

Capitolo 7 - Elementi per il controllo delle prestazioni in manutenzione

In molte realtà industriali è presente il problema di come controllare l'attività manutentiva degli impianti, non solo per controllare l'efficienza del personale, ma anche per individuare le zone più a rischio di guasto e poterne gestire eventuali potenziamenti.

Sezioni:

7.1 - Analisi tecnico-economica

7.2 - Il costo di fermo macchina

7.3 - Il sistema informativo di manutenzione

7.4 - Gli indici di manutenzione

7.5 - Controllo delle prestazioni in manutenzione

7.1 - Analisi tecnico-economica

La produzione, composta in genere da più operazioni elementari eseguite sul manufatto, comporta dei costi legati in parte al momento produttivo e in parte alle strutture di supporto che ne permettono lo svolgimento. Sono quindi sempre presenti delle voci di spesa aggiuntive rispetto ai costi delle materie prime e della manodopera, che derivano in genere da impianti centralizzati, servizi commerciali e amministrativi, ammortamenti, logistica, ecc.

Possono essere definiti i:

1. costi diretti, legati alla pura fase di produzione del manufatto, suddivisi in

- costo delle materie prime e dei componenti
- costo della manodopera
- costo energia
- costo dei materiali ausiliari e di consumo

2. costi indiretti, derivanti dalle strutture non prettamente produttive dell'azienda, suddivisi in

- costo della manodopera non direttamente coinvolta nella produzione
- costo dei servizi (amministrazione, commerciale, logistica ecc.)
- costo di ammortamento

- costo della manutenzione degli apparati direttamente coinvolti nella produzione
- costo della manutenzione degli apparati non direttamente coinvolti nella produzione

3. costi non direttamente associabili a una delle due precedenti categorie, suddivisi in:

- costo della regolazione macchine (set-up)
- costo organizzativo del servizio manutenzione

Con riferimento ad un generico apparato produttivo possiamo definire i costi nell'unità di tempo di produzione (tipicamente il minuto) come:

- costi di materia prima: C_{mp}
- costi diretti di consumo: C_{dc}
- costi diretti di manodopera: C_{dm}
- costi indiretti: C_i

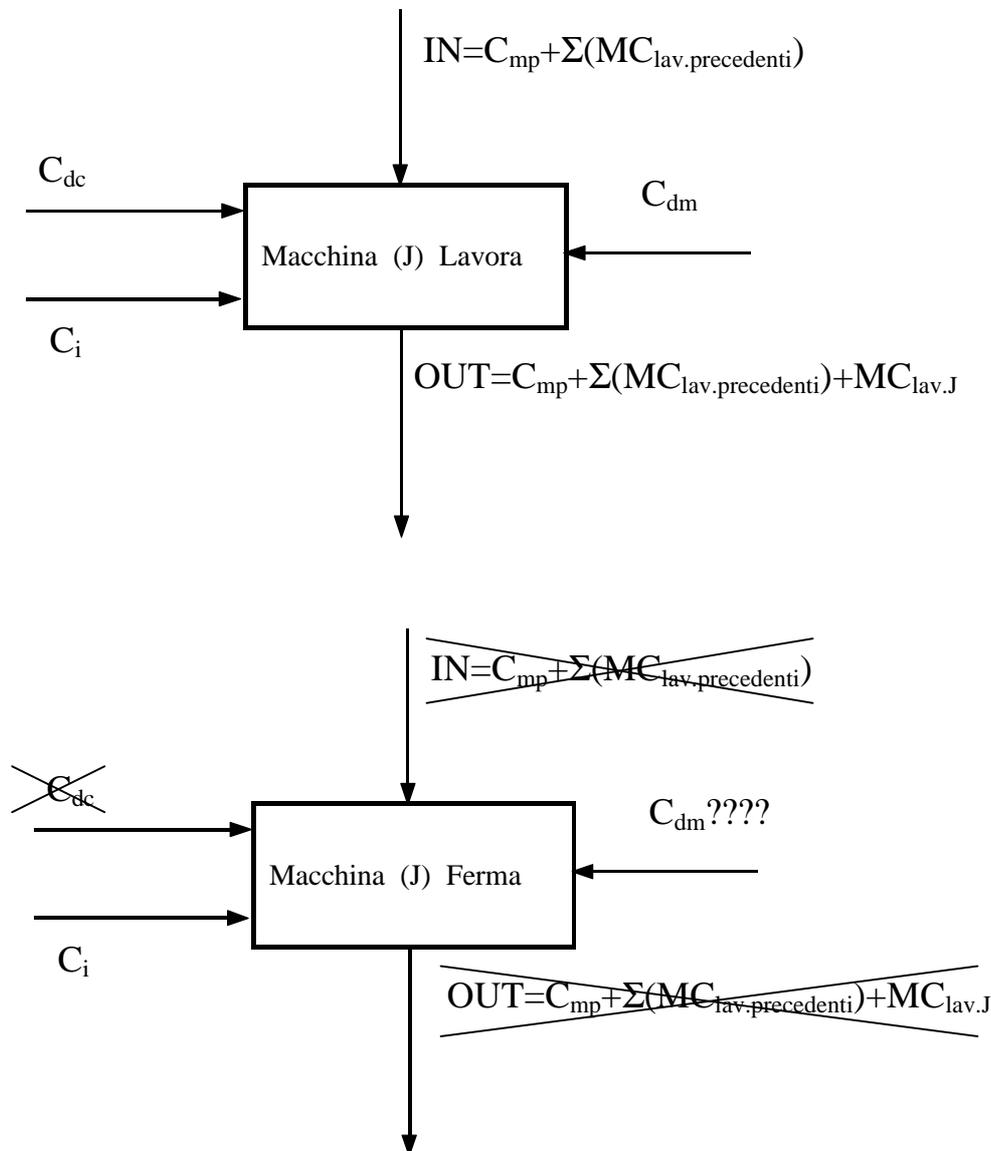
la cui somma $C_t = C_{mp} + C_{dc} + C_{dm} + C_i$

rappresenta il costo imputabile all'apparato in un'unità di tempo in cui è in produzione.

7.2 - Il costo di fermo macchina

Il costo della materia prima è generalmente noto e dipende tipicamente dalla tipologia del prodotto finito. Il costo finale dell'oggetto è rilevabile grazie alla distinta base, ai tempi standard delle operazioni necessarie per produrlo, ai costi delle materie prime, della manodopera, ecc. In genere si conoscono i costi diretti, indiretti e pieni per ogni fase della lavorazione ed è noto il margine di contribuzione¹ (MC) lordo medio.

I seguenti diagrammi evidenziano i flussi di costo e di valore negli stati di macchina in moto e di macchina guasta:



dove con $MC_{lav.J}$ si intende il margine di contribuzione dovuto alla j-esima lavorazione. In caso di capacità produttiva esuberante rispetto alla richiesta del mercato, il fermo temporaneo della linea non causa perdite per mancanza: se utilizzando il sistema produttivo per un ridotto periodo di tempo, ad esempio un mese, produco quanto basta al mercato per un periodo più lungo, ad esempio un anno, e nel restante periodo di tempo il sistema produttivo rimane inutilizzato, allora perdere una limitata quantità di prodotto a causa del fermo macchina per guasto non causa una perdita di guadagno

¹ “Si definisce margine di contribuzione la differenza tra il ricavato e i costi variabili per un dato volume di produzione. Il m.c. è quindi ciò che resta del ricavato, dettratti i costi variabili, che è disponibile per coprire i costi fissi e, assolta questa funzione, per incrementare l’utile.” (F. Turco)

per mancata produzione. Al contrario, in caso di capacità produttiva scarsa, ovvero inferiore alla capacità di assorbimento del mercato, la perdita di produzione, anche temporanea, rappresenta un mancato guadagno e quindi un costo per l'azienda (perdita del margine di contribuzione).

Con riferimento al caso di capacità produttiva scarsa si consideri il caso di due ipotetiche macchine che lavorino in serie, di cui la prima (macchina A) abbia un ritmo produttivo superiore alla seconda (macchina B) che, in questo caso, rappresenta il collo di bottiglia. In fase produttiva si formerà, a monte della macchina B un certo quantitativo di materiale da smaltire già lavorato dalla macchina A. Una fermata di quest'ultima, il cui tempo complessivo non superi quello che impiega la macchina B a consumare tutto il semilavorato a monte², non produce alcun problema di fermo della linea, pertanto non si sostiene alcun costo di mancata produzione (perdita di margine di contribuzione).

Al contrario, se la macchina A avesse un ritmo produttivo inferiore alla macchina B, cioè fosse il collo di bottiglia della linea, una sua fermata, anche breve, causerebbe una fermata della macchina B (ed eventualmente di quelle che la seguono) per mancanza di materiale; il prodotto perso, in questo caso³, non potrebbe più essere successivamente recuperato e quindi nemmeno il suo margine di contribuzione che, in termini di mancato guadagno, diventerebbe un costo da sostenere, che chiameremo C_{mp} , costo di mancata produzione.

Si possono verificare situazioni in cui i costi diretti di manodopera dovuti al fermo macchina per guasto possono essere ridotti o eliminati.

Lo spostamento su altra unità produttiva del personale in esubero per guasto macchina rappresenta in genere un aspetto rilevante per il contenimento dei costi di fermo in quanto elimina o comunque riduce la perdita dovuta alla momentanea dissaturazione del personale.

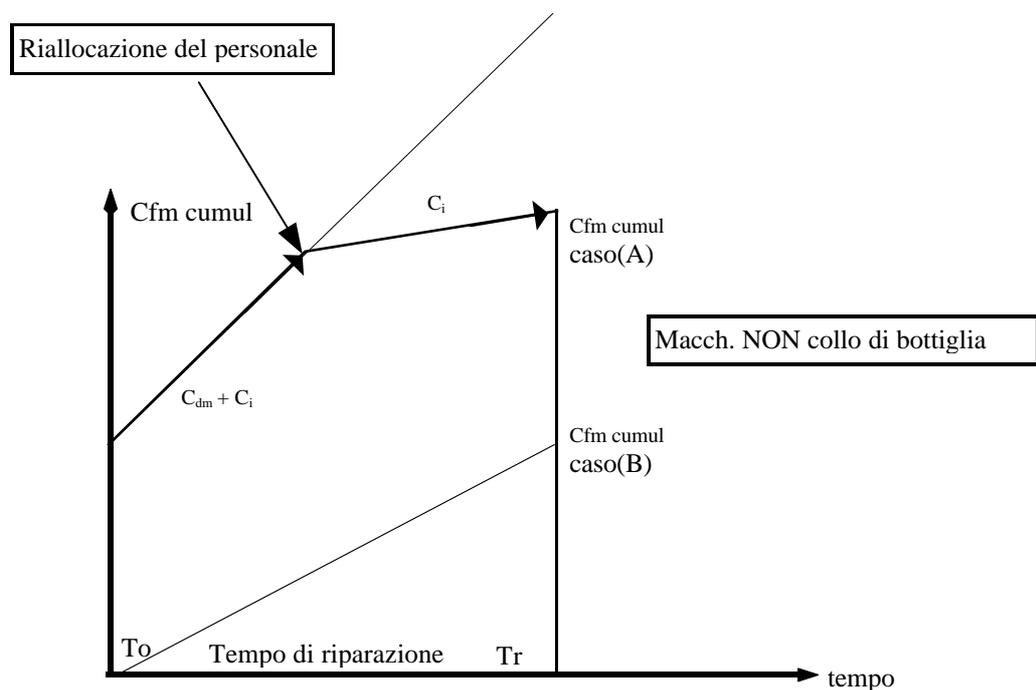
Non sempre però gli spostamenti della manodopera sono possibili e in questo senso si vedano quelle situazioni in cui un solo operatore è adibito all'utilizzo di due o più macchine (rapporto uomo/macchina minore di 1): in tal caso spostare l'operatore potrebbe significare un fermo di tutti gli apparati che egli sta gestendo.

² in tal caso la macchina A diventerebbe il nuovo collo di bottiglia

³ sempre nell'ipotesi di produzione scarsa

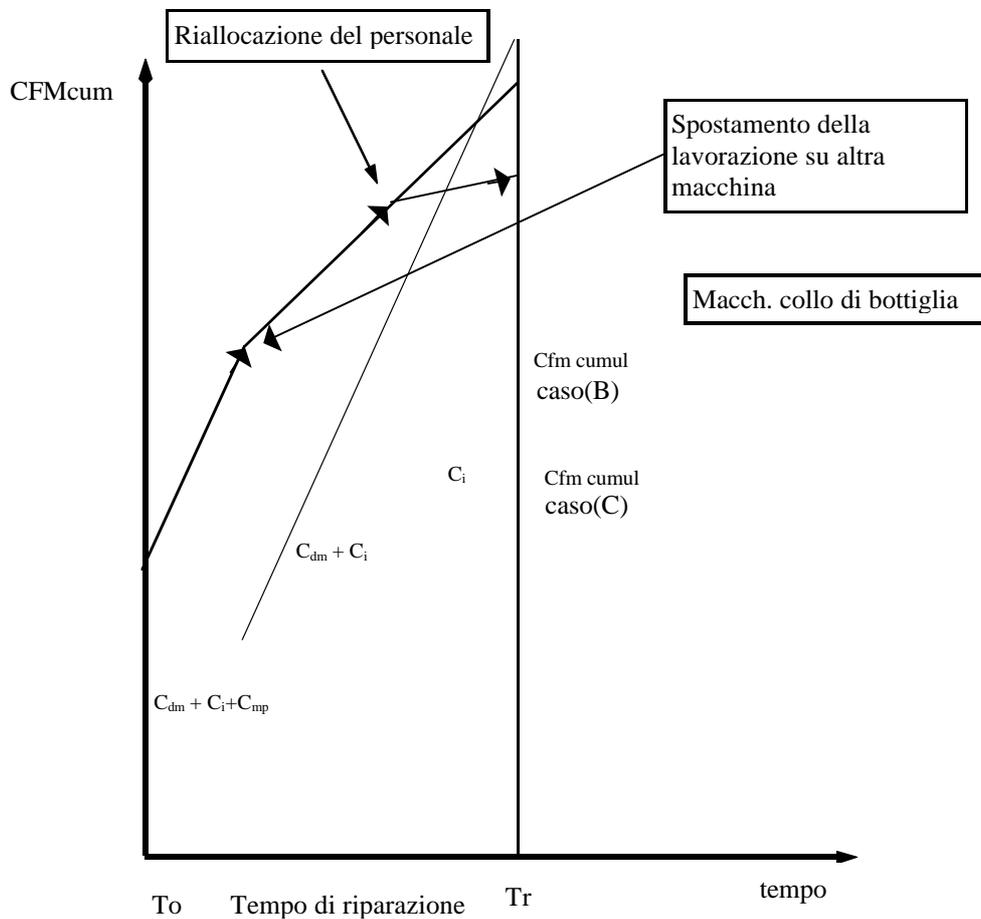
In genere i costi cumulati nel tempo ($C_{fm\ cumul}$) da sostenere a causa del fermo macchina per guasto possono essere visualizzati attraverso delle rette di pendenza variabile. Negli esempi seguenti si distinguono le due situazioni in cui la macchina non è un collo di bottiglia del processo produttivo e in cui lo è.

Nel primo esempio si identificano il caso (A) in cui durante la fermata il personale diretto rimane inattivo e il caso (B) in cui, constatata la presenza di un fermo macchina lungo, si rialloca il personale diretto. Come si può notare il costo causato dalla fermata è, nel secondo caso inferiore.



Nel secondo esempio, il confronto viene fatto tra la situazione di fermo macchina senza interventi, caso (A), con spostamento della produzione su un'altra macchina disponibile, caso (B), e con riallocazione del personale, caso (C).

La pendenza della retta di costo cumulato cambia, diminuendo, qualora venga rimossa la causa del costo stesso (lo spostamento della lavorazione su un'altra macchina elimina la perdita di prodotto e quindi del relativo margine di contribuzione mentre lo spostamento della manodopera durante la riparazione rimuove il costo del personale non operativo).



La procedura per la valutazione dei costi consiste nel considerare:

- il tempo impiegato a produrre un pezzo T_p
- il costo indiretto (C_i),
- il costo diretto della manodopera (C_{dm})
- il margine di contribuzione del prodotto che verrà posto uguale al costo di mancata produzione C_{mp}

Ad esempio siano:

- $T_p = 0,5 \text{ min/pz}$
- $C_i = 500 \text{ Lit/min}$
- $C_{dm} = 600 \text{ Lit/min}$

- $C_{mp} = 2500$ Lit/pezzo

Allora ogni minuto di fermo si sosterranno:

$$C \text{ (per minuto)} = 500 + 600 + 5000 = 6100 \text{ Lit}$$

Se la lavorazione venisse spostata non si sosterebbe più il costo relativo alla perdita produttiva e quindi il nuovo costo al minuto diventerebbe pari a 1100 Lit/min. Spostando il personale non operativo (a causa del guasto) tale costo si ridurrebbe a 500 Lit/min, corrispondente al solo costo indiretto.

Se $T_r - T_o$ è il tempo impiegato per la riparazione allora, a seconda se la macchina è o non è collo di bottiglia e a seconda della rapidità con cui sono spostati la lavorazione in corso e/o il personale di manodopera, i costi cumulati ($C_{fmcumul}$) delle varie situazioni (casi (A),(B),(C)) variano in modo consistente.

Nei grafici precedenti non viene considerato il costo della riparazione, che comprende la spesa per tutti i materiali e le attrezzature utilizzate per il ripristino della funzionalità e che va ad acuire ulteriormente la pendenza delle rette e quindi ad aumentare i costi cumulati, così come il costo del personale manutentivo che è quantificabile attraverso la durata del singolo intervento. Tale costo è invariante in tutte le situazioni e pertanto non interessante al fine della precedente analisi.

7.3 - Il sistema informativo di manutenzione

La presenza di un sistema informativo di manutenzione e il suo grado di complessità sono spesso funzione delle dimensioni di una azienda. Un elevato numero di interventi giornalieri, la presenza di un ampio magazzino ricambi e la quantificazione dei costi presentano spesso notevoli problemi di gestione. Si rende pertanto utile la presenza di un sistema che raccolga e renda disponibili all'occorrenza le informazioni relative alle risorse disponibili, ai tempi di occupazione di tali risorse, all'analisi del budget di manutenzione. Il livello di complessità e di integrazione di tale sistema all'interno di un sistema generale d'impresa dipende sia dalle esigenze di quantificazione delle spese che dal tipo di politica e di strategia manutentiva applicata. La manutenzione programmata attiva necessita, ad esempio, di una banca dati che contenga informazioni sull'andamento storico dei guasti per la definizione del periodo di intervento. La

manutenzione programmata passiva dovrebbe essere controllata nel tempo e dovrebbe essere effettuata comunque una schedulazione degli interventi quanto più precisa possibile allo scopo di evitare gli sprechi. Manutenzione predittiva e TPM necessitano analogamente di strumenti sia di elaborazione dei dati raccolti che di gestione degli interventi.

Un sistema informativo si articola in genere in due sezioni:

- sistema informativo locale con caratteristiche essenzialmente *tecniche e gestionali*, cui fanno riferimento gli operatori diretti di manutenzione e il gestore di servizio
- sistema informativo centrale che ha caratteristiche contabili e fiscali e a cui possono accedere la funzione amministrazione e il manager di manutenzione

Nell'ambito dei sistemi locali di manutenzione operativa, le aree maggiormente caratterizzanti sono:

1. report degli interventi di manutenzione
2. pianificazione, emissione documenti di lavoro, prezziari (dove è possibile una adeguata quantificazione dei costi per singola tipologia di intervento)
3. gestione delle fermate
4. gestione del magazzino ricambi

Quella che segue è una sintetica analisi dei punti appena visti.

1. Ad ogni apparecchiatura o macchinario, in genere identificabile con un codice tecnico all'interno dell'azienda, sono associate una serie di informazioni:

- caratteristiche tecniche di progetto e manualistica di base
- i limiti di impiego della macchina
- le condizioni operative dell'impianto di cui la macchina in quel momento fa parte
- l'elenco dei ricambi e la loro criticità d'impiego e stoccaggio
- la storia tecnica degli interventi subiti e dei costi relativi a tali interventi

In particolare per ogni intervento dovrebbero essere raccolti:

- condizione dell'apparecchiatura

- diagnosi del guasto
 - causa del guasto
 - azione di manutenzione
 - tempo di intervento
 - materiali impiegati (sia di consumo che di ricambio)
 - manutentori impiegati (in numero e specializzazione)
2. L'intervento di manutenzione dovrebbe essere pianificato scindendolo in macroattività e quindi normalizzato in termini di tempi e costi. Tale standardizzazione permette di ottimizzare la preparazione e programmazione dei lavori, infatti nello standard sono presenti sia le informazioni sul lavoro da fare che sulla tipologia di materiali, attrezzature e ricambi da utilizzare. Da ciò deriva generalmente una più semplice schedulazione e organizzazione del lavoro nonché facilitazioni in sede di stesura del budget annuo.
3. Le fermate sono per lo più costituite da guasti di origine nota che si ripropongono per le varie apparecchiature. Un sistema informativo che consenta una precisa schedulazione delle attività di prevenzione permetterebbe quindi di pianificare le azioni di ispezione ed eventualmente di ripristino in maniera più razionale ed economica per l'azienda
4. Nell'ambito del magazzino ricambi, esigenze tecniche ed economiche sono spesso in conflitto e il corretto dimensionamento dei livelli di scorta, in funzione della tipologia e della criticità del ricambio, assume una notevole importanza.

7.4 - Gli indici di manutenzione⁴

Per una valutazione sintetica dello stato della manutenzione possono essere utili degli *indici* che permettano di valutare l'efficienza e l'efficacia del servizio, delle politiche adottate, delle tipologie e delle risorse impiegate.

Un indice è, secondo la norma UNI 10388 (10/94), un *rapporto di due dati* destinato a:

- rappresentare un evento determinato in modo obiettivo e preciso

- controllare il grado di raggiungimento degli obiettivi
- essere comparato tra unità distinte della stessa impresa o tra imprese o settori diversi

Fra quelli esposti in seguito, i primi, chiamati *indici generali*, danno indicazioni sul rapporto tra l'utilizzazione degli impianti (volumi di prodotti) e il costo di manutenzione. Oltre a questi indici sembra opportuno analizzarne altri relativi alla composizione del costo e all'analisi delle giacenze di materiali tecnici, chiamati *indici di efficienza*. Seguiranno infine degli indici sulle politiche manutentive e sull'organizzazione della manutenzione.

Gli indici generali per realtà produttive omogenee (stesso settore merceologico) possono essere:

- Spesa annua di manutenzione / Fatturato*
- Spesa annua di manutenzione / Costo di trasformazione*
- Spesa annua di manutenzione / Immobilizzi tecnici lordi*
- Spesa annua di manutenzione / Costo a nuovo degli impianti*

Secondo l'autore, nell'ambito di valutazioni per la stessa azienda su più esercizi economici, gli indici da privilegiare sono il b) e il d).

In ambiti merceologici diversi sono più indicati i seguenti indici generali:

- Spesa di manutenzione / Fatturato*
- Spesa di manutenzione / Immobilizzi tecnici lordi*

I dati di letteratura relativi al primo di questi due indici indicano che può variare dall'1,5-2% dell'industria meccanica, elettromeccanica ed elettronica al 7-8% dell'industria cementiera e siderurgica. L'industria alimentare è sul 2-3% mentre la chimica e la petrolchimica si attestano dal 2 al 4%.

I valori appena elencati sono da considerarsi puramente indicativi dell'andamento generale degli indici visti e validi su scala nazionale, pertanto devono essere utilizzati con cautela ed adattati alla storia dell'azienda.

⁴ Tratto e adattato da L. Furlanetto, Rivista "Manutenzione", 3/95

Circa il secondo indice (*Spesa di manutenzione / Immobilizzi tecnici lordi*) i dati sono meno dispersi e si attestano su valori dal 4 al 7%. Questo sembra essere l'indice più confrontabile anche tra settori industriali diversi, infatti il costo della manutenzione è correlabile con il contenuto in materiali e tecnologia delle macchine e degli impianti e quindi al loro costo.

Alcuni indici di efficienza possono essere:

- a) *Spesa annua per manodopera manutentiva interna / Spesa totale*
- b) *Spesa annua per materiali di manutenzione / Spesa totale*
- c) *Spesa annua per specialisti esterni / Spesa totale*
- d) *Spesa annua per materiali di manutenzione / Valore medio giacenza materiali di manutenzione*⁵

Il rapporto tra spesa sostenuta per la manodopera e i materiali varia mediamente dal rapporto 80 - 20% per le industrie leggere al 60 - 40% per quelle pesanti. Valori che si scostano da queste medie possono significare inefficienza della manutenzione o uso improprio di materiali. L'incidenza in Italia della spesa per manutenzione effettuata da specialisti esterni sul totale della spesa di manutenzione varia dal 10% dell'industria manifatturiera al 50% dell'industria di processo in base alla disponibilità di personale qualificato all'interno della struttura. La tendenza europea si attesta a valori del 25% circa.

Per quanto riguarda l'indice di rotazione (d) i valori di letteratura variano da 0.5 a 2 ma la presenza di valori del rapporto inferiori a 1 può denotare anomalie o carenze gestionali.

Per ulteriori approfondimenti nell'ambito degli indici in manutenzione si rimanda alla sopracitata norma UNI 10388, "Indici di manutenzione".

7.6 - Controllo delle prestazioni in manutenzione

⁵ l'indice d) è chiamato "indice di rotazione" in quanto rappresenta il numero di volte che il magazzino viene rinnovato nell'anno.

Nella gestione di un servizio di manutenzione sembra opportuno tenere conto degli aspetti prestazionali nei seguenti ambiti:

- efficienza del personale
- efficacia e costo degli interventi
- snellezza delle strutture
- organizzazione del lavoro

Il controllo dell'efficienza del personale è generalmente piuttosto complesso in quanto l'efficienza dipende spesso da fattori soggettivi, oggettivi, comportamentali ed ambientali.

Tra i fattori oggettivi si possono considerare:

- la qualità dell'ambiente di lavoro,
- la distanza tra l'officina e il punto di intervento,
- la difficoltà di operare e accedere all'apparecchiatura da manutenzionare (manutenibilità operativa).

Per quanto riguarda le problematiche soggettive, le più evidenti sembrano essere la motivazione, l'attaccamento al lavoro e il coinvolgimento del personale.

L'efficienza può essere definita come il rapporto tra due grandezze quantitative, di cui la prima, a numeratore, è vincolata al modo di operare delle persone (in termini di tempi o di costi), mentre la seconda dovrebbe essere di tipo oggettivo-standardizzato. La difficoltà nel determinare quest'ultima risiede proprio nella natura delle operazioni svolte dalla manutenzione che, occupandosi generalmente di conservare la funzionalità dei mezzi di tutto lo stabilimento, opera in svariati settori e con svariate competenze.

$$\text{Efficienza} = \frac{\text{Caratteristiche della prestazione erogata}}{\text{Caratteristiche della prestazione standard}} \quad (6)$$

Gli indici sui costi di manutenzione possono essere suddivisi per praticità in:

- costi di manutenzione per singolo impianto, che consentono di comparare i valori ottenuti per impianti simili magari posti in siti diversi
- costi di manutenzione per stabilimento

Dal costo di impianto è possibile rilevare:

- il costo della manutenzione distribuito sul prodotto
- il costo percentuale della manutenzione riferito a quello dell'impianto a nuovo

Questi ultimo due indici sono particolarmente utili nel confrontarsi, in termini di costi, con la concorrenza e i dati statistici sono ricavabili da pubblicazioni specializzate.

Una buona organizzazione sia delle risorse che del lavoro può contribuire a ridurre i costi del servizio di manutenzione. È possibile ottimizzare parametri operativi ed economici, ad esempio attraverso la separazione delle competenze tra piccoli e grandi lavori, tra lavori da far eseguire al personale manutentivo e al personale produttivo.

In un'ottica vicina alla TPM, il servizio manutenzione può, ad esempio essere suddiviso in due sezioni organizzative:

- la manutenzione centrale
- la manutenzione di zona, dislocata in prossimità dell'impianto di competenza

La sezione centrale si occupa prevalentemente di:

- gestione delle officine centrali
- programmazione e pianificazione dei lavori
- ingegneria della manutenzione (progettazione, riprogettazione, sicurezza, tabelle standard, ecc.)
- controllo dei lavori appaltati a terzi
- controllo economico (in collaborazione con le altre funzioni competenti)

operando con una logica del tipo “fornitore” nei confronti del *centro di costo* (impianto produttore, gruppo macchine e infrastrutture di stabilimento), beneficiario dell'intervento.

La manutenzione di zona è invece alle dipendenze del centro di costo di competenza ed è composta da nuclei snelli di "manutentori" di cui fanno parte gli operatori di produzione e viene progettata organizzativamente (e quindi addestrata e munita di adatti strumenti) per eseguire circa il 20% del numero di interventi sugli impianti di cui ha la diretta responsabilità.

⁶ con il termine “caratteristiche” si intendono tempi, costi, modalità, ecc.

