

CAPITOLO 0. INTRODUZIONE E SCOPO

0.1 Introduzione alla manutenzione

Nel 1963 la Ocse – Organizzazione dei paesi industrializzati- definì la manutenzione “funzione aziendale alla quale sono demandati il controllo costante degli impianti e l’insieme dei lavori di riparazione e revisione necessari ad assicurare il funzionamento regolare e il buono stato di conservazione degli impianti produttivi, dei servizi e delle attrezzature di stabilimento”.

Nel 1991, dopo quasi trent’anni nella norma “UNI 9910 – Terminologia sulla fidatezza e sulla qualità del servizio” la Manutenzione è stata definita “la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un’entità in uno stato in cui possa svolgere la funzione richiesta”.

Dal confronto fra queste due definizioni si possono notare i principali mutamenti che sono intervenuti in questi anni nel concetto di manutenzione, che consistono sostanzialmente nell’ampliamento e nella complicazione degli obiettivi perseguibili dalla funzione manutenzione, dei suoi compiti, dei suoi contenuti e degli oggetti su cui l’azione manutentiva si esercita.

Si può notare principalmente l’ampliamento dell’orizzonte di applicazione della manutenzione: si passa dall’azione su impianti, servizi e apparecchiature al più generico concetto di “entità”. Vengono presi in considerazione, per la prima volta, non solo gli aspetti materiali ma anche quelli immateriali. La cultura della manutenzione è vista, quindi, come proficuamente adottabile anche in settori differenti da quelli tradizionali industriali.

Inoltre nella seconda definizione si richiede di contenere gli scostamenti delle funzionalità delle “entità” al fine di riportarle allo stato in cui possa svolgere la funzione richiesta; ciò sottintende il processo evolutivo che ha portato la manutenzione, da compito semplicemente correttivi a compiti prevalenti di prevenzione dei guasti e dei malfunzionamenti, di adeguamento a livelli prestazionali crescenti, di contributo al miglioramento delle prestazioni complessive dei sistemi produttivi.

In relazione a questa evoluzione la manutenzione si è data scopi, forme organizzative e modalità più evolute, tali da rendere conseguibili obiettivi non limitati agli aspetti di efficienza tecnica, ma concernenti anche aspetti di efficienza gestionale e organizzativa.

Più in dettaglio gli obiettivi possono essere così elencati:

- Minimizzare le fermate per guasti assicurando la stabilità di marcia degli impianti
- Mantenere strutture e macchine in grado di funzionare nelle condizioni stabilite
- Contribuire ad aumentare l'efficienza del sistema produttivo
- Effettuare le attività con la massima economicità
- Conservare il patrimonio impiantistico aziendale per l'intera vita utile
- Contribuire a garantire la sicurezza del personale e la tutela dell'ambiente.

Le attività necessarie per raggiungere tali obiettivi sono di natura esecutiva, tecnica, organizzativa, gestionale, e consultiva. Vengono elencate di seguito:

- ❖ Attività in ambito **esecutivo**: lubrificazione, pulizia, ispezioni e controlli; riparazioni, sostituzioni e revisioni; assistenza a terzi.
- ❖ Attività in ambito **tecnico**: preparazione dei piani di manutenzione preventiva e delle ispezioni, preparazione dei lavori; analisi dei guasti, raccolta e analisi dei dati sulle prestazioni; calcolo degli indicatori di prestazione; ricerca di nuovi metodi, tecniche, mezzi ed attrezzature; addestramento tecnico per operai e tecnici; proposte di modifiche e migliorie; adeguamenti impiantistici alle norme di sicurezza.
- ❖ Attività in ambito **organizzativo/gestionale**: elaborazioni di rapporti periodici su andamenti e consumi; individuazione di ricambi e materiali, quantità a magazzino e livelli di riordino; programmazione e reperimento delle risorse necessarie ad eseguire i lavori; elaborazione di piani tecnico-economici.
- ❖ Attività in ambito **consultivo**: contributo nella installazione ed avviamento di nuovi impianti e nella progettazione di modifiche e di rifacimenti; addestramento dei conduttori dell'impianto.

La strategia di manutenzione, insieme coordinato di azioni che coinvolgono i mezzi e le risorse necessarie a conseguire i su indicati obiettivi, viene definita tenendo conto del tipo di produzione, del territorio dove l'azienda opera, del livello di personale e della cultura diffusa.

La scelta delle politiche di manutenzione più consone agli obiettivi aziendali deve seguire precise logiche derivanti dalla conoscenza approfondita degli impianti, dall'analisi dei guasti (tipologie di guasto, distribuzione del tasso di guasto) e da valutazioni di carattere economico relative al costo del ciclo di vita di macchine e impianti che costituiscono il patrimonio aziendale.

Non si può definire a priori un'unica politica per tutti i casi, anzi i migliori risultati all'interno di un' impianto si ottengono applicando il giusto mix di tutte le politiche.



Le politiche di manutenzione possono essere così descritte:

- **Manutenzione correttiva** (o a guasto), la quale viene eseguita "a seguito di un'avaria ed è volta a riportare un'entità nello stato in cui essa possa eseguire la funzione richiesta" (UNI 10147). La manutenzione correttiva risponde quindi all'esigenza di riparare le macchine per allungare la loro vita utile produttiva: si tratta di una politica di manutenzione semplice, che si basa sull'attesa che compaia il guasto e sul successivo intervento di tecnici per la riparazione e il ripristino della funzionalità della macchina. Questa politica prevede di lasciare che la macchina continui a funzionare finché il manifestarsi di un'anomalia o di un guasto costringa il conduttore a fermare la macchina. Questa strategia presenta aspetti contrastanti: il fattore positivo è rappresentato da un costo di manutenzione e di fermo macchina pressochè nullo finché la macchina funziona. Tuttavia se applicata in maniera indiscriminata emergono fattori negativi che possono essere sintetizzati in una perdita di ricavi dovuti al fermo macchina per guasto, all'imprevedibilità dell'intervento, e quindi alle eventuali operazioni di deviazione del flusso produttivo in corso e al probabile alto costo di riparazione. Inoltre un guasto ad un componente che si protrae per molto tempo può avere effetti dannosi a catena e danneggiare altri componenti della macchina. L'approccio correttivo mantiene la sua validità qualora le

tipologie di guasto siano facilmente riparabili e si operi in un contesto produttivo in cui il fermo macchina non comporta gravi danni al ciclo produttivo generale.

- **Manutenzione preventiva**, è definita come "la manutenzione eseguita ad intervalli predeterminati o in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre la probabilità di guasto o la degradazione del funzionamento di un'entità" (UNI 9910). La politica preventiva non si limita alla sostituzione a tempo di un certo componente della macchina, magari ancora funzionante, in modo da prevenirne il cedimento incontrollato. Questa soluzione si adotta solo in particolari situazioni: in casi di gruppi funzionali o componenti di macchine che operano in aziende di processo a ciclo continuo e la cui interruzione del servizio possa provocare effetti gravissimi sulla sicurezza e salute delle persone o dell'ambiente, o sugli impianti, e per i quali non sia possibile adottare tecnologie predittive; oppure nel caso opposto in cui il costo dell'ispezione sia superiore a quello del componente stesso. La rilevazione del tempo medio fra due guasti (MTBF, Mean Time Between Failure) consente di redigere calendari di intervento preventivi basati su una certa probabilità che il guasto non si manifesti nell'arco di tempo che intercorre fra due sostituzioni successive. La manutenzione ciclica è efficace sia in termini economici che di riduzione dell'indisponibilità della macchina, quando il guasto presenta una certa regolarità di accadimento. In molti casi, però risulta difficile prevedere l'accadimento di un guasto, per cui non è conveniente applicare in modo rigido tecniche di manutenzione programmata, in quanto si rischia di sostituire un componente la cui vita utile è tutt'altro che terminata. Anche il ricorrere alla pianificazione di revisioni non strettamente necessarie delle macchine può talvolta provocare guasti indotti e un danno economico maggiore rispetto al permettere che la macchina funzioni fino a rottura. Per ovviare a questo inconveniente, la soluzione generalmente adottata è quella di constatare le condizioni del componente ed eventualmente procedere alla sostituzione.
- **Manutenzione secondo condizione**, tende ad individuare lo stato di un componente che potenzialmente potrebbe provocare il guasto. Questa politica può portare il vantaggio di ridurre i costi di manutenzione e aumentare la disponibilità operativa delle macchine. Il monitoraggio delle condizioni può essere definito come un metodo che indica lo stato di salute della macchina utilizzando parametri che evidenziano cambiamenti avvenuti nella macchina stessa. La modalità di ispezione può essere sia visiva che strumentale, a seconda della tipologia della macchina e della sua criticità nel

processo produttivo. In particolare all'interno di questa politica si colloca la **manutenzione predittiva**, "effettuata a seguito della individuazione e della misurazione di uno o più parametri e dell'extrapolazione secondo modelli appropriati del tempo residuo prima del guasto". Queste tecniche si basano sulla possibilità di riconoscere la presenza di un'anomalia che si sta sviluppando attraverso la scoperta e l'interpretazione di segnali deboli premonitori del guasto finale. Il segnale, una volta riconosciuto, entra a far parte di quei fattori che possono essere monitorati attraverso ispezioni continue e periodiche, e quindi nella sfera della manutenzione preventiva. L'idea di base della manutenzione predittiva si fonda su un controllo dello stato delle apparecchiature tale da non interromperne il regolare funzionamento, ma da segnalarne con anticipo il progressivo degrado. Lo scopo della manutenzione predittiva è di minimizzare, attraverso l'utilizzo di metodologie flessibili e affidabili di rilevamento della condizione, il numero di ispezioni o di revisioni. I fattori che vengono normalmente utilizzati per una diagnosi dello stato della macchina, o che comunque forniscono il maggior numero di informazioni, sono: analisi delle vibrazioni, analisi termografiche, analisi chimico-fisica degli oli.

- **Manutenzione migliorativa**, tende a superare la concezione della manutenzione intesa solo come ripristino e/o prevenzione del guasto. Con questa politica si ha un'evoluzione verso la proattività ed il miglioramento continuo. Essa comprende tutte le azioni di miglioramento o piccole modifiche all'impianto tali da aumentarne la disponibilità e gli standard qualitativi.

L'ingegneria di manutenzione, avendo lo scopo di massimizzare le prestazioni globali del sistema produttivo, ha l'obiettivo di cercare il punto di equilibrio fra costi di manutenzione e perdite di produzione e, per ottenere ciò, utilizza la politica di manutenzione più consona a conseguire i propri obiettivi: "a guasto" per macchine non critiche, "preventiva con ispezioni e sostituzioni programmate" per macchine di crescente importanza, "predittiva" per componenti strategici.

La scelta della politica, o meglio delle politiche di manutenzione deriva da un'analisi preliminare degli impianti, per definire il livello di criticità e decidere la tipologia di approccio più adatto.

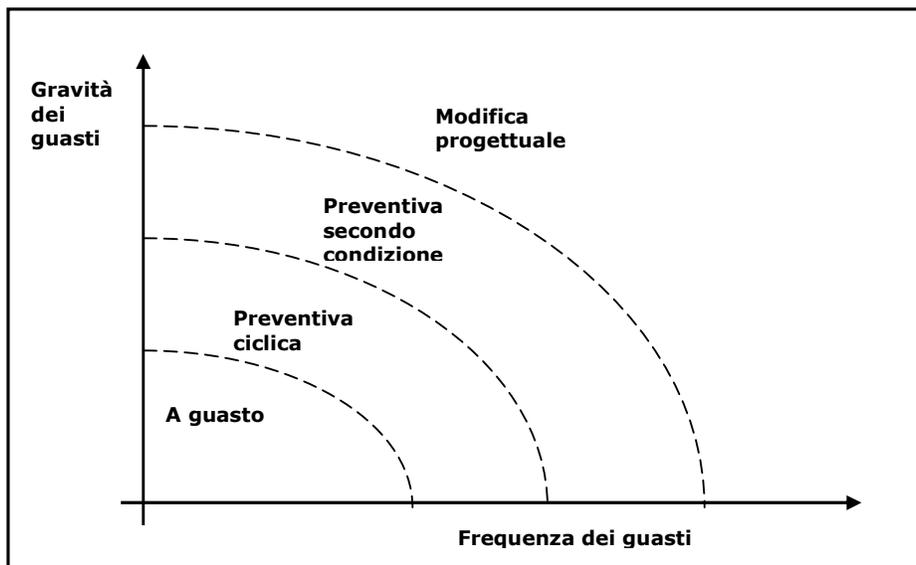
Generalmente, la criticità di un impianto è ben nota ai manutentori, che conoscono benissimo quali sono e dove sono i punti deboli e sono in grado di indicarli senza incertezze. Tuttavia è buona norma impostare l'analisi tecnica in maniera

strutturata servendosi di indicatori oggettivi, facilmente misurabili, per definire il livello di criticità di un impianto e dei suoi componenti. Solitamente si definiscono:

- **Macchine non critiche:** caratterizzate da semplicità costruttiva, da facilità di manutenzione o marginalità di utilizzo nel contesto produttivo, per le quali può essere sufficiente e conveniente adottare una politica "a guasto". Infatti, la loro eventuale messa fuori servizio non implica problemi al processo produttivo, nè alla qualità del prodotto.
- **Macchine critiche:** incidono direttamente e drasticamente su quantità e qualità del processo produttivo, per cui è opportuno concentrare gli sforzi per minimizzare guasti o fermate non previste. Per questa classe di macchine è necessario adottare tecniche preventive e, dove possibile, anche predittive.

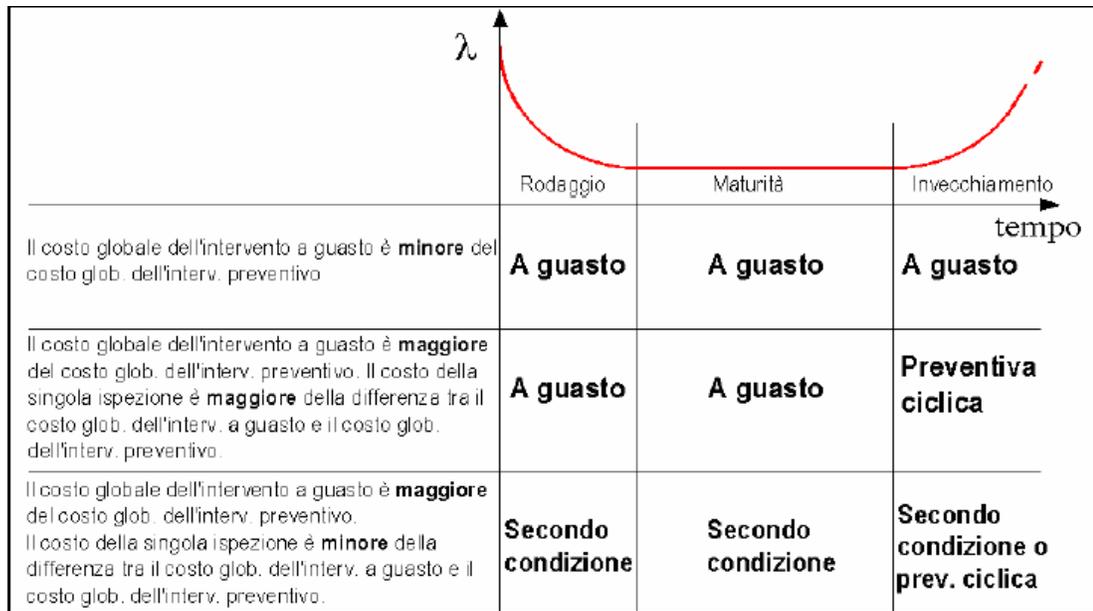
In particolare si può dire che la scelta della politica di manutenzione dipende da tre fattori:

1. Fattibilità tecnica dell'ispezione
2. Relazione tra frequenza dei guasti e gravità dei guasti

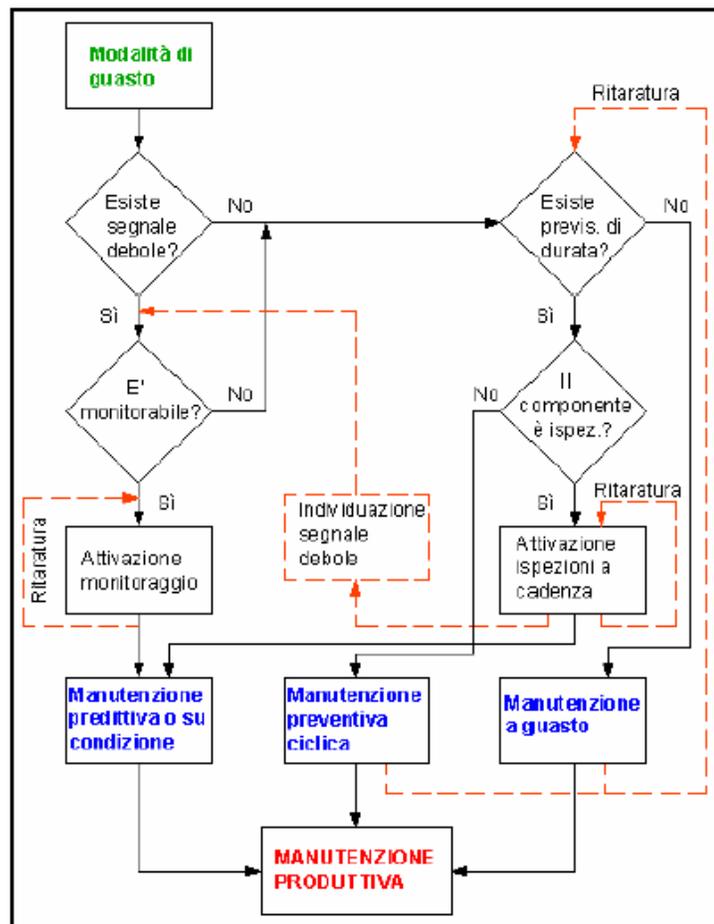


3. Relazione tra tasso di guasto e costi

In figura è riportato il grafico che illustra il tipico andamento del tasso di guasto in funzione della vita dell'impianto. Nella parte inferiore è riportata la tabella che illustra come varia la politica scelta in funzione dei costi.



Infine viene riportato il diagramma di flusso che illustra il processo logico per la corretta individuazione della politica manutentiva.



Si parte dalla individuazione della precisa modalità di guasto su di un determinato componente. La possibilità che esista un qualche segnale o sintomo premonitore percettibile o misurabile permette l'attivazione di un programma di ispezione/monitoraggio. Si può così valutare, nel tempo, l'evoluzione del deterioramento ed impostare programmi di intervento specifici (manutenzione predittiva). Nel caso non vi siano o non si conoscano segnali misurabili, si potrà agire definendo a priori una durata del componente, ed in base a questa ipotesi iniziale impostare un programma manutentiva ciclico (manutenzione preventiva). Se non si hanno informazioni neanche sulla possibile durata del componente di fatto si sceglie di attuare una politica manutentiva a guasto.

0.2 Presentazione ISE srl

Il presente lavoro è stato svolto presso la ISE srl.

ISE- Industrial Service Engineering è una società di ingegneria che fornisce servizi di Asset Management e Condition Monitoring.

La ISE srl ha sede a Lucca ed opera su tutto il territorio nazionale e all'estero in diversi settori industriali.

La missione della ISE è di massimizzare l'efficienza degli impianti attraverso l'implementazione di sistemi di manutenzione all'avanguardia, il miglior impiego di risorse umane e l'utilizzo delle migliori metodologie e tecnologie diagnostiche.

I servizi offerti da ISE comprendono:

- Organizzazione della manutenzione
- Manutenzione Predittiva e Diagnostica degli Impianti
- Training

Per quanto riguarda l'organizzazione della manutenzione, ISE è in grado di fornire servizi nell'ambito di:

- Implementazione di progetti di miglioramento dell'organizzazione della manutenzione
- Tecniche di analisi per aumentare l'affidabilità e la disponibilità degli impianti
- Analisi ed implementazione di applicativi software CMMS

Relativamente alla manutenzione predittiva, ISE offre i seguenti servizi di monitoraggio e diagnostica degli impianti servendosi delle più moderne tecnologie e metodologie predittive:

- Misure di vibrazioni
- Equilibrature in condizioni di servizio
- Allineamenti di macchine rotanti
- Termografia
- Diagnostica
- Verifiche impianti elettrici
- Sistemi fissi di monitoraggio
- Attività specifiche di consulenza

Per quanto riguarda il training, ISE fornisce servizi specializzati inerenti l'organizzazione della manutenzione, la manutenzione predittiva e la diagnostica degli impianti.

Inoltre ISE è rivenditrice di prodotti specifici per la diagnostica, grazie ad accordi strategici con aziende specializzate nella produzione di strumentazione.

0.3 Presentazione del lavoro

Il lavoro può essere suddiviso in due fasi: una prima fase in cui è stato svolto un progetto di consulenza organizzativa della manutenzione, per conto di ISE srl, presso la Rhodia spa, uno stabilimento chimico situato a Livorno; ed una seconda fase in cui è stato sviluppato un software con lo scopo di ottimizzare il processo di realizzazione dei progetti di consulenza organizzativa della manutenzione.

Nella prima fase è stato eseguito un progetto di miglioramento del sistema di gestione della manutenzione su una parte dell'impianto di produzione dello stabilimento Rhodia di Livorno, l'area di filtrazione della silice, al fine di ridurre l'indisponibilità dell'impianto e i relativi costi di manutenzione e di mancata produzione.

Al termine del progetto presso la Rhodia, è stato rivalutato il processo con cui tale progetto è stato svolto e da tale analisi è scaturito l'oggetto della seconda fase del lavoro. E' emerso, infatti, che nello svolgimento del progetto una notevole quantità di tempo era stata dedicata alla fase di redazione e stesura dei manuali di manutenzione. Al fine di ottimizzare questa fase del lavoro in successivi progetti, è stato progettato e realizzato un database di Access per la redazione delle procedure di manutenzione.