

*Facoltà di Ingegneria*

RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA  
LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA GESTIONALE

*La TPM e la gestione della manutenzione:  
problematiche e miglioramenti  
nell'implementazione di  
un sistema di manutenzione periodica*

RELATORI

*Prof. Ing. Marcello Braglia  
Dipartimento di Ingegneria Meccanica,  
Nucleare e della Produzione*

*Ing. Gionata Carmignani  
Dipartimento di Ingegneria Meccanica,  
Nucleare e della Produzione*

*Nicola Gallerani  
Procter&Gamble Italia*

IL CANDIDATO

*Daniela Murgia*

## **Abstract**

### *La TPM e la gestione della manutenzione: problematiche e miglioramenti nell'implementazione di un sistema di manutenzione periodica*

Questa tesi nasce da un periodo di stage di 6 mesi svolto presso il reparto di converting della Procter&Gamble Italia, nello stabilimento di Lucca. Il lavoro svolto ha riguardato la creazione di un sistema di manutenzione periodica per l'implementazione dello Step 4 del pilastro di Progressive Maintenance della TPM, l'ottimizzazione dell'attuale sistema di manutenzione e la sua integrazione con il sistema informativo usato per la sua gestione (Sap), nonché con gli standard IWS applicati in P&G. Per raggiungere gli obiettivi sopra citati si è intervenuti nelle seguenti aree: miglioramento e aggiornamento del piano di manutenzione periodica, studio dei giusti intervalli, riduzione del down time delle macchine, intervenendo sull'MTTR e sulle attività di preparazione dei lavori, e sulla riduzione dell'effort. Le attività principali sviluppate sono: inserimento di nuovi lavori nel piano di manutenzione periodica, riduzione dell'MTTR di lavori di manutenzione critici, miglioramento dei DMS di Planning&Scheduling e di Shut-Down Maintenance, sviluppo delle procedure di manutenzione e gestione del sistema tramite il supporto di Sap PM, attraverso la creazione delle Task List. Infine sono stati costruiti due modelli di step 4 da riapplicare a tutto il converting, uno riguardante la riduzione dell'MTTR di un intervento di manutenzione complesso e l'altro relativo ad un'analisi di criticità, tipo Magec, del sistema di pallettizzazione per migliorare e aggiornare le attività manutentive attualmente applicate.

### *The Total Productive Maintenance and the maintenance management: problems and improvement in the implementation of a Time Based Maintenance System*

This thesis borns from an internship period of 6 months for the converting department of Procter&Gamble Italia, in Lucca Plant. The purpose of the work is the creation of the Time Based Maintenance system to implement the step 4 of the Progressive Maintenance pillar of TPM, optimization of actual maintenance system and its integration with Sap and IWS standards used in P&G. Different areas are considered to obtain those goals: improvement and updating of Time Based Maintenance plan, studing of correct intervals, down-time reduction of equipments, working for MTTR and for work preparation, effort reduction, hours of people labour. Main activities are: creation of new maintenance work in Time Based Maintenance plan, MTTR reduction of critical maintenance work, updating and improvement of Planning & Scheduling DMS and Shut-Down Maintenance DMS, development of maintenance procedures and system management with Sap PM, using Task List. Moreover, two step 4 models are built and now they are reappling to all converting equipments, one of those models regards MTTR reduction of a complex maintenance work , the other regards a criticality analysis, such as Magec, to improve maintenance activities in Packaging System.

## *Sintesi*

### **Introduzione**

La presente sintesi ha lo scopo di illustrare il lavoro eseguito ed i risultati ottenuti durante lo stage svolto presso la Procter&Gamble Italia S.p.A., nello stabilimento di Lucca, dove è presente un reparto di produzione della carta e un reparto di converting, dedicato alla conversione delle bobine di carta, in uscita dalla cartiera, in prodotto finito; nel reparto sono presenti quattro linee di produzione di fazzoletti (Tempo e Cien), una linea di carta igienica (Dessa) e un sistema di pallettizzazione.

### **Contesto**

Nello stabilimento di Lucca, come in tutti gli stabilimenti della P&G, si utilizza un metodo di lavoro noto come IWS, Integrated Work System, che è un *sistema totale che permette di costruire le capacità di un'organizzazione di ottenere risultati superiori in modo sostenibile*. E' una strategia integrata che include diverse filosofie, tra cui la Total Productive Maintenance (TPM), che comprende un insieme di procedure e pratiche organizzative atte a massimizzare la performance globale delle macchine, stabilire un sistema di manutenzione che copra l'intero ciclo di vita delle macchine, coinvolgere al 100% il personale aziendale nelle varie attività, promuovere la formazione di gruppi autonomi e massimizzare l'efficienza dei sistemi produttivi. All'interno dell'IWS come nella TPM esistono dei pilastri, con degli step da implementare per il raggiungimento degli obiettivi visti sopra. La Progressive Maintenance (PM) è uno di questi pilastri, in cui vengono svolte attività come: la definizione del mix ottimale di politiche manutentive, la riduzione del numero di guasti e degli interventi non pianificati, la riduzione dei costi di gestione della manutenzione, riduzione dell'MTTR e dell'MTBF.

Queste attività vengono implementate attraverso 6 step che sono:

1. Valutare le macchine e capire la situazione attuale,
2. Opporsi al deterioramento e correggere le debolezze,
3. Costruire un sistema di gestione delle informazioni computerizzato,
4. Costruire un sistema di manutenzione periodica,
5. Costruire un sistema di manutenzione predittiva,
6. Valutare il sistema di manutenzione pianificata.

Proprio il quarto step è stato oggetto delle attività svolte durante i 6 mesi di stage nello stabilimento di Lucca.

### **Sommario**

Le attività principali che hanno caratterizzato il lavoro svolto sono:

1. L'inserimento di nuovi lavori nel piano di manutenzione periodica;
2. La riduzione dell'MTTR di interventi di manutenzione complessi;
3. L'aggiornamento e il miglioramento dei DMS<sup>1</sup> di Planning&Scheduling e di Shut-Down Maintenance;
4. Lo sviluppo e il miglioramento delle procedure di manutenzione;
5. La gestione del sistema tramite il supporto informativo.

---

<sup>1</sup> **DMS**, Daily Management System, sono dei sistemi che consentono una migliore gestione delle attività quotidiane legate all'implementazione degli step del pilastro.

## **Obiettivi dello stage**

Il lavoro svolto ha riguardato la creazione di un sistema di manutenzione periodica per l'implementazione dello Step 4 del pilastro di PM della TPM, l'ottimizzazione dell'attuale sistema di manutenzione e la sua integrazione con il sistema informativo usato cioè Sap, nonché con gli standard IWS.

## **Situazione iniziale**

Il reparto di manutenzione del converting, all'avvio dell'implementazione dello step 4, si trova in una situazione intermedia rispetto all'ottimo, soprattutto per quanto riguarda i prerequisiti legati all'uso di Sap e alla presenza di dati storici. Proprio la mancanza di dati storici ha condizionato e reso difficile il miglioramento del sistema di manutenzione periodica. Questa mancanza è spiegata dal fatto che l'utilizzo di Sap non coinvolge ancora tutto il personale di manutenzione. Per quanto riguarda le altre attività, quasi tutte le decisioni in merito alla manutenzione sono prese in base all'esperienza; infatti, in azienda sono presenti dei tecnici che conoscono approfonditamente le macchine, con cui lavorano da diverso tempo. Questo è giustificato anche dal fatto che non esiste ancora uno storico per poter fare delle previsioni o applicare la statistica. Prima dell'implementazione di questo step, la gestione dei pochi lavori in periodica è esterna al sistema informativo, e per alcuni lavori non è presente la procedura. I lavori non sono preparati con largo anticipo e la preparazione consiste nel fare un elenco di attività e di persone che le eseguiranno, verificando la presenza in storeroom dei materiali, che spesso non sono preparati in anticipo rispetto all'inizio dei lavori. Il tempo di riparazione è prolungato da attività diverse come la compilazione del Work Order, la richiesta e il ritiro dei pezzi a magazzino, la consultazione dei manuali. L'Equipment Ranking non viene utilizzato, in quanto non aiuta nella definizione delle politiche manutentive corrette a livello di componenti, ma fornisce una valutazione per aree di macchina che nella maggior parte dei casi hanno rank uguale, quindi non permette di stabilire delle priorità.

## **1. Il Piano di manutenzione periodica**

La creazione e l'aggiornamento di un piano di manutenzione periodica è stata effettuata seguendo queste attività:

1. Comprensione del piano attuale, se presente;
2. Definizione dei criteri di selezione dei lavori da inserire in periodica. In genere i criteri principali utilizzati per capire se un intervento deve essere inserito nel piano di manutenzione sono:
  - a. Ispezioni richieste per legge,
  - b. Lavori con costi elevati,
  - c. Lavori con un numero elevato di operazioni,
  - d. Lavori con un elevato MTTR o con una sua variazione elevata,
  - e. Lavori per cui non esistono segnali deboli per poter implementare una manutenzione predittiva .
3. Comprensione dell'intervento;
4. Scelta dell'intervallo tra una manutenzione e l'altra;
5. Stesura della procedura;
6. Creazione del calendario annuale sulla lavagna di Progressive Maintenance.

La realizzazione del piano di manutenzione periodica ha interessato soprattutto le linee dei fazzoletti, in cui era già presente un piano contenente tutte le revisioni di grosse unità, eseguite raramente, ma a cui sono associati costi e MTTR elevati e un numero di operazioni molto grande. Questi lavori vengono svolti in periodica perché richiedono lunghe fermate delle linee, per cui è necessario sapere con largo anticipo quando queste revisioni possono essere eseguite, considerando le esigenze della produzione. Gli altri criteri seguiti sono legati all'esperienza dei tecnici, che conoscono i diversi problemi e come questi si sono ripetuti nel tempo. A questo punto il secondo passo, stabiliti i lavori da inserire in periodica, è stato stabilire gli intervalli della TBM<sup>2</sup>. Per stabilire questi intervalli si è deciso di continuare a fare affidamento sull'esperienza dei tecnici, visto che i dati contenuti in Sap sono relativi solo all'ultimo anno e non sono completi. Ovviamente questo non è il modo ottimale di procedere, comunque l'alta esperienza dei tecnici permette di avere delle buone stime. Poi la gestione del piano di manutenzione periodica tramite Sap consentirà di correggere eventuali errori.

## **2. La riduzione dell'MTTR**

L'MTTR è una misura importante per le attività dello step 4, in quanto dalla sua riduzione deriva una riduzione dei costi di M&R<sup>3</sup> e del Down Time delle macchine. Durante lo stage è stato più volte possibile seguire i tecnici durante gli interventi di manutenzione, per raccogliere informazioni utili alla pianificazione del lavoro, come: le operazioni, la durata, le attrezzature e gli strumenti utilizzati. Da questa osservazione diretta sono state messe in evidenza le problematiche che durante l'esecuzione di un lavoro, spesso causano l'incremento dell'MTTR. Si vedono di seguito alcuni esempi:

- I componenti non sono prelevati dal magazzino prima dell'inizio dell'intervento di manutenzione;
- Il lavoro viene iniziato senza conoscere la parte di macchina e i ricambi in essa presenti;
- Il componente inviato dal costruttore è errato;

Le attività relative alla preparazione del lavoro, che andrebbero svolte a macchina funzionante e non durante l'esecuzione del lavoro, sono:

- Consultazione dei manuali e il TDB<sup>4</sup> di Sap per individuare tutti i componenti necessari.
- Verifica della presenza in magazzino di tutti i componenti, anche di quelli per cui la sostituzione avverrà solo dopo aver verificato le condizioni di deterioramento.
- Preparazione da parte dello storeroom dei componenti necessari per un intervento programmato, posizionando gli stessi in un area appositamente creata per il prelievo di parti di ricambio prenotate.
- Prelievo dei componenti necessari, prima di fermare la macchina e verifica della correttezza.
- Preparazione del luogo in cui verrà eseguito l'intervento in modo accurato, con tutti gli strumenti e gli attrezzi necessari a disposizione, e sistemazione dei ricambi.

---

<sup>2</sup> **TBM**, Time Based Maintenance.

<sup>3</sup> **Costi di M&R**, sta per costi di manutenzione e riparazione e comprende appunto tutto ciò che si può considerare un costo di manutenzione per esempio ore di lavoro del personale, ricambi e costi per contratti con fornitori esterni.

<sup>4</sup> **TDB**, Technical Data Base.

### 3. IDMS

#### Planning&Scheduling

Il DMS di Planning&Scheduling è un sistema che consente di eseguire in modo corretto le attività di pianificazione e schedulazione di un lavoro di manutenzione, infatti, un lavoro pianificato e schedulato consente di ridurre l'MTTR alla sola esecuzione del lavoro svolgendo precedentemente tutte le attività di preparazione. Il miglioramento di questo DMS permette di raggiungere gli obiettivi di questo step, di riduzione dei costi di M&R e di incremento delle attività pianificate. Il sistema comprende diversi strumenti, tra cui l'approccio del SIMPTWW, cioè: Safety, Information, Material, People, Tools, Where, When. Questi aspetti devono essere sempre definiti in fase di pianificazione di un lavoro, in modo da garantire una corretta esecuzione dello stesso. La compagnia fornisce un diagramma di flusso "tipo" per rendere chiaro questo processo; durante lo stage il diagramma è stato rivisto in base alla reale esecuzione di queste attività in reparto. In questo modo si è compreso meglio il processo, identificando anche spunti per il miglioramento.

#### Shut-Down Maintenance

Questo DMS viene sviluppato a partire da questo step, per raggiungere i seguenti obiettivi: riduzione del tempo richiesto per ogni fermata; incremento dei lavori eseguibili in un dato periodo di tempo; estensione dell'intervallo di tempo tra due fermate, consentendo alle macchine di lavorare senza soste fino alla fermata successiva; riduzione dei costi per fermata. La pianificazione delle fermate di manutenzione dovrebbe avvenire mensilmente, in P&G ancora non si è arrivati a questo se non per i progetti di miglioramento delle linee. Per i lavori di routine la pianificazione viene eseguita settimanalmente nel meeting di pianificazione. La Shut-Down Maintenance utilizza i "pacchetti" di lavori pianificati e schedulati tramite le attività del Planning&Scheduling; per questo i due DMS sono legati, in quanto per ottimizzare una fermata in cui si eseguono più lavori, è opportuno che ognuno di questi sia stato pianificato. Questo, in fase di pianificazione della fermata, consente di focalizzare le risorse del Planner sull'attività di verifica della disponibilità delle risorse necessarie e sull'individuazione delle risorse critiche. Vedi diagramma di Gantt in figura 1.

### 4. Le procedure di manutenzione

Le procedure di manutenzione consentono di eseguire un lavoro di manutenzione in modo efficace ed efficiente, attraverso una descrizione dettagliata dei passi da compiere per eseguire un intervento di manutenzione. Attraverso le procedure è possibile rendere minimo l'effort, ridurre i costi, prevenire i guasti e ridurre l'MTTR. Esistono per le procedure dei formati che consentono di standardizzare la stesura delle stesse. In P&G si utilizza un formato detto CBA, Current Best Approach, che indica il miglior modo attualmente noto per eseguire una certa attività. In figura 2 è possibile vedere il formato utilizzato, in cui il contenuto non riguarda solo i passi per l'esecuzione di un lavoro, ma anche tutte le informazioni necessarie per la preparazione ed esecuzione dell'intervento. Quindi un CBA non contiene solo una procedura ma è quel "pacchetto" di informazioni legate ad un dato intervento di manutenzione. Per poter realizzare procedure corrette è stato necessario seguire direttamente l'intervento di manutenzione e tener traccia di tutte le operazioni eseguite dai tecnici di manutenzione .

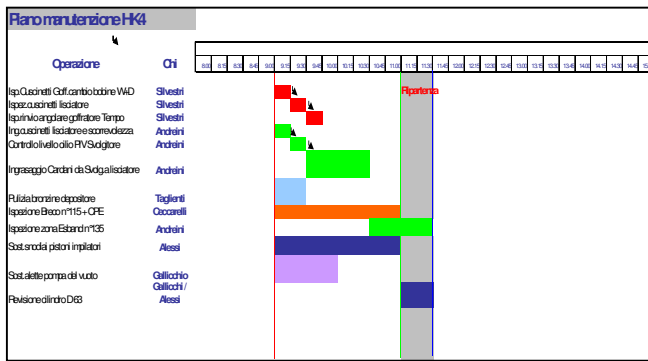


Figura 1 Diagramma di Gantt di una fermata di manutenzione

CBA			
Linea: .....			
Area: .....			
Originatore: .....			
1. Intervento da eseguire con macchina: <i>Ferma</i>			
<i>In Rzn</i>			
2. Procedure di sicurezza:			
3. Risorse e tempi:			
4. Documentazione:			
5. Parti di ricambio necessarie:			
Parte di ricambio	Codice SAP	Quantità richiesta	
6. Attrezzi necessari:			
7. Procedura:			
Azione	Passaggi	Attrezzi e parti di ricambio	Note
8. Procedura di controllo:			
Azione	Passaggi	Attrezzi e parti di ricambio	Note

Figura 2 Schema per la stesura di un CBA

## 5. Il supporto di Sap PM

Sap PM è il modulo di Sap R/3 utilizzato in P&G per la gestione della manutenzione, che è effettuata attraverso l'utilizzo del TDB, cioè della struttura funzionale delle macchine in cui sono contenuti tutti i ricambi. Questa struttura facilita la creazione dei Work Order, consente di verificare lo stock dei ricambi presenti a magazzino e costituisce l'interfaccia tra il reparto di manutenzione e lo storeroom. La sezione di Sap PM utilizzata a supporto del piano di manutenzione periodica è la pianificazione della manutenzione, *Maintenance Planning*.

### Le task Lists

La sezione di *Maintenance Planning* permette di costruire le *Task Lists*, che sono strumenti contenenti la descrizione della sequenza di attività di un lavoro di manutenzione eseguito ripetutamente all'interno dell'azienda. Questo strumento consente di gestire in modo automatico le attività periodiche, attraverso l'inserimento delle informazioni necessarie all'esecuzione di un intervento: sequenza di attività, durata, numero di persone che eseguono il lavoro, lista dei componenti e procedure o disegni. Queste Task lists vengono poi associate ad un *piano di manutenzione* che consente di impostare l'intervallo di tempo scelto per l'intervento. Attraverso la *schedulazione*, che consiste nel dare al sistema la data da cui partire per avviare il ciclo impostato nel piano di manutenzione, viene generato automaticamente il Work Order allo scadere dell'intervallo prefissato. Questo innesca l'invio automatico della reservation allo storeroom e, se necessario, la richiesta di ordine al fornitore. Durante lo stage sono state inserite sul sistema diverse Task Lists per le linee dei fazzoletti, per la linea della carta igienica e per il sistema di pallettizzazione. In questo modo si può creare automaticamente un calendario annuale di manutenzione periodica che va a completare la lavagna utilizzata per la gestione delle attività di manutenzione.

L'analisi ABC incrociata

Durante lo stage, si è implementata sulle linee dei fazzoletti un'analisi che sfrutta i report generati da Sap che visualizzano i Work Orders e le informazioni in essi presenti. L'obiettivo di questa analisi è fornire delle indicazioni riguardo alle parti di macchina più critiche, su cui focalizzare le attività di miglioramento dello step 4. Dai report di Sap si ricavano informazioni come: numero di Work Order; ore di lavoro totali, costi effettivi totali. A questo punto si realizzano due analisi ABC, o di Pareto <sup>5</sup>separate: % Work Orders - % ore di manutenzione, % Work Orders - % costi. L'analisi può essere applicata nel modo seguente:

- Ordinare le macchine per ore di manutenzione decrescenti nel primo caso, e per i costi decrescenti nel secondo caso, scrivendo in una colonna anche il numero di Work Orders totali per ogni Functional Location considerata.
- Calcolare le somme cumulate delle ore di manutenzione nel primo caso, per i costi nel secondo caso e del numero di Work Order corrispondenti.
- Calcolare i rapporti tra le ore di manutenzione cumulate per ogni colonna e le ore totali nel primo caso, e tra il costo cumulato per ogni colonna e il costo totale nel secondo caso e tra il numero di Work Order cumulato e il numero di Work Order totali in entrambi i casi.
- Plottare questi punti su un grafico. Si ottengono a questo punto 2 grafici distinti.
- Dividere le curve in tre zone A, B, C, considerando, nei due casi, come limiti per ogni zona la stessa percentuale di Work Orders. I limiti scelti per suddividere le aree sono: 45% dei Work Order per la zona A, 85% dei Work Order per la zona B, 1 per la zona C.

I risultati di un'analisi di questo tipo sono mostrati di seguito.

**Analisi ABC % Work Orders -% ore di manutenzione.** La curva creata non è uguale alla curva di Pareto teorica, in quanto i dati utilizzati sono pochi, per cui anche i limiti teorici della corrispondenza 20%-80% non è rispettata.

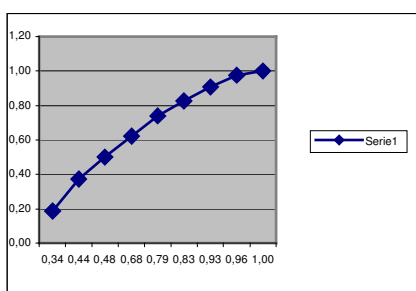


Figura 3 Grafico dell'Analisi

Parti di macchina	Zona della curva
Dischi a fenditura	A
Taglio pega trasversale	A
Svilgatore	B
Stazione di lozionatura	B
Impianto elettrico	B
Trasmissione principale	C
Taglio longitudinale	C
Goffratore	C
Trasferimento pile	C

Figura 4 Risultato Analisi

**Analisi ABC % Work Orders -% costi di manutenzione.** Anche in questo caso la curva creata non è proprio uguale alla curva di Pareto teorica. Vedi le figure 5 e 6.

Il risultato finale dell'incrocio di queste due analisi è mostrato in figura 7. Questo sistema può essere utilizzato per capire quali sono le aree critiche, quindi può essere anche utilizzato insieme all'Equipment Ranking.

<sup>5</sup> **Analisi di Pareto**, consente di evidenziare visivamente i fenomeni più importanti o le cause più rilevanti di un problema. Si basa sul principio per cui, prendendo a riferimento il caso in esame, al 20% dei Work Order si possono attribuire l'80% delle ore di manutenzione.



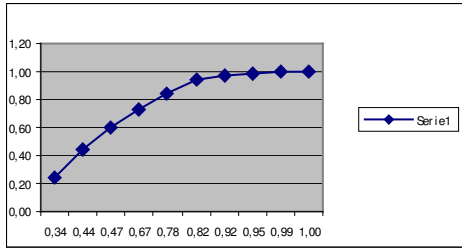


Figura 5 Grafico dell'Analisi

Parti di macchina	Zone della curva
DISCHI A FENDITURA	A
TRASMISSIONE PRINCIPALE	B
TAGLIO/PIEGA LONGITUDINALE	B
STAZIONE LOZIONATURA	B
TAGLIO PIEGA TRASVERSALE	B
SVOLGITORE	B
IMPIANTO ELETTRICO	C
TRASFERIMENTO PILE	C
GOFFRATORE TP6	C
LISCIATORE	C

Figura 6 Risultato Analisi

		Costi		
		A	B	C
Ore di manutenzione	A	Dischi a fenditura	taglio piega trasversale svolgitore , stazione di lozionatura	impianto elettrico
	B		Trasmissione principale, taglio pega longitudinale	trasferimento pile, goffratore, lisciatore
	C			

Figura 7 Risultato analisi ABC incrociata

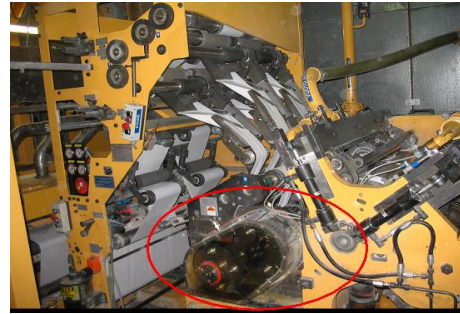


Figura 8 Gruppo di taglio trasversale linea HK2

## I modelli

In quest'ultima parte si vedranno degli esempi concreti che sono stati anche scelti per presentare all'esterno dell'azienda il lavoro svolto per il raggiungimento degli obiettivi dello step 4.

### La revisione del gruppo di taglio trasversale

Il primo modello indica come operare per ridurre l'MTTR e per ottimizzare un lavoro di manutenzione. Questo modello prende in esame la revisione del gruppo di taglio trasversale della linea dei fazzoletti HK2, che è l'unità cerchiata in rosso nella figura 8. Questa unità ha la funzione di taglio dei fazzoletti, attraverso il passaggio della carta tra due rulli, detti rullo di taglio e rullo di controtaglio. La scelta di lavorare sull'ottimizzazione di questo intervento manutentivo è dovuta a diverse ragioni: è un lavoro molto complesso, composto da un numero elevato di operazioni, è una revisione che richiede una lunga preparazione; è caratterizzato da un lungo MTTR; è un lavoro molto costoso. La preparazione del lavoro, comprende:

- La preparazione dei ricambi, suddivisa in: preparazione della lista dei componenti e verifica della loro presenza a magazzino; richiesta dell'offerta ai fornitori, preparazione dell'ordine; ricevimento delle merci e loro verifica. La preparazione dei ricambi ha richiesto 25 ore di lavoro.
- La preparazione del draft di operazioni e identificazione degli skills, che ha richiesto 4 ore.
- L'analisi delle problematiche di sicurezza, che ha richiesto 4 ore di lavoro;
- La schedulazione del lavoro, che ha richiesto altre 2 ore;
- La preparazione di attrezzature e strumenti, che ha richiesto 2 ore.

La preparazione della revisione ha quindi richiesto un totale di 37 ore di lavoro da parte del Maintenance Planner. Per quanto riguarda l'MTTR, prima dell'esecuzione del lavoro sono state considerate necessarie 44 ore, stimate dai tecnici che hanno eseguito il lavoro le volte precedenti. Queste 44 ore sono distribuite in queste attività: estrazione del gruppo dalla macchina, smontaggio e rimontaggio dei due rulli, regolazione delle lame, rimontaggio del gruppo in macchina, settaggi e ripartenza. Per cui l'effort, ottenuto moltiplicando le ore per le

persone, è pari a 130 ore. Per quanto riguarda i costi, le voci di costo principali per un lavoro di manutenzione sono: costo orario della manodopera, pari a 24 euro, costo orario del fermo macchina pari a 213 euro, costo dei ricambi utilizzati. Viste le durate delle varie attività, quindi l'effort totale e il fermo macchina, il costo totale di questa revisione è di 25.920 euro. Prima, e durante, l'esecuzione della revisione si sono implementate alcune azioni in ottica step 4, per migliorare le varie fasi, tra queste azioni le principali sono:

- Ricerca presso il costruttore di informazioni per migliorare l'esecuzione del lavoro in sicurezza, per esempio peso e ingombro dell'unità.
- Realizzazione di un video, che ha permesso di studiare la sequenza di attività dell'intervento con il supporto dei tecnici.
- Preparazione di una lista completa dei ricambi necessari.
- Ottimizzazione del numero di persone necessario per l'esecuzione del lavoro.
- Preparazione di una lista completa di strumenti e delle attrezzature necessarie.

A questo punto alla fine della revisione si è potuto calcolare l'MTTR effettivo, pari a 36 ore, grazie appunto alle attività di miglioramento intraprese. Per cui l'effort reale è stato pari a 106 ore. I costi reali per quanto riguarda personale e fermo macchina, sono pari rispettivamente a 3.408 euro e 7.668 euro, mentre i costi per ricambi ovviamente sono rimasti gli stessi. I risultati ottenuti dall'ottimizzazione di questa revisione sono:

- Realizzazione della procedura, che consiste in una formalizzazione delle attività viste, e che costituisce quel "pacchetto" necessario ogni volta che l'intervento deve essere ripetuto.
- Inserimento della procedura sul TDB di Sap e creazione della task list.
- Riduzione dei tempi necessari alla preparazione del lavoro del 76%, passando da 37 a 9 ore. La formalizzazione della pianificazione del lavoro nel CBA consente di non dover ripetere alcune attività e di ridurre i tempi di esecuzione di altre.
- Riduzione dell'MTTR del 19% passando da 44 a 36 ore. Ci si attende un'ulteriore riduzione nelle prossime esecuzioni della revisione, perché esiste in azienda una maggiore conoscenza dell'unità.
- Riduzione dell'effort totale del 31%, passando da 167 ore a 115 ore.
- Riduzione dei costi del 10%, passando da 25.920 a 23.616 euro.
- Inserimento nel piano di manutenzione periodico e creazione della task list su Sap PM di una parte della revisione relativa alla sostituzione delle lame e delle controlame.
- Creazione di un kit per la sostituzione delle lame preparato fuori linea.

#### Il sistema di pallettizzazione

Il sistema di pallettizzazione analizzato comprende: il Fasciatoio AVR 400, due pallettizzatori e il sistema di trasporto. La scelta di questa area è giustificata dal fatto che non è inserita nel sistema standard di gestione della manutenzione. Infatti, le attività quotidiane di pulizia, lubrificazione, ispezioni e sostituzioni sono gestite da pochi tecnici e non sono inserite all'interno di Sap. L'Equipment Ranking non permette di discriminare i componenti più critici. Esiste la necessità di migliorare il sistema e creare un piano annuale per ottimizzare le risorse dedicate a questa area. Il metodo utilizzato è stato un'analisi di criticità tipo Magec, un po' modificato rispetto al metodo

studiato. Queste differenze riguardano prima di tutto la scomposizione funzionale che non è stata eseguita ad hoc per questa analisi, ma si è utilizzata la struttura del TDB presente in Sap. Come nel Magec teorico, si è utilizzata una scheda Magec, che è stata però riadattata al caso in esame. Questa scheda è composta da tre parti: l'analisi di criticità, l'analisi del guasto e dei segnali per la manutenzione e le attività manutentive in atto. Per la compilazione della prima parte è necessario poter stimare la probabilità di guasto del componente in termini di frequenza in un dato periodo di tempo. Il problema, nel caso in esame, è proprio il calcolo di questa frequenza, in quanto la macchina analizzata è caratterizzata da pochi guasti e da interventi realizzati in periodica. In questi casi la stima della frequenza di guasto, verrebbe zero. Si è deciso per questo di associare un punteggio, da 1 a 10, anche alla frequenza di guasto. Il caso in cui non si sono avuti guasti, a cui è associato un punteggio di 1, è stato ulteriormente approfondito, sempre sfruttando l'esperienza dei tecnici, soprattutto nel caso in cui nello stesso sottoassieme più componenti non si sono mai guastati. Viene quindi stilata una graduatoria dei componenti, assegnando un punteggio da 0.1 a 1 per pesare in modo diverso i componenti di uno stesso sottoassieme per cui non si è mai verificato un fermo. Questo modo di procedere fa sì che le valutazioni ottenute siano meno affidabili e influenzate dalla soggettività dei tecnici. Anche la durata della fermata legata al guasto ha creato dei problemi, sempre nei casi di guasti o interventi mai eseguiti dal tecnico, che comunque ha fornito delle stime, considerando alcune ipotesi semplificative come la presenza dei ricambi. Nella seconda parte della scheda si analizzano cause e segnali del guasto, mentre nella terza si mettono in evidenza le azioni manutentive attualmente in atto per poter migliorare il sistema. Una volta calcolato l'indice di criticità si è deciso di dividere i punteggi in 3 categorie di rank per confrontare il risultato con l'Equipment Ranking e per facilitare l'ottimizzazione del sistema. Riassumendo si sono rintracciati: componenti di Rank A, che costituiscono il 16% del totale, componenti di Rank B, che costituiscono il 50% del totale e componenti di Rank C, che costituiscono il 34 % del totale. Le attività che dovranno essere attivate a questo punto sono:

- Analisi accurata delle azioni manutentive in atto, e loro ottimizzazione, focalizzando le risorse sulle parti più critiche dell'impianto.
- Inserimento delle sostituzioni periodiche su Sap attraverso le task List.
- Ottimizzazione del TDB e della gestione dei ricambi delle macchine analizzate.
- Aggiornamento continuo dell'analisi di criticità.

## **Conclusioni**

I risultati visti nei modelli analizzati, possono essere estesi a tutte le attività svolte durante lo stage, questi sono:

- Riduzione dell'MTTR degli interventi più critici presenti nel piano di manutenzione periodica, attraverso l'analisi delle attività e lo spostamento della preparazione del lavoro a momenti in cui la macchina è in funzione; riducendo in questo modo anche il Down Time.
- Aggiornamento e creazione di procedure di supporto al piano di manutenzione periodica, formalizzando attività, metodi, strumenti, tempi di esecuzione, procedure di sicurezza e sequenza di attività in un unico strumento, il CBA.

- Avvio della gestione del sistema di manutenzione periodica tramite Sap, attraverso la creazione delle Task List, dei piani di manutenzione e della schedulazione.
- Creazione del calendario annuale della manutenzione, inserendo il diagramma di Gantt ottenuto tramite Sap sulla lavagna di PM.
- Introduzione in azienda di un nuovo modo di studiare la criticità dei componenti, prima d'ora l'unico strumento utilizzato, anche solo parzialmente, era stato l'Equipment Ranking.

Concludendo, quindi si può dire che il sistema di manutenzione periodica è stato creato superando i vari problemi incontrati. Il reparto di manutenzione di Lucca ha un suo piano di lavori da rispettare e questo fa sì che le attività siano svolte in modo ordinato. Infatti, anche sulle lavagne usate per la gestione delle attività è stato aggiunto un punto che riguarda proprio gli interventi periodici estratti da Sap PM, che, attraverso le Task List e i piani di manutenzione, consente al sistema di creare automaticamente, alla scadenza dell'intervallo prefissato, il Work Order; i line leader all'inizio di ogni mese, scaricano i Work Order di manutenzione periodica aggiornando la lavagna. Scaricati i Work Order, il Maintenance Planner, se le risorse non sono sufficienti, può lavorare sull'organizzazione delle risorse ed aggiornare le date effettive dei lavori, per rispettare i piani così come erano stati creati. Se le risorse sono disponibili, i ricambi sono presenti e si è trovato un accordo con la produzione per la fermata della linea, sempre il Maintenance Planner, affiancato dal team di manutenzione, può mettere in pratica il DMS di Shut-Down Maintenance, organizzando i vari lavori eseguibili nella stessa fermata. Ovviamente il sistema richiede di essere affinato correggendo gli intervalli, aggiornando le procedure e soprattutto mettendo il Maintenance Planner nelle condizioni di poter pianificare le varie attività con sempre maggior anticipo. Oltre a questi miglioramenti fino ad ora elencati è anche necessario continuare a perfezionare il sistema anche da altri punti di vista come l'interfaccia con lo storeroom e soprattutto l'utilizzo di Sap da parte di tutti. Il passo successivo riguarda la creazione di un sistema di manutenzione predittiva, che permette di effettuare la sostituzione dei componenti quando sono presenti dei segnali di cedimento. In quest'ottica, si è impostata anche la revisione del gruppo di taglio trasversale che non è stata inserita come manutenzione periodica. Infatti, si è creata la task list ma non il piano di manutenzione con la relativa schedulazione, perché esistono dei segnali di cedimento che permettono di capire quando questa revisione è necessaria. Per questo In P&G, si sta pensando di adottare degli strumenti che consentiranno di monitorare le vibrazioni della linea.

Estendendo il discorso all'ottimizzazione di un reparto di manutenzione lontano dalla mentalità della TPM, il primo passo da affrontare è legato al cambiamento di mentalità, ottenibile attraverso un pieno coinvolgimento delle persone. Per questo occorre spendere tempo e risorse in addestramenti e attività finalizzate alla dimostrazione che tutte queste proposte di miglioramento portano a risultati reali. L'altro passo importante è l'impostazione di un sistema di gestione delle informazioni efficace ed efficiente, in quanto le informazioni sono alla base di qualsiasi processo di ottimizzazione e miglioramento di un sistema. Riuscendo ad impostare questi due elementi si possono ottenere enormi vantaggi nell'applicazione di qualsiasi teoria; ricordando sempre che la teoria ha sempre bisogno di essere riadattata alla realtà attraverso un approccio molto flessibile.