

Glossario della manutenzione

Termini	Definizione
Affidabilità	<p>Con questo termine (in inglese: reliability) si indica sia la disciplina che studia, con metodi probabilistici, gli stati di funzionamento e di guasto degli oggetti, sia la grandezza (caratteristica) che esprime in termini numerici l'affidamento che un oggetto può ricevere da chi lo utilizza. Questa caratteristica è definita come probabilità che un oggetto funzioni correttamente (ovvero assolva le funzioni per cui è stato costruito), in determinate condizioni di impiego, in un dato periodo di tempo. In quanto «probabilità», l'affidabilità è espressa da un numero reale tra 0 e 1, oppure come percentuale. Per «funzionamento corretto» si intende quello senza guasti o anomalie significative, avendo definito in modo chiaro quali sono le funzioni che l'oggetto deve assolvere. Per esprimere numericamente l'affidabilità vengono usate anche altre grandezze:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MTTF (Mean Time To Failure, tempo medio fino al guasto) per oggetti non riparabili, ma solo sostituibili; • MTBF (Mean Time Between Failures, tempo medio tra due guasti successivi) per oggetti riparabili; è la media statistica della variabile casuale «tempo tra guasti», calcolata in un periodo specificato della vita dell'oggetto, supponendo nullo il tempo di riparazione; • «tasso di guasto», cioè il rapporto—per un periodo specificato della vita dell'oggetto—tra il numero totale dei guasti e il tempo di funzionamento in determinate condizioni.
Anomalia o difetto	<p>Con i termini anomalia o difetto si individua una condizione che potrebbe causare conseguenze negative su una macchina, sul suo funzionamento, sulle sue prestazioni, e/o sulla sicurezza delle persone o dell'ambiente. Spesso è il «segnale debole» di un processo di deterioramento o di degrado (<i>vedi</i> Curva P-F), la cui rilevazione e interpretazione tempestive permettono di operare in termini preventivi (per es. un debole rumore «anomalo» proveniente da un motore elettrico in funzione); ma può anche essere sintomo di un guasto già in essere (per es. la temperatura eccessiva dello scudo anteriore di un motore elettrico), o indice di malfunzionamento o di cattivo utilizzo (per es. la cavitazione di una pompa centrifuga). L'anomalia può riguardare, anziché una macchina, una situazione, un processo di lavoro, una condizione ambientale ecc. (per es. un cartello anti-infortunistico illeggibile; una scala a pioli non correttamente posizionata; un posto di lavoro mal illuminato).</p>
Curva P-F	<p>È la rappresentazione grafica della progressiva diminuzione della resistenza al guasto di un oggetto, per deterioramento o usura (P-F Curve, in cui P, Potential e F, Failure). Il punto P rappresenta la condizione in cui il processo di deterioramento, che porterà al guasto nell'istante F, diventa praticamente rilevabile. Se il guasto potenziale viene rilevato, è possibile prevenirlo, purché l'intervallo di tempo tra P e F (P-F Interval) sia sufficientemente ampio. Il monitoraggio delle condizioni (<i>vedi</i> Manutenzione predittiva) deve avvenire a intervalli minori di P-F, che per altro è una variabile casuale, spesso difficile da quantificare. In alcuni casi l'andamento della curva P-F è pressoché lineare (per es. usura di un pneumatico): è il campo tipico di applicazione della manutenzione periodica.</p>
Disponibilità	<p>Per un oggetto riparabile è possibile definire situazioni di prestazione accettabile, che si alternano nel tempo con altre di mancato funzionamento. La frazione di tempo in cui l'oggetto fornisce prestazioni accettabili, determinata dalla sua affidabilità e dalla sua manutenibilità, è detta disponibilità (in inglese: availability).</p>
Guasto	<p>Il guasto (o rottura, avaria; in inglese: failure; indicato anche come «guasto funzionale», dall'inglese functional failure) consiste nella perdita, parziale o totale, di una o più funzioni dell'oggetto. Nel caso di una macchina, è utile distinguere i guasti che ne impediscono l'utilizzo (per es. motore elettrico «bruciato») da quelli che ne determinano un funzionamento degradato (per es. il motore elettrico a pieno carico surriscalda), o che compromettono una funzione accessoria (per es. il coperchio della morsettiera è crepato). Il guasto si verifica quando la sollecitazione—meccanica, termica, elettrica, chimica, atmosferica, ... —a cui viene sottoposto l'oggetto supera la sua resistenza. Quest'ultima non è una costante, bensì una variabile casuale: il deterioramento dell'oggetto nel tempo, causato dalle sollecitazioni o dal degrado, tende a farla diminuire.</p>

<p>Manutenibilità</p>	<p>Con questo termine (in inglese: maintainability) si indica sia la disciplina di progettazione, costruzione e installazione rivolta a far sì che un oggetto assolva ai propri obiettivi operativi con il minimo dispendio in attività di manutenzione, sia la caratteristica dell'oggetto risultante da dette attività. Questa caratteristica è definita come «attitudine a essere mantenuto funzionante con operazioni di manutenzione preventiva, oppure a essere riportato in funzionamento con azioni di riparazione dei guasti». I principali indicatori di manutenibilità sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la probabilità di riportare un oggetto nelle condizioni di corretto funzionamento entro uno specifico periodo di tempo, durante il quale si realizza l'attività di manutenzione secondo le prescrizioni; • il MTTR (Mean Time To Repair, tempo medio di riparazione), che tiene conto di tutti i tempi attivi occorrenti per la riparazione; • il tempo medio di manutenzione preventiva (MTP, Mean active Preventive maintenance Time), che considera tutti i tempi attivi per operazioni di manutenzione preventiva; • il tempo medio di non disponibilità dell'oggetto (MDT, Mean Down Time), che stima tutti gli intervalli di tempo in cui lo stesso non è in grado di svolgere la sua funzione, inclusi i tempi non attivi dovuti alla organizzazione e alla logistica (tempi amministrativi e di approvvigionamento). <p>I fattori principali che condizionano la manutenibilità sono: la diagnosticabilità; l'accessibilità e i parametri ergonomici; la modularità; l'intercambiabilità; la standardizzazione.</p>
<p>Manutenzione</p>	<p>In senso lato, comprende tutte le attività tese a garantire le prestazioni della macchina o impianto: quelle per prevenire o eliminare guasti (manutenzione di routine, periodica, predittiva; riparazioni) e quelle migliorative (allungamento della vita utile; incremento delle prestazioni; riduzione dei tempi di manutenzione; eliminazione della manutenzione). I principali tipi di manutenzione sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • manutenzione preventiva (preventive maintenance); • manutenzione di routine (routine maintenance); • manutenzione periodica (periodic maintenance); • manutenzione predittiva (predictive maintenance); • manutenzione su guasto (breakdown maintenance); • manutenzione migliorativa (proactive maintenance); • manutenzione correttiva (corrective maintenance); • prevenzione della manutenzione (maintenance prevention).
<p>Manutenzione centrata sull'affidabilità</p>	<p>Questo tipo di manutenzione (RCM, Reliability Centered Maintenance) è stato sviluppato in campo aeronautico per definire il sistema di manutenzione preventiva del B747, e ha avuto numerose applicazioni in centrali nucleari e in processi produttivi con priorità sulla sicurezza. È basato sull'individuazione delle parti critiche, dal punto di vista dei guasti, dell'impianto, sull'analisi dei modi di guasto (FMEA, Failure Modes and Effects Analysis) e sui metodi di progettazione affidabilistica, per giungere alla definizione di un appropriato sistema di manutenzione della sicurezza e dell'affidabilità, con la massima efficacia al minimo costo. Per confronto, la manutenzione preventiva tradizionale è basata principalmente sull'esperienza.</p>
<p>Manutenzione correttiva</p>	<p>È l'insieme delle attività manutentive (CM, Corrective Maintenance) che introducono modifiche strutturali, allo scopo di ridurre il deterioramento e i guasti, migliorare l'affidabilità, la manutenibilità e la sicurezza, eliminare «debolezze» di progetto (materiali, dimensionamenti, ...), mirando a ottenere un impianto senza necessità di manutenzione (maintenance-free). Nella terminologia tradizionale, manutenzione correttiva significa riparazione dei guasti e rimozione delle loro cause, per evitare che si ripetano; ma, a partire dagli anni '60, ha assunto anche il significato di revisione del progetto e modifica della macchina per ridurne i guasti. Il TPM (Total Productive Maintenance) fa riferimento a quest'ultimo significato.</p>

Manutenzione di routine	È l'insieme di piccole e semplici attività di manutenzione (in inglese: routine maintenance) tese ad assicurare il funzionamento e la produttività dell'impianto, prevenendone il deterioramento (quali pulizia, messa a punto e lubrificazione), misurandolo e ripristinando le condizioni ottimali di funzionamento. Queste attività, affidate al personale di conduzione, fanno parte del «pilastro» manutenzione (o gestione) autonoma del TPM (Total Productive Maintenance).
Manutenzione non calendarizzata	Fa riferimento agli interventi di manutenzione eseguiti separatamente da quelli periodici programmati (<i>vedi</i> manutenzione periodica), a seguito di anomalie rilevate eseguendo ispezioni di routine, verifiche e ispezioni periodiche, esame del grado di deterioramento e della relativa tendenza (<i>vedi</i> manutenzione predittiva). È distinguibile dalla manutenzione su guasto o di emergenza in quanto non conseguente a un guasto vero e proprio.
Manutenzione opportunistica	È un metodo per realizzare efficientemente, cioè minimizzando le perdite di produttività dell'impianto, attività di manutenzione periodica, predittiva e correttiva, effettuandole prima della scadenza programmata, in occasione di fermate dell'impianto stesso conseguenti a guasti improvvisi, mancanza di alimentazione e simili. Ovviamente è necessario poter disporre, quando si presenta l'opportunità di intervento, di tutte le risorse necessarie (ricambi, personale ecc.).
Manutenzione periodica o ciclica	<p>Attività di manutenzione realizzata ciclicamente su base temporale, cioè a scadenze regolari (in inglese: periodic maintenance). È detta abitualmente manutenzione «programmata», ma questo termine è generico: è «programmato» un qualsiasi intervento di manutenzione (anche per porre rimedio a un guasto sporadico, purché l'intervento sia differibile) del quale si sia decisa la tempistica di effettuazione. Esistono due tipi di manutenzione periodica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la manutenzione basata sul tempo (TBM, Time Based Maintenance), cioè sul ciclo di vita (o di deterioramento), statisticamente determinato, dei vari componenti dell'impianto, sui quali si interviene con cadenza regolare, senza smontare l'impianto stesso; • la manutenzione di revisione, ovvero di ispezione completa e riparazione (IR, Inspection & Repair), effettuata smontando periodicamente e ispezionando-controllando l'intero impianto, per riparare o sostituire le parti deteriorate o usurate. La determinazione della cadenza opportuna può essere fatta solo dopo aver eliminato il degrado «forzato» dell'impianto e gli imprevisti (con la manutenzione di routine), col risultato di avere i guasti dei suoi componenti distribuiti casualmente in funzione della loro affidabilità, cioè della «vita utile» di ciascuno.
Manutenzione pianificata	Per manutenzione pianificata si intende, abitualmente, l'insieme delle attività manutentive finalizzate a migliorare l'affidabilità e la disponibilità di impianti e macchine al minimo costo globale. È costituita essenzialmente dalla manutenzione preventiva – a sua volta articolata in ciclica o periodica o basata sul tempo (TBM, Time Based Maintenance) e predittiva o basata sulle condizioni (CBM, Condition Based Maintenance) – e dalla manutenzione migliorativa.

<p>Manutenzione predittiva</p>	<p>La manutenzione predittiva (PdM, Predictive Maintenance) è il metodo di manutenzione in cui la fine della vita utile di parti importanti dell'impianto è individuata in anticipo (appunto «pre-detta» prima del suo verificarsi), al fine di sfruttare al massimo il loro funzionamento; in tale modo è possibile minimizzare i costi di manutenzione e ottimizzare la disponibilità del macchinario. Si basa su due prerequisiti essenziali:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. l'esistenza di un indicatore rilevabile della ridotta resistenza al guasto; 2. la disponibilità di un intervallo di tempo adeguato tra la rilevazione dell'indicatore e il guasto vero e proprio (vedi Curva P-F). <p>Analogamente al «time based» della manutenzione periodica, la manutenzione su condizione (CBM, Condition Based Maintenance) monitora il deterioramento progressivo della parte di macchina o impianto considerata, misurando e analizzando uno o più fattori correlati allo stesso (temperatura, vibrazione, gioco, attrito ecc.), tramite un sistema di sorveglianza che, in alcuni casi, può essere di tipo continuo, e pianificare di conseguenza gli interventi basandosi sulle reali condizioni di funzionamento. Si considerano di norma cinque «famiglie» di indicatori significativi delle condizioni stesse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • emissioni acustiche/vibrazioni; • emissioni termiche; • emissioni relative ai flussi di lubrificazione e raffreddamento; • emissioni relative al consumo energetico; • emissioni relative al prodotto/output (qualità, caratteristiche, prestazioni della macchina). <p>Le «tecnologie» impiegate, con riferimento alle prime tre famiglie, sono: ultrasuoni, analisi delle vibrazioni, termografia IR, analisi delle emissioni acustiche, analisi del lubrificante.</p>
<p>Manutenzione preventiva</p>	<p>La manutenzione preventiva (PM, Preventive Maintenance) rappresenta la «medicina preventiva» degli impianti. È costituita dalla manutenzione di routine, finalizzata a mantenere le «condizioni di salute» dell'impianto e a prevenirne l'«ammaloramento», ovvero a impedirne il deterioramento eccessivo; dall'ispezione periodica, o «diagnosi» delle sue condizioni di «salute», per misurarne il degrado; dalla riparazione delle parti danneggiate o deteriorate o usurate, per rimetterlo «in salute», e dal suo miglioramento. Si basa su due modalità operative fondamentali: la manutenzione periodica o ciclica e la manutenzione predittiva.</p>
<p>Manutenzione produttiva</p>	<p>Questo termine (PM, Productive Maintenance), usato originariamente in General Electric a partire dagli anni '50, indica la mescolanza più opportuna di tutti i tipi di manutenzione che permette di incrementare la produttività degli impianti, riducendone il costo totale sull'intero ciclo di vita (ovvero la somma dei costi di progettazione, costruzione e installazione, esercizio e manutenzione, incluse le perdite causate dal degrado).</p>
<p>Manutenzione su guasto</p>	<p>È il tipo di manutenzione in cui la riparazione è eseguita dopo il guasto (arresto del funzionamento) della macchina, o a seguito del verificarsi di un sostanziale calo di performance della stessa (BM, Breakdown Maintenance). Si possono individuare, in pratica, tre situazioni:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Intervento (su richiesta o segnalazione) di riparazione di una macchina, sottoposta a un piano di manutenzione preventiva, che ha subito un guasto o un arresto improvvisi; 2. manutenzione su guasto pianificata, quando, per ragioni di convenienza economica, si sceglie di intervenire solo a seguito di un guasto, anziché effettuare manutenzione preventiva; 3. manutenzione su guasto non pianificata, quando, senza aver compiuto valutazioni di convenienza, di fatto si interviene solo a seguito del verificarsi di un guasto (è la situazione più comune).

Piano di manutenzione	<p>Il piano di manutenzione riguarda un singolo impianto o macchina, ed è costituito dalla mescolanza di attività manutentive di varia natura per conseguire il livello di affidabilità e disponibilità voluto al minimo costo. In un piano di manutenzione possono comparire anche interventi «a guasto», tutte le volte che questa modalità risulti la più conveniente (per es. costo totale di riparazione, incluso l'eventuale danno, minore di quello di prevenzione; oppure disponibilità di una macchina di riserva ecc.). Un piano di manutenzione efficace ed efficiente è, di norma, espressione della strategia manutentiva definita per il tipo (o la «classe») di macchinario di cui l'oggetto del piano stesso fa parte. Il processo di definizione dei piani di manutenzione è, quindi, un processo strategico. In quanto tale, presuppone:</p> <ul style="list-style-type: none"> • obiettivi aziendali chiari e condivisi; • indirizzo, coordinamento e controllo efficaci; • impiego rigoroso di metodi e strumenti coerenti. <p>Il processo di definizione dei piani di manutenzione si sviluppa attraverso una precisa sequenza, le cui fasi (o «passi») si basano sull'impiego di metodi e strumenti specifici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passo 1: definire una scomposizione («struttura gerarchica») degli impianti fino al giusto livello. Questo è il livello che può indicare, alla fine del periodo esaminato, quali parti dell'impianto abbiano avuto gli stessi modi di guasto. • Passo 2: applicare l'analisi di criticità a livello di impianto o di macchina, a seconda di quanto è più opportuno. Si tratta di identificare i fattori critici che influenzano la capacità produttiva, i costi, o altre prestazioni del sistema produttivo. Ogni impianto può essere classificato sulla base di cinque fattori fondamentali: <ul style="list-style-type: none"> – impatto sulla sicurezza; – impatto sull'ambiente; – impatto sulla qualità e sul cliente; – impatto sulle attività e sui costi di manutenzione; – impatto sul processo produttivo. • Passo 3: applicare la FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) agli impianti o macchine più critici, onde definire per ciascuno il piano di manutenzione d'impianto (PMI). • Passo 4: applicare con rigore gli standard di ispezione e gli standard tecnici/tecnologici definiti per ciascun piano di manutenzione d'impianto. • Passo 5: applicare sistematicamente le tecniche di manutenzione preventiva/pre-dittiva per migliorare l'affidabilità, e verificare i risultati ottenuti tramite opportuni indicatori (MTBF, MTTR, OEE/TRG ecc.).
Prevenzione della manutenzione	<p>È l'insieme delle attività (MP, Maintenance Prevention) che, in fase di progettazione e costruzione di un nuovo impianto, mirano a ottenere un alto grado di affidabilità, manutenibilità, sicurezza, operabilità, efficienza e flessibilità, e quindi, in sintesi, a ridurre i costi di manutenzione e le perdite conseguenti al deterioramento, utilizzando i dati di manutenzione degli impianti esistenti e le nuove tecnologie. Lo scopo ultimo è ottenere un impianto che non necessiti di manutenzione (maintenance-free), se non per quanto riguarda la sostituzione o la riparazione di alcune sue parti ben definite, che devono essere il più possibile standardizzate per minimizzare il costo dei ricambi e la necessità di tenerli a scorta.</p>