



Manutenzione

di STEFANO DALLA VIA, partner **BW CONSULTING SRL**

# BUSINESS FOCUSED

# maintenance

IN AMBITO PRODUTTIVO, CON LA TRANSIZIONE TECNOLOGICA E IL DECLINO DELLE ATTIVITÀ INDUSTRIALI IN OCCIDENTE, LA MANUTENZIONE VIVE UN MOMENTO PARTICOLARMENTE CRITICO DELLA PROPRIA STORIA. IL FOCUS, ORIENTANDOSI AL BUSINESS, NON È PIÙ RIPARARE GLI IMPIANTI MA GARANTIRNE IL BUON FUNZIONAMENTO. QUESTO CAMBIO DI PARADIGMA COMPORTA UNA SVOLTA ORGANIZZATIVA DI COMPLESSA E NON FACILE REALIZZAZIONE

## MANUTENZIONE E SUE DECLINAZIONI

Il Dizionario Enciclopedico Treccani definisce Manutenzione “l’insieme delle operazioni che vanno effettuate (su un dato oggetto) per tenerlo nella dovuta efficienza, in corrispondenza agli scopi per cui è stato costruito, provvedendo alla sua conservazione e al buono stato d’uso anche attraverso, se necessario, le opportune riparazioni e sostituzioni di parti”.

Da tali indicazioni si evincono le diverse forme che la Manutenzione può prendere, ovvero:

- gli interventi su guasto (Break Down Maintenance: BDM) che spesso rappresentano la cultura dominante secondo il detto anglosassone “When in doubt do nought”;
- il minuto mantenimento affidato ai Conducenti Impianto (Autonomous Maintenance: AM), misura igienica per la difesa da negligenza e uso improprio di beni aziendali;
- la manutenzione preventiva (Time Based Maintenance: TBM) che mira, a scadenza fissa o in base all’utilizzo, a controllare (o ad avvicinare) componenti soggetti ad usura;
- l’azione opportunistica (Condition Based Maintenance: CBM) dove, su segnalazioni del Conducente o su ispezioni del Manutentore, si previene il guasto riparando (Short Repair Action) o sostituendo parti dell’impianto (Planned Component Replacement);
- la manutenzione predittiva (Prognostic & Health Monitoring: PHM) in cui, tramite strumenti di misura (strain gauge, smart sensor ecc.) e modelli di Machine Learning (reti neurali, intelligenza artificiale ecc.), si può prevedere la vita residua di un componente.

Nessuno di questi metodi rappresenta la one best way perché il risultato ottimale proviene da un mix che dipende, caso per caso, dalla criticità che un apparato o un suo sottoassieme hanno nel contesto in cui si trovano (Fig. 1).

Si noti che, al di fuori dell’interazione con il suo ambiente, non è possibile stabilire quale debba essere l’oggetto dell’attività manu-

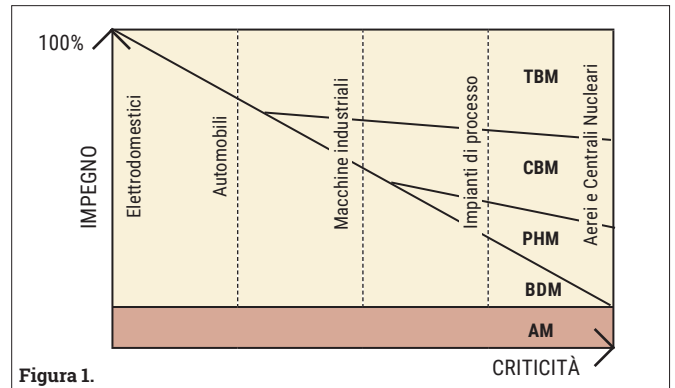


Figura 1.

tentiva: a riguardo è sufficiente ricordare che bastò il difetto di un o-ring a causare il disastro dello Space Shuttle Challenger nel 1986.

## MECCANISMO DI GUASTO

Un limite nell’affrontare i temi della Manutenzione sta nel considerare i guasti quali eventi istantanei, come se, fino ad un attimo prima, l’impianto fosse perfettamente operativo e, un attimo dopo, non fosse più utilizzabile. Questo abito mentale, oltre ad essere contrario al buon senso (Natura non facit saltus), ostacola l’approccio per processi con cui va esaminato ogni fenomeno complesso. È opportuno, invece, analizzare tutti i possibili stati anomali secondo tre prospettive (Fig. 2):

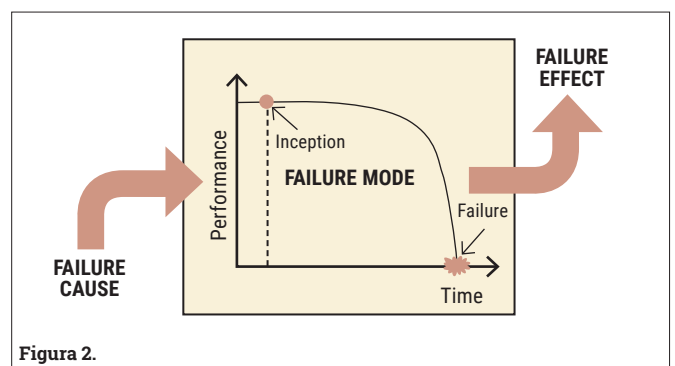


Figura 2.

- causa di guasto (Failure Cause) che introduce una vista al passato, con l’esame delle condizioni in cui il componente si trovava e di variazioni intervenute nella sua operatività;
- modo di guasto (Failure Mode) che considera lo stato presente come il risultato di un degrado, avviato da un innesco (Inception) e

# Manutenzione

concluso da un evento (Failure), con cui si manifesta la progressiva mancanza di funzionalità;

- effetto del guasto (Failure Effect) che va a sua volta distinto in:
  - Unintended Function (UF): la macchina non risente ancora dell'assenza di funzionalità di un suo componente nonostante questo sia compromesso, con effetti evidenti solo al mutare della condizione operativa (es.: finché non innesto la retromarcia al buio, non mi accorgerò che la lampadina del faro posteriore è fulminata<sup>1</sup>);
  - Degraded Function (DF): in realtà, più che di effetti, si tratta di modi di guasto a lunga deriva dove le funzioni di base, ancorché limitate, risultano ancora sostanzialmente garantite (es.: il motore elettrico che riscalda ma continua a generare una coppia sufficiente, benché inferiore al valore di targa);
  - Intermitted Function (IF): la macchina evidenzia un malfunzionamento in modo casuale (es.: il contatto instabile all'interno di un quadro elettrico);
  - No Function (NF): condizione estrema in cui la macchina cessa di operare e l'intero impianto va fermato (es.: grippaggio di un pistone all'interno del cilindro di un motore a scoppio).

Tornando al modo di guasto è importante osservare che, anche qualora non fosse possibile intercettare prima l'anomalia agendo sulla causa che porterà poi alla rottura di un organo meccanico (es.: sovraccarico sul mozzo destinato a deformare le sfere dei cuscinetti), la presenza di una progressiva flessione nelle prestazioni della

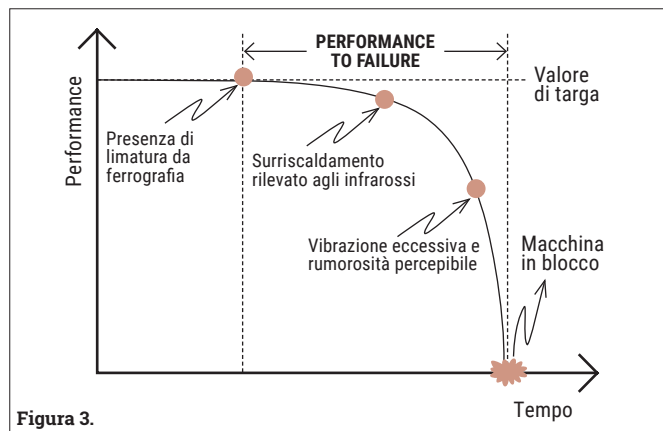


Figura 3.

macchina, che già è entrata in una fase di degrado meccanico (DF), può evitare la cessazione completa delle sue funzionalità (Fig. 3).

Per gli organi meccanici, il deterioramento dovuto ad usura, che è a tutti gli effetti un'avaria in corso, è un fattore essenziale nell'azione di contrasto riconducibile alla manutenzione autonoma (AM). Confrontando, infatti (Fig. 4) la vita utile (TTF Time To Failure) di campioni di componenti non riparabili (come, ad esempio, cinghie

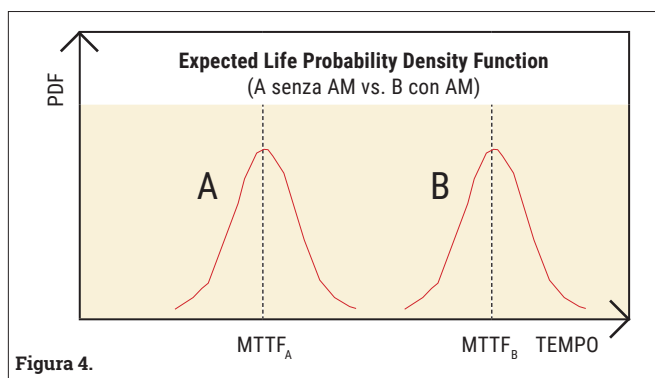


Figura 4.

o cuscinetti), soggetti (curva B) o meno (curva A) a stretti regimi di semplice mantenimento (PILS: Pulizia, Ispezione, Lubrificazione, Serraggio bulloni), si osserverebbe una decisa traslazione delle distribuzioni di frequenza con effetti importanti sul valore medio (MTTF Mean Time To Failure). Lo stesso fenomeno si può rappresentare come degrado accelerato, con riduzione della vita utile all'aumentare della severità nell'interazione con l'ambiente o al calare dell'intensità con cui i Conduuttori si prendono cura dell'impianto (Fig. 5).

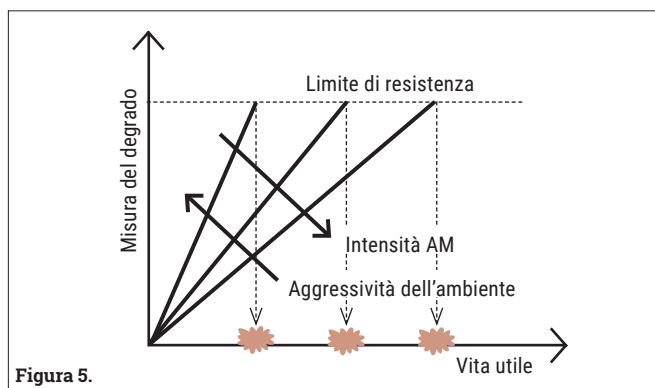


Figura 5.

## SETTE STEP PER UNA MAINTENANCE STRATEGY

Per distribuire in modo efficace ed efficiente le proprie energie tra le diverse modalità manutentive, una volta scelta la Model Area (es.: una macchina su cui fare esperienza) e istituito un Gruppo di Lavoro (Preliminary Understanding), un possibile percorso potrebbe toccare sette fondamentali tappe che elenchiamo di seguito:

### Step 1: MACHINE BREAKDOWN STRUCTURE

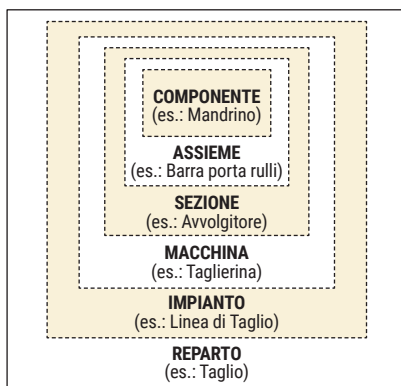


Figura 6.

Sulla Model Area occorre condividere una toponomastica e un linguaggio comune. Si è, quindi, ancora di fronte ad una fase propedeutica in cui si prepara il terreno per condurre l'analisi. Un metodo (Hierarchical Decomposition Methodology) consiste nel definire delle classi (es.: impianto, macchina, sezione, gruppo, assieme, ecc.) con cui localizzare i componenti all'interno dello stabilimento secondo un approccio Top Down (Fig. 6).

Con ciò, tuttavia, non si può concludere l'esercizio che deve prevedere anche un percorso reverse, dal componente all'impianto, per non trascurare nessun elemento potenzialmente causa di disservizio. L'obiettivo, in questa fase, non è tanto la certezza di non omettere nulla quanto la possibilità di creare le condizioni per lo sviluppo di una consapevolezza condivisa. Si pensi ad esempio ad un rullo motorizzato che trascina una bobina trattenuta da un mandrino. Decidere se il componente oggetto di controllo debba essere il rullo, il mandrino pneumatico o il tassello che forza sulla bobina è una scelta non banale che condiziona non solo l'oggetto e il suo posizio-

## COFFEE BREAK

### & MAINTENANCE MEETING

Un approccio efficientista porterebbe a considerare le pause caffè dei Manutentori come puro spreco di tempo. In realtà, non sempre in questi momenti, gli argomenti di socializzazione sono sportivi, politici o extra lavorativi. Spesso le persone si confrontano su un terreno comune che è il loro lavoro e i problemi che vi incontrano. Un approccio votato all'efficacia e allo sviluppo del know how, quindi, dovrebbe al contrario incentivare questi momenti, dirigerli e finalizzarli. Purtroppo è raro trovare dei Responsabili della Manutenzione che aprano la giornata con un Breakfast Meeting dove, offrendo una tazza di caffè ed una brioche, condividere con i propri Collaboratori le criticità, le scoperte e le intuizioni raccolte il giorno precedente.

namiento fisico ma anche i controlli da condurre e le competenze di chi esegue l'ispezione. Queste scelte sono frutto di esperienza, analisi e ragionamento deduttivo, elementi che hanno senso solo se condivisi socialmente (Box 1).

### Step 2: FUNCTIONAL DECOMPOSITION

A questo livello occorre esplicitare, per ogni foglia del Machine Breakdown Structure (componente), le funzioni che assolve sull'impianto. Un criterio è quello di indicarle usando la forma Verbo e Sostantivo, come avviene nel caso di un motore da associare alla finalità di "Generare Coppia". Dalla funzione assoluta, specificando se primaria (ovvero legata al livello superiore) o secondaria (quindi possibile oggetto di un'indagine ECRS<sup>2</sup>), è immediato risalire al motivo per cui quella singola parte esiste, condizione necessaria per definire i modi, le cause e gli effetti di guasto. A fronte della consolidata conoscenza degli impianti e in presenza di un solido know how dei Manutentori, questa analisi funzionale potrebbe sembrare eccessiva. Anche in questi casi, tuttavia, è consigliabile eseguirla per identificare le parti del componente che, di fatto, possono assumere la dignità di foglie nel Machine Breakdown Structure soppiantando, se ritenuto opportuno, l'elemento padre. Ulteriore motivo per prestare attenzione a questo esercizio sta nella piena comprensione del modo di guasto oggetto di indagine. Le norme UNI, un tempo, defi-

# Manutenzione

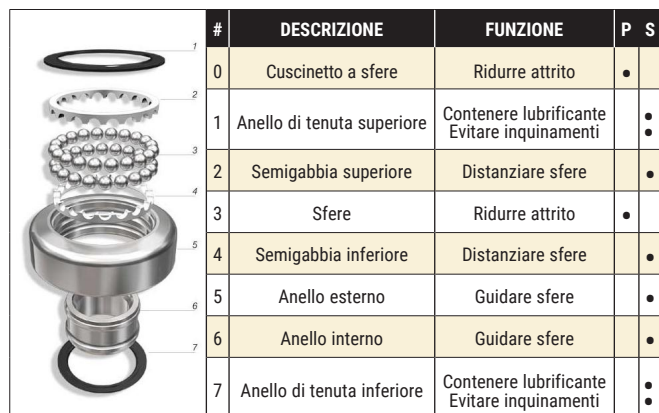


Figura 7.

nivano guasto “la cessazione dell’attitudine di un’entità a fornire una prestazione richiesta” (UNI 9910/1991). Se, per esempio, si considera un cuscinetto (Fig. 7) esploso nelle sue parti elementari, si noterà che solo le sfere agiscono con la stessa funzione del complessivo: “Ridurre l’attrito”. Ciò significa che i soli danni funzionali per il cuscinetto deriveranno da anomalie sulle sfere, mentre perdite dal paraoili o addirittura una rottura della gabbia, nell’immediato, non ne pregiudicano il funzionamento. A parte la rumorosità, infatti, finché le sfere continueranno a ruotare senza strisciare, ovvero non si deformeranno a causa di urti e vibrazioni e/o finché si manterrà un sottile strato d’olio sulle piste, l’attrito continuerà ad essere limitato. Ogni evento che intervenga su parti diverse dalle sfere non costituirà, di per se, l’avvio del guasto (Inception) ma, semmai, un segnale premotore di quanto, non intervenendo, potrà accadere (Failure Mode).

### Step 3: FAILURE MODE ANALYSIS

L’analisi dei modi di guasto può essere condotta utilizzando un procedimento induttivo, ovvero partendo da singoli casi particolari per stabilire una legge universale, o deduttivo, giungendo ad una certa conclusione da premesse più generiche. Nel primo caso, utilizzato da strumenti come la

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), si considerano potenziali eventi che possono risultare causa di anomalia e, in una logica Forward Looking (da causa a effetto), si risponde alla domanda “Che cosa potrebbe andare storto?”. Nel secondo caso, come avviene per la FTA (Fault Tree Analysis), l’esame si dipana dagli eventi di guasto e, in una logica Backward Looking che fa leva sull’esperienza del Team nei meccanismi di guasto della Model Area, risponde alla domanda “Come è potuto accadere che...?” (Box 2). Al di là di quale sia la metodologia preferita, occorre sottolineare che entrambe giungono allo stesso scopo: condividere i punti di debolezza del caso in esame ed elencarli minuziosamente.

### Step 4: RISK EVALUATION

La finalità dell’esame dei modi di guasto è indicare, per ognuno, un indice di rischio che compendi la probabilità (P) di accadimento con la gravità (G) delle sue conseguenze e con la rilevanza (R) delle sue cause o della sua evoluzione. Tale indice è attribuito in base ad una valutazione qualitativa sorretta da scale semantiche definite, in modo empirico, sulle peculiarità del contesto in cui la macchina opera. Per semplicità è opportuno scomporre ciascuno dei tre fattori indicati (Gravità/G, Probabilità/P, Rilevanza/R) su quattro livelli attribuendo (Fig. 8) diverse sfumature a due gradi di alta (punteggi 3 e 4) e bassa rilevanza (punteggi 1 e 2).

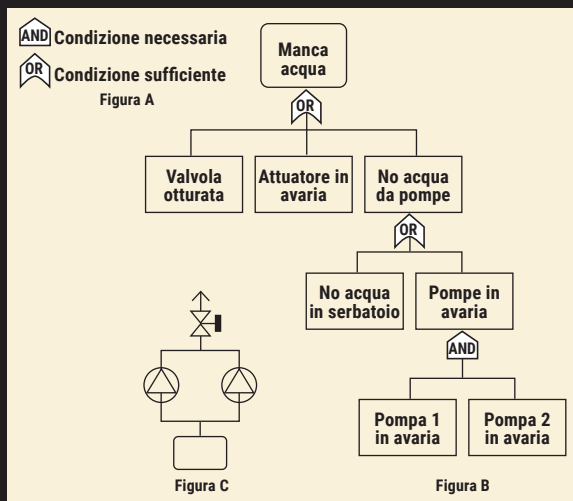
Gravità/G	Probabilità/P	Rilevanza/R
4 Effetti gravi/impatti rilevanti (fermo impianto di più di 4h)	4 Evento sistematico/probabilità molto alta (frequenza mensile)	4 Bassa (evidenza solo a seguito degli effetti del guasto)
3 Effetti medi/impatti significativi (fermo impianto tra 3 e 4h)	3 Evento frequente/probabilità alta (frequenza più volte anno no mensile)	3 Media (innesco evidente ma intervento infattibile)
2 Effetti modesti/impatti moderati (fermo impianto tra 2 e 3h)	2 Evento occasionale/probabilità media (frequenza oltre l’anno ma inferiore a 3 anni)	2 Alta (innesco evidente e intervento non differibile)
1 Effetti irrilevanti/impatti poco significativi (fermo impianto di meno di 2h)	1 Evento raro/probabilità bassa (frequenza oltre 3 anni)	1 Completa (innesco evidente e intervento differibile)
NOTA: relativamente alla Gravità si sono omessi i casi con forte impatto sulla sicurezza delle persone e/o dell’ambiente casi in cui questi effetti, da soli, giustificano la priorità d’intervento		

Figura 8.

## FMEA VS. FTA

Per individuare, tramite FMEA, i possibili modi di guasto, ovvero le modalità con cui questo si manifesta, a loro volta potenziali cause ad un livello d'indagine ulteriore, si suggerisce di partire da un loro elenco applicando ciascuna sua voce ad ogni foglia del Machine Breakdown Structure (componente):

Ostruzioni - Allentamenti - Corrosioni - Vibrazioni - Erosioni - Squilibrate - Sovratensioni - Mancati azionamenti - Perdite lubrificante - Sovrappressioni - Set point irregolari - Surriscaldamenti - Giochi eccessivi - Slittamenti/Distacchi - Disallineamenti - Infiltrazioni - Contatti incerti - Mancati ritorni - Rigonfiamenti - Incrostazioni - Deformazioni - Ammaccature - Grippaggi - Ossidazioni - Intasamenti - Fuori taratura - Avaria sensori - Inquinamenti



Per arrivare invece, dai modi di guasto (noti) alle sue cause (FTA), è possibile individuare queste ultime rispondendo a più livelli alla domanda "Come mai...?", rappresentando le risposte in forma grafica e distinguendo tra condizioni necessarie e condizioni sufficienti (Fig. A).

Ad esempio si voglia studiare la propagazione di un incendio in una sala macchine. In prima battuta si può affermare che l'evento sia dovuto ad un guasto all'impianto antincendio, ma tale risposta non è sufficiente: occorre aggiungere che non ha funzionato l'allarme di rilevazione fumi. È evidente come questi due requisiti siano necessari, bisogna cioè che contemporaneamente (AND) si verifichino entrambi per ottenere l'evento indesiderato. Dovendo scendere di un livello e spiegare l'assenza del getto d'acqua si può supporre il blocco di una valvola o il mancato flusso in mandata (OR). Prendendo quest'ultima condizione si può ipotizzare che il serbatoio di raccolta fosse vuoto o che ci sia stato un malfunzionamento meccanico (OR). Quest'ultimo caso va però ricondotto al guasto di entrambe (AND) le motopompe che alimentano in ridondanza il circuito (Fig. B). In definitiva otterremo un diagramma reticolare sul quale (attraverso l'algebra booleana, il calcolo delle probabilità e la loro attribuzione a ciascun

evento elementare) valutare la frequenza con cui attendersi la propagazione di un incendio (Fig. C).

Ad ogni modo di guasto sarà quindi possibile associare un Risk Priority Number (RPN) dato dal prodotto dei tre fattori ( $RPN = G \times P \times R$ ). Al termine di questo esercizio si possono eliminare eventi con punteggi molto bassi (es.:  $RPN = 1$ ) o, in prima battuta, evitare a priori le analisi quando  $G = 1$ . Va però ripreso un aspetto relativo a Probabilità, Rilevabilità e Gravità. Questi tre fattori sono infatti legati alle tre fasi in cui si articola il meccanismo di guasto (Fig. 9):

- Failure Cause: è l'ambito della Probabilità che, se in termini matematici si può esprimere col concetto di frequenza, risente della possibilità di anticipare l'innesco (Predictability) aumentando la capacità di bloccare l'accesso ai passi successivi;
- Failure Mode: è dove ha senso parlare di Rilevabilità in quanto si è avviato il processo irreversibile che obbligherà ad intervenire ma che, in molti casi, si potrebbe ancora interrompere se venisse intercettato per tempo (Detectability);

- Failure Effect: rappresentando le conseguenze del guasto ovvero "la cessazione dell'attitudine di un'entità a fornire una prestazione richiesta", ne considera le evidenze in termini di Disponibilità, Performance o Qualità.

Va sottolineata, infine, l'opportunità di verbalizzare i motivi che sottostanno a ciascun giudizio. Ciò è particolarmente utile per la Rilevabilità.

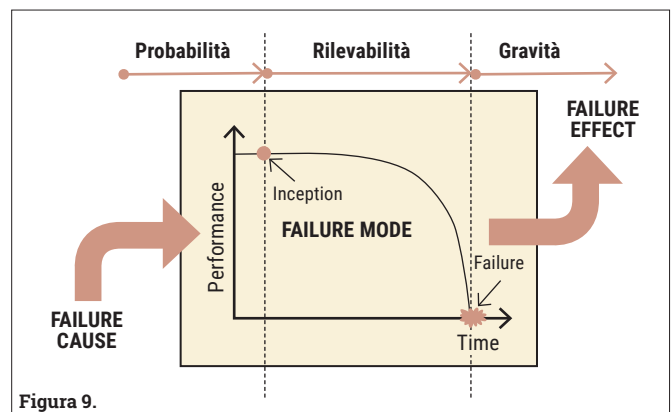


Figura 9.

# Manutenzione



vabilità che si presta, se non argomentata, a valutazioni soggettive e aleatorie ma che, al contrario, se ricostruita razionalmente, ad esempio con lo strumento dei 5 Perché, può dare una rappresentazione del meccanismo di guasto utile per contenerlo se non per eliminarlo (Fig. 10).

## Step 5: RISK REDUCTION

Nel nuovo spirito della Manutenzione, che non premia gli atti eroici con cui si reagisce agli eventi ma un impegno proattivo a garanzia della disponibilità e della conservazione degli impianti, il nucleo centrale di un orientamento alla prevenzione sta nel mitigare le minacce contenendone il rischio di accadimento. Ciò porta a definire interventi di controllo e/o di sostituzione anticipata di parti soggette ad usura secondo due prospettive:

- Current State: alle condizioni attuali, cosa si può fare per intercettare il guasto prima che si inneschi o, quanto meno, nelle fasi iniziali del Failure Mode;
- Future State: quali azioni intraprendere per ridurre i tempi di intervento, il contenuto di lavoro o il costo dei ricambi utilizzati.

La divisione tra Current e Future State è utile perché permette di

elenicare quanto realizzabile da subito e raccogliere idee per affinarlo in futuro, consentendo così di ragionare prima secondo efficacia e poi secondo efficienza, senza trascurare le buone idee ma rimandandone l'analisi a ulteriori approfondimenti (Step 7). Nella raccolta dell'As Is si crea un file, il Maintenance Master Plan (MMP), che contiene, oltre ai parametri finora discussi (nome e posizione del componente all'interno della struttura della macchina, riferimenti ai ricambi e/o ai lubrificanti consigliati, Risk Priority Number e suoi fattori), le attività manutentive di Risk Reduction (da subito fattibili o già in uso), complete del loro contenuto di lavoro (con macchina ferma vs. in marcia), della frequenza con cui vanno condotte e dello specifico know how che è necessario possedere per eseguirle in sicurezza. Per quanto riguarda, invece, gli aspetti di riduzione costi, in un secondo tempo, oltre ad un fine tuning sul numero e profondità degli interventi, si potrà pensare a piccoli buffer nel processo a tutela della macchina critica (nella logica del Drum Buffer & Rope della Teoria dei Vincoli), a modifiche alle pannellature per rendere più rapido l'accesso alle parti interne (con l'utilizzo, ad esempio, di quarter turn al posto delle viti, come consigliano le tecniche Single Minute Exchange of Die) o (Box3) a idee e intuizioni per ripensare alla struttura dei componenti e ridurne il costo (come suggerisce il Design For Serviceability).

## DESIGN FOR SERVICEABILITY

Box 3.

**Un esempio di ridisegno di un componente per ridurne il costo del ricambio è quanto realizzato su una macchina di pressofusione. Un organo molto sollecitato in questa tecnologia è il pistone che spinge la lega fusa nello stampo. In particolare, il punto critico è rappresentato dall'anello che fa da battuta e che, originariamente, era ottenuto di pezzo sul forgiato. L'introduzione di un anello rimovibile concordata con il costruttore, ha consentito di contenere l'intervento alla sua sostituzione con un effetto non trascurabile sui suoi costi.**

Maintenance Prevision Sheet				Reparto Ricambi Emittente			
PRIMA		DOPO		Impatto		Benefici	
				5.8		Sicurezza	
Data della proposta		Data di approvazione		Efficienza		Qualità	
Data di esecuzione		Dispos.		Immobilità		Ambiente	

## Step 6: GENSOKU<sup>3</sup>, DATA COLLECTION & PROCESS

### STANDARDIZATION

Già in fase di progettazione del Business Focused Maintenance si può percepire il suo principale punto di debolezza. Non si tratta, infatti, di un plain sailing che, una volta avviato, procede motu proprio, come un disco su un piano inclinato. Occorre, al contrario, che il Maintenance Manager lo guidi e lo sostenga verificando, nella versione Current State dell'MMP, la puntuale esecuzione degli interventi. Di fatto non basta emettere degli Ordini di Lavoro alle date fissate a calendario, ma occorre:

- analizzare le serie storiche dei Maintenance KPI (Mean Time Between Failure, Mean Time to Repair, Mean Down Time ecc.) alla ricerca di possibili trend ed outlier;
- studiare la Confusion Matrix (Box 4) della Model Area, allo scopo sia di rendere più assidui i controlli che non hanno impedito l'evento di guasto, sia per rilassare quelli che, al contrario, non paiono giustificarne l'intensità;
- motivare le persone, siano essi Manutentori o Conduuttori Impianto, tramite brevi incontri periodici in cui, commentando i KPI, ribadire obiettivi, strumenti, metodi e responsabilità (Box 1);
- condurre audit, secondo la buona regola per cui la delega deve basarsi sul controllo, ottenuto affiancando il personale operativo e verificandone i comportamenti.

Proprio quest'ultimo punto solleva la vexata quaestio dell'utilità delle Standard Maintenance Procedure (SMP) su cui da tempo ci si schiera, ideologicamente, contro o a favore. Si può sostenere, infatti, che le SMP siano necessarie per omogeneizzare i metodi e dare modo ai leader di verificarne l'opportuna applicazione. D'altro canto si è di fronte a

personale specializzato che non ha bisogno di essere istruito su "come vadano tenute in mano le posate" e che, per propria natura, è portato a rifiutare i formalismi e a reagire ai problemi.

Per quanto possa essere sfuggivo e vago, l'unico utile suggerimento è "fare ciò che serve" utilizzando le SMP come check list (possibili ricambi, attrezzi necessari, DPI richiesti ecc.), un po' dei mnemoni<sup>4</sup> al servizio di un padrone, il Manutentore, che deve concentrarsi su ben altri più importanti aspetti o come riferimenti (i tempi standard) alla ricerca delle variazioni con cui evidenziare le difficoltà insite nel lavoro.

## Step 7: DEPLOYMENT OF MAINTENANCE STRATEGY

La tappa finale del progetto è rappresentata da una valutazione economica su quale sia la modalità manutentiva adatta ad ogni incrocio tra componente e modo di guasto. Si tratta di confrontare costi e benefici delle risposte più evolute (TBM/PHM) assumendo realistiche ipotesi sugli effetti che si potrebbero ottenere in termini di maggiore disponibilità vs. maggiore impegno (ore uomo e ricambi). Si pensi, ad esempio, alla decisione di sostituire o meno una

### CONFUSION MATRIX

**Una buona norma nella gestione degli interventi di preventiva è confrontare il responso di un controllo con la realtà del processo. Se il risultato di un'ispezione fosse la sostituzione di un componente (o se questa fosse comandata a data fissa), da una valutazione dello stato del pezzo sostituito (FIA: Failed Item Analysis), si potrebbe evincere il raggiungimento o meno della sua vita utile.**

**Per contro, se una precedente ispezione avesse rimandato uno short repair ma poi si fosse giunti alla rottura del componente, sarebbe utile chiedersi se la frequenza e le modalità di controllo siano da rivedere. In generale queste anomalie sono utili perché: "Se il risultato conferma le ipotesi hai appena fatto una misura. Se il risultato è contrario alle ipotesi, allora hai fatto una scoperta" (Enrico Fermi)**

		Predizione		
		Intervenire	Non intervenire	
Realtà	Usura avanzata	MATCHING	FALSO POSITIVO ★ Sorpresa	
	Integrità	FALSO NEGATIVO ★ Sorpresa	MATCHING	

Box 4.



## Manutenzione

cinghia del valore di 20€ a data fissa o aspettare l'evento di guasto. Ipotizziamo che la macchina su cui la cinghia è montata, impegni tre Operatori, che la sua vita media sia di 600h con una deviazione standard di 200h (Fig. 11), che la macchina sia utilizzata mediamente per 2.400h/anno e che il costo orario della manodopera (Manutentori o Conduttori Impianto) sia di 30€. Consideriamo l'opportunità di un cambio della cinghia ad ogni 400h, in modo da assicurare, con un livello di confidenza dell'84,1%, di intervenire prima della rottura. Mantenendo l'impegno di manodopera per l'intervento su guasto (30min a 30€/h) pari a quello programmato (in realtà non sarà mai così visto che il Manutentore può non essere disponibile, la diagnosi del guasto può non essere immediata o il ricambio può non essere a scorta), i costi delle due strategie risulteranno:

• BDM:  $2.400/600 = 4$  fermi all'anno valorizzati ciascuno a 80€ per un totale di 320€

- $0,5h \times 30€/h \times 3pp = 45€$  per inattività del personale di produzione;
- $0,5h \times 30€/h = 15€$  per il cambio della cinghia;
- 20€ del costo del ricambio

• TBM:  $2.400/400 = 6$  fermi all'anno valorizzati ciascuno a 47,8€ per un totale di 286,5€

- $30€ \times 0,5h \times (1+15,9\%) = 17,4€$  di mano d'opera (Manutentore);
- $3pp \times 30€/h \times 0,5h \times 15,9\% = 7,15€$  per inattività del personale di produzione;
- $20€ \times (1+15,9\%) = 23,2€$  del costo del ricambio.

Oltre a queste analisi, la fase di Deployment of Maintenance Stra-

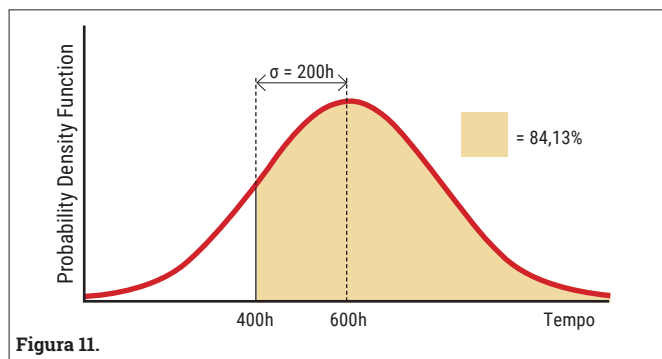


Figura 11.

tegy serve a indirizzare i progetti di Improvement Maintenance, da condurre sia sfruttando le intuizioni di chi opera sugli impianti, sviluppando dei Maintenance Prevention Sheet, sia lanciando interventi mirati alla riduzione dei costi dei ricambi o all'aumento della disponibilità.

### COMMENTI

Da esperienze maturate nella trasformazione di attività manutentive, si possono trarre alcuni spunti di riflessione:

• *Omeostasi organizzativa*: nella vita lavorativa, anche se questo attributo pare superfluo, le persone sono spesso arroccate su assiomi rassicuranti, convinzioni che sono pronte a difendere anche con l'autoinganno. Ripetendo ciò che ha sempre funzionato ci si costringe a limare gli asintoti di un presunto "continuo miglioramento", pensando così di essere razionali e di dare certezza e perennità ad un passato di successo. Il fenomeno, noto in biologia come omeostasi (attitudine a conservare le proprie caratteristiche al variare delle condizioni ambientali), può avere risvolti positivi ma, più spesso, risulta contrario ai propri obiettivi. La resilienza, se da un lato può assicurare la sopravvivenza dell'individuo (es.: lo sviluppo di anticorpi a contrastare la malattia), dall'altro può nascondere un'ottusa cocciutaggine (es.: Mr. Land, fondatore della Polaroid, che studia la macchina da presa con auto sviluppo della pellicola, proprio quando compaiono le prime videocamere a nastro magnetico). Per opporsi all'omeostasi va vinta l'assuefazione al déjà vu e alla difesa ad oltranza della propria posizione ("Ma perché intervenire se la macchina funziona ..."), creando piccoli laboratori (la Model Area) su cui fare esperienza ed apprendimento.

• *Time Based Maintenance vs. Break Down Maintenance*: gli studi condotti sui criteri decisionali in condizioni di incertezza, mostrano tendenze marcate nella scelta di diversi percorsi d'azione aventi lo stesso risultato. Esaminiamo i due seguenti scenari:

- Ipotesi X: perdere 100€ fermando la macchina per un controllo;
- Ipotesi Y: produrre ininterrottamente a fronte di una probabilità del 10% di doversi fermare per un guasto improvviso da 1.000€, accusando così una perdita, di nuovo, di 100€ ( $1.000€ \times 10\% = 100€$ ).

Sottoponendo questa alternativa ad un campione di Decisori, sarebbe ragionevole attendersi un'equa distribuzione delle preferenze vista la loro indifferenza dal punto di vista economico. In realtà più dell'80% degli intervistati rinuncia alla fermata preventiva e preferisce l'ipotesi Y all'ipotesi X. Ciò significa che proporre una manutenzione preventiva deve avere un ritorno significativo per imporsi all'attendimento dell'intervento su guasto. In altri termini è inutile tentare di convertire strategie BDM in TBM se il loro payoff non è in un rapporto almeno di 7 a 10 (Fig. 12).

• *Da Disponibilità ad Affidabilità*: laddove non siano presenti rischi per le persone (es.: trasporto aereo) o catastrofici effetti sull'ambiente (es.: centrali nucleari), la misura principe con cui si valuta l'efficacia della Manutenzione non è l'Affidabilità ma la Disponibilità degli impianti. Un approccio preventivo (quando non proattivo) in sostituzione ad uno reattivo, al contrario, riporta in primo piano l'Affidabilità e crea un forte cambiamento nel percepito del Manutentore. Se non conta il Mean Time To Repair, semplicemente

perché la macchina non deve fermarsi, non è più valorizzata l'abilità nel riparare un guasto, dote che proveniva da esperienza e conoscenza tacita del singolo individuo. Conta, invece, la capacità di interpretare e prevenire i meccanismi che causano quel guasto, elementi ignoti ai non specialisti. In questa ottica il senso d'identità delle persone, dono sociale esplicitato nell'affermazione del proprio valore, mancando l'evidenza della macchina riavviata, va confermato in altro modo. Come nello sport è importante sentirsi elogiare da chi è ritenuto un campione, così in azienda è sul riconoscimento del capo che si rafforza la propria identità. D'altro canto, e ben lo insegna la vita militare, il capo non è il Generale di Corpo d'Armata che (forse) s'è intravisto in qualche parata, ma il proprio tenente, che va all'attacco uscendo con te dalla trincea e che ti firma la licenza quando chiedi un permesso. Da ciò, quindi, si evince la centralità del Maintenance Manager nel promuovere e rinnovare coinvolgimento e motivazione nei Manutentori, interpretando la nuova filosofia in modo positivo come una possibile crescita professionale verso l'ingegneria di processo, la tecnologia e lo sviluppo di soluzioni e metodi di produzione.

Per quanto queste riflessioni possano sembrare astratte se non esoteriche, pure l'esperienza porta a considerare prioritario l'ostacolo di una mutazione antropocentrica, per il resto, citando George Santayana, "non c'è nulla di nuovo sotto questo cielo se non il dimenticato".

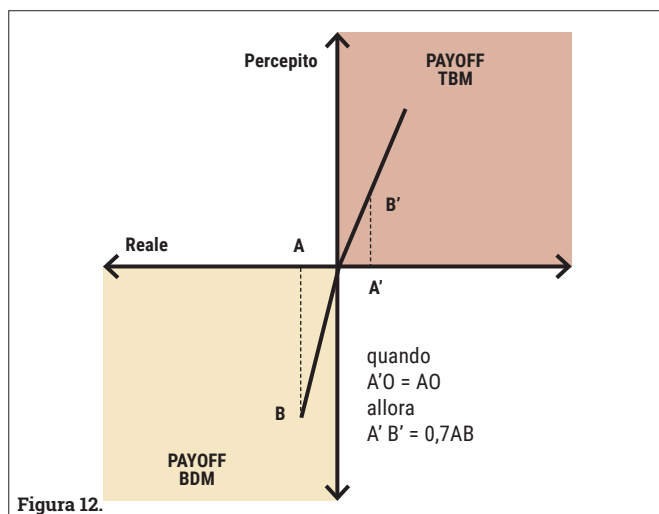


Figura 12.

#### NOTE

- 1 I casi più subdoli riguardano gli Hidden Protection Device ovvero quelle segnalazioni prodotte dalla macchina per evidenziare condizioni di lavoro anomale (es.: le lampadine del quadro che si accendono solo quando i parametri di funzionamento siano fuori norma).
- 2 ECRS Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify: metodo per ridurre la complessità di un prodotto e/o di un processo.
- 3 Nel linguaggio giapponese Gensoku significa controllare l'applicazione di quanto stabilito direttamente nel processo per cui l'azione è stata pensata, allo scopo di correggere chi opera o l'istruzione che gli è stata data.
- 4 Il mnemone era un servo che, nell'antica Roma, accompagnava il padrone nei suoi affari per ricordargli i nomi delle persone che incontrava, le commissioni che doveva sbrigare, i sospesi con clienti e fornitori, insomma, un'agenda elettronica ante litteram.