



UNIVERSITÀ DI PISA

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

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

***Supply chain e produzione nell'implementazione di un
ERP e Lean Manufacturing: il caso Pertici Industries
S.p.A.***

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Riccardo Dulmin
*Dipartimento di Ingegneria dell'Energia,
dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni*

Ing. Luca Grifoni
Pertici Industries S.p.A.

IL CANDIDATO

Filippo Angelini
filippo.angelini.8@studenti.unipi.it

Sessione di Laurea Magistrale del 29/09/2021

Supply chain e produzione nell'implementazione di un ERP e Lean Manufacturing: il caso Pertici Industries S.p.A.

Filippo Angelini

Sommario

Questo lavoro di tesi è il risultato del tirocinio che ho svolto da marzo ad agosto 2021 presso Pertici Industries S.p.A., un'azienda produttrice di macchinari per la lavorazione di profili in alluminio e PVC. Durante questi sei mesi ho partecipato al cambiamento del sistema ERP (Enterprise Resource Planning), configurando il software con i team d'implementazione in ambito supply chain e produzione. L'obiettivo era l'implementazione di una soluzione software che consenta di gestire l'azienda a 360°. Il mio lavoro, riguardo a questo progetto, si è concentrato principalmente nelle seguenti attività: analisi del contesto, definizione soluzioni e KPI, supporto ai team, esecuzione delle modellazioni, project management.

In parallelo, ho fatto parte di un team che sta svolgendo un percorso di Lean Manufacturing, focalizzato sull'installazione di un supermarket e sull'attuazione delle 5S, al fine di ridurre l'instabilità nell'area montaggi: per entrambe le attività ho avuto ruoli di supporto al team nelle attività di progettazione delle soluzioni e conseguente realizzazione.

Abstract

This thesis work is the result of the internship carried out from March to August 2021 at Pertici Industries S.p.A., a manufacturer of machinery for processing aluminum and PVC profiles. During these six months I participated in the change of the company ERP (Enterprise Resource Planning) system by configuring software with the implementation teams in the supply chain and production. The goal was to implement a software solution which enables company management at 360°. My work, regarding this project, has focused on the following activities: context analysis, definition of solutions and KPIs, team support, execution of modeling, project management.

At the same time, I was part of a team responsible for carrying out a Lean Manufacturing— a project focused on the installation of a supermarket and the implementation of the 5S, to reduce instability in the assembly area: for both activities I had support roles for the team in the design of the solutions and consequent implementation.

1. Introduzione

La presente relazione riassume il lavoro da me svolto durante il tirocinio che ho effettuato da marzo 2021 ad agosto 2021 nell'azienda Pertici Industries S.p.A. di Certaldo (Firenze). Pertici Industries è un'azienda leader nella progettazione e produzione di macchinari per la lavorazione di estrusi in alluminio e PVC, dedicati principalmente all'industria dei serramenti. Le principali famiglie di prodotti di Pertici sono: centri di lavoro, centri di taglio, troncatrici monotesta e doppiatesta. Durante questi sei mesi ho operato come parte attiva in due progetti:

1. implementazione dell'ERP Panthera di Var Group. Sono stato inserito in alcuni team d'implementazione focalizzati sulle aree di supply chain e produzione. Per quanto riguarda questo progetto, i processi analizzati sono il processo produttivo, la pianificazione della produzione e il controllo avanzamento della produzione, organizzati secondo il seguente schema:
 - descrizione del contesto del lavoro AS IS, evidenziando le criticità individuate nei processi analizzati e gli obiettivi di miglioramento;
 - presentazione della soluzione informativa adottata;
 - descrizione dei processi nella nuova situazione TO BE, sottolineando il contributo da me apportato.
2. Lean Manufacturing: Pertici ha intrapreso un percorso in quest'ottica coadiuvata dai consulenti di CTQ (Consulting Training of Quality). Anche per questo progetto sono stato inserito nel team dedicato con il quale, dopo alcuni incontri formativi con i consulenti, abbiamo progettato l'installazione di un supermarket e attuato le 5S.

2. Pertici Industries S.p.A. – AS IS

Nata nel 1965 grazie al fondatore Leto Pertici, l'azienda era incentrata sulla produzione di macchine tradizionali per la lavorazione del legno. Successivamente è passata alla costruzione di macchinari per l'industria dei serramenti in alluminio e PVC, ottenendo una crescita nei volumi che gli ha permesso di espandersi in tutto il mondo e costruire una solida rete di distribuzione. Oggi Pertici è composta da circa 60 persone, in espansione. L'utilizzatore finale tipo dei macchinari Pertici è una piccola media impresa che produce infissi. La vendita è su ordine a catalogo, dal quale i clienti scelgono gli optional a loro necessari o graditi.

2.1 Production process – AS IS

Il processo produttivo di Pertici può essere così inquadrato:

- i macchinari vengono prodotti per parti in modalità Make To Order / Assemble To Order per le macchine principali e Make To Stock per quelle più piccole;
- la produzione intermittente delle macchine piccole è realizzata con un layout produttivo in celle in parallelo, la produzione singola delle macchine grandi è di tipo job-shop;
- le macchine principali vengono assemblate da un team di montaggio dedicato, composto da due o tre montatori, di cui uno ha il ruolo di team leader: egli ha anche il compito di fare il collaudo.

Le maggiori criticità di questo processo sono:

- assenza di una gestione della produzione tramite ERP: l'obiettivo è di implementarla;
- assenza di un configuratore delle macchine a catalogo, quindi:
 - occorre creare la distinta base di ogni macchina al momento della vendita, essendo le macchine personalizzabili. Considerando che le distinte base dei prodotti di Pertici sono costituite mediamente da 600 articoli, questo è un lavoro oneroso e non a valore aggiunto: l'obiettivo è di automatizzarlo;
 - le persone dell'area sales si affidano alla memoria per sapere se due optional sono compatibili: l'obiettivo è di fornirgli uno strumento per che elimini gli errori;
 - i preventivi sono calcolati a mano: vanno resi il più oggettivi possibile;
 - il disimpiego di componenti previsti nella macchina standard in favore degli optional viene fatto "a mano": l'obiettivo è di automatizzarlo;
- necessità di definire una matricola per ogni macchina;
- il numero dell'ordine esecutivo corrisponde al numero dell'ordine cliente: ciò crea un problema nel caso di produzione di macchine per uso interno o per il magazzino;
- presenza di diversi magazzini a livello informatico/gestionale: ciò comporta la necessità di fare inutili spostamenti a sistema tra magazzini interni.

2.2 Production planning – AS IS

Nella situazione AS IS il processo di pianificazione della produzione è basato su una serie di fogli excel collegati tra loro. Con orizzonte annuale, il processo segue tre passi, schematizzati in figura 1:

1. tutto ha origine dal budget annuale di vendita, redatto a gennaio con risoluzione mensile. Viene definito il numero target per ogni famiglia di macchine, senza specificare il modello;
2. il modello viene espresso nel foglio successivo, il budget dettagliato, dove le previsioni delle famiglie di ciascun mese sono disaggregate secondo dei coefficienti calcolati su dati storici di vendita e aggiustati qualora le strategie aziendali divergano dal passato;
3. grazie alla stima delle macchine da produrre durante l'anno, una sorta di Sales and Operations Plan esprime il fabbisogno di personale del reparto montaggio, calcolando i "full time equivalent", ovvero le persone a tempo pieno necessarie. Per ogni mese viene diviso il numero di ore necessarie per effettuare le macchine previste (al netto di inefficienze e assenze) per il numero di ore lavorative totali nel mese. In questo modo è possibile confrontare il numero di persone richiesto nel reparto montaggio con il numero di operatori disponibili, evidenziando necessità di aumenti o diminuzione degli stessi.



Figura 1 – production planning (parte 1)

La seconda parte della pianificazione della produzione, raffigurata in figura 2, può essere così riassunta:

4. ogni mese le quattro persone dell'area sales compilano le tabelle previsionali fornitegli dal process engineer. Tali previsioni di ordine riguardano i cinque mesi successivi e sono aggiuntive agli ordini in essere: ripetendo la procedura ogni mese, si ottengono previsioni in modalità rolling, cioè eliminando il mese passato e aggiungendone uno alla fine. Il process engineer somma poi le risposte e ottiene le previsioni di ordine di Pertici. Considerando il lead time di produzione di ciascun macchinario, vengono elaborate le previsioni dei tempi di consegna previsti per ogni macchina;

5. sul medesimo file Excel, il process engineer inserisce ogni nuovo ordine ricevuto nel foglio dedicato. In questo modo è possibile ottenere il totale, calcolato in due modi diversi a seconda del periodo in esame:
 - se si vuole valutare uno dei quattro mesi successivi vengono sommati gli ordini ricevuti con le previsioni (decurtate degli ordini in essere);
 - oltre i quattro mesi vengono sommati gli ordini ricevuti con il valore maggiore tra previsioni e budget dettagliato.
6. al termine di questo processo, mensilmente si tiene una riunione per ufficializzare ciò che verrà prodotto, ottenendo il piano principale di produzione (MPS, Master Production Schedule). In questa occasione, al cospetto di rappresentanti di tutte le funzioni interessate, vengono anche discusse le cause di eventuali scostamenti delle vendite dal budget;
7. sulla base delle macchine schedulate, vengono impegnati i materiali nell'ERP legacy dal process engineer. In questo modo è possibile per l'ufficio acquisti fare gli ordini di materiale sulle previsioni, facendo in modo che i materiali arrivino nei tempi necessari per rispettare la data di consegna prevista della macchina.

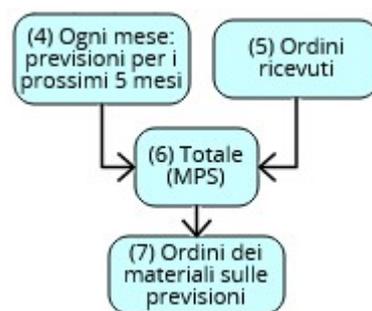


Figura 2 – production planning (parte 2)

Il mio contributo in questa fase è stato di analisi ed eventuale modifica dei fogli Excel sulla base delle richieste ricevute. La criticità maggiore di questo processo AS IS è l'assenza di un algoritmo MRP (Material Requirements Planning) per gli acquisti e di simulazioni CRP (Capacity Requirements Planning): l'obiettivo è di implementarli nella situazione TO BE.

2.3 Controllo avanzamento produzione – AS IS

Il controllo di avanzamento della produzione nella situazione AS IS è basato su una valutazione del responsabile della produzione, effettuata grazie alla sua esperienza. Inoltre, ogni operatore ha il compito di compilare un foglio a fine giornata che riassume le operazioni da lui svolte, su quale macchina, con quale causale, ecc. Giornalmente, una persona

dell'ufficio tecnico trascrive manualmente questi dati in un file Excel, il quale ha diversi scopi:

- tenere traccia delle ore impiegate per ciascuna macchina da ciascun operatore;
- valutare la produttività e l'efficienza di ogni reparto;
- evidenziare situazioni di alta inefficienza, al fine capire le cause, aiutandosi graficamente con un diagramma a lisca di pesce.

Le criticità di questo processo sono riassumibili in:

- valutazioni soggettive: vanno rese il più oggettive possibile;
- attività a basso o nullo valore aggiunto: l'obiettivo è eliminarle;
- difficoltà nella stima dei tempi delle proprie attività poiché effettuata a fine giornata;
- dati non immediatamente a disposizione: l'obiettivo è di digitalizzare il processo;
- errori nella trascrizione manuale dei dati: l'obiettivo è di automatizzare il processo.

3. Pertici Industries S.p.A. – TO BE

Il cambiamento in Pertici è stato avviato a seguito della decisione di sostituire il vecchio ERP legacy, il quale non possiede alcune funzioni di vitale importanza, come la gestione dell'avanzamento produzione, la gestione degli ordini aperti ai fornitori, molte attività di reporting, ecc. Dopo una fase di valutazione delle alternative disponibili sul mercato, Pertici ha scelto Panthera e l'avvio formale del progetto è stato a fine marzo 2021, con la riunione di kick off alla quale ho partecipato. La data di go-live è prevista per il 1° dicembre 2021.

Durante la riunione di kick off, gli obiettivi definiti sono stati, tra gli altri:

- dati unici e di qualità, trasferiti nel nuovo e unico database soltanto dopo averli puliti;
- standardizzazione ed efficientamento dei processi non ottimizzati mirando alle best practices del settore contenute in Panthera;
- autonomia nell'uso e comprensione delle potenzialità;
- informazioni non più su carta, solo digitale, in modo da garantire l'accesso in tempo reale all'informazione, facilitando la comunicazione e la collaborazione tra le varie aree aziendali;
- eliminazione di attività non a valore come il trasferimento manuale di dati.

Durante l'implementazione dell'ERP Panthera, Pertici ha utilizzato l'approccio canonico, caratterizzato da una forte variazione ai processi e minima al software, in modalità "Technology Enabled", ovvero decidendo a monte della riprogettazione dei processi di scegliere uno specifico sistema e seguendo le logiche incorporate in quell'ERP. Panthera è un

sistema venduto a moduli: Pertici attiverà tutti i moduli acquistati in un'unica data di go-live, in modalità "big bang", in modo da massimizzare i vantaggi di integrazione. Panthera si divide in due ambienti: uno di produzione (Panth01) e uno di test (Panth02). Inizialmente il sistema è stato messo in Panth02, dove si è svolta l'attività di configurazione del sistema, il testing e il training degli utenti. Solamente dopo il test finale di accettazione da parte degli utenti il sistema verrà portato in Panth01. Pertici ha acquistato un sistema ERP On premise ("software presso la sede"), in cui l'installazione e la configurazione avviene sulla rete aziendale. Esso è in grado di seguire Pertici nel percorso di crescita che sta vivendo, essendo scalabile.

Il mio compito è stato di impostare il diagramma di Gantt del progetto ERP, grazie all'uso del software Microsoft Project, schedulando i moduli acquistati da Pertici e che quindi erano da configurare, testare e attivare.

3.1 Production process – TO BE

Dopo aver caricato su Panthera le anagrafiche di base, per modellare il processo produttivo di Pertici si è presentata la necessità di creare i modelli produttivi, non presenti nel sistema AS IS. Essi sono costituiti dalle attività, alle quali si legano le distinte base, le risorse e l'output dell'attività (il prodotto finito o sottoprodotti). I tempi vengono associati alle risorse, le risorse alle attività: occorre specificare qual è l'attività principale in modo da determinare il tempo di attraversamento. Il sistema necessita di conoscere il legame di precedenza tra attività per poter fare il CRP.

Dopo aver creato i modelli produttivi, grazie al configuratore sono state impostate le regole per costruire le macchine, ad esempio: se c'è l'optional A non ci può essere l'optional B, e così via. Ciò risolve tutte le criticità esplicitate nel paragrafo 2.1.

Per rappresentare su Panthera il processo produttivo di Pertici, era necessario formalizzare le competenze minime richieste in ognuna delle 14 attività di montaggio di Pertici. A tale fine è stata usata la matrice delle competenze, nella quale sono state suddivise le macchine in quattro macro-famiglie e sono state identificate 12 categorie in base alle competenze delle risorse umane. Questa matrice è un input necessario per poter impostare un algoritmo di CRP.

Grazie a Panthera, nella situazione TO BE:

- è possibile gestire la produzione con l'ERP implementato;

- non occorre la matricola perché il numero d'ordine esecutivo è un identificativo univoco della macchina;
- numero ordine cliente e numero ordine esecutivo non sono più uno stesso numero;
- c'è un solo magazzino a livello informatico/gestionale.

In questo processo, il mio contributo si è concentrato particolarmente nelle seguenti attività:

- creazione dei modelli produttivi e inserimento a sistema;
- impostazione a sistema delle regole per guidare la costruzione le macchine (configuratore).

3.2 Production planning – TO BE

Rispetto al processo AS IS, a seguito dell'implementazione di Panthera, ci saranno le seguenti modifiche:

- la risoluzione passerà dal mese alla settimana;
- ogni volta che verranno riviste le previsioni (rolling) verrà aggiunta una nuova riga: in questo modo viene tenuto traccia di tutti i cambiamenti nel corso del tempo;
- è stato introdotto l'MRP, un algoritmo che riceve in input le previsioni di vendita, le distinte base, i lead time, la situazione delle giacenze e fornisce in output gli ordini di produzione, di conto lavorazione e di acquisto. Grazie all'MRP è possibile tradurre i fabbisogni dei prodotti finiti nei fabbisogni dei componenti e delle materie prime: ciò è molto utile per Pertici, avendo distinte base complesse e lead time di approvvigionamento lunghi. Per far girare l'MPS e l'MRP abbiamo definito numerosi parametri: per esempio, abbiamo scelto per ogni articolo tra la politica di acquisto a fabbisogno e quella a lotti. L'MRP fa le proposte di acquisto che i buyers devono approvare o meno, nella fase di transizione. Poi, con il tempo e grazie agli affinamenti attuati al sistema, sarà possibile far approvare in automatico.
- è stato introdotto il CRP, un algoritmo che valuta la fattibilità di quanto programmato con le risorse presenti in azienda. È indispensabile per passare dalla situazione AS IS, in cui il responsabile della produzione valuta grazie alla propria esperienza i sovraccarichi e le risorse mancanti, alla situazione TO BE, nella quale il CRP dirà se le persone a disposizione sono sufficienti o meno per produrre le macchine previste. Se la disponibilità di risorse è minore del necessario, il sistema si limita a segnalare il problema e sta al responsabile risolverlo. Un altro parametro che sarà valutato in maniera automatica dal CRP è quello dello spazio a terra a disposizione in officina.

3.3 Controllo avanzamento produzione – TO BE

Per superare le criticità evidenziate nel processo AS IS, è necessario che gli operatori dichiarino tramite un device l'inizio di ogni attività che stanno facendo, accedendo all'ERP Panthera tramite web. Tra le tre opzioni possibili a livello di device (pc "di zona", tablet "di zona", smartphone personale) è stato scelto il tablet, poiché presenta uno schermo grande e facile da usare, un costo ragionevole che consente di avere più devices e permette inoltre di effettuare fotografie qualora si voglia dichiarare una non conformità di un pezzo durante il montaggio. Grazie a un lettore di codice a barre collegato al tablet, gli operatori dichiareranno ogni attività con un semplice "sparo" sulla propria matricola prima e sull'ordine esecutivo stampato poi. Le mie attività in questo processo di miglioramento sono riassumibili in:

- inserimento su Panthera di tutte le informazioni richieste per modellare l'azienda;
- analisi e confronto dei pro e contro delle tre opzioni possibili a livello di device;
- supporto ai test svolti nel reparto montaggio per migliorare e validare il sistema;
- ascolto dei feedback degli operatori ed eventuali miglioramenti, laddove richiesti.

Grazie all'introduzione dell'ERP Panthera, Pertici sarà in grado di:

- gestire l'avanzamento produzione in maniera digitale;
- conoscere lo stato di avanzamento lavoro puntualmente;
- avere in ogni momento una data stimata di completamento affidabile;
- consuntivare il tempo necessario per realizzare ogni macchina e quindi stimare il costo e di conseguenza il margine.

4. Lean Manufacturing

Pertici ha stretto un accordo con CTQ (Consulting Training of Quality) per un progetto di transizione in ottica Lean, così condotto dai consulenti:

- lezioni frontali in aula a un team composto da persone provenienti da varie aree aziendali, di cui ho fatto parte durante il tirocinio;
- visite ad aziende limitrofe, già in fase avanzata nell'ottica Lean, dove abbiamo visto sul campo ciò che fino ad allora avevamo solamente discusso in aula;
- "training on the job", implementando le tecniche apprese.

Il principale obiettivo del progetto Lean Manufacturing 2021 di Pertici è stato di ridurre l'instabilità nell'area montaggi, grazie alla progettazione e implementazione di un

supermarket per l'approvvigionamento interno dei componenti e grazie a ordine, pulizia e standardizzazione sulle postazioni (5S).

Per progettare il supermarket, il team di cui ho fatto parte ha:

- selezionato gli articoli grazie alla matrice RRS, una matrice che classifica i componenti delle macchine vendute durante gli ultimi 12 mesi sulla base del volume acquistato e del costo unitario (entrambe le variabili possono assumere i valori basso, medio o alto);
- compilato il PFEP (plan for every part), un database creato per contenere informazioni sui componenti selezionati, sia gestionali (codice, descrizione, classificazione, fornitore principale, lead time, ecc) che fisiche (tipo e dimensioni del contenitore di arrivo, dimensioni e peso del pezzo, ecc);
- calcolato i consumi dei vari componenti e il numero di contenitori (kanban) necessari per ciascuno.

Le 5S sono le iniziali di cinque termini giapponesi che identificano altrettante azioni da attuare:

- rimuovere tutto ciò che non serve nell'area di lavoro;
- sistemare in modo efficiente gli strumenti e le attrezzature;
- pulire strumenti e attrezzature al termine dell'uso;
- standardizzare e migliorare l'ordine e la pulizia creati;
- imporsi disciplina e rigore per il proseguo, facendo diventare le 5S un'abitudine.

Questo metodo ha permesso di risolvere alcune criticità riscontrate nella situazione AS IS:

- le persone si dovevano muovere su un'area molto più vasta del necessario per prendere i materiali, superando a fatica materiale appoggiato nei corridoi perché non aveva uno spazio assegnato;
- le postazioni di lavoro erano confusionarie: ciò non permetteva di lavorare in maniera ottimale e aumentava lo stress dell'operatore.

È stato utilizzato il metodo dei cartellini, che consente di identificare oggetti potenzialmente non necessari, valutare il loro effettivo utilizzo e imparare a trattarli in maniera adeguata. Il team si è recato nell'area produttiva e, un'area alla volta, sono stati applicati dei cartellini rossi, gialli e verdi secondo il seguente criterio:

- verde se il materiale era necessario a breve e presente nella giusta quantità;

- rosso se era materiale che non serviva più, oppure se non era possibile stabilire quando sarebbe servito;
- giallo tutto ciò che stava nel mezzo, cioè che sarebbe servito ma in futuro, totalmente o parzialmente.

Dopo aver messo i cartellini su tutta l'area in questione, sono state assegnate delle posizioni ai verdi, sono state effettuate valutazioni sui gialli (coadiuvati dalla direzione laddove necessario) e sono stati allontanati i rossi, recintando la zona svuotata per evitare che si riempisse nuovamente.

Per quanto riguarda le 5S, il mio contributo è riassumibile in:

- supporto alla cartellinatura delle aree;
- progettazione e creazione delle aree mancanti nella situazione AS IS;
- supporto nella formazione agli operatori per responsabilizzarli riguardo alla pulizia della propria postazione.

5. Conclusioni e sviluppi futuri

Per quanto riguarda il progetto di implementazione dell'ERP, i team di cui ho fatto parte hanno raggiunto i propri obiettivi, in termini di tempi massimi di implementazione e di giornate lavorative dedicate al progetto. Anche i risultati raggiunti in termini di avanzamento sono ottimi, essendo presente ad oggi su Panthera un ambiente strutturato che replica fedelmente l'azienda, già utilizzabile per test, training e per modellare i processi che ancora devono essere affrontati o completati, i quali non potrebbero essere impostati senza una solida struttura di base. Nei prossimi mesi il sistema dovrà essere testato e validato prima di essere portato nell'ambiente di produzione Panth01, per essere pronto al momento del go-live. Come detto, l'implementazione di Panthera è un processo lungo e dispendioso, ma quando sarà a regime, idealmente nel 2022, offrirà potenzialità impensabili con il vecchio sistema legacy e gli sforzi saranno abbondantemente ripagati.

Per quanto concerne il progetto Lean Manufacturing, le attività che rimangono da effettuare sono: allocazione del supermarket nello stabilimento; ipotesi del nuovo layout utilizzando al meglio gli spazi liberati e piano di implementazione dello stesso; sessioni 5S in aree montaggio: ordine, separazione e pulizia a livello micro. Il progetto Lean Manufacturing, una volta che sarà completato, sarà solo un punto di partenza. Infatti, per una trasformazione in ottica Lean dell'azienda la strada è ancora lunga ma certamente ben indirizzata grazie al progetto a cui ho partecipato.