavora perciò su tre finalità specifiche:

- *Conoscenza*: fornisce conoscenze riguardanti i vari aspetti aziendali e permette di comprendere il funzionamento del processo produttivo.
- *Controllo*: fornisce un output riguardante le attività produttive svolte, permettendo ai responsabili di andare a monitorare se vi è un andamento efficiente della produzione.
- *Decisione*: grazie alle informazioni fornite, permette di elaborare strategie decisionali che permettano di andare a migliorare eventuali diminuzioni di efficienza o situazioni che hanno portato ad un aumento di determinate problematiche.

Il reporting può essere più o meno complesso: al giorno d'oggi, i sistemi ERP sono generalmente in grado di fornire al sistema diversi report riguardanti lo stato della produzione, utilizzando direttamente i dati che vengono immagazzinati nel gestionale. Non a caso uno dei principali indicatori di una reportistica affidabile è l'automazione riguardante la raccolta dati. Macchinari in grado di fornire in maniera autonoma al sistema i propri parametri di funzionamento, guasto, necessità di manutenzione, riducono di molto uno dei principali problemi: "l'inquinamento dei dati", che spesso e volentieri provoca uno scostamento tra lo stato reale della produzione e quello che si costruisce dalla raccolta delle informazioni.

3 Implementazione del report aziendale

Pianificazione della produzione

3.1 Reportistica Excel

Commissa	Codice prodotto	Descrizione prodotto	Tempo unitario attraversamento produttivo a CONSUNTIVO (h)	sternalizzazione/inter	n° prodotti pianificati nel mese	Tempo totale attraversamento prodotti pianificati nel mese (h)	n°prodotti venduti nel mese (DDT)
				Δ ore esternalizzazioni / internalizzazioni (h)			
140098	706691	PIASTRA VANO RALLA	0,8 h	0,0 h	8	6,0 h	8
210023 (200154)/(170008) (190327)	708022	ASSIEME CABINA	24,6 h	4,5 h	16,0	465,8 h	0,0
210023 (200154)/(170008) (190327)	708023	CHIUSURA DX	0,3 h	0,0 h	16,0	5,3 h	0,0
210023 (200154)/(170008) (190327)	708024	CHIUSURA SX	0,3 h	0,0 h	16,0	5,3 h	0,0
210023 (200154)/(170008) (190327)	708025	RINFORZO ANGOLARE	0,2 h	0,0 h	32,0	4,8 h	0,0
210032/((170009)(190328))210016/200133/(210004) 210025	708026	TESTATA PIANA DM	18,1 h	5,2 h	10,0	233,0 h	6,0
210032/((170009)(190328))210016/200133/(210004) 210025	708026	TESTATA PIANA T	18,1 h	5,2 h	30,0	699,0 h	0,0
210011 (200151)/210021 (200144)/ 210027 (210007)	708985 (EX 708028)	SOLETTA IMP ANT DM	31,2 h	9,0 h	9,0	361,8 h	2,0
210011 (200151)/210021 (200144)/ 210027 (210007)	709104	SOLETTA IMP ANT DM	31,8 h	9,0 h	1,0	40,8 h	0,0
210011 (200151)/210021 (200144)/ 210027 (210007)	708986 (EX 708029)	SOLETTA IMP POST DM	33,7 h	9,0 h	10,0	427,0 h	2,0

Figura 2.1 Analisi Status Commesse: File excel, qui presentato in maniera ridotta, che va ad analizzare l'avanzamento dei prodotti pianificati nel mese. Le varie colonne, a seconda del colore, devono essere compilate dai diversi enti che compongono l'azienda: GIALLO (programmazione), VERDE (produzione), BLU (logistica).

Fin dal mio ingresso in azienda, si è sempre utilizzato un sistema di reportistica, riguardante l'avanzamento della produzione, basato sull'utilizzo di tabelle Excel.

Uno dei miei primi compiti, dopo il necessario periodo di adattamento, è stato quello di implementare un report mensile sul monitoraggio della produzione. Questo report si pone l'obiettivo di andare a monitorare i vari prodotti aziendali pianificati nel mese in corso. Oltre alle colonne descrittive della commessa e del prodotto, il focus era di procedere con l'inserimento manuale di pochi dati che, attraverso l'utilizzo di formule, permettano di compilare automaticamente i campi legati allo stato avanzamento produzione.

In particolare si utilizzavano tre colorazioni diverse: GIALLO (pianificazione della produzione), BLU (produzione), VERDE (logistica).

3.1.1 Colonne della Pianificazione

Il personale della pianificazione doveva compilare le seguenti colonne:

- **Tempo unitario di attraversamento produttivo:** è il tempo di attraversamento (tempo ciclo) che fornisce l'ufficio tecnico nel momento dello sviluppo del prodotto.
- **Numero prodotti pianificati nel mese:** numero di prodotti pianificati nel mese secondo la programmazione. Questo numero proviene dall'ordine del cliente, ma tiene ovviamente conto anche di eventuali ri-schedulazioni dovute a problematiche di produzione quali problemi con i fornitori, anomalie sul lavoro, non conformità... Il tempo unitario di attraversamento produttivo, moltiplicato per il numero di prodotti pianificati, mi fornisce il tempo di attraversamento totale di un prodotto e mi permette di calcolare perciò le ore lavorative presenti in un mese.
- **Prezzo unitario:** è il prezzo relativo al singolo prodotto finito. Moltiplicato per il numero di prodotti pianificati, mi fornisce il valore totale relativo al singolo codice e infine il fatturato stimato totale per il mese in questione (figura 2).

Commissa	Codice prodotto	Descrizione prodotto	Tempo unitario attraversamento produttivo a CONSUNTIVO (h)	n° prodotti pianificati nel mese	Tempo totale attraversamento prodotti pianificati nel mese (h)	Prezzo unitario (€)	Fatturato previsto mese (€)
140098	706691	PIASTRA VANO RALLA	0,8 h	8	6,0 h	248,00 €	1.984,00 €
190234	708930	CARRELLI VERNICIATI	1,7 h	4	6,8 h	933,40 €	3.733,60 €
210023 (200154)/(170008) (190327)	708022	ASSIEME CABINA	24,6 h	16,0	465,8 h	1.250,85 €	20.013,60 €
210015/200145/(210005) 210026							
210023 (200154)/(170008) (190327)	708023	CHIUSURA DX	0,3 h	16,0	5,3 h	137,60 €	2.201,60 €
210015/200145/(210005) 210026							
210023 (200154)/(170008) (190327)	708024	CHIUSURA SX	0,3 h	16,0	5,3 h	137,60 €	2.201,60 €
210015/200145/(210005) 210026							
210023 (200154)/(170008) (190327)	708025	RINFORZO ANGOLARE	0,2 h	32,0	4,8 h	63,31 €	2.025,92 €
210015/200145/(210005) 210026							

Figura 2.2 Colonne della pianificazione: fotografano l'effettiva pianificazione di prodotti finiti all'interno del mese. Inoltre permettono di calcolare il valore relativo ai prodotti ed il totale del fatturato previsto del mese.

3.1.2 Colonne della produzione

Il personale della produzione doveva compilare la seguente colonna:

- **Numero prodotti costruiti nel mese:** i prodotti effettivamente costruiti dalla produzione durante il mese in corso. Questo valore ha la necessità di essere aggiornato con frequenza dal capo officina o dal responsabile di produzione, in modo tale che si possa fornire una fotografia precisa dell'avanzamento della produzione.

Commissa	Codice prodotto	Descrizione prodotto	Tempo unitario attraversamento produttivo a CONSUNTIVO (h)	n° prodotti pianificati nel mese	Tempo totale attraversamento prodotti pianificati nel mese (h)	n° prodotti costruiti nel mese	n° prodotti mancanti a completamento lotto mensile	% avanzamento teorico risultante
140098	706691	PIASTRA VANO RALLA	0,8 h	8	6,0 h	8	0	100,00%
190234	708930	CARRELLI VERNICIATI	1,7 h	4	6,8 h	4	0	100,00%
210023 (200154)/(170008) (190327)) 210015/200145/(210005) 210026	708022	ASSIEME CABINA	24,6 h	16,0	465,8 h	3	13,0	18,8%
210023 (200154)/(170008) (190327)) 210015/200145/(210005) 210026	708023	CHIUSURA DX	0,3 h	16,0	5,3 h	3	13,0	18,8%
210023 (200154)/(170008) (190327)) 210015/200145/(210005) 210026	708024	CHIUSURA SX	0,3 h	16,0	5,3 h	3	13,0	18,8%
210023 (200154)/(170008) (190327)) 210015/200145/(210005) 210026	708025	RINFORZO ANGOLARE	0,2 h	32,0	4,8 h	6	26,0	18,8%

Figura 2.3 Colonna della produzione: l'inserimento costante della quantità di prodotti costruiti all'interno del mese corrente permette alla direzione di avere una visione continua sull'avanzamento della produzione. Inoltre permette di valutare anche

3.1.3 Colonne della logistica

Il personale della logistica deve compilare la seguente colonna:

- **Numero prodotti venduti nel mese:** i prodotti effettivamente venduti nel mese in corso. L'aggiornamento costante di questo indicatore fornisce un dato importante per la direzione. Infatti dal numero dei venduti è possibile ricavare il fatturato ricavato dalla vendita di quei determinati codici, andando quindi a certificare l'effettivo completamento del ciclo di produzione di quel particolare. Un prodotto viene considerato venduto, nell'ambito della compilazione di questo report, quando viene

compilato il documento di trasporto. Il documento di trasporto, anche conosciuto con l'acronimo "Ddt" o bolla di accompagnamento, è un documento, avente validità fiscale, che deve essere emesso da parte delle imprese per giustificare il trasferimento da un luogo ad un altro delle merci, materie prime, semilavorati, oggetto di una transazione commerciale.

Commissa	Codice prodotto	Descrizione prodotto	Tempo unitario attraversamento produttivo a CONSUNTIVO (h)	n° prodotti pianificati nel mese	Tempo totale attraversamento prodotti pianificati nel mese (h)	n° prodotti venduti nel mese (DDT)	n° prodotti mancata vendita mese (DDT)
140098	706691	PIASTRA VANO RALLA	0,8 h	8	6,0 h	8	0
190234	708930	CARRELLI VERNICIATI	1,7 h	4	6,8 h	4	0
210023 (200154)/(170008) (190327))					465,8 h	0,0	16
210015/200145/(210005) 210026	708022	ASSIEME CABINA	24,6 h	16,0			
210023 (200154)/(170008) (190327))					5,3 h	0,0	16
210015/200145/(210005) 210026	708023	CHIUSURA DX	0,3 h	16,0			
210023 (200154)/(170008) (190327))					5,3 h	0,0	16
210015/200145/(210005) 210026	708024	CHIUSURA SX	0,3 h	16,0			
210023 (200154)/(170008) (190327))					4,8 h	0,0	32
210015/200145/(210005) 210026	708025	RINFORZO ANGOLARE	0,2 h	32,0			

Figura 2.4 Colonna della logistica: fornisce una prima visione sui codici prodotto venduti nel mese e in che quantità.

In conclusione, si può notare (figura 2.4) come il report Excel presentato fosse sicuramente un buono strumento per tenere sotto controllo l'avanzamento della produzione. La pianificazione del mese, il numero dei prodotti costruiti e venduti e i corrispondenti indicatori calcolati da questi dati, erano in grado di fornire una visione complessiva riguardo la produzione del mese.

3.2 Limiti dell'approccio Excel

Se dal punto di vista teorico la reportistica Excel presentava un alto grado di flessibilità e personalizzazione, dall'altro non teneva conto di alcuni limiti che un sistema ad "aggiornamento manuale" ha:

3.2.1 Difficoltà di coordinamento tra Enti aziendali

Come evidenziato in precedenza, il report Excel era disponibile su una cartella condivisa, in modo tale che potesse essere accessibile ai diversi reparti aziendali. Il fatto però che diversi enti possano accedere e modificare il documento, condiziona in modo importante la correttezza del lavoro. Questo perché esiste una sorta di asimmetria informativa tra i diversi enti coinvolti nel lavoro di aggiornamento. Il fatto che l'azienda lavori in regime di engineering to order non facilita le cose, perché si ricevono in ingresso commesse sempre diverse, che portano ad una generazione di codici di gran lunga superiori rispetto a chi lavora in semplice regime "make to order". Tutte queste problematiche portano ad una maggiore probabilità di "errore umano", perché i dati vengono sempre inseriti manualmente.

3.2.2 Monitoraggio diretto della produzione

Uno dei principali bisogni di un'azienda è il controllo diretto sulla produzione, ovvero l'identificazione, a livello più dettagliato, di quali siano i "colli di bottiglia" della produzione. Un collo di bottiglia tende ad emergere quando la risorsa coinvolta in una fase del processo (risorsa intesa come reparto aziendale o singola macchina) sta già lavorando a pieno regime e non può gestire alcuna domanda aggiuntiva. I colli di bottiglia si verificano quando il carico di lavoro in arrivo giunge alla persona/macchina con una velocità maggiore di quanto questa possa gestirlo, limitando così la velocità complessiva dell'intero processo. Avere un collo di bottiglia nel processo tende dunque a creare una coda e ad aumentare il tempo effettivo del ciclo.

Nel momento dell'identificazione del "collo di bottiglia", si può decidere come intervenire sulla capacità del centro di lavoro, valutando se aumentarla o diminuirla. L'aumento di capacità può essere ottenuto sia attraverso un'aggiunta di risorse (operai), sia attraverso una valutazione degli indicatori OEE (Overall Equipment Effectiveness) in relazione al macchinario preso in considerazione, in modo tale da poter valutare più efficacemente la tipologia di problema presente.

La diminuzione di capacità produttiva (figura 2.5) può invece essere ottenuta attraverso una diversa allocazione delle risorse presenti su un determinato centro di lavoro che, a causa delle condizioni dettate dalla produzione, risulta inutilizzato.

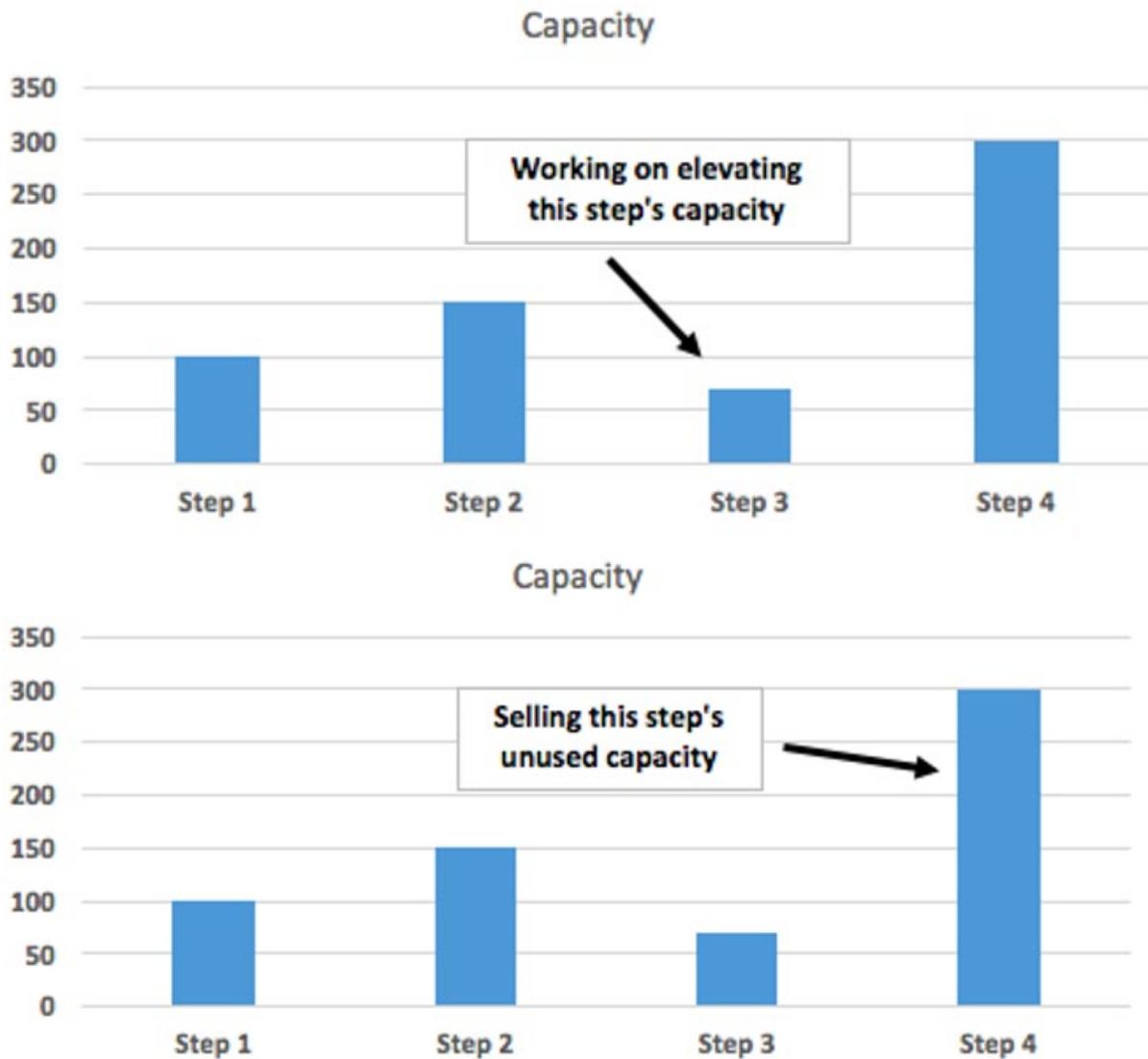


Figura 2.5

3.2.3 Monitoraggio della produzione

All'interno di una qualsiasi azienda, in particolare quelle legate alla produzione, è fondamentale il coordinamento tra i vari enti, al fine che le funzioni aziendali possano essere espletate al meglio. Un componente importante di questo processo produttivo è sicuramente legato al corretto funzionamento dell'ufficio acquisti: l'ente preposto all'acquisto dei materiali per garantire la produzione, oltre che per quanto riguarda gli ordini di conto lavoro (lo stato del materiale di proprietà dell'azienda dato in lavorazione a Società terze).

L'importanza dell'ufficio acquisti si denota anche nella capacità di prevedere l'andamento dei materiali all'interno del mercato globale, in modo tale da coprirsi da un eventuale mercato dei

prezzi, politiche aggressive da parte di altri Stati, aumento dei dazi sull'export da parte dei paesi fornitori di materiali. Nella figura 2.6, viene presentato l'aumento del prezzo dei materiali ferrosi nel periodo post pandemia. Questo aumento è dovuto a diversi fattori, in particolare alla carenza di materiale. In ragione della crescente competizione geostrategica con gli USA e la conseguente regionalizzazione delle supply chains, infatti, da qualche mese Pechino ha letteralmente mutato la propria politica commerciale sugli acciai. La conferma era arrivata proprio nei mesi trascorsi con la notizia per cui il governo di Pechino fosse in procinto di annunciare un dazio all'export di acciaio, seguendo tra l'altro l'esempio della Russia. Numerose aziende del settore metalmeccanico si sono trovate in difficoltà perché, ai primi aumenti di prezzo e a causa di un ragionamento più improntato verso Just-in-time (metodologia per la quale le forniture vengono acquisite secondo necessità, per cui lo stoccaggio non è necessario ma aumenta il rischio di carenza di stock e di eccessiva dipendenza dai fornitori), non hanno deciso di acquistare le forniture, rimandando al futuro nella speranza che i prezzi scendessero. Di fronte all'aumento del prezzo dei materiali, purtroppo le aziende si sono trovate con la problematica relativa al rischio di fermare la produzione.

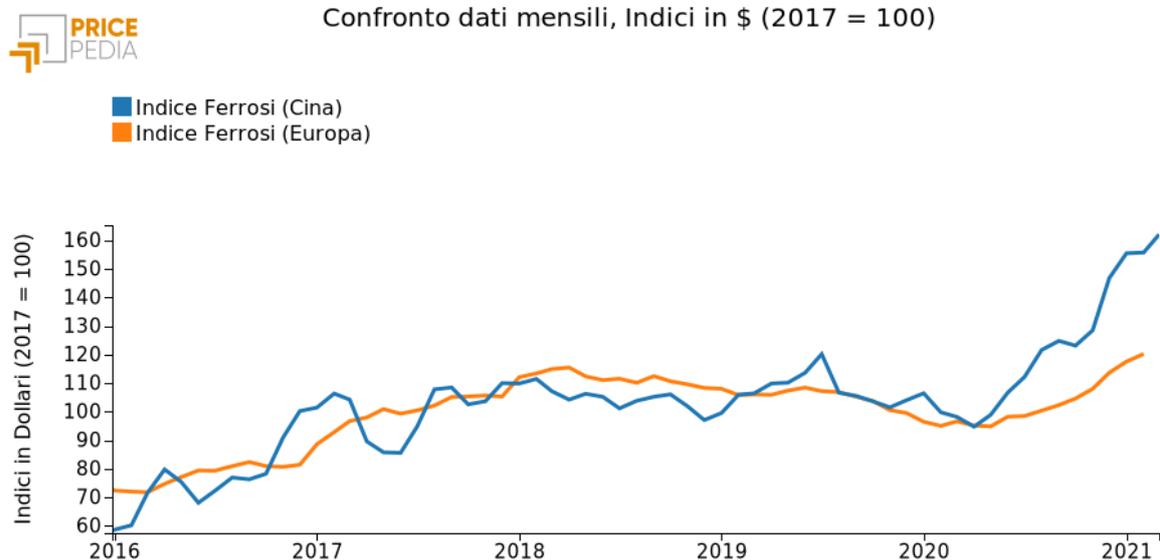


Figura 2.6

Dopo questo excursus è ancora più chiaro come l'ufficio acquisti ricopra un ruolo fondamentale nel tessuto produttivo aziendale e si sottolinea come sia necessaria una sua stretta

collaborazione con gli enti legati alla pianificazione della produzione. In particolare si denotava il bisogno di uno strumento che includesse una visione rapida sullo stato dei materiali in ordine, in modo tale che si potesse fare una previsione più accurata anche sulla base della situazione acquisti.

3.3 Sviluppo di una nuova reportistica

L'obiettivo aziendale era di ottenere una reportistica che potesse sopperire ai limiti presentati precedentemente. Inoltre una delle caratteristiche più importanti doveva essere la completa integrabilità con il sistema gestionale MAGO, al fine di limitare il più possibile l'inserimento manuale di dati. L'inserimento manuale, infatti, aumenta di non poco il rischio di "errore umano" nell'inserimento dei dati, oltre ad essere passibile di una manipolazione da parte degli operatori.

Il report doveva poter fotografare in modo chiaro lo stato di lavorazione di una determinata commessa, sfruttando il fatto che al sistema gestionale provengono le timbrature relative alle diverse fasi.

3.3.1 Rapporto con i consulenti del software gestionale

Lo stadio iniziale di progettazione del report è stato la creazione di un template Excel che contenesse le colonne e le informazioni che sarebbero dovute essere presenti poi sul software gestionale. Infatti, una delle problematiche relative all'implementazione delle reportistiche è il rapporto con il consulente informatico che fornisce assistenza per quanto riguarda il sistema gestionale. Il consulente, nel caso di O.M.G., è esterno all'azienda e presta servizio per diverse aziende produttive. Il fatto che il consulente sia esterno all'azienda porta ad una asimmetria informativa tra le parti, asimmetria che impone un livello di dettaglio nelle richieste di implementazione report molto elevato. Infatti l'operatore non conosce in maniera dettagliata le esigenze e i processi dell'azienda a cui fornisce assistenza. Questa problematica impone

un'analisi dettagliata delle richieste da sottoporli, oltre alla creazione di un modello specifico contenente tutte le informazioni che si desidera avere all'interno della reportistica gestionale.

3.3.2 Implementazione report: specifiche di prodotto

Una delle principali caratteristiche che deve fornire un report legato alla produzione è la dicitura che identifichi con precisione di quale prodotto si sta discutendo ed il relativo ordine cliente.

Come si può vedere nella figura 2.7, la richiesta al consulente informatico era relativa a tre colonne, che restituissero un output relativo a:

- *Commessa a cui appartiene il prodotto*: il numero progressivo d'ordine al cliente.
- *Tipologia e codice prodotto*: la BOM (bill of materials), ovvero è l'elenco gerarchico di tutti gli assiemi, i componenti, i semilavorati e le materie prime necessari per realizzare un prodotto. Una distinta base tuttavia non è un semplice elenco di componenti, ma è organizzata in maniera gerarchica e viene rappresentata attraverso uno schema ad albero che vede in testa il prodotto finale e via via nei livelli inferiori tutti i componenti utilizzati per ricavarlo. Il prodotto finito si trova al livello zero, i componenti diretti sono al livello uno e così via.

	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE DEL PRODOTTO	ORDINE DI PRODUZIONE
20/00027	MAIN ASSY	DESCRIZIONE MAIN ASSY	21/54852
	ASSY 1	21/.....
	COMPONENTI 1	21/.....
	COMPONENTI 2	21/.....
	COMPONENTI N	...	21/.....
	ASSY 2	...	21/.....
	COMPONENTI 1	...	21/.....
	COMPONENTI 2	.	21/.....
	COMPONENTI N	.	21/.....

Figura 2.7

- *Descrizione del prodotto:* una breve descrizione dell'assieme, componente, semilavorato o materia prima.
- *Stato dell'ordine di produzione:* ad ogni codice prodotto vi è associato un ordine di produzione. L'Ordine di Produzione è il documento del ciclo produttivo che elenca i materiali da impiegare e le lavorazioni da eseguire, provenienti dalle Distinte Base e dal ciclo di lavorazione. Tramite l'O.d.P. l'azienda sa cosa deve produrre, cosa utilizzare per ogni singola produzione e quali modalità adottare. A ciascun ordine di produzione vengono associate diverse informazioni quali il numero di lancio, la data di lancio, l'articolo da produrre, i magazzini movimentati, la modalità di esplosione della Distinta Base, i materiali (componenti di distinta base) da utilizzare ecc. Una delle richieste era quella di poter evidenziare lo Stato dell'O.d.p. (Proposto, Lanciato, In Lavorazione, Terminato).
- *Quantità presenti nell'o.d.p.:* quantità presente nell'ordine di produzione, relativa ad un determinato codice prodotto.

Commessa	Liv.	Stato	OdP	Componente	Descrizione	UM	Qtà
					SALDARE		
21/00126	. . 3			L04010020057H32	LAM 1000X2000X4 AW 5754 H32	KG	1,284
21/00126	. 2	In lavorazior	21/45063	4057791	PARETE LATERALE STRUTTURA GRADINI	NR	2,000
21/00126	. . 3			L04010020057H32	LAM 1000X2000X4 AW 5754 H32	KG	2,461
21/00126	. 2	In lavorazior	21/45069	4057803	PARETE LATERALE STRUTTURA GRADINI	NR	2,000
21/00126	. . 3			L04010020057H32	LAM 1000X2000X4 AW 5754 H32	KG	2,461

Figura 2.8

In figura 2.8 è presentato l'output del report Pianificazione Produzione relativo alle info sul prodotto in questione. Come si può notare dai nomi delle colonne, è presente:

- *Numero commessa;*
- *Livello della BOM (Bill of materials);*
- *Stato dell'ordine di produzione;*
- *N° ordine di produzione;*
- *Componente:* il codice prodotto relativo al livello della BOM;
- *Descrizione:* breve descrizione del codice prodotto relativo al livello della BOM;
- *Unità di misura:* unità di misura con il quale si quantifica il prodotto;
- *Quantità.*

3.3.3 Implementazione report: monitoraggio della produzione

La richiesta, per le colonne relative al monitoraggio della produzione, si può ritrovare nella figura 10. Sul file Excel è stata infatti presentata la seguente suddivisione:

- *Data di inizio produzione (teorica/effettiva):* la data di inizio produzione è di fondamentale importanza per quanto riguarda il monitoraggio di una produzione. Questa data dipende da numerosi fattori, come ad esempio la disponibilità dei materiali, il carico dei centri di lavoro, eventuali modifiche nei piani consegna dei clienti e, nel caso di livelli più alti della BOM, anche da eventuali ritardi di produzione di componenti e sotto-assiemi.

La decisione è stata di inserire due date di inizio produzione: teorica ed effettiva. La *data di inizio produzione teorica* viene calcolata dal software sulla base della data di consegna cliente. A partire da quest'ultima, viene tolto un tempo t che deriva dal tempo-ciclo delle lavorazioni associate al codice, fornendomi come output il giorno teorico in cui dovrei iniziare la produzione per rispettare la data di consegna del cliente.

$$\text{Data di inizio produzione teorica} = \text{Data di consegna} - \text{Tempo Ciclo}$$

La *data di inizio produzione effettiva* è invece il giorno in cui l'operatore effettua la prima timbratura relativa alla prima fase dell'ordine di produzione in esame.

- *Tempo di attraversamento produttivo (teorico/effettivo)*: il tempo di attraversamento produttivo è stato considerato, anche in questo caso, nei suoi due componenti: teorico ed effettivo.

Il *tempo di attraversamento produttivo teorico* è il tempo ciclo associato a tutte le fasi di cui è composto un ordine di produzione.

Il *tempo di attraversamento produttivo effettivo* è invece la durata della lavorazione di un determinato ordine di produzione, ovvero quanto tempo ha effettivamente impiegato l'ordine di produzione per essere portato a completamento dall'operatore incaricato.

- *Percentuale avanzamento produzione*: la percentuale di avanzamento produzione indica il rapporto tra tempo di attraversamento effettivo e tempo di attraversamento teorico. Questa colonna è forse una delle più importanti per quanto riguarda il monitoraggio della produzione, perché mi permette, a prima vista, di cogliere quali odp hanno richiesto un tempo maggiore rispetto a quello preventivato. Il riconoscimento è facilitato (come si può vedere in figura 2.9) dalle differenze di colore all'interno della colonna:

1. Verde: quando il tempo di attraversamento effettivo è minore rispetto a quello teorico.
2. Rosso: se il tempo di attraversamento effettivo è maggiore rispetto a quello teorico.

Inizio Prod. Teorico	Inizio Prod. Effettivo	Tempo Attrav. Teor. mm:ss	Tempo Attrav. Eff. mm:ss	% Avanzam. Prod.	GG x Inizio Prod.
01/12/2021	02/11/2021	1027:20	663:34	64,59	
19/11/2021	15/10/2021	49:19	91:26	185,40	
		0:00	0:00		
19/11/2021	15/10/2021	23:19	25:16	108,36	
		0:00	0:00		
19/11/2021	15/10/2021	17:09	47:30	276,97	
		0:00	0:00		

Figura 2.9 Specifiche di monitoraggio della produzione: OUTPUT sul report.

- *Giorni mancanti per inizio produzione*: questa colonna è indicativa, nel caso in cui la lavorazione non sia ancora iniziata, dei giorni che mancano all'inizio della produzione. Nel caso in cui questa data sia già stata ampiamente superata, la colonna diventerà rossa e indicherà di quanti giorni è stata superata la data di inizio produzione teorico. Il monitoraggio di tale data è utile a farsi un'idea relativa ai giorni mancanti prima di dover iniziare una lavorazione.
- *Termine produzione (teorico/effettivo)*: questa colonna rappresenta la data di terminazione dell'ordine di produzione analizzato. Il *termine produzione teorico* viene calcolato attraverso il MRP, dipende perciò dalla data di inizio produzione teorica. Questo dato è necessario per avere un'indicazione di massima di quando si potrà terminare la produzione di un determinato ordine, iniziando nella data di produzione programmata.

3.3.4 Monitoraggio dei materiali

Un passaggio utile per il monitoraggio della produzione è anche il controllo dell'arrivo materiali. Spesso, con l'ufficio acquisti impegnato, è necessario poter verificare nel modo più intuitivo possibile la giacenza di eventuali materiali. Per ovviare a questa problematica, sono stati aggiunte diverse colonne:

- *Lead time teorico*: lead time presente nella SCHEDA PRODUZIONE dell'ANAGRAFICA ARTICOLO del software gestionale. Questo valore viene calcolato, ove presente, sul tempo medio basato sullo storico degli ordini a fornitore di quel determinato articolo. Se un articolo è stato ordinato per la prima volta, la colonna non riporterà nessun valore.

- *Lead time ordine/lead time effettivo/ritardo lead time*:

- i) Il *lead time ordine* è il tempo di arrivo previsto da accordi con il fornitore. In particolare è calcolato come:

$$LEAD TIME ORDINE = DATA PREVISTA CONSEGNA - DATA ORDINE$$

- ii) Il *lead time effettivo* è il tempo di arrivo effettivo del materiale in esame. In particolare è calcolato come:

$$LEAD TIME EFFETTIVO = DATA CONSEGNA DDT - DATA ORDINE$$

- iii) Il *ritardo lead time* è calcolato come:

$$RITARDO LEAD TIME = LEAD TIME EFFETTIVO - LEAD TIME ORDINE$$

Queste colonne risultano fondamentali per capire se ci siano stati ritardi che hanno compromesso la possibilità di partire con una produzione concorde a quanto preventivato da piano di produzione. Precedentemente non si aveva una reportistica che collegasse in modo diretto la gestione dei materiali in ingresso ed il monitoraggio della produzione. Ci si affidava unicamente ad un report "Dettaglio RdA+OdA+RoF" (Richieste di Acquisto + Ordini di Acquisto + Richiesta ordini Fornitore), presentato in figura 2.10.

Questo report risulta utile per comprendere quali materiali non sono ancora arrivati a magazzino, ma, se non viene aggiornata la data di arrivo confermata, non aiuta in nessun modo a comprendere in quale data siano effettivamente arrivati gli ordini.

Articolo	Descrizione	UM	Qta	Qta Evasa	Forn.	Data Inserim.	Data Attesa	Data Conferm.
HE06X1H09	HELICOIL M6X1 H=1,5 D INOX A2-70	NR	60,000	60,000	00005	26/11/2021	02/12/2021	02/12/2021
R-20-80-D7349	ROSETTA M20 SPESSORE 8mm DIN 7349 10	NR	100,000	0,000	00128	13/12/2021	16/12/2021	16/12/2021
PRO022A321	TONDO D.22 X6CrNiTi1810 (Aisi 321) L=300	KG	9,009	11,500	00667	26/11/2021	01/12/2021	01/12/2021
ZINCAT	ZINCATURA	NR	20,000	0,000	00852	26/11/2021	10/12/2021	10/12/2021
500852-02_WIF		NR	20,000	0,000	00999	08/11/2021	15/03/2022	15/03/2022

Figura 2.10 Report Dettaglio RdA+OdA+RoF

- *Situazione giacenza:* la situazione giacenza è presentata in diverse colonne, importanti per quanto riguarda i rapporti con il magazzino. Infatti può presentare diversi stati, ognuno dei quali fornisce un'informazione utile al monitoraggio:
 - i) *Prelevato:* il seguente stato certifica una situazione in cui il magazzino ha effettuato il prelievo dei materiali a magazzino. Il prelievo materiali risulta fondamentale per il corretto funzionamento della gestione delle scorte, in quanto il MRP ha una sua efficacia solamente se le giacenze presenti sul software gestionale risultano giuste. Il disallineamento tra magazzino virtuale e magazzino reale è una delle cause principali dei problemi di O.M.G..
 - ii) *Prelevato in parte:* il seguente stato certifica una situazione in cui il magazzino ha effettuato il prelievo parziale dei materiali a magazzino. Il prelievo parziale di un materiale può essere presente nel caso in cui un ordine di produzione sia caratterizzato da molti codici al proprio interno. In questo caso le date di consegna potrebbero essere anche molto dilazionate nel tempo, per cui si renderà necessario iniziare a prelevare un determinato materiale, ad esempio una lamiera, in modo tale che risulti a sistema che la lamiera stessa è già stata utilizzata e quindi non più in giacenza.
 - iii) *In giacenza:* questo stato certifica la presenza di un particolare materiale a magazzino. Le metodologie di verifica giacenza a magazzino sono molteplici, in quanto diversi report aiutano nella comprensione della gestione scorte e della

certificazione riguardo la loro presenza a magazzino. La dicitura presente sul report fornisce un primo sguardo per quanto riguarda la gestione scorte.

iv) *No giacenza*: il materiale richiesto non è presente a magazzino.

Lead Time Teorico	Lead Time Ordine	Lead Time Effettivo	Ritardo Lead Time	Situazione Giacenza	Situazione Ordine
				Prelevato	Da Ordinare
	9	14	5	Prelevato	Consegnato
	16	27	11	Prelevato	Consegnato
			11	Prelevato	Da Ordinare

Figura 2.11 Situazione giacenza magazzino e ordini.

4 Caso di studio: analisi della commessa 21-00126

Per comprendere al meglio il funzionamento del report è necessario avvalersi di un esempio concreto di applicazione dello stesso, in modo tale da poter valutare con immediatezza quali siano i punti di forza e di debolezza della reportistica stessa.

La scelta è ricaduta su questa commessa perché avevo la necessità di avere a disposizione un elaborato non troppo complicato: essendo infatti che il ERP aziendale lavora analizzando ogni livello della BOM, può accadere che alcuni ordini cliente, magari con all'interno più lotti o lavorazioni cliente, producano decine di pagine di report, difficili da analizzare all'interno di una tesi come questa.

Articolo	4057641	LAMIERA ESTERNA	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057631	GRIGLIA FILTRO	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057802	COMPLETO STRUTTURA GRADINI PANNELLO MACCHINISTA	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057824	GUARNIZIONE LATERALE L=652	Si		NR	2,000	No
Articolo	4057825	GUARNIZIONE LATERALE L=70	Si		NR	2,000	No
Articolo	4057826	GUARNIZIONE LATERALE L=1600	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057827	GUARNIZIONE LATERALE L=718	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057828	GUARNIZIONE LATERALE L=388	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057829	GUARNIZIONE LATERALE L=1546	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057813DX	PROFILO GUARNIZIONE DX	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057813SX	PROFILO GUARNIZIONE SX	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057684	SUPPORTO GUARNIZIONE L=70	Si		NR	2,000	No
Articolo	4057424	SUPPORTO GUARNIZIONE L=1600	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057682	SUPPORTO GUARNIZIONE L=718	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057683	SUPPORTO GUARNIZIONE L=388	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057806	PROFILO CERNIERA L=1546	Si		NR	1,000	No
Articolo	GUAD25X16GOSPU	GUARNIZ AD 25X16 GOMMA SPUGNA	No		ML	0,410	No
Articolo	4057633	RINFORZO SUPERIORE	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057632	RINFORZO INFERIORE	Si		NR	1,000	No
Articolo	704200.600	FUNE SPORTELLO MACCHINISTA	Si		NR	2,000	No
Articolo	4057638DX	PIASTRA SEDE GANCIO DI SICUREZZA DX	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057638SX	PIASTRA SEDE GANCIO DI SICUREZZA SX	Si		NR	1,000	No
Articolo	4057409	PIASTRA PER AGGANCIO FUNE DI SICUREZZA	Si		NR	1,000	No
Articolo	700400.711	DISPOSITIVO DI SICUREZZA	Si		NR	2,000	No
Articolo	700400.400	4058018/00 DTR0000229932 BOCCOLA D.25 M.22X1	Si		NR	4,000	No
Articolo	700400.600	1575709/00 PERNO CERNIERA IN AISI 304 L	Si		NR	3,000	No
Articolo	700400.201	DTR0000332666 VITE SPECIALE M8X50	Si		NR	4,000	No
Articolo	700400.300	4058020/00 BLOCCETTO MESSA A TERRA M8	Si		NR	2,000	No
Articolo	700400.500	DTR0000332671 GHIERA M22X1	Si		NR	4,000	No

Figura 3.1

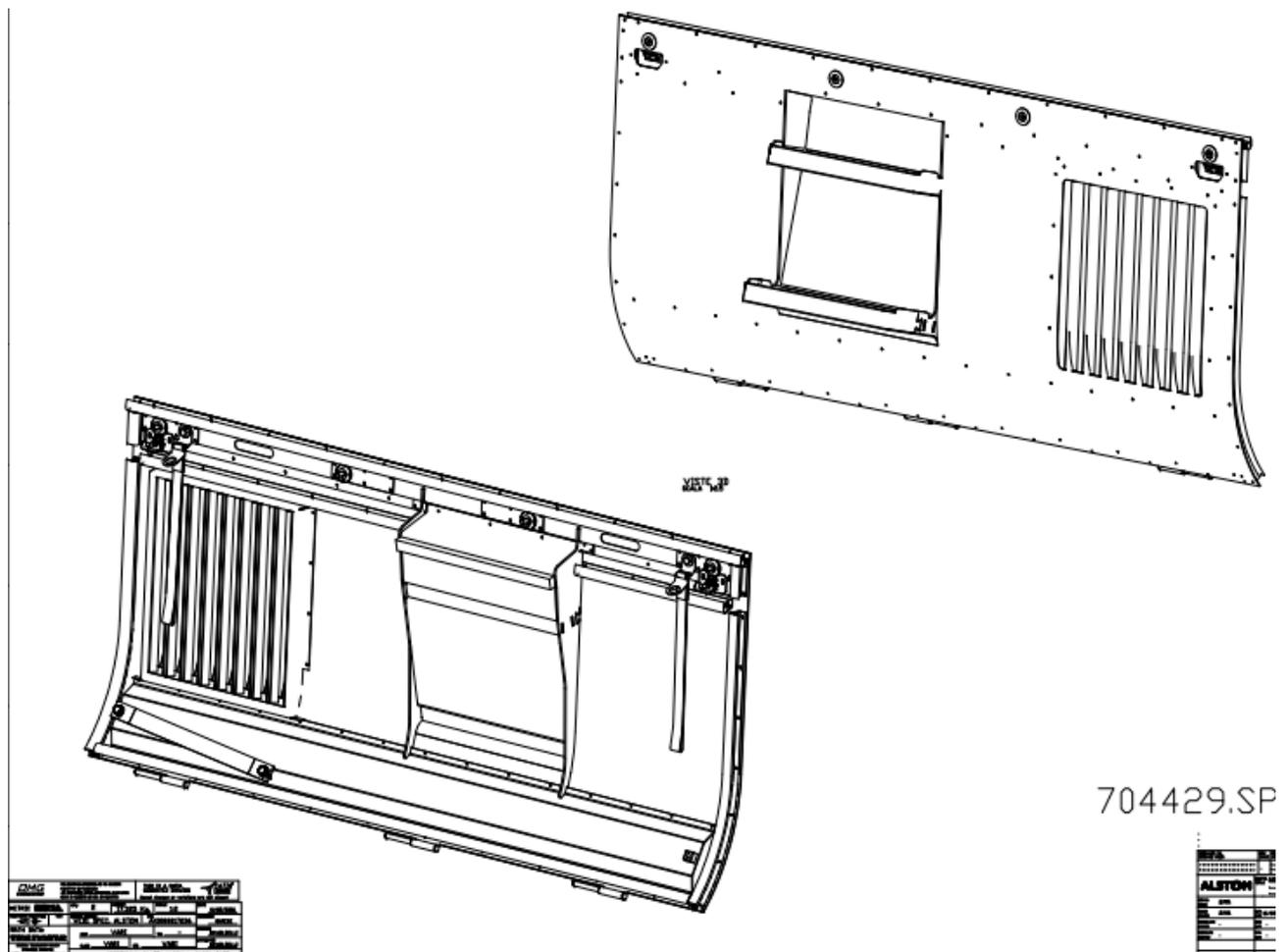


Figura 3.2

Ho inoltre evitato volontariamente di prendere in considerazione commesse ingegneristicamente “semplici”, con poca progettazione alle spalle e relative unicamente ad alcune stafferie per i corredi ferroviari. Di tanto in tanto alcune commesse sono infatti un riordino di prodotti già precedentemente progettati e venduti, in questo caso invece ho preferito concentrarmi su un elemento ancora non disegnato dall’ufficio tecnico, in modo tale da poter valutare con maggiore correttezza in quale processo aziendale si vengono a verificare fuori controllo che possono causare ritardi su produzione e consegna.

L’analisi partirà da una presentazione della commessa stessa, con le sue lavorazioni e i materiali necessari alla sua creazione, per poi iniziare a valutare con maggiore concretezza l’output proveniente dal report di produzione, quali processi sono andati secondo programma e quali, al contrario, hanno subito dei rallentamenti. La ricerca di eventuali “fuori controllo” è uno degli elementi di maggior importanza all’interno di una pianificazione della produzione.

4.1 Analisi commessa 21-00126: prodotti, lavorazioni e materiali

Il caso di studio è un ordine pervenuto da Alstom (ex Bombardier), numero commessa interno 21-00126. La commessa riguardava la produzione di due sportelli completi per treni, in particolare attraverso una fase di progettazione da parte dell'ufficio tecnico e poi successivamente la produzione vera e propria all'interno dello stabilimento O.M.G. Manufacturing di Cairo Montenotte.

Come precedentemente descritto, i cicli di lavoro di O.M.G. Manufacturing sono di due tipi: ciclo di lavorazione assiemi e ciclo di lavorazione componenti, per ovviare ad un problema di timbratura da parte del personale dell'officina.

Il ciclo di lavorazione componenti presenta le seguenti lavorazioni interne:

- Taglio seghetto
- Taglio Laser
- Punzonatura
- Calandratura
- Piegatura
- Fresatura

Analisi Conto Lavoro

ODP	Fase	Stato	Operazione	CDL	Inizio Previsto	Fine Prevista	Commessa
21/45104	43	In lavorazione	CUCITEST	CUCITURA ESTERNA	16/11/2021 00:00	17/11/2021 00:00	21/00126
21/45108	100	In lavorazione	VERNICIA	GARBARINO VERNICIATURE S	26/11/2021 00:00	29/11/2021 00:00	21/00126
21/45105	100	In lavorazione	VERNICIA	GARBARINO VERNICIATURE S	26/11/2021 00:00	29/11/2021 00:00	21/00126

Figura 3.3

All'interno dei componenti vi sono anche delle esternalizzazioni, sia sotto forma di ordini di acquisto che come ordini di lavorazione. Nell'output relativo alla figura 3.3 si rappresenta infatti proprio il dettaglio di ordini di acquisto, richieste di acquisto e richieste ordini fornitori

per la commessa in esame. In questo caso, considerando unicamente le lavorazioni esterne, si può notare come siano relative ad operazioni già non presenti all'interno dell'officina, a causa di scelte aziendali: la cucitura e la verniciatura. La verniciatura in particolare risulta essere per O.M.G. Manufacturing uno delle principali cause di ritardo sulla consegna dei materiali, a causa della debole presenza di operatori specializzati nella zona della Val Bormida, che comporta un maggior potere contrattuale da parte del fornitore, impedendo l'applicazione di sanzioni pesanti nel caso di collaudo non andato a buon fine.

Il ciclo di lavorazione assiemi presenta invece le seguenti lavorazioni:

- Saldatura alluminio
- Smerigliatura
- Calibratura
- Raddrizzatura
- Montaggio Manuale

I materiali utilizzati, per quanto riguarda le lamiere, sono stati scarti di produzione derivanti da altre lavorazioni ed integrate, a livello di produzione, attraverso il nesting. Il nesting è utilizzato per la produzione di parti in plexiglas, legno, cartone e lamiere e rappresenta una tecnica di organizzazione della produzione volta a ridurre al minimo lo spreco di materie prime, tramite il posizionamento preventivo virtuale degli elementi da realizzare a partire da un'unica lastra, incastrandoli tra di loro nel piano di taglio, esattamente come avviene per la costruzione dei nidi.

Il processo in sé, garantisce un minor spreco di materiali, attraverso l'utilizzo dei materiali di scarto utilizzate per le altre commesse. Inoltre permette un minor utilizzo delle macchine taglio laser facendo combaciare le linee di taglio, un maggior guadagno e un notevole risparmio di tempo.

Il nostro operatore nesting utilizza un software che permette un lavoro misto umano/informatico, in modo da sfruttare sia le impostazioni della macchina sia l'esperienza che solo un essere umano può garantire, come nel caso di una pianificazione del piano di taglio già incominciata manualmente, che il software può portare a compimento andando a sfruttare al meglio le aree ancora "disponibili".

In figura .. è presente il foglio Excel rappresentante le lamiere utilizzate per il nesting della commessa 21-00126. Come si evince dall'immagine 3.4, sono state impiegate lamiere in alluminio di due tipi:

- **AISI 304** è un acciaio inox austenitico amagnetico, composto da un basso tenore di carbonio (circa lo 0,05%), da un tenore di cromo tra il 18% e il 20% e di nichel tra l'8% e l'11%; la sua densità è pari a 7900 kg/m³
- **AW5754 H32** è una lega alluminio-magnesio, caratterizzata da eccellenti caratteristiche di resistenza all'ossidazione e alla corrosione in generale. Garantisce inoltre un ragionevole compromesso tra formabilità e resistenza.

O.M.G. MANUFACTURING s.r.l.						
12 ottobre 2021						
COMMESSA	21/00126					
DESCRIZIONE	SPORTELLI RICAMBI					SFRIDI CAIRO
CLIENTE	SBB					
EMISSIONE	GAIA					
RISORSA	LASER					
NESTING	MAT	CODICE MATERIALE	SP	FORMATO	Q.TA'	
21126A15	AW5754 H32	01500X3000-21188	1,5	1500 X 3000	1	SCAFFALE 2 PIANO 1
		01500X3000-21189			1	
21126A2	AW5754 H32	L02016531057H32	2	1650 X 3100	2	SAN GIUSEPPE
21126X15	AISI 304	01100X0635-21120	1,5	1100 X 635	1	SCAFFALE 7 PIANO 1
21126X2	AISI 304	01500X1025-21100	2	1500 X 1025	1	SCAFFALE 7 PIANO 1
21126A3	AW5754 H32	01575X1500-21012	3	1575 X 1500	1	SCAFFALE 6 PIANO 1
21126A4	AW5754 H32	01500X1050-21005	4	1500 X 1050	1	SCAFFALE 6 PIANO 3

Figura 3.4

I materiali d'acquisto riguardano invece quei componenti che non possono essere realizzati all'interno dell'officina, per i quali mancano gli addetti alla lavorazione o le macchine stesse. Dalla figura si può infatti notare quali materiali siano stati acquistati da fornitori, in particolare determinate tipologie di viti che presentano delle filettature che, per essere effettuate, necessiterebbero di un impiego di lavoro uomo/macchina con un trade off svantaggioso per quanto riguarda il rapporto costi/benefici.

4.2 Analisi della commessa 21-00126: livelli di BOM e date di inizio produzione

Iniziamo ora l'analisi del report pianificazione della produzione.

In prima istanza analizzeremo, per ogni componente, le date di inizio produzione effettivo, per verificare che queste siano in linea con le date di inizio produzione definite precedentemente attraverso la pianificazione. Analizziamo quindi l'output Excel del report, utilizzato per semplificare alcune operazioni dal punto di vista grafico. Come si può evincere dalla figura 3.5

Dettaglio OdA+RdA+RoF									
Tipo	RDA Evasa	Autoriz	NrDoc	Pos	Articolo	Descrizione	UM	Qta	Qta Evasa
OdA		Si	21/01475	1	GUAD25X18GOGUARNIZ AD 25X18 GOMMA SPUGNA		ML	1,000	1,000
OdA		Si	21/01286	1	700400.201	DTR0000332868 VITE SPECIALE M8X50	NR	14,000	14,000
OdA		Si	21/01443	1	700400.201	DTR0000332868 VITE SPECIALE M8X50	NR	30,000	30,000
OdL		Si	21/01539	2	CUCITEST	CUCITURA ESTERNA	NR	4,000	4,000
OdA		Si	21/01657	1	*CASSA2400X9	CASSA IN LEGNO CHIUSA CON COPERCHINR	NR	2,000	2,000
OdA		Si	21/01442	1	700400.400	4058018/00 DTR0000229932 BOCCOLA D.25	NR	14,000	15,000
OdA		Si	21/01439	8	RB4X10U752	ALRIBATTINO D.4X10 TS ALL UNI 752	NR	372,000	372,000
OdA		Si	21/01439	9	RB4X12U752	ALRIBATTINO D.4X12 TS ALL UNI 752	NR	30,000	30,000
OdL		Si	21/01414	2	VERNICIA	VERNICIATURA	NR	2,000	2,000
OdL		Si	21/01414	4	VERNICIA	VERNICIATURA	NR	2,000	2,000

Figura 3.5

la lavorazione della commessa è stata intrapresa ben prima di quanto programmato mesi prima (la commessa era stata inserita nel piano di produzione a Luglio 2021). Infatti la colonna "Stato Componente" riporta in tutte le celle il valore "In orario". Se, per un determinato componente, la "Data di Inizio Produzione Effettiva" fosse stata oltre la "Data di Produzione Teorica", lo stato avrebbe avuto il valore "In ritardo".

Questi valori sono utilizzati in due lassi temporali differenti:

- Durante la produzione: per verificare, in particolare nel caso di commesse con un grande numero di componenti, che ogni ordine di produzione inizi entro la data prefissata. Questo perché le date stesse sono delineate automaticamente dal software in base al CRP ed il calendario aziendale, tenendo conto dei diversi livelli di produzione e dal grado di priorità espresso. Il monitoraggio del report, conseguentemente della commessa, durante la produzione effettiva, è molto importante per garantire un corretto funzionamento del processo. Questo perché può accadere che vi possano essere errori da parte degli operatori, nello svolgimento delle mansioni, o del capo officina stesso, durante l'assegnazione degli incarichi e l'assegnazione del grado di priorità delle commesse. E' necessario perciò che io sia informato in tempo reale sullo stato di lavorazione dei vari componenti, in modo da poter intervenire tempestivamente per verificarne le cause.
- Post produzione: per verificare, sulla base di alcuni obiettivi di miglioramento aziendale, quali siano state le produzioni iniziate in ritardo. In particolare è successivamente l'ufficio qualità che, sulla base di questo report, si occupa di verificare le cause di eventuali ritardi. In base alla causante, i diversi errori di processo vengono catalogati e vanno ad aumentare un contatore che verrà utilizzato successivamente per determinare su quali settori aziendali è necessario un intervento. Spesso le aree aziendali che sono coinvolte nel rallentamento dei processi sono ufficio acquisti e logistica.

Liv.	Stato	Componente	Descrizione	Inizio Prod. Teor	Inizio Prod. Eff	Stato Comp
	Terminato	704212	Sportello comple	01/12/2021	02/11/2021	In orario
1	Terminato	4057480	LAMIERA ESTERN	19/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057405	SUPPORTO FILTRO	19/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4058047	GUARNIZIONE SU	19/11/2021	18/10/2021	In orario
1	Terminato	4058048	GUARNIZIONE IN	19/11/2021	18/10/2021	In orario
1	Terminato	4057481	SUPP. GUARNIZIO	19/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057477	PROFILO CERNIEF	19/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057599	PIASTRA SEDE GA	19/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057478	RINFORZO INFER	19/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057604	PIATTINO FISSAG	19/11/2021	18/10/2021	In orario
	In lavorazione	704429.SPORT	Sportello comple	01/12/2021	02/11/2021	In orario
1	Terminato	4057641	LAMIERA ESTERN	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057631	GRIGLIA FILTRO	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	In lavorazione	4057802	COMPLETO STRU	18/11/2021	16/11/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057788	RINFORZO AD IN	10/11/2021	15/10/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057789	RINFORZO A SALI	10/11/2021	15/10/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057790	RINFORZO A SALI	10/11/2021	15/10/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057791	PARETE LATERALE	10/11/2021	15/10/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057803	PARETE LATERALE	10/11/2021	15/10/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057792	PARTICOLARE FR	10/11/2021	19/10/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057793	PRIMO TRATTO L	10/11/2021	15/10/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057794	SECONDO TRATTI	10/11/2021	15/10/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057795	TERZO TRATTO L	10/11/2021	15/10/2021	In orario
. 2	Terminato	4057808	PARTICOLARE FR	10/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057824	GUARNIZIONE LA	18/11/2021	18/10/2021	In orario
1	Terminato	4057825	GUARNIZIONE LA	18/11/2021	18/10/2021	In orario
1	Terminato	4057826	GUARNIZIONE LA	18/11/2021	18/10/2021	In orario
1	Terminato	4057827	GUARNIZIONE LA	18/11/2021	18/10/2021	In orario
1	Terminato	4057828	GUARNIZIONE LA	18/11/2021	18/10/2021	In orario
1	Terminato	4057829	GUARNIZIONE LA	18/11/2021	18/10/2021	In orario
1	Terminato	4057813DX	PROFILO GUARNI	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057813SX	PROFILO GUARNI	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057684	SUPPORTO GUAR	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057424	SUPPORTO GUAR	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057682	SUPPORTO GUAR	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057683	SUPPORTO GUAR	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057806	PROFILO CERNIEF	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057633	RINFORZO SUPER	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	In lavorazione	4057632	RINFORZO INFER	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	In lavorazione	704200.600	FUNE SPORTELLO	18/11/2021	18/11/2021	In orario
. 2	In lavorazione	4057588C	STAFFA AGGANCO	09/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057638DX	PIASTRA SEDE GA	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057638SX	PIASTRA SEDE GA	18/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	4057409	PIASTRA PER AGC	19/11/2021	15/10/2021	In orario
1	Terminato	704231	WASHER 1MM	19/11/2021	18/10/2021	In orario
1	Terminato	704232	WASHER 2MM	19/11/2021	15/10/2021	In orario

Figura 3.6

4.3 Analisi della commessa 21-00126: Tempo di attraversamento produzione teorico ed effettivo

All'interno di una ricerca per rivedere le problematiche emerse durante un monitoraggio della produzione, in particolare per quanto concerne la visualizzazione dell'efficienza del lavoro operaio all'interno delle varie commesse, serve analizzare il tempo di attraversamento della produzione.

Il tempo di attraversamento è presente, all'interno del report, in due condizioni diverse:

- *Tempo di attraversamento teorico*: il tempo di attraversamento teorico viene calcolato sulla base di quanto previsto dall'ufficio tecnico. Ogni lavorazione prevede un determinato tempo ciclo, ipotizzato sullo storico di lavorazioni riguardanti gli stessi componenti, o al di più componenti simili.

Una delle problematiche che emerge dalla ricerca del confronto con il tempo ciclo di una determinata lavorazione è senza dubbio lo scarso aggiornamento dello stesso, in particolare per commesse che si ripetono negli anni o che proseguono per un lasso di tempo considerevole. Un operaio, a seconda della durata della lavorazione, è in grado di completare la produzione di un componente o di un prodotto finito in un tempo che diventa via via meno ridotto. La mia proposta, all'interno dell'azienda, è stata quella di regolarizzare il tempo ciclo dell'azienda mediante un aggiornamento semestrale, nel caso di commesse con una durata maggiore ai sei mesi.

Il nuovo tempo ciclo con valutazione semestrale risulta essere:

Media tempo ciclo per componente:
$$\frac{\sum \text{tempi effettivi degli } n \text{ componenti lavorati}}{\text{numero componenti lavorati}}$$

Ricapitolando, le discriminanti per imporre un aggiornamento del tempo ciclo di una determinata lavorazione, risultano essere:

1. Commesse con durata maggiore di 6 mesi.
2. Commesse che prevedono un numero di lotti di 3 o superiore.
3. Commesse che prevedono almeno 3 livelli di BOM

Questo tempo ciclo aggiornato risulta essere maggiormente in linea con le lavorazioni portate avanti dagli operai all'interno dell'officina, perché dipende strettamente dai diversi tempi di attraversamento effettivo di ogni componente lavorato.

- *Tempo di attraversamento effettivo*: il tempo di attraversamento effettivo è delineato, per ogni componente, dalla sommatoria delle durate effettive di ogni lavorazione che viene affrontata. La procedura di rilevazione della durata della lavorazione è identificata attraverso un codice a barre (come riportato in figura 3.7) presente sui cicli di lavorazione che vengono stampati per l'officina. L'operaio deve smarcare il proprio codice a barre, presso il rilevatore all'interno del macchinario, se presente. Questo porta però all'identificazione di due tipologie diverse di smarcatura:

1. Macchina con rilevatore: in questo caso il calcolo del tempo di attraversamento produttivo risulta essere in linea con la durata effettiva della lavorazione, perché il macchinario (nel caso della figura .. ad esempio l'isola di taglio laser) è in grado di fornire come output all'ERP aziendale il tempo di funzionamento per completare la lavorazione.

Commissa	21/00126	Cliente	SCHWEIZERISCHE BUNDESBAHNEN	Data Lancio	08/10/2021	Lotto Pr.	1
----------	----------	---------	-----------------------------	-------------	------------	-----------	---

M00003 - ISOLA DI TAGLIO LASER CAIRO

TAGLIO LASER

Descrizione	Componente	Descrizione	UM	Qtà	Note	Lavorazione
ODP: 21/45051 FASE 40 Inizio: 17/11/2021 Fine: 17/11/2021 Attrezz.(mm:ss): 0:24 Lavor.(mm:ss): 6:00	4057631	GRIGLIA FILTRO	NR	2	TAGLIARE PARTICOLARE SECONDO NESTING DI PRODUZIONE FASE IN AUTOCONTROLLO SEC ONDO MC 100 REV. 5 SP.1.5 5754H32 4057631	
ODP: 21/45052 FASE 40 Inizio: 17/11/2021 Fine: 17/11/2021 Attrezz.(mm:ss): 0:24 Lavor.(mm:ss): 1:00	4057632	RINFORZO INFERIORE	NR	2	TAGLIARE PARTICOLARE SECONDO NESTING DI PRODUZIONE FASE IN AUTOCONTROLLO SEC ONDO MC 100 REV. 5 SP.3 5754H32 4057632	

Figura 3.7

2. Lavorazioni senza rilevatore di codice a barre: questi macchinari, relativi a lavorazioni come ad esempio la saldatura e l'assemblaggio, non prevedono un rilevatore di codice a barre integrato con la strumentazione utilizzata. Questo purtroppo implica un ragionamento che deve necessariamente tenere conto del fattore umano, per quanto riguarda la correttezza della rilevazione stessa.

Infatti la durata di queste lavorazioni è monitorata attraverso la presenza di rilevatori indipendenti dai macchinari, per cui l'operaio farà passare il foglio con il codice a barre ogni volta che completerà un determinato ordine di produzione. Questa condizione impone ovviamente delle riflessioni, perché ipotizzando che ogni operaio lavori sempre con la massima correttezza e con la produttività più alta possibile, permane il problema legato ad eventuali dimenticanze relative alla marcatura dell'ordine di produzione.

A causa di questi errori di processo, all'interno delle rilevazioni sono spesso presenti degli outlier, ovvero delle anomalie di processo. In particolare parliamo di outlier rappresentativi: ovvero di outlier non dovuti ad errori di misura ma dovuti a eventi associati all'unità di riferimento che non possono (completamente) essere valutati, a causa delle informazioni disponibili sulla stessa.

A questo proposito: se è possibile si contatta nuovamente l'operaio per confermare l'esattezza dei dati, il che porterebbe subito ad una risoluzione del problema. Spesso però questi monitoraggi possono essere fatti anche diverso tempo dopo il completamento di un determinato ordine di produzione, rendendo più complicato comprendere quale tipo di errore di processo si sia verificato. Una volta convenuto se sia possibile o meno il risalire all'errore, si procede con diverse possibili soluzioni per affrontare gli outlier rappresentativi.

Le soluzioni più comuni sono:

- a) nel non considerare affatto eventuali anomalie evidenziate all'interno delle rilevazioni (ovvero assegnare ad esse un peso nullo)
- b) Correggere sostituendo dati anomali con dati "corretti"
- c) Inserire questi dati in una procedura che modifichi (generalmente decrementa) i pesi anziché alterare i dati elementari, stimando così la variazione media totale degli strati di riferimento

Vedremo più avanti come sono stati trattati gli eventuali outlier rilevati all'interno delle misurazioni varie.

3. Lavorazioni che non necessitano di marcatura: vi sono alcune lavorazioni che non sono soggette a marcatura con il codice a barre, per eventuali scelte interne

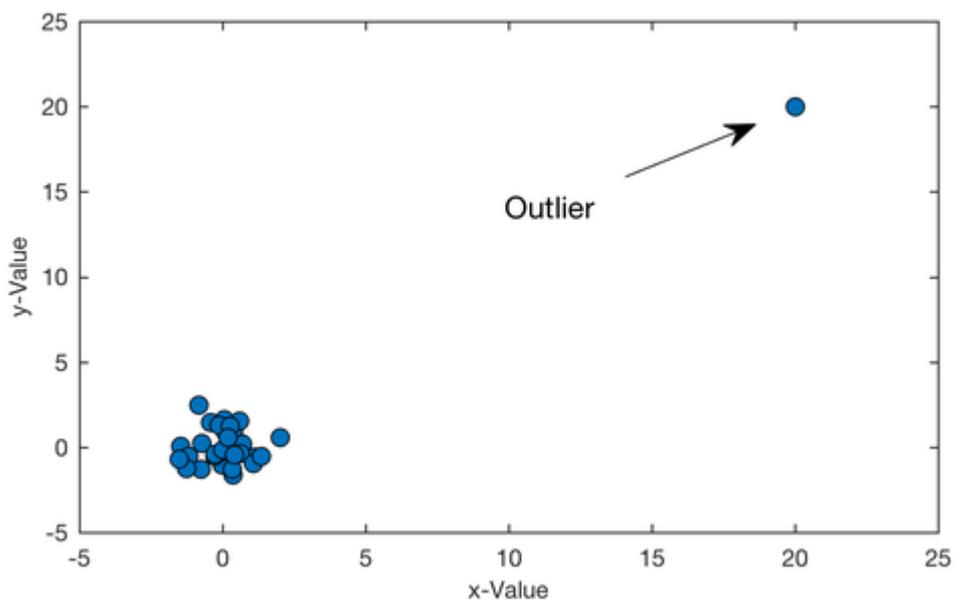


Figura 3.8 Esempio di outlier

Può ad esempio essere il caso del collaudo (come si può vedere dal ciclo di lavorazione rappresentato in figura 3.9) che, nonostante la presenza di un codice a barre corrispondente, non viene marcato dall'addetto.

La mancata marcatura può ovviamente influire in modo concreto sulla valutazione del tempo di attraversamento produttivo, che può variare a causa delle differenze tra quello effettivo e quello teorico. Purtroppo l'ERP Mago necessita di un inserimento di una tempistica minima associata alla determinata fase dell'ordine di produzione, per specifica del software. Per ovviare a questa problematica, l'ufficio tecnico tende ad ipotizzare, per fasi come il collaudo, una durata di pochi secondi, anche nel caso di prodotti finiti che necessitano di un controllo maggiore o per componenti che rientrano da lavorazioni esterne hanno bisogno di una verifica più dettagliata per poter eventualmente emettere una non conformità nei confronti del fornitore.

Commissa	21/00126	Cliente	SCHWEIZERISCHE BUNDESBAHNEN	Data Lancio	08/10/2021	Lotto Pr.	1
----------	----------	---------	-----------------------------	-------------	------------	-----------	---

M00043 - COLLAUDO CAIRO

COLLAUDO DIMENSIONALE

Descrizione	Componente	Descrizione	UM	Qtà	Note	Lavorazione
ODP: 21/45040 FASE 640 Inizio: 18/11/2021 Fine: 18/11/2021 Lavor.(mm:ss): 4:00	4057405	SUPPORTO FILTRO	NR	4	COLLAUDO DIMENSIONALE: CONTROLLO CONFORMITA' DIMENSIONIALE SECONDC SPECIFI	
					CHE E NORMATIVE RIPORTAT A DISEGNO.	
ODP: 21/45041 FASE 640 Inizio: 18/11/2021 Fine: 18/11/2021 Lavor.(mm:ss): 0:20	4057409	PIASTRA PER AGGANCIO FUNE DI SICUREZZA	NR	2	COLLAUDO DIMENSIONALE: CONTROLLO CONFORMITA' DIMENSIONIALE SECONDC SPECIFI	
					CHE E NORMATIVE RIPORTAT A DISEGNO.	

Figura 3.9

Andiamo ora a valutare l'effettiva durata dei tempi di attraversamento produttivo in relazione a quanto emerso dal report.

L'output del report è osservabile in figura 3.10, dove, attraverso la trasposizione in Excel, si evidenziano le colonne di cui si è parlato precedentemente e una colonna a rappresentare l'andamento del confronto tra il tempo di attraversamento effettivo ed il tempo di attraversamento teorico. E' stata utilizzata una formattazione condizionale su Excel, per evidenziare se il tempo di attraversamento produttivo è stato maggiore o inferiore rispetto al tempo di attraversamento teorico.

In particolare se:

- Il colore è **verde** il tempo di attraversamento produttivo effettivo per il determinato codice prodotto è stato inferiore al tempo di attraversamento produttivo impostato dall'ufficio tecnico
- Il colore è **rosso** il tempo di attraversamento produttivo effettivo per il determinato codice prodotto è stato maggiore rispetto al tempo di attraversamento produttivo teorico.

Osservando la colonna relativa al rapporto tra i due tempi di attraversamento produttivo, si può subito verificare come vi siano degli elementi che risultano essere poco significativi per valutare il corretto andamento della commessa.

Liv.	Componente	Descrizione	Attrav. Teo.	Attrav. Eff.	Confronto Tempi
	704212	Sportello comple	1027,3	815,0	79,33%
1	4057480	LAMIERA ESTERN	49,3	91,4	185,40%
1	4057405	SUPPORTO FILTRO	17,2	47,5	276,97%
1	4058047	GUARNIZIONE SU	1,9	1,7	86,96%
1	4058048	GUARNIZIONE IN	1,9	1,7	86,96%
1	4057481	SUPP. GUARNIZIO	2,3	3,9	173,33%
1	4057477	PROFILO CERNIEF	44,1	25,0	56,71%
1	4057599	PIASTRA SEDE GA	5,5	9,5	173,25%
1	4057478	RINFORZO INFER	4,3	25,3	585,33%
1	4057604	PIATTINO FISSAG	5,2	4,3	82,90%
	704429.SPORT	Sportello comple	1495,3	1130,0	75,57%
1	4057641	LAMIERA ESTERN	49,3	69,2	140,32%
1	4057631	GRIGLIA FILTRO	17,3	47,5	274,30%
1	4057802	COMPLETO STRU	133,6	45,1	33,72%
. 2	4057788	RINFORZO AD IN	4,0	4,6	116,32%
. 2	4057789	RINFORZO A SALI	11,7	4,6	39,77%
. 2	4057790	RINFORZO A SALI	11,7	4,6	39,77%
. 2	4057791	PARETE LATERALE	2,3	4,6	200,00%
. 2	4057803	PARETE LATERALE	2,3	4,6	200,00%
. 2	4057792	PARTICOLARE FRI	5,3	4,3	80,56%
. 2	4057793	PRIMO TRATTO L	8,3	9,5	113,63%
. 2	4057794	SECONDO TRATT	3,7	27,1	743,38%
. 2	4057795	TERZO TRATTO L	5,3	9,3	174,61%
. 2	4057808	PARTICOLARE FRI	5,3	11,5	215,36%
1	4057824	GUARNIZIONE LA	2,9	0,1	1,71%
1	4057825	GUARNIZIONE LA	2,9	0,1	1,71%
1	4057826	GUARNIZIONE LA	1,9	0,1	2,61%
1	4057827	GUARNIZIONE LA	1,9	0,1	2,61%
1	4057828	GUARNIZIONE LA	1,9	0,1	2,61%
1	4057829	GUARNIZIONE LA	1,9	0,1	2,61%
1	4057813DX	PROFILO GUARNI	10,1	25,4	251,90%
1	4057813SX	PROFILO GUARNI	10,1	26,1	259,17%
1	4057684	SUPPORTO GUAR	4,1	3,9	95,51%
1	4057424	SUPPORTO GUAR	2,6	3,9	150,97%
1	4057682	SUPPORTO GUAR	2,6	3,9	150,97%
1	4057683	SUPPORTO GUAR	2,6	3,9	150,97%
1	4057806	PROFILO CERNIEF	44,1	16,5	37,32%
1	4057633	RINFORZO SUPER	6,0	47,5	793,59%
1	4057632	RINFORZO INFER	6,0	8,7	145,40%
1	704200.600	FUNE SPORTELLO	500,0	669,9	133,99%
. 2	4057588C	STAFFA AGGANC	14,2	9,1	63,96%
1	4057638DX	PIASTRA SEDE GA	10,8	13,2	122,33%
1	4057638SX	PIASTRA SEDE GA	10,8	21,9	203,57%
1	4057409	PIASTRA PER AGC	2,0	3,2	159,66%
1	704231	WASHER 1MM	7,6	5,8	77,09%
1	704232	WASHER 2MM	2,9	3,2	109,20%

Figura 3.10

Per l'analisi dell'output del report produttivo ho perciò valutato di considerare i dati sulla base di alcune condizioni, ovvero di trattare gli outlier rappresentativi presenti all'interno dei dati (figura 3.11), non considerando eventuali anomalie evidenziate all'interno delle rilevazioni ed assegnando ad esse un peso nullo.

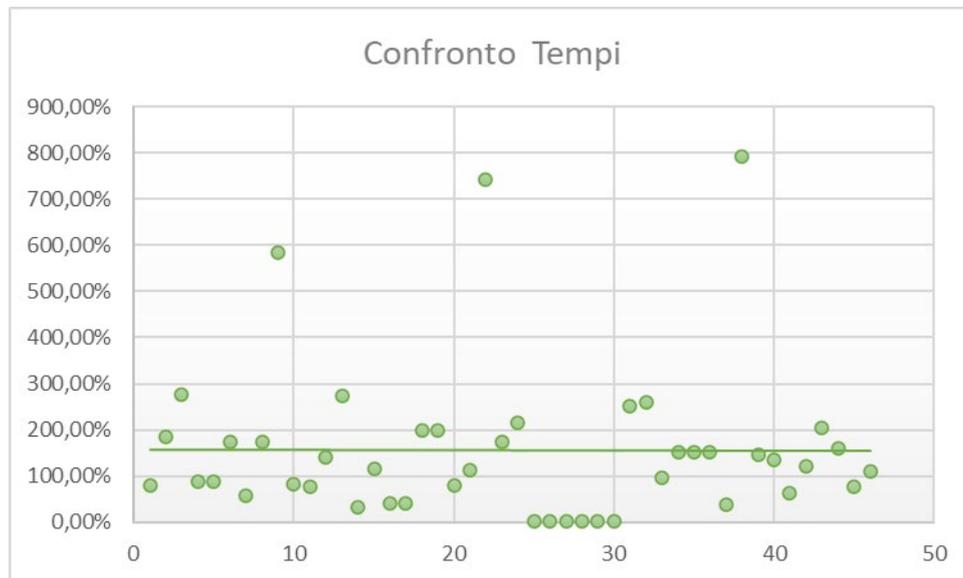


Figura 3.11

Sono stati assegnati pesi nulli ai valori per cui:

- Il tempo di attraversamento produttivo effettivo risulta essere più di cinque volte superiore rispetto al tempo effettivo. Solitamente valori così elevati presuppongono un'anomalia di processo che possiamo escludere da questa analisi, perché relativa ad eventi come la dimenticanza dell'operaio sulla marcatura della lavorazione o errori di sistema
- Il tempo di attraversamento produttivo effettivo risulta essere più di 20 volte inferiore rispetto al tempo ciclo. Questo accade, nella commessa in analisi, su componenti che prevedono tempi di lavorazione di pochi minuti e che non influiscono significativamente sull'andamento del lavoro. Spesso queste discrepanze sono attribuite alle fasi di lavorazione che non prevedono delle marcature: come evidenziato precedentemente all'interno di questo paragrafo, l'algoritmo di inserimento dei tempi cicli a livello di ERP prevede la digitazione di un tempo ciclo minimo per ogni fase dell'ordine di produzione. Operazione come il collaudo materiale, la serializzazione di

un prodotto, il trasporto a magazzino contribuiscono perciò ad aumentare la discrepanza tra tempo di attraversamento produttivo teorico e tempo di attraversamento effettivo.

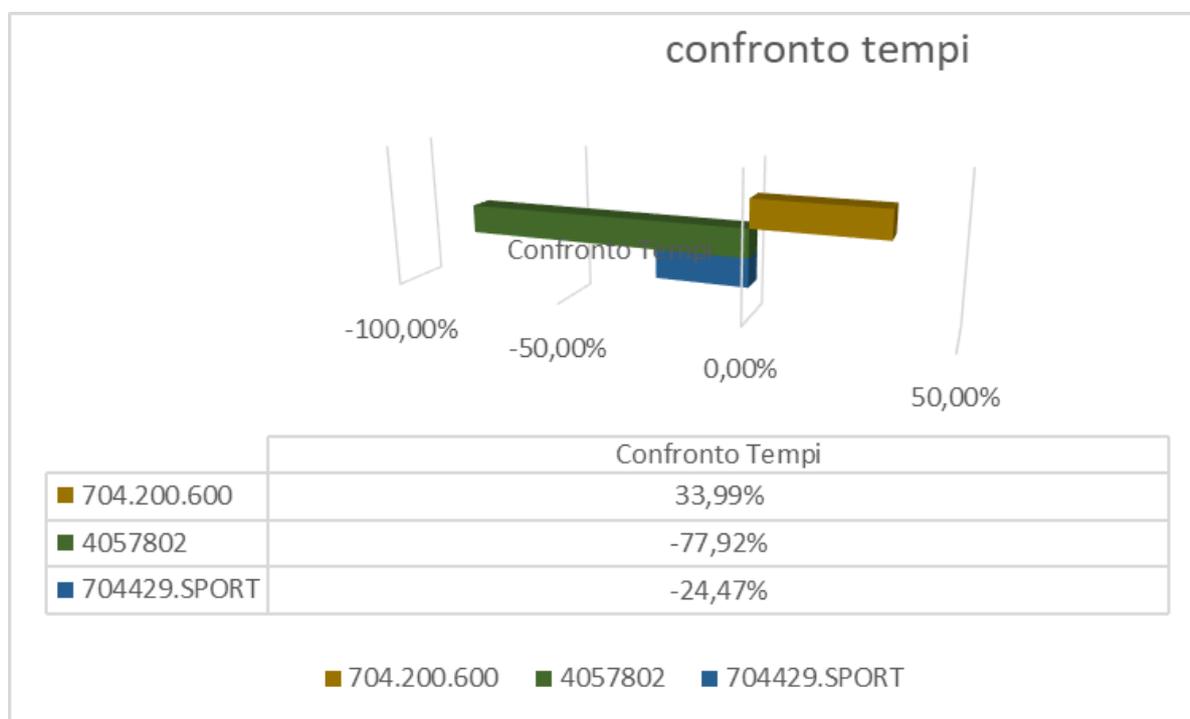


Figura 3.12

La figura .. rappresenta la dispersione del rapporto tra tempo di attraversamento effettivo e tempo di attraversamento teorico, dopo l'eliminazione degli outlier. Il valore di 100% rappresenta la completa corrispondenza tra le durate delle due tempistiche.

La figura 3.12 mostra un confronto tra ordini di produzione con tempo ciclo maggiore di 500 minuti: in particolare sono i due sportelli completi (codici 704.200.600 e 704429.SPORT) e la fune sportello macchinista (codice 4057802).

Prendendo in considerazione unicamente gli ordini di produzione con una durata superiore ai 10 minuti, complessivamente si è rilevato, a livello di commessa, un tempo di attraversamento produttivo effettivo inferiore a quello previsto dall'ufficio tecnico. Sono state impiegate circa **4 ore e 56 minuti** in meno. Il rapporto medio tra tempo effettivo e teorico mostra come le lavorazioni dei singoli componenti durino di più rispetto a quanto previsto a ciclo: mediamente

il **34% in più**. La deviazione standard di **13.4** è comunque sinonimo di una grande variabilità nei dati raccolti.

4.4 Analisi della commessa 21-00126: acquisti materiali e ritardo sul lead time

Concludiamo ora con l'analisi della commessa dal punto di vista degli acquisti: nel momento in cui io, come addetto alla gestione della produzione, effettuo un "lancio in produzione" di un determinato ordine di produzione, il software aziendale va a verificare la presenza dei materiali a magazzino e, nel caso non fossero presenti, crea delle richieste materiali che l'ufficio acquisti convertirà in richieste d'acquisto nel momento della conferma. Ovviamente per alcuni materiali sono necessari lotti di acquisto di determinate proporzioni per poter effettuare l'ordine presso il fornitore.

Come si può evincere dalla figura 3.13 vi è un *lead time ordine*, che viene inserito a sistema sulla base del tempo di consegna comunicato all'ufficio acquisti da parte del fornitore.

Liv.	Componente	Descrizione	UM	Qtà	Lead Time Ordine	Lead Time Effettivo	Ritardo Lead Time
1	700400.400	4058018/00 DTRO	NR	6	9	14	5
1	700400.201	DTR0000332666 V	NR	6	16	27	11
1	RB4X10U752AL	RIBATTINO D. 4X1	NR	218	6	33	27
1	RB4X12U752AL	RIBATTINO D. 4X1	NR	30	6	16	10
1	GUAD25X16GOSP	GUARNIZ AD 25X	ML	0,82	3	8	5
1	700400.400	4058018/00 DTRO	NR	8	9	14	5
1	700400.201	DTR0000332666 V	NR	8	16	27	11
1	RB4X10U752AL	RIBATTINO D. 4X1	NR	154	6	33	27

Figura 3.13

Tutti i valori relativi al lead time sono espressi in giorni e testimoniano come ci siano stati ritardi su ogni componente. Questo non ha influito fortunatamente sulla data di consegna prevista, perché, come spiegato ad nel primo paragrafo di questo capitolo, la commessa è stata lavorata circa un mese prima rispetto a quanto programmato inizialmente a livello di sistema.

Il ritardo sui giorni di consegna è stato calcolato come:

$$GIORNI DI RITARDO = LEAD TIME EFFETTIVO - LEAD TIME ORDINE$$

Mediamente sono stati accumulati **12,6 giorni di ritardo** sulle consegne.

Purtroppo il periodo di Ottobre 2021 è risultato molto problematico per via delle alluvioni che si verificate sul territorio ligure, in particolare l'alluvione del 3-4 Ottobre (figura 3.14) ha scosso l'intera provincia di Savona e in particolare l'area della Val Bormida dove risiedono le sedi dell'azienda e gran parte dei fornitori, causando notevoli disagi sia per quanto riguarda il danneggiamento di eventuali materiali, che hanno colpito alcuni dei nostri fornitori. Oltre a questo è subentrato anche il problema delle infrastrutture stradali, che sono state travolte da frane con il conseguente aumento di traffico e ritardi sulle vie non coinvolte da chiusure.

In Liguria l'area ad alto rischio di frana e/o a moderata pericolosità idroelettrica è di 902,8 km², il 16,7% della superficie totale (5416 km²). Ma ancor più impressionante è il fatto che ciascuno dei 235 comuni liguri presenti aree ad alto o altissimo rischio di frane, ovvero aree caratterizzate da medio pericolo idrico. Questo dato è tratto dal rapporto Ispra sul dissesto



Figura 3.14

idrogeologico italiano (dati 2017), prodotto dall'ufficio ricerche Confartigianato, e indica che, almeno in Liguria, i comuni sono sottoposti al rischio idrogeologico, con conseguente difficoltà anche dal punto di vista delle infrastrutture stradali.

E' tuttavia utile monitorare adeguatamente i ritardi accumulati, andando a definire della statistiche su ogni fornitore. Questo passaggio è utile per evidenziare eventuali problematiche ripetute nel tempo, che possono causare ritardi sui processi produttivi dell'azienda.

5 Report pianificazione della produzione: fattori correttivi e sviluppi futuri

Giunti al termine dell'analisi del caso di studio, occorre trarre delle conclusioni sul funzionamento della reportistica analizzata, verificare quali siano eventuali aspetti da affinare per garantire un livello di sicurezza maggiore sui dati e valutarne i possibili sviluppi futuri.

5.1 Report pianificazione della produzione: fattori correttivi futuri

Il report pianificazione della produzione ha dimostrato di poter fornire un concreto supporto nel monitoraggio della produzione: sia durante le lavorazioni stesse, sia nel post produzione per ottenere dati importanti.

All'interno dell'analisi sono stati però evidenziati alcuni aspetti su cui può e deve essere migliorato. Questi aspetti sono spesso dovuti alla logica di funzionamento dell'ERP aziendale Mago.net, su cui si sta lavorando per permetterci di avere degli output compatibili con il livello di accuratezza sui dati che l'azienda sta ricercando:

- *Cancellazione del tempo ciclo relativo alle fasi di lavorazione che non prevedono marcatura*: all'interno dell'analisi del tempo di attraversamento produttivo abbiamo potuto vedere come vi fosse la presenza di numerosi valori "anomali". In particolare, la scarsa durata del tempo di attraversamento effettivo per la produzione di alcuni elementi era dovuta alla presenza di fasi di lavorazione come il collaudo, che non

prevedono la marcatura del ciclo di lavorazione relativo alla fase stessa. Siamo in contatto con il consulente dell'ERP aziendale, in modo da poter intervenire sulla possibilità di non dover più fornire un tempo ciclo minimo a tutte le fasi previste.

- *Possibilità di cambiare la data di produzione di un o.d.p. dopo il suo inserimento nel piano di produzione:* come evidenziato nei capitoli precedenti, una volta inserito l'ordine di produzione all'interno del piano, il sistema non permette la rimodulazione della data di inizio produzione, a meno di non cancellare l'o.d.p. stesso. Ad ogni ordine di produzione sono spesso già associati ordini d'acquisto o di lavorazione esterna, rendendo perciò sconsigliabile la cancellazione degli stessi. Infatti, nel caso di mancato coordinamento tra i dipartimenti aziendali, si rischia di eliminare documenti importanti a fini fiscali. Questa problematica non permette di poter valutare alcune colonne del report con la dovuta funzionalità. Come successo per la commessa 21-00126 (figura 4.1), per cui vi era stata una richiesta da parte del cliente su una possibile fornitura anticipata rispetto a quanto era stato concordato: l'impossibilità di aggiornare il termine

Termine Prod. Teorico	Termine Prod. Effettivo
01/12/2021	
19/11/2021	05/11/2021
19/11/2021	28/10/2021
19/11/2021	28/10/2021

Figura 4.1

produzione teorico ha reso impossibile un confronto tra lo stesso e il termine produzione effettivo. Anche in questo caso stiamo lavorando con il consulente del software per poter superare questo ostacolo.

- *Problematiche relative alla marcatura dei materiali in magazzino:* il magazzino è esternalizzato e gestito da una cooperativa che lavora nella sede di Cairo Montenotte di

O.M.G. . Il personale della cooperativa ha a disposizione una versione ridotta del software aziendale, con accesso unicamente alle aree del magazzino e della logistica. Di tanto in tanto accade che, nel momento di un prelievo di un determinato materiale, gli addetti non effettuino la marcatura della bolla di prelievo. Questo purtroppo crea un errato stato del materiale sul nostro report e inoltre fa vedere al sistema un codice che non è magari più presente a magazzino. Questa questione è stata in parte risolta attraverso maggiore formazione degli addetti della cooperativa e dei riallineamenti di magazzino semestrali, in cui vengono effettuati i prelievi a sistema dei materiali non marcati.

5.2 Report pianificazione della produzione: Industria 4.0 e possibili sviluppi futuri

Il report sul monitoraggio della produzione potrà sicuramente essere sviluppato maggiormente nel futuro, al fine di garantire una ricerca dei dati più efficiente e corretta. Una grossa fetta del futuro su una maggiore connessione con i macchinari aziendali è sicuramente la sfida di Insustria 4.0.

5.2.1 Alcuni cenni su Industria 4.0

Quando si parla di Industria 4.0, ci si riferisce a una modalità di organizzazione della produzione di beni e servizi attraverso l'integrazione delle moderne tecnologie digitali e gli impianti produttivi aziendali.

L'integrazione è uno dei concetti centrali del paradigma Industria 4.0. Essere un'azienda 4.0 significa saper integrare attività che interagiscono tra loro e con chi è parte della catena del valore. La struttura delle aree funzionali varia da azienda ad azienda, ma si possono individuare funzioni comunemente presenti. Le aree aziendali su cui la filosofia di Industria 4.0 è in grado di impattare maggiormente sono: Produzione, Manutenzione, Logistica Interna e Logistica ed Esterna, Acquisti, Vendita e Servizio Post-Vendita: Queste aree funzionali comprendono tutte le attività operative nella catena del valore.

Altre attività invece non hanno un beneficio immediato dall'approccio di Industria 4.0. Tutte le attività che non contribuiscono direttamente alla produzione di output. Questo perché sono attività orizzontali dove i miglioramenti derivano dalle attività principali.

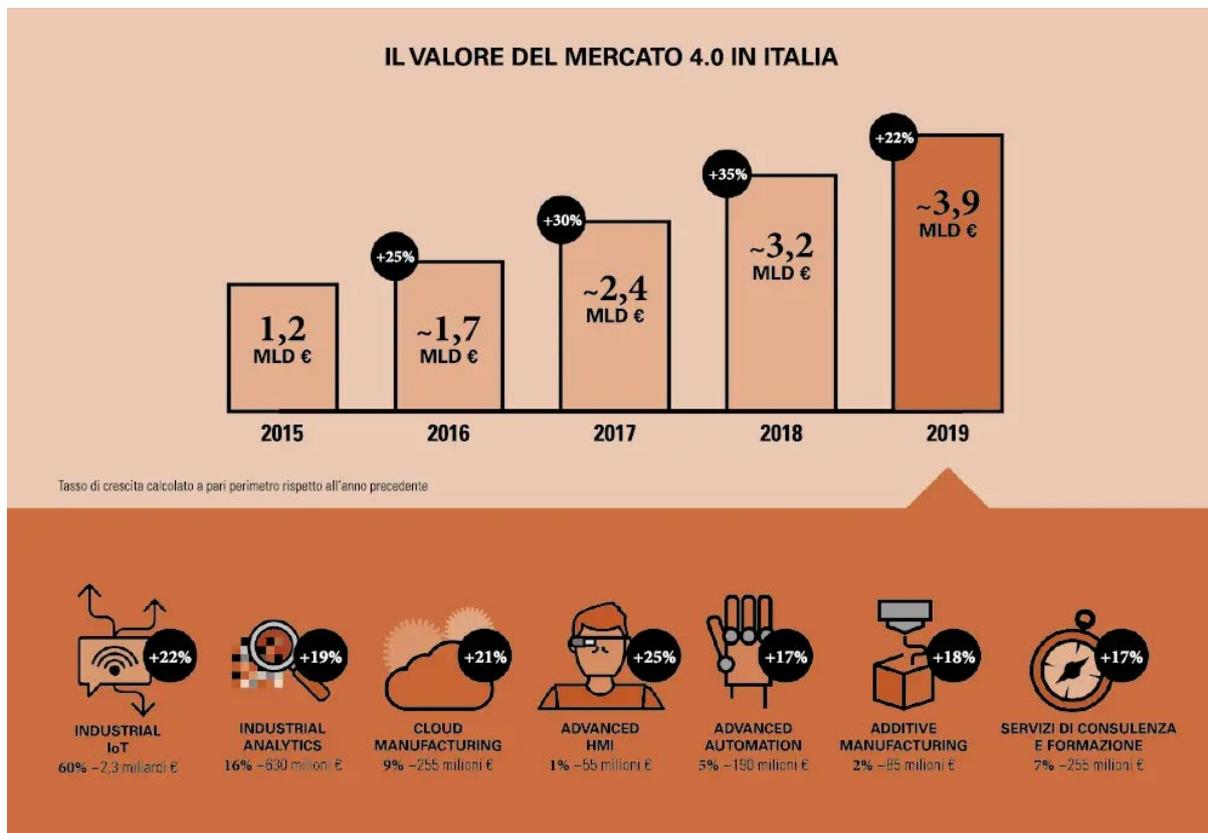


Figura 4.2

Nell'immagine 4.2 si evidenziava il valore del mercato 4.0 in Italia al 2019 e la composizione dello stesso. Da una analisi dell'Osservatorio del Politecnico di Milano risultava come il volume di affari fosse largamente (2,3 miliardi di euro, il 60%) dedicato a soluzioni riguardanti la connettività e acquisizione dati (Industrial IoT) e poi suddiviso tra Analytics (630 milioni), Cloud Manufacturing (325 milioni), Advanced Automation (190 milioni), Additive Manufacturing (85 milioni) e tecnologie di interfaccia uomo-macchina avanzate (55 milioni). Una dei principali limiti dell'approccio 4.0 rimane relativo alla difficoltà nel ritrovare le determinate skill che ne consentirebbero un funzionamento efficiente. I macro processi aziendali vengono influenzati dall'adesione a questo nuovo modello di concezione dell'industria e dalle nuove tecnologie che si porta dietro. La tematica principale che viene

fuori da questo discorso è il dibattito relativo alle skill lavorative: le imprese stanno ridefinendo la propria ricerca sulla necessità di ridurre lo skill gap relativo alla natura dei nuovi processi, concentrandosi molto sull'istruzione e la formazione dei nuovi candidati a ricoprire un posto lavorativo.

5.2.2 Industria 4.0: come migliora la gestione della produzione?

Riparto con il discorso dove ho concluso il paragrafo precedente: ogni azienda ha bisogno di diminuire il gap verso l'approccio all'industria 4.0. La mia assunzione è stata proprio definita nell'ottica di poter sperimentare nuovi sistemi di efficientamento del percorso produttivo. Infatti, dal mio ingresso in azienda, mi sono dedicato anche allo sviluppo di nuovi sistemi di reportistica, come quello presentato all'interno di questo elaborato, modellandoli sulla base dei dati che mi fornivano i macchinari.

Le nuove tecnologie di acquisizione ed analisi dati stanno radicalmente cambiando il funzionamento delle macchine di produzione. Le macchine utensili più moderne sono in grado di monitorare continuamente il processo, suggerire setup migliori ed in genere garantire prestazioni più elevate. Questa innovazione tecnologica nel settore manifatturiero, fortemente connessa con le ICT, sta incrementando ulteriormente le prestazioni dei processi produttivi, riducendone i costi (G. Campatelli).

Infatti L'industria 4.0 ha anche un impatto importante sugli strumenti di misurazione delle prestazioni aziendali, che stanno diventando sempre più onnipresenti. Ho implementato questo strumento per rendere più comprensibili tutti gli eventi all'interno dell'azienda.

La gamma di soluzioni di questo tipo riguarderebbe sicuramente un miglioramento nella collezione di dati della produzione, grazie all'automazione di alcuni processi produttivi e l'invio di dati in tempo reale. Il poter ricevere segnali riguardanti l'andamento del ciclo di lavoro garantisce la possibilità di intervenire rapidamente in caso di problemi. Ne beneficerebbero sicuramente i tempi di attraversamento produttivi, per cui potrebbero essere evitati i valori "anomali" spesso presenti per disattenzione. L'efficientamento dei processi non sarebbe solo lato produzione, ma anche relativamente ad altri rami aziendali come la logistica: infatti la programmazione dei viaggi e il monitoraggio delle attività di magazzino possono beneficiare di nuovi strumenti digitali come il Visual Management che permettono la visualizzazione dello stato del sistema, oltre la possibilità di poter modificare in tempo reale i propri elementi. Questo garantirebbe sicuramente una gestione semplificata del magazzino da

parte di O.M.G., limitando il problema delle discrepanze tra magazzino a sistema e magazzino reale. Inoltre si potrebbe garantire un monitoraggio più efficiente dei semilavorati attesi, dal fornitore, per il completamento del prodotto finito. Garantendo un'informatica in tempo reale per programmare al meglio i ritiri merci ed efficientare il processo.

Anche il risparmio energetico, nell'ottica di una diminuzione di consumi, è uno dei focus principali di industria 4.0. La creazione di linee di illuminazione smart che si adattano durante la lavorazione, l'ottimizzazione del funzionamento di alcuni macchinari. Ad esempio una delle maggiori fonti di inefficienza di una macchina utensile (ad esempio una fresatrice a controllo numerico) è lo stand-by. Solitamente la macchina non viene spenta anche se non in attività, sia per garantire il funzionamento sistemi di sicurezza, ma soprattutto a causa di una scarsa attenzione alle tematiche ambientali.



Figura 4.3

5.3 Conclusioni

Siamo giunti alla conclusione di un percorso all'interno della mission aziendale: lo sviluppo di strumenti di misura per le attività produttive. Un percorso che incomincia in una media impresa che decide di riorganizzare i propri reparti ed assumere nuovi lavoratori che gli garantiscano una formazione sulla gestione aziendale odierna e delle skill più idonee al mercato attuale.

La creazione del report sul monitoraggio della produzione nasce dalla necessità di coordinare il più possibile gli enti aziendali e provare a riorganizzare la raccolta dati, rendendola compatibile con il sistema operativo aziendale Mago.net. Dopo la definizione del report su Excel, la difficoltà è stata quella di identificazione dei dati corretti. Come emerso poi nell'ultimo capitolo, l'ERP aziendale è stato forse l'unico inconveniente all'interno della definizione di questo report, limitando l'accuratezza di alcuni elementi.

Il report è però un ottimo strumento, in grado di fornire una visione dettagliata della commessa in corso, evidenziando, a seconda della necessità, diversi elementi. Oltre a specificare numerose caratteristiche dell'ordine di produzione trattato, è in grado di garantire un monitoraggio molto efficiente della fase produttive: i confronti tra tempi di attraversamento produttivi sono, a mio avviso, una delle componenti più importanti della reportistica da me sviluppata. Infatti permettono di poter individuare rapidamente eventuali "colli di bottiglia" e ottimizzare i tempi cicli dei vari prodotti, rendendoli più concordi a quelli effettivi. L'ottimizzazione dei tempi, con conseguente diminuzione dei costi, è la discriminante che ti permette di poter organizzare con più accuratezza anche il piano di produzione.

Il miglioramento di questi strumenti di misura, attraverso la ricezione di dati di produzione più accurati, è sicuramente uno degli obiettivi principali e coincide con la volontà dell'azienda di investire su tecnologie e risorse che garantiscano un avvicinamento alla metodologia di Industria 4.0.

Oggi la sfida è poter seguire in tempo reale l'andamento di una determinata commessa interconnesso agli altri reparti aziendali, limitando il più possibile lo spreco di tempo e di soldi.

Bibliografia

Cattaneo Daniele, *“Capacità finita o infinita? La procedura MRP presenta degli svantaggi superabili con l’adozione di alcune tecniche complementari e/o alternative*, Automazione Oggi, Maggio 2004.

Cervelli Gloria, Pira Simone, Trivelli Leonello, *Industria 4.0 senza slogan*, Roma, Quaderni Fondazione G. Brodolini, 2017.

Fantini Paola, Pinzone Marta, Taisch Marco, *Industria 4.0: posti di lavoro, occupazioni e competenze in evoluzione*, Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Gestionale.

Gismondi Roberto, *Individuazione e trattamento statistico di osservazioni outlier per la stima di una variazione in indagini longitudinali*, ISTAT – Servizio SCO

Magone Annalisa (a cura di), Mazali Tatiana (a cura di), *Industria 4.0 Uomini e macchine nella fabbrica digitale*, Guerini e Associati, 2016

Sitografia

Anjoran Renaud, *“How to Avoid Production Bottlenecks with Lean Methods and Tools”*, CMC, www.cmc-consultants.com

Casini Stefano, *“I numeri di industria 4.0: nel 2019 sfiorati i 4 miliardi di euro (oltre 1100 i progetti attivi)*, Innovation Post, www.innovationpost.it

Ranocchia Claudia, *“Cosa sta succedendo sul mercato dell’acciaio in Cina?”*, Pricepedia, www.pricepedia.it

“Alcune tipologie di realizzazioni”, O.M.G. Manufacturing, www.omgman.eu

“Distinta base”, Logistica Efficiente, www.logisticaefficiente.it

“Documento di trasporto: quando serve?”, Confartigianato Cuneo, www.cuneo.confartigianato.it

“KPI manufacturing”, Andrea Cosentino, www.andreacosentino.com

“KPI produzione: i 7 che non puoi permetterti di monitorare”, Bravo Manufacturing, www.bravomanufacturing.it

“Monitoraggio di produzione, ecco come evolve e quali sono le metodologie per migliorarlo”, Innovation Post, www.innovationpost.it

“MRP: gestire la produzione basandosi sulle scorte”, Cybertec Zucchetti, www.blog.cybertec.it

“Nesting: come funziona”, ECLASERSTUDIO, www.eclaserstudio.com

“Piano Industria 4.0, incentivi fiscali anche per l’acquisto di software”, Qualitas, www.qialitas.it

“Reports and Dashboards Delivering Overall Equipment Effectiveness (OEE)”

“Help Drive Continuous Improvement”, Dream Report, www.dreamreport.net

“Scheda aa5754, Caratteristiche generali”, AvioMetal, www.aviometal.com

Ringraziamenti

Giunti alla conclusione di questo faticoso percorso, fatto di tanti momenti felici e tanti momenti di crescita personale, ci tengo a ringraziare un po' che hanno fatto parte di questi anni.

Ringrazio prima di tutto i miei familiari: mio papà Federico, mia mamma Cristina, la mia sorellina Marta, mia nonna Rosanna e mio nonno Angelo, che purtroppo ci ha lasciato quasi due anni fa. Grazie per essermi stati vicini e per avermi supportato in tutti questi anni faticosi. Grazie soprattutto per avermi supportato durante i miei periodi no.

Ringrazio “Gli Amici del Mietitore”, il mio gruppo da sempre. Grazie per non essere mai scontati e per tutte le cose che abbiamo combinato in questi anni. Penso che la maggior parte non si possa neppure raccontarla.

Un grazie a tutte le persone che mi hanno accompagnato nel mio viaggio a Torino, gli amici savonesi Davide P., Davide Z., Davide F., Pietro, Pietro Z., PippoGagge e Umbertino;

tutti gli amici, di tutte le parti di Italia, che ho conosciuto in questi anni;

agli altri due moschettieri “Davi e Vinz”;

alla mia patata Monica e tutti gli “Amichetti senza letto”;

a tutti i compagni di Beach Volley;

a tutto il gruppo di Savona in Azione, in particolare Niccolò;

a tutte le persone che mi hanno accompagnato in questo viaggio, a chi c'è ancora e chi ha preso altre strade,

siete stati tutti una parte fondamentale del viaggio.