Modulo 01: tipi di manutenzione e interventi manutentivi

Introduzione: al giorno d'oggi la manutenzione non è più la semplice attività il cui scopo è riparare un impianto od un macchinario guasto sostituendo una o più parti ma è divenuta un fattore strategico per l'azienda in quanto permette di:

- ridurre i costi di produzione
- aumentare la qualità del prodotto
- migliorare la sicurezza e l'impatto ambientale

La definizione di manutenzione secondo la norma tecnica UNI 10147 del 1/10/2003 è la seguente:

"la manutenzione è la combinazione di tutte le azioni tecniche e amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'entità in uno stato in cui possa svolgere la funzione richiesta".

Un buon manutentore deve avere spesso conoscenze tecniche trasversali di meccanica, elettronica, energetica ed altri settori oltre all' intuito necessario ad identificare le cause dei guasti e proporre soluzioni migliorative.

Tradizionalmente il servizio manuntenzione veniva inquadrato come reparto alle dipendenze della produzione e diviso a seconda della specializzazione dei manutentori (meccanici, elettricisti, ecc.); i costi di manutenzione erano poi considerati come costi indiretti e rappresentavano un costo fisso per l'azienda.

Questo modello presentava molte criticità che possiamo riassumere in:

- i manutentori lavoravano soltanto quando si presentavano i guasti
- la specializzazione richiedeva la presenza di più manutentori per identificare guasti non puramente meccanici o puramente elettrici, ecc.
- la presenza di diversi addetti divideva le responsabilità tra più persone secondo il motto "tutti sono responsabili, nessuno è responsabile"
- talvolta i manutentori tendevano a far cronicizzare il guasto per giustificare la loro stessa presenza

Per ovviare a questi problemi una possibile scelta consiste nell' eliminare il servizio manutenzione confidando nella robustezza dei macchinari; questa scelta è economicamente vincente nel breve periodo ma fallisce miseramente quando iniziano a verificarsi guasti a ripetizione causati dall'usura precoce delle macchine.

Una scelta alternativa a quella appena vista può essere l'affidamento della manutenzione a terzi, ovvero affidare la manutenzione ad aziende specializzate. Anche questa scelta purtroppo si rivela spesso non conveniente per i seguenti motivi:

- il terzista non ha nessun interesse nel risolvere i problemi definitivamente
- vengono trasferite a terzi le competenze necessarie al corretto funzionamento dei macchinari trasmettendo agli utilizzatori il messaggio "il corretto funzionamento della macchina non è un problema mio ma del manutentore"
- viene impoverito il know-how aziendale delle conoscenze indispensabili per avere un miglioramento continuo.

Con l'avvento delle nuove tecniche di produzione (lean production[1], just in time[2]) anche il concetto stesso di manutenzione è cambiato convolgendo nel processo manutentivo lo stesso personale destinato alla produzione ed in particolare gli stessi operatori che utilizzano le macchine.

Classificazione dei tipi di manutenzione: nella norma UNI 10147 del 1/10/2003 i diversi tipi di manutenzione sono classificati in:

Manutenzione preventiva: serie di attività che permettono di rallentare il degrado di un sistema; vengono generalmente programmate nella fase di progettazione e sono indicate nella documentazione tecnica fornita dal produttore; poichè il degrado dipende anche dall'utilizzo del sistema può essere necessario rimodulare gli interventi di manutenzione preventiva a seconda della situazione rilevata negli interventi di ispezione eseguiti tra un intervento di manutenzione programmata ed il successivo

Manutenzione autonoma o ispezione: serie di attività eseguite dallo stesso operatore tra le quali sono presenti quelle relative alla pulizia, la lubrificazione, le piccole regolazioni, ecc.
Tali operazioni sono indicate su uno o più cartellini macchina che l'operatore deve consultare e compilare quando esegue le operazioni di manutenzione; tali cartellini contengono le seguenti informazioni:

- data dell'ultima ispezione
- esito delle verifiche precedenti
- cosa occorre controllare e verificare
- data dell'ispezione successiva

Le informazioni riportate nei cartellini macchina vengono riportate in un foglio riepilogativo che costituisce un importante database sulla storia della macchina.

Manutenzione a guasto non programmata: è la tipica riparazione dovuta ad un guasto inaspettato ed è la più onerosa dal punto di vista economico in quanto comporta in genere lunghi tempi di ripristino per mancanza di ricambi e/o personale qualificato in grado di effettuare la riparazione.

Manutenzione a guasto programmata: in questo caso si attende il guasto per riparare la macchina con l'obiettivo di sfruttare completamente la vita utile dei componenti; il fatto che tale manutenzione sia programmata permette un breve tempo di ripristino in quanto la programmazione permette di avere rapidamente a disposizione sia il ricambio che il personale necessario alla riparazione.

Manutenzione migliorativa: manutenzione che ha l'obiettivo di migliorare la macchina in termini di prestazioni e/o di durata grazie alla sostituzione di parti con altre nuove o di rotazione o realizzate con nuove tecnologie rese disponibili grazie all'evoluzione tecnica; talvolta la manutenzione migliorativa viene prende il nome di retrofit.
Gli interventi devono comunque essere approvati dal costruttore altrimenti si sconfina nella manomissione; ricordiamo infatti che le macchine devono soddisfare la normativa macchine oltre ad altre normative ed il costruttore è obbligato a certificare la rispondenza a tali normative.

1 Produzione snella, caratterizzata da elevata flessibilità
2 Appena in tempo, si tende a ridurre al minimo le giacenze di magazzino

Il TPM: i diversi tipi di manutenzione indicati nella norma UNI 10147 vengono utilizzati secondo criteri di efficacia ed efficienza con l'obiettivo di avere un miglioramento continuo dei diversi sistemi presenti all'interno di un'azienda e costituiscono la base del Total Productive Maintenance, un metodo di manutenzione integrato all'interno del processo produttivo; per questo l'acronimo TPM viene tradotto in italiano con *manutenzione produttiva*.

IL TPM coinvolge l'azienda nel suo insieme ad ogni livello in modo da migliorare la qualità, ridurre gli sprechi, l'impatto ambientale, evitare i guasti e molto altro; tutti sono coinvolti nel miglioramento continuo, dall'apprendista al direttore generale.

L'evoluzione del concetto stesso di manutenzione verso il TPM è iniziata negli Stati Uniti con lo sviluppo dell'aviazione civile operando in modo sistematico per ridurre i guasti e migliorare l'affidabilità; a questo livello si parla ancora di PM, acronimo utilizzato per indicare sia la manutenzione preventiva che la manutenzione produttiva.

Successivamente questo concetto è stato importato in Giappone grazie a Seiichi Nakajima che ha approfondito i concetti appresi in America e li ha sviluppati successivamente durante gli anni in cui ha ricoperto la carica di direttore tecnico della Toyota. Oggi quei concetti vengono utilizzati nella gran parte delle aziende mondiali.

Nel TPM il coinvolgimento dell'azienda a tutti i livelli viene rappresentato con una figura dove tutti gli aspetti coinvolti nel miglioramento vengono indicati con dei *pilastri*

Oltre alle voci indicate come pilastri del TPM vediamo che alla base sono presenti tre voci fondamentali per migliorare il prodotto e ridurre i costi:

- identificazione dei costi (cost deployment)
- coinvolgimento delle persone e organizzazione dei processi
- impegno del management e cambio culturale

il fatto che tali voci siano indicate alla base indicano la loro estrema importanza; se l'azienda non si

impegna in questo senso ogni tentativo di miglioramento rischia di non avere successo.

Interventi manutentivi: gli interventi manutentivi vengono generalmente classificati come:

- interventi per guasti improvvisi
- interventi per ispezioni e assistenze periodiche
- interventi per miglioramenti

Ogni intervento manutentivo può essere scomposto in più operazioni elementari chiamate fasi; in genere si inizia con *un'attività di ispezione* basata su una check-list (lista contenente tutti i punti da controllare) .
Se il sistema è dotato di diagnostica nel pannelli HMI[3] saranno segnalati tutti i problemi che si sono verificati durante il funzionamento comprese le eventuali microfermate ovvero tutte quelle fermate dalle quali la macchina è ripartita grazie ad un reset da parte dell'operatore.
L' analisi delle microfermate è particolarmente importante perchè se queste avvengono con frequenza maggiore su di una macchina rispetto ad altre macchine identiche è possibile che la macchina in esame si trovi in condizioni di funzionamento non ottimali.

Successivamente all'attività di ispezione si procede con *la diagnostica e la ricerca del guasto*; in questa fase occorre agire in modo sistematico[4] e deterministico[5] ricercando la causa che ha portato al guasto per evitare che questo si ripeta invece di limitarsi ad una semplice riparazione il cui unico scopo è far ripartire la macchina.

Le possibili cause che portano al guasto vengono classificate in sei gruppi, di seguito riportati:

- *mezzi*: il malfunzionamento dipende dalle carenze dei mezzi necessari al corretto funzionamento (alimentazione, lubrificazione, materiali non conformi, ecc.)
- *organizzativi*: il malfunzionamento dipende da una organizzazione non ottimale (ad esempio perchè non sono stati organizzati corsi di formazione, non sono stati ordinati i materiali)
- *utente*: il malfunzionamento dipende da manovre errate dell'operatore (utilizzo di utensili non corretti, parametri di taglio non ottimali, ecc.)
- a*mbientali*: il malfunzionamento dipende da condizioni ambientali non previste dal costruttore (temperatura e/o umidità fuori dai valori permessi, sovraccarico)
- *service*: il malfunzionamento dipende da manutenzione non eseguita od eseguita in modo scorretto
- *progettuali*: i guasti, ripetuti in determinato particolare, si ripetono a causa di deficenze progettuali

Oggi molte tecnologie di ricerca guasti utilizzate in aeronautica per aumentare la sicurezza dei voli vengono utilizzate anche nell'industria con l'obiettivo di ridurre i tempi di fermo macchina ed aumentare la disponibilità dei macchinari.

Tra i metodi di ricerca guasti più avanzati è opportuno ricordare la tecnica FMECA (Failure Mode, Effect and Critically Analisys ovvero Analisi dei modi, degli effetti e delle criticità di guasto) che correla la gravità delle conseguenze di un guasto con la probabilità che questo possa verificarsi).

3 HMI = pannello operatore (Human Machine Interface)
4 Sistematico: seguendo un sistema, un ordine, una serie di principi rigorosi
5 Deterministico: basato su principi fisici secondo una relazione causa-effetto

In questa metodologia i sistemi vengono scomposti fino al livello dei singoli componenti evidenziando quali di questi possono essere più critici e quali meno critici per il buon funzionamento del sistema stesso.

La *sostituzione ed il ripristino* rappresentano la parte operativa di un intervento di manutenzione; durante tale fase si può osservare se l'oggetto dell'intervento è facilmente manutenibile o meno.

Ad esempio un sistema è facilmente manutenibile se:

- i suoi componenti sono facilmente raggiungibili e il manutentore riesce ad operare in posizione comoda con una sufficiente illuminazione
- non occorre smontare coperture, pannelli o componenti vari per raggiungere la zona dell'intervento
- le parti da sostituire sono facilmente smontabili senza la necessità di effettuare saldature, di prendere nota dei collegamenti (utilizzo di connettori a verso obbligato), ecc.
- sono disponibili le istruzioni per smontare e rimontare la parte
- sono disponibili gli strumenti ed il materiale di consumo necessari

Si definisce *manutenibilità di un sistema* la possibilità di sostituire in modo semplice e rapido gli elementi guasti ripristinandone le condizioni operative.

Il parametro utilizzato per misurare oggettivamente la manutenibilità di un sistema è l'MTTR (Mean Time To Repair = tempo medio di ripristino); esso è molto importante in ambito TPM e viene costantemente monitorato per perseguire l'obiettivo di un miglioramento continuo.

Un problema frequente durante le operazioni di manutenzione è la mancanza di parti di ricambio originali od equivalenti; in questo caso il manutentore è costretto ad utilizzare parti diverse verificando che

- dimensioni e ingombri siano compatibili
- le caratteristiche tecniche siano uguali o superiori
- le parti siano compatibili (attacchi, contatti, filettature, ecc.)
- siano rispettate le norme di sicurezza

Talvolta la sostituzione del pezzo è seguita da una fase di messa a punto del sistema dove vengono controllate ed eventualmente ripristinate le tolleranze meccaniche, i valori elettrici, le tarature di centraline, inverter, ecc.

Il *collaudo finale* è la fase che conclude ogni intervento manutentivo; a seconda di quanto è complesso il sistema oggetto dell'intervento tale fase può essere un semplice test del tipo funziona/non funziona oppure, all'estremo opposto, composta da una lunga serie di prove necessarie a verificare se le capacità operative del sistema sono completamente ristabilite.

Talvolta per svolgere i test sono necessari degli strumenti di misura che permettano di determinare in modo oggettivo i parametri funzionali del sistema; la verifica di tali parametri è in genere indispensabile se al termine del collaudo deve essere rilasciata una certificazione dove viene dichiarato che il sistema è perfettamente efficiente.

Il giorno e l'ora in cui termina l'intervento manutentivo devono essere annotati così come sono stati annotati il giorno e l'ora di inizio dell'intervento (tali dati sono indispensabili per il calcolo del

MTTR).

Poichè il tempo complessivo di ripristino è la somma di:

- tempo di ispezione
- tempo di diagnosi e ricerca del guasto
- tempo di sostituzione e ripristino
- tempo di collaudo finale e delibera
- tempi morti (attesa ricambi, ecc.)

è molto importante quantitificare singolarmente ognuno di questi intervalli sempre con l'obiettivo di un miglioramento continuo secondo la logica TPM.