

# Ingegneria della manutenzione: Metodologica RCM

**Case Study nel settore farmaceutico**

**Ing. Antonio Altobelli**  
Engineering Manager

**Ing. Antonio Ambrosio**  
Industrial Engineer

**Ing. Claudio Marconi**  
Validation Engineer  
Sanofi-Aventis S.p.A. Anagni (FR)

## INTRODUZIONE

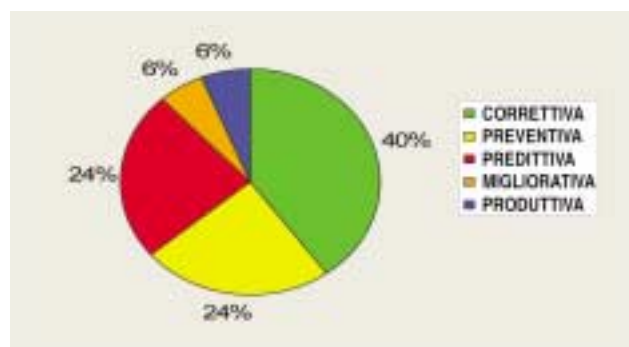
Le attuali esigenze del mercato industriale, quali il miglioramento dei sistemi produttivi, la conservazione del patrimonio impiantistico, l'aumento delle capacità produttive, la riduzione della probabilità di fermo impianto, conducono verso l'ormai inevitabile concetto di riduzione dei costi. Nel corso degli anni si sono susseguite varie strategie di manutenzione, con l'applicazione delle ormai ben note politiche di manutenzione: correttive, preventive e predittive. Questo livello di manutenzione comporta un ritorno per le aziende in termini di performance intorno all'80%, ma se si vuol puntare ad ottenere il 100% dei benefici dalle strategie manutentive bisogna puntare ad un livello di *azienda eccellente* dove vengono implementate tutte le tipologie di manutenzione.

Oggi diventa vitale per la sopravvivenza migliorare ogni aspetto, pertanto anche in ambito manutentivo è necessario recuperare quel 20% con metodologie ad alto valore aggiunto più complesse: RCM, FTA, MAGEC, ACM, HAZOP, FMEA, FMECA.

Il caso di studio che sarà analizzato è incentrato sull'RCM (Reliability – Centered – Maintenance).

## COS'E' L'RCM?

È una metodologia che consente di definire dei piani di manutenzione costituiti esclusivamente da quelle attività che, eseguite sull'oggetto da mantenere, servono a garantirne le prestazioni e l'affidabilità in rapporto sia alla



**Fig. 1** L'azienda Eccellente

sua importanza nella missione che al contesto nel quale l'oggetto si trova ad operare.

## PERCHE' UTILIZZARE L'RCM?

L'RCM fornisce un metodo efficace e completo per migliorare le politiche di manutenzione: efficienza del servizio, affidabilità degli impianti, gestione del budget e delle risorse.

## I PRINCIPALI CAMBIAMENTI:

- conservazione delle funzioni e delle prestazioni richieste dall'utilizzatore per il bene, piuttosto che la conservazione fisica del bene stesso e delle sue prestazioni di targa
- considerare la manutenzione di routine un'attività che elimina le cause e non si limita solo ad attenuare le conseguenze
- la Manutenzione non è un centro di costo ma un centro di profitto

## PERCHE' L'RCM NON E' GIA' APPLICATA IN TUTTI I SETTORI INDUSTRIALI?

- Poca o mancata conoscenza degli impianti aziendali
- Concetti complessi legati alla teoria dell'affidabilità, che è alla base di tale metodologia
- Sistemi di gestione della manutenzione non efficienti
- Filosofie aziendali Business Oriented, cioè orientate alla produzione e non alla manutenzione
- Mancata visione strategica nell'Ingegneria della Manutenzione

Tale metodologia ad alto valore aggiunto sia in ambito farmaceutico che in qualsiasi altro settore industriale, si pone l'obiettivo di contribuire al raggiungimento di target aziendali in termini di riduzione dei costi e aumento del livello di affidabilità degli impianti.

Nel settembre del 2004 nello stabilimento produttivo della Sanofi-Aventis (azienda leader del mercato mondiale in campo farmaceutico) di Anagni (FR), è stato costituito il team di Ingegneria della Manutenzione, finalizzato all'implementazione sul campo dell'RCM.



Di seguito verrà presentato un caso di studio applicato ad un impianto di liofilizzazione.

## FLUSSO METODOLOGICO PER LA RIDUZIONE DEL GAP TRA TEORIA E PRATICA

### Fase 1

Le fasi metodologiche teoriche, ben note in letteratura, consigliano di raccogliere il maggior numero di informazioni sugli impianti per scegliere il sistema da analizzare, definendone i confini e tutti i componenti elettrici, meccanici, elettronici che lo compongono.

Per poter spianare il terreno e gettare, in tempi brevi, le fondamenta di uno studio simile è necessario creare un Team Engineering Study composto da persone con know-how differente, che, lavorando in gruppo, riducono drasticamente i tempi di analisi e le possibilità di errore.

Nel caso in esame la squadra è stata costituita da 2 elettronici, 1 gestionale, 3 meccanici, 1 coordinatore.



Fig. 2 Flusso Metodologico

### Fase 2

La seconda fase è quella di analizzare in dettaglio il sistema ed effettuare una scomposizione o di tipo funzionale o di tipo strutturale, sia dei componenti che dei relativi modi di guasto.

Per scomporre il liofilizzatore si è deciso di utilizzare un approccio funzionale, tenendo conto delle relazioni di tipo serie e parallelo tra i componenti.

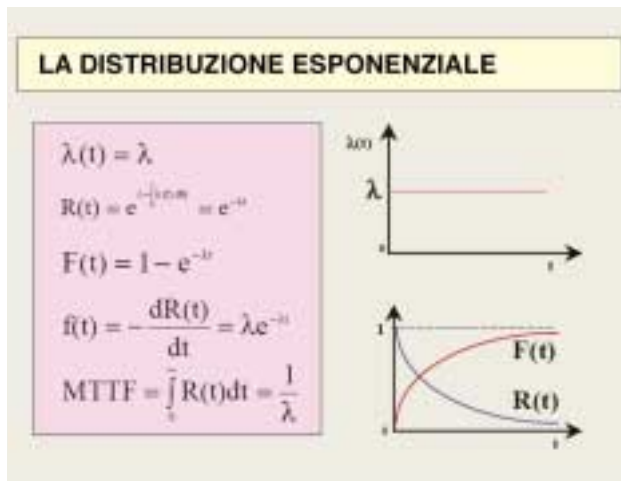


Fig. 3 Modello teorico a tasso di guasto costante

### Fase 3

Come suggerito dalla teoria, sono stati identificati, con un'analisi FMECA, i vari modi di guasto e i relativi tassi di guasto ( $\lambda$ ) dei componenti, attingendo tali informazioni da DATABOOK specialistici (es. RAC) di componenti elettronici, meccanici, elettrici provenienti dal campo militare e commerciale.

Per semplificare i calcoli si è deciso di considerare i tassi di guasto ( $\lambda$ ) dei componenti costanti. Questa ipotesi è ragionevolmente valida ed accurata se concentriamo lo studio alla sola vita utile dei componenti esaminati.



### Fase 4

Analisi delle parti critiche con grafici di Pareto.

### Fase 5

Scelta della politica di manutenzione (a guasto, programmata, programmata/ispettiva) da eseguire per ogni componente critico in base a valutazioni economiche e logistiche.

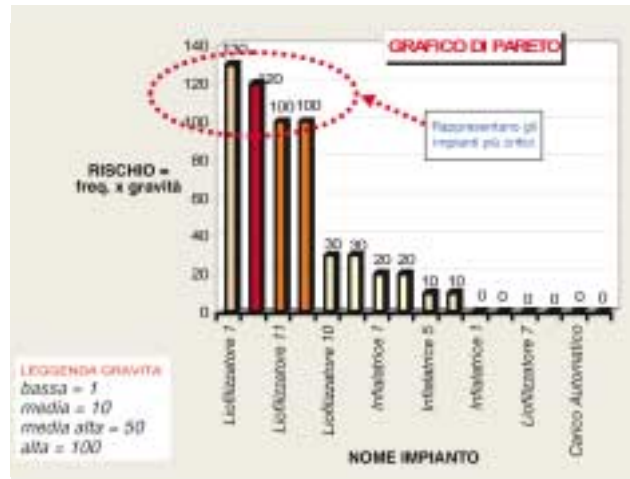
### Fase 6

Scelta la strategia manutentiva da intraprendere su ogni componente critico, bisogna monitorarlo da campo e effettuare continue regolazioni (metodologia MAGEC) per poter tendere all'ottimo.

A supporto dello studio e delle analisi è stato necessario l'utilizzo di strumenti informatici.



**Fig. 4** Metodologie e valore aggiunto: RCM e Magec



**Fig. 6** Grafico di Pareto

In particolare, è stato progettato un software direttamente in azienda e fatto sviluppare da una software-house esterna.

### CASE STUDY - IMPIANTO LIOFILIZZATORE

Il primo passo è stato quello di analizzare gli impianti di produzione presenti in stabilimento per identificarne i più critici. Sono stati analizzati i quaderni macchina (dove vengono indicati gli interventi manutentivi effettuati) e la documentazione di qualità (rintracciando problemi e eventuali deviazioni) degli anni 2002-2003-2004.

Attraverso i grafici a istogramma, che relaziona la frequenza di guasto (f) con il danno arrecato al processo (G), ( $R=f \times G$ ) è stato possibile identificare l'impianto Liofilizzatore 1 come quello più critico (Fig. 5).

Per circa due mesi ci si è dedicati a studiare l'impianto sia dal punto di vista meccanico che da quello elettronico/strumentale.

La documentazione visionata è stata:

- schemi elettrici
- schemi elettronici
- schemi meccanici

- schemi elettro-meccanici
- flow-chart funzionali delle varie parti dell'impianto,
- manuali d'uso e manuali di manutenzione consigliati dalle case costruttrici

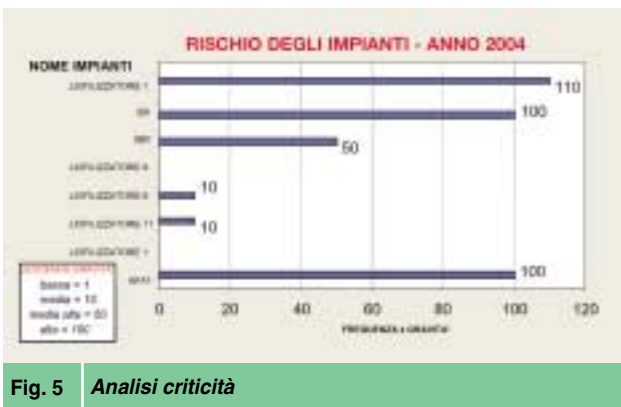
I gruppi principali evidenziati dall'analisi funzionale sono :

1. FUNZIONE SERVIZI
2. FUNZIONE VUOTO
3. FUNZIONE RISCALDAMENTO RAFFREDDAMENTO
4. GRUPPO CAMERA
5. FUNZIONE STOPPERING
6. FUNZIONE LAVAGGIO STERILIZZAZIONE

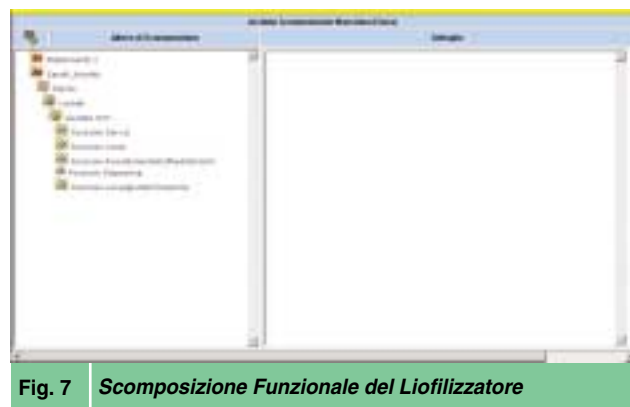
L'impianto è stato scomposto nella sua totalità con circa 176 componenti critici ma, per questa trattazione a titolo di esempio esplicativo, l'attenzione verrà focalizzata alla 'funzione vuoto' che è una delle parti fondamentali dell'impianto che ha il compito di creare il vuoto nella camera dove è presente il prodotto.

La scomposizione è stata inserita nel primo passo logico del software.

E' molto importante assegnare dei nomi chiari e utilizzare delle regole semantiche di codifica lineari, per facilitarne la lettura anche a terzi.



**Fig. 5** Analisi criticità



**Fig. 7** Scomposizione Funzionale del Liofilizzatore

### Funzione Vuoto

La funzione vuoto (a livello 3° e 4°) essa è stata scomposta in 14 gruppi funzionali critici su cui dare maggiore attenzione:

- Funzione Vuoto
- Testina 116
- Valvola Diaframma Comando Pneumatico 69
- Attuatore
- Membrana
- kit attuatore
- Valvola Diaframma Comando Pneumatico 7
- Attuatore
- Membrana
- kit attuatore
- Testina
- Flessibile 56
- Pompa 4M1
- Pompa 4M2
- Filtro Olio
- Valvola Diaframma Comando Pneumatico 103
- Attuatore
- Membrana
- kit attuatore
- Flessibile 55
- Elettrovalvola 69
- Elettrovalvola 7
- Elettrovalvola 103
- Pompa 4M3

Non esiste una regola generale che indica quale sia il livello di dettaglio più opportuno da raggiungere durante una scomposizione; ma, normalmente, ci si ferma non appena è possibile rintracciare nei databook un  $\lambda$  da poter associare al sottoinsieme/componente in oggetto. In alcuni casi bisogna continuare la scomposizione, quando da valutazioni tecnico/economiche emerge che non è conveniente fare azioni di manutenzione periodica sul componente in oggetto, pur essendo critico.

Ad esempio, le valvole a diaframma a comando pneumatico sono state scomposte in ulteriori sottogruppi funzionali, per le seguenti ragioni:

- quando si parla di sostituzione della valvola a diaframma pneumatico, non vuol dire la sua completa sostituzione



Fig. 8 Scomposizione Funzionale del Liofilizzatore - livello componente



Fig. 9 Serie e Parallelo tra i vari componenti

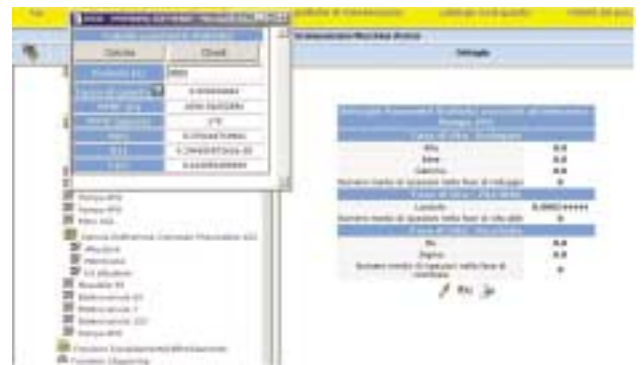


Fig. 10 Livello di Affidabilità dei componenti

ne, bensì di una parte di essa (membrana interna, attuatore o del kit attuatore)

- il costo legato ad una potenziale sostituzione di tutte le valvole a diaframma è troppo grande e quindi non giustificabile
- in azienda è presente un gruppo esperto di manutentori, i quali avendo ottime conoscenze meccaniche ed elettriche, hanno supportato il Team nella scomposizione di alcuni componenti nel minimo dettaglio (alcune volte si è arrivati a definire il 'bullone critico', es. in ambienti dove le vibrazioni sono molto intense).

È da notare che nella fase di scomposizione del sistema, dove possibile, si è cercato di dare delle relazioni di serie o parallelo tra i componenti in modo da poter avere ad ogni livello della scomposizione o a livelli più alti il valore dell'affidabilità  $R(t)$  (vedi fig. 3) del sistema in un determinato istante di tempo.

La scomposizione del sistema è stata alternata dalla compilazione delle schede FMECA per ogni componente critico per ogni gruppo funzionale.

Nelle schede FMECA sono stati inseriti:

- nome del componente critico
- modi di guasto
- effetto dei modi di guasto
- cause del modo di guasto
- misure di controllo previste
- valore del lambda che definisce il comportamento del componente durante la parte piatta della vasca da bagno

**Tabella della Frequenza**

Valore del $\lambda$ costante (n°/106h)	MTTFR in anni (220gg e 2 turni)	Livello qualitativo	Range quantitativo	Note
$\lambda < 2,444 \times 10^{-4}$	MTTFR > 1,16	Basso	1-3	Meno di una volta all'anno
$2,444 \times 10^{-4} < \lambda < 3,444 \times 10^{-4}$	$0,82 < \text{MTTFR} < 1,16$	Medio	4-7	Una volta all'anno
$\lambda > 3,444 \times 10^{-4}$	MTTFR < 0,82	Alto	8-10	Più di due volte all'anno

- costo d'acquisto del componente
- data d'inserimento dei dati
- valori dei range possibili da associare a:
- P = probabilità o frequenza del modo di guasto in un anno
- S = gravità del modo di guasto
- D = rilevabilità del modo di guasto
- M = manutenibilità del modo di guasto

Sono state create delle tabelle che permettessero di calcolare l'indice di criticità IPR dei modi di guasto dato dal prodotto di frequenza di accadimento per la gravità del danno arrecato al processo. Per avere delle indicazioni sui lambda dei componenti si è fatto riferimento a test specifici (es. RAC, ambito militare) che forniscono informazioni e dati inerenti al tasso di guasto dei componenti nella fase di vita utile, cioè dove il tasso di guasto è costante.

Si è creata una sorta di tabella di conversione, di tre livelli, che associa, ad un valore di *Failure Rate*, un valore tra 1 e 10 da inserire nella tabella FMECA. (di solito in questa fase non ci si spinge oltre i tre livelli per evitare di far diventare l'analisi FMECA troppo soggettiva)

Con il termine MTTF, si intende il valore di Mean Time to Failure calcolato sul vero utilizzo dell'impianto durante l'arco dell'anno, quindi si tiene conto del:

- numero di turni giornalieri da otto ore
- numero di giorni lavorativi durante l'anno

Per quanto riguarda il valore di 'danno', gravità (Severity), è stata realizzata un'altra tabella in base alle informazioni storiche aziendali dovute alla mancata produzione e il valore del lotto rigettato per ogni gruppo funzionale o componente critico. Per motivi di privacy azienda-

**Tabella della Gravità**

Valore di Gravità	Definizione qualitativa	Tempo totale di mancato esercizio
8-10	Catastrifica Alta	≥ 5 gg (pianificati)
4-7	Critica Medio-Alta	> 12 h
1-3	Marginale Media	> 8 h

le tali valori non verranno resi noti e in tale trattazione non saranno menzionati.

In questo modo si è completata la parte "qualitativa" della scheda FMECA di ogni componente per ogni modo di guasto associato.

Di seguito è riportata una scheda FMECA a titolo esplicativo di quanto detto finora. La scheda è relativa alla pompa da vuoto spinto, codificata negli schemi elettrici come 4M1 con i relativi modi di guasto e i valori associati da noi a P, S, D, M secondo i criteri prima definiti.

Completata la scomposizione dell'impianto e la compilazione delle schede FMECA per ogni componente, si pas-

**Fig. 11 Esempio dei Valori dei Tassi**

**Fig. 12 Scheda FMECA - 1 parte**



# EUROMAINTENANCE 2006

## WORLD CONGRESS ON MAINTENANCE

18<sup>th</sup> European Maintenance Congress and  
3<sup>rd</sup> World Congress on Maintenance

«Sharing Knowledge and Success

**for the Future»**

20–22 June 2006  
Congress Center Basel, Switzerland

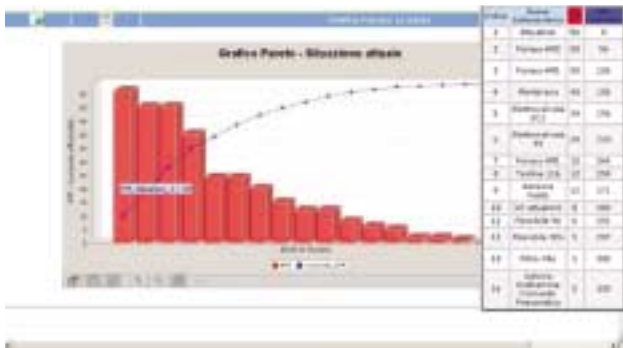
**SKF**

SKF Reliability  
Systems

**MIBAG**  
Property + Facility Management

[www.ewc06.ch](http://www.ewc06.ch)

10<sup>th</sup> Maintenance & Facility  
Management Exhibition



**Fig. 13 Grafico di Pareto dei Modi di Guasto - 1 parte**

sa alla fase di analisi degli indici di rischio (IPR) che, con l'aiuto del grafico di Pareto, rendono i dati di immediata lettura.

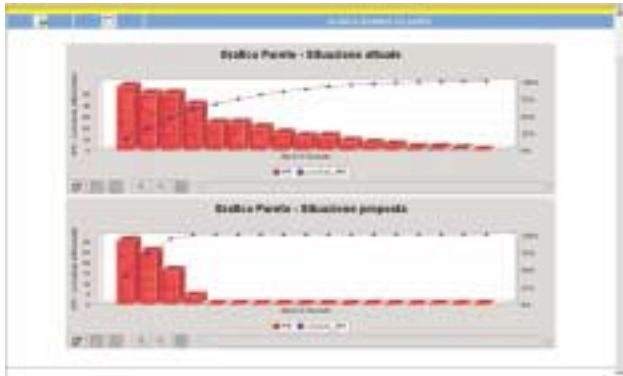
Nel precedente grafico sono riportati tutti i modi di guasto di ogni componente in ordine decrescente da sinistra a destra. Sull'asse delle y sono riportati i valori di IPR del relativo modo di guasto sia in percentuale che in valore puntuale. I modi di guasto raffigurati con istogrammi più alti sono quelle che hanno una criticità maggiore (alto valore di IPR).

Questo grafico ha dato indicazioni su quali modi di guasto dei relativi componenti focalizzare l'attenzione.

Tale procedura permette di completare tutta la documentazione manutentiva dell'impianto preso in esame, reintroducendo ove necessario i nuovi valori di P, S, D, M e che



**Fig. 14 Scheda FMECA - 2 parte**



**Fig. 15 Grafico di Pareto dei Modi di Guasto - 2 parte**

saranno la nuova base di partenza per la prossima analisi del sistema per definire il nuovo piano di Manutenzione.

Lo scopo della seconda parte della scheda FMECA è quello di compilarla a valle delle politiche di manutenzione scelte, in modo da inserire i nuovi valori di P, S, D, M che determinano un altro IPR (criticità). In tal modo possiamo confrontare rapidamente il beneficio che si ottiene con la nuova politica di manutenzione rispetto a quella attuale.

**MTBM e MTBF**

Per tentare di tener conto del fattore usura, non considerato nel modello di tasso di guasto costante scelto, si è deciso di utilizzare un valore MTBM (per quanto riguarda la politica di manutenzione programmata) pari ad una percentuale del valore di MTBF.

**ANALISI DEI COSTI**

Definiti i componenti critici, i relativi modi guasto e gli MTBF e MTBM, si è effettuata un'analisi dei costi orari legati alla Manutenzione/sostituzione dei componenti presi in esame. La scelta di costo orario permette di rendere indipendente l'orizzonte temporale su cui si sceglie di definire il PAM (Piano Annuale di Manutenzione).

Dati manutentivi generici:

- costo di acquisto del componente [€]
- numero giorni di utilizzo dell'impianto in un anno [gg]
- tempo per la sostituzione del componente (definito come  $MTTR_a$  se il componente è presente a magazzino oppure  $MTTR_b$  se il componente è non presente a magazzino) questo valore è dato direttamente dalle politiche di magazzino scelte a priori che non verranno presentate in questa trattazione [h]

Dati manutentivi per strategia manutentiva:

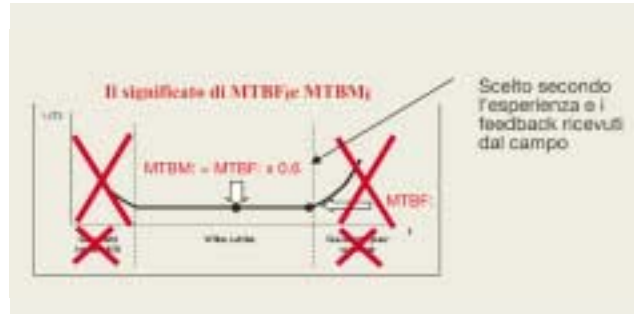
**1 Manutenzione a GUASTO:**

numero di tecnici interni e/o esterni, con il relativo costo orario, per effettuare una sostituzione del componente [n°; €/h]

- costo d'inefficienza dell'impianto, dovuto alla mancata produzione del lotto assegnato a quell'impianto a causa della rottura del componente durante la lavorazione [€/h]
- costo del lotto rigettato su base annua [€/anno]

**2 Manutenzione PROGRAMMATA:**

- numero di operatori interni e/o esterni con il relativo



**Fig. 16 MTBM e MTBF**





impianti di produzione, rispettando i vincoli di manutenzione (vedi tabella precedente).

In base alla colonna ottima identificata dal programma software, viene generato automaticamente il piano di manutenzione sull'arco temporale scelto (es. un anno).

Preferire una politica manutentiva a guasto comporta:

- il guasto del componente dell'impianto durante la produzione
- costi d'inefficienza dell'impianto (costi di mancata produzione e di lotti rigettati)

Il grafico dei costi attesi futuri mette in risalto che per ogni anno di produzione si ottengono diverse quote per le singole voci di costo. Il primo anno si ha una spesa di costo di manodopera (61% fatta 100% la spesa totale in manutenzione) dovuta ad una maggiore richiesta, su alcuni componenti, di manodopera specializzata esterna. Questo costo si ripercuote però su un minor costo di mancata produzione annua (8%). Il costo di materiale di ricambio è pressoché stabile visto un ricambio dei componenti quasi stagionale (ciò è fondamentale perché i vincoli di budget e ore/uomo sono più o meno costanti negli anni).

È stato possibile, inoltre, confrontare i dati di costo presentati della mancata produzione, parti di ricambio e manodopera con quelli degli anni precedenti.

Confrontando le singole voci di costo, per ogni anno di produzione con la nuova politica di manutenzione dell'impianto, non si rilevano notevoli incrementi che vengono invece evidenziati allungando l'orizzonte temporale. Infatti confrontando i costi di Manutenzione degli ultimi 3 anni (2002-2003-2004) imputati al liofilizzatore rispetto alla soluzione proposta si conta di ottenere una potenziale riduzione dei costi del 10% a livello di manutenzione e sul 4% sul totale aziendale.

La valutazione sull'analisi economica ma soprattutto l'analisi d'affidabilità dell'impianto esaminato conterrà delle incertezze dovute alla prima esperienza del Team in questo campo, che si è tentata di sopperire grazie ai sug-



**Fig. 22** Confronto Costi di Manutenzione

gerimenti che i manutentori elettrici e meccanici hanno fornito.

Anche l'approssimazione dei parametri di lavoro come: tasso di guasto costante e  $MTBF_1$  parametro deterministico/statico sono delle semplificazioni rispetto alla realtà. Tuttavia si è ritenuto che, i risultati, siano abbastanza in linea con le aspettative.

### MIGLIORAMENTO SUCCESSIVO DEL SISTEMA

Il valore aggiunto di questo lavoro è stata la possibilità di applicare le fasi metodologiche RCM, con il supporto dei giusti strumenti e risorse, ad una realtà impiantistica Farmaceutica importante ed articolata come quella relativa al liofilizzatore andando a stimare le prestazioni affidabilistiche – economiche dell'impianto stesso. Inoltre, dall'esperienza, sono state tratte delle considerazioni che vanno ben oltre il singolo caso e che possono aiutare l'Ingegneria della Manutenzione a ridurre i tempi di implementazione della RCM intesa come metodologia a valore aggiunto e come fiore all'occhiello delle strategie per l'eccellenza aziendale.

Naturalmente lo studio non può dirsi ancora concluso, infatti è prevista una successiva fase di analisi dei dati di ritorno dal campo raccolti per un periodo di un anno con la metodologia MAGEC che è implementata in azienda.

Magec è una metodologia di gestione della Manutenzione con i dati a consuntivo rilevati come somma dei relativi ordini di Manutenzione che sono stati "staccati" durante l'anno per un determinato componente/impianto. Questa metodologia affiancherà proprio la RCM permettendo di migliorare l'efficacia della metodologia e la "mira" (vedi fig.4).

Inoltre in azienda, si pensa già ad una successiva fase di studio di questo progetto. L'intenzione è quella di ottimizzare ulteriormente il piano di Manutenzione, svolgendo anche una razionalizzazione di tipo topografico e fortemente legata alla posizione dei componenti critici e alla sua politica di Manutenzione.

Per il futuro del progetto si pensa di rimuovere il vincolo di tasso di guasto costante e considerare l'andamen-



**Fig. 21** Costi di Manutenzione



to totale di vita dei componenti. Inoltre agendo direttamente sul software potrebbe aprirsi un'altra strada di sviluppo e miglioramento legata all'implementazione di altre strategie (ad esempio Metodo MonteCarlo)

Quindi tale metodologia sviluppata seguendo il flusso logico presentato, permette di rispondere alle attuali problematiche di implementazione dell'RCM, consentendo una riduzione di gap tra teoria e pratica, una maggiore conoscenza aziendale dei propri impianti, una creazione di una razionale database della manutenzione e una maggiore visibilità aziendale dell'associazione costi-impianto.

## RINGRAZIAMENTI

Grazie alla collaborazione dei "ragazzi" del Team Engineering Study (ing. Zambrano Luis, ing. Liburdi Claudio) nonché degli specialisti (sig. Gorgoglione Vitantonio e ing. Sammarone Daniele), all'Università di Tor Vergata (ing. Introna Vito) e dell'ing. Mandelli Carlo della Inspiring Software di Milano, siamo riusciti a coronare il "sogno" di rendere operativa quella che attualmente reputiamo la più efficace metodologia a supporto della "Manutenzione Moderna". ■

Ing. Antonio Altobelli. Engineering Manager. Laureato all'Università "La Sapienza" di Roma in Ingegneria Meccanica nel 1992, è stato ufficiale del Genio Navale. Ha lavorato come responsabile delle attività di costruzione in officina e montaggio in cantiere, nonché di appalti di manutenzione presso una ditta di service, specializzata nella costruzione e manutenzione di impianti farmaceutici.



Dal 1998 al 2000 è stato responsabile dei SSTT alla IDI Farmaceutici di Pomezia. Dal 2000 è impiegato nella Gruppo Lepetit S.p.A. di Anagni (FR) (facente parte della Sanofi-Aventis); prima come responsabile della Manutenzione, ora come responsabile dell'Ingegneria.

Socio AIMAN e ISPE, è anche membro del Comitato Scientifico del Master per Maintenance Manager della Festo.

Ing. Antonio Ambrosio. Industrial Engineer. Dopo aver svolto uno stage presso il Centro Ricerca di Alenia Marconi, durante il quale ha lavorato su un progetto di Telemedicina, sul quale basa la sua tesi, si laurea in Ingegneria Elettronica a Napoli, a.a.:2001/2002. Successivamente è assunto presso la stessa Azienda come progettista e sviluppatore software su progetti industriali in campo aerospaziale.



Nel 2003 è assunto dal Gruppo Lepetit S.p.A. (Sanofi-Aventis) di Anagni (FR), nel reparto Calibrazione dei Servizi Tecnici. Attualmente ricopre il ruolo di Industrial Engineer e si occupa dell'ottimizzazione dei processi produttivi e organizzativi.

Ing. Claudio Marconi. Validation Engineer. Laureato all'Università "Tor Vergata" di Roma in Ingegneria Gestionale ad Aprile 2005. Ha svolto nel 1999 uno stage di 4 mesi nella ABB SACE di Frosinone finalizzato alla simulazione di un impianto automatico di trasferimento degli interruttori elettrici dalla linea di



montaggio all'imballaggio. Da Settembre 2004 ad Aprile 2005 ha svolto, presso il Gruppo Lepetit S.p.A. di Anagni (FR), attuale Sanofi-Aventis, uno stage nei Servizi Tecnici nell'ambito dell'Ingegneria della Manutenzione e successivamente è stato assunto nella Validazione della stessa società.

## gli Autori