



POLITECNICO
MILANO 1863

ECM: Gestione, esecuzione e sviluppo nell'ottica della manutenzione predittiva

Dario Zaninelli

ECM = Entity in Charge of Maintenance
= Soggetto responsabile della manutenzione

ECM non è solo l'esecutore delle attività, ma il responsabile della gestione dell'intero sistema manutentivo.

Esecuzione e gestione dipendono dalle strategie manutentive adottate



Gli interventi che incidono sulle strategie manutentive

La strategia manutentiva può essere:

- a) **A guasto** ovvero, con interventi solo a valle di un guasto.
- b) **Programmata o ciclica** ovvero eseguita periodicamente, sulla base di una stima dell'affidabilità dei diversi elementi su base temporale o dell'uso.
- c) **Su condizione** ovvero, basata su segnali rilevano lo stato del sistema e attivano un intervento di manutenzione con un opportuno margine e che rilevano il passaggio dello stato del componente/sistema oltre una soglia di attenzione.
- d) **Predittiva** come sviluppo dell'approccio su condizione, in cui i dati raccolti vengono analizzati e utilizzati per anticipare la possibilità che si verifichi un guasto, mediante modelli probabilistici, semi-empirici o strutturali.

Nel settore oggetto dell'analisi, la necessità di assicurare la sicurezza e la regolarità del servizio limitano il primo approccio solo a quei componenti non critici per la sicurezza e per la regolarità del servizio.

Gli interventi che incidono sulle strategie manutentive

Un **primo tipo** di provvedimenti ha l'obiettivo di ottimizzare i processi manutentivi senza modificare la strategia manutentiva già esistente, ma traendo comunque beneficio dalla raccolta organizzata di dati aggregabili.

Un **secondo tipo** di provvedimenti che rientrano nel campo dell'ingegneria della manutenzione, ha l'obiettivo di modificare la strategia manutentiva, passando da una manutenzione programmata ad una su condizione successivamente estendibile ad una predittiva.

Gli interventi che incidono sulle strategie manutentive

I principali interventi in comune tra i due approcci sono:

- Acquisire elementi oggettivi che descrivano lo stato del componente/sistema per variare ed ottimizzare l'intervallo di manutenzione
- Rendere disponibili in formato digitale le informazioni acquisite per formare un archivio elettronico (data base)

Gli interventi che incidono sulle strategie manutentive

Questi provvedimenti, che richiedono la disponibilità di «segnali significativi, affidabili e tempestivi», possono consentire di ridurre il numero degli interventi a parità di costo delle fermate non programmate.

Il tema è particolarmente rilevante nel settore ferroviario, poiché la maggiore frequenza con cui vengono richiesti modelli di circolazione cadenzati e la crescita del traffico di treni merci riducono sensibilmente la possibilità di svolgere le attività manutentive.

Gli interventi di ottimizzazione: la strategia di manutenzione programmata

Nel caso di manutenzione programmata, l'obiettivo è quello di ottimizzare i tempi degli interventi, rispetto all'impiego di personale e materiali. Le aree di intervento comprendono principalmente:

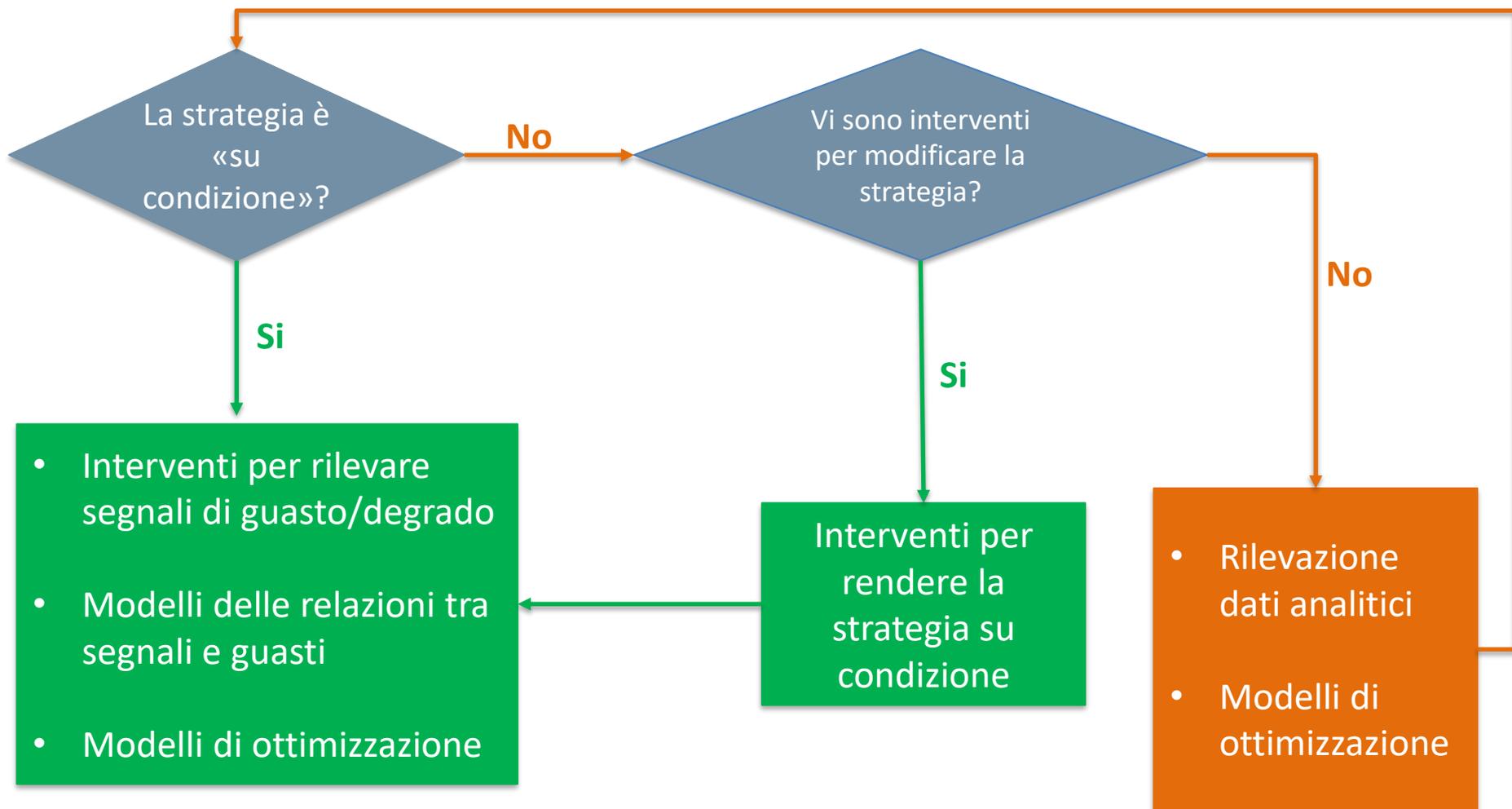
- L'elaborazione di procedure in grado di ottimizzare il tipo di risposta in funzione delle anomalie riscontrate
- lo sviluppo di modelli di ottimizzazione, relativamente alla frequenza degli interventi nonché alla gestione dell'approvvigionamento e della logistica dei materiali;
- La rilevazione di dati necessari per «alimentare» tali modelli. L'ambito dei dati non è limitato al solo componente ma anche ai dati operazionali (traffico, velocità, data del componente, storico delle manutenzioni)

Gli interventi di ottimizzazione: la strategia di manutenzione «su condizione»

Nei casi in cui l'azienda segua una strategia di tipo ispettivo/on condition (estendibile a predittiva), gli interventi specifici riguardano:

- L'uso di sensori per misurare «segnali anticipatori di guasto»: monitoraggio. In questo modo diviene possibile ridurre la frequenza delle ispezioni riducendo i costi relativi.
- L'individuazione di modelli analitici in grado di cogliere le relazioni tra segnali e guasti e di ottimizzare il piano manutentivo.
- La trasmissione dei dati significativi forniti dal monitoraggio per formare una base dati su cui operare le analisi di tendenza, rilevare lo stato attuale, costruire modelli ad hoc.

Uno schema di sintesi per l'analisi dei benefici potenziali



Un approccio ingegneristico verso la manutenzione predittiva può creare valore «migliorando» il sistema manutentivo di un'azienda e contribuendo a conservare l'efficienza (e quindi il valore) dei suoi elementi/componenti/sistemi contribuendo ad una operatività ottimale.

Per comprenderne le potenzialità è necessario «mappare» il funzionamento attuale della progettazione e dell'organizzazione del sistema di manutenzione e confrontarlo con possibili soluzioni migliorative.

Approcci a confronto

Due approcci a confronto, con diversi gradi di applicazione



Service di manutenzione completamente all'esterno

Sviluppo da parte di entità esterna di un SW ad hoc

Utilizzo di SW già disponibile

Sviluppo di SW in un ambiente di sviluppo già esistente adattato alle esigenze dell'IF o GI

Sviluppo completamente interno all' IF o GI

Modalità di sviluppo: confronto

	Service di manutenzione completamente appaltato all'esterno	Sviluppo da parte di entità esterna di un SW interamente ad hoc	Utilizzo di SW già disponibile	Sviluppo di SW in un ambiente di sviluppo già esistente adattato alle esigenze di IF o GI
Vantaggi	Possibilità di realizzare economie con gare d'assegnazione	Massima adattabilità alle specifiche esigenze di IF o GI	Tempi ridotti	Massima adattabilità alle specifiche esigenze di IF o GI
	Risparmio di personale direttamente alle dipendenze da IF o GI	Sviluppo SW da parte di professionisti del settore	Esiti collaudati	Valorizzazione competenze interne ad IF o GI e crescita del personale
			Possibilità di procedere gradualmente per sottosistemi	Possibilità di procedere gradualmente per sottosistemi

Modalità di sviluppo: confronto

	Service di manutenzione completamente appaltato all'esterno	Sviluppo da parte di entità esterna di un SW interamente ad hoc	Utilizzo di SW già disponibile	Sviluppo di SW in un ambiente di sviluppo già esistente adattato alle esigenze di IF o GI
Punti di attenzione	L'estensione e la rilevanza della rete IF o GI non si adatta ad una esternalizzazione dell'intero servizio. Eventualmente possibile solo per specifici elementi.	Trasferimento delle esigenze, delle peculiarità del sistema di gestione della manutenzione	Indispensabile sistema aperto, in grado di condividere i dati in forma facilmente accessibile anche da altri sistemi	Tempi di sviluppo non certi

Modalità di sviluppo: confronto

	Service di manutenzione completamente appaltato all'esterno	Sviluppo da parte di entità esterna di un SW interamente ad hoc	Utilizzo di SW già disponibile	Sviluppo di SW in un ambiente di sviluppo già esistente adattato alle esigenze di IF o GI
Svantaggi/ rischi	Perdita del controllo diretto della manutenzione quale elemento cardine della sicurezza e della regolarità del servizio	Il prodotto non risulta di agevole e proficuo utilizzo	Minore adattabilità alle esigenze di IF o GI (da valutare caso per caso)	Sviluppi in tempi diversi con potenziale divergenza delle soluzioni
	Rischio di esito non positivo con conseguenze di lungo termine e di servizio non adeguato, verificabile solo a posteriori			
	Perdita del know-how del personale tecnico			
	Necessità di mantenere comunque una sorveglianza da parte di IF o GI			

Suggerimenti e linee guida

- L'esternalizzazione completa, data l'estensione ed il livello di traffico del sistema per GI o la numerosità e non omogeneità della flotta per IF, presenta caratteri di alto rischio
- Lo sviluppo di supporti SW complessi e omnicomprensivi richiede molto tempo prima di diventare operativa e potrebbe non avere esito positivo, causa la sua elevata complessità
- Appare più vantaggioso sfruttare l'impostazione esistente, dotandola di metodologie e tecnologie che portino ad una digitalizzazione dei diversi settori a livello locale, non necessariamente tutti allo stesso livello e nello stesso tempo.

Suggerimenti e linee guida

- A questo scopo si può procedere per aree/sottosistemi/componenti, sviluppando o reperendo applicativi ad hoc o sfruttando applicativi già disponibili per componenti o sistemi specifici.
- Il primo passo indispensabile è la digitalizzazione della raccolta dati dotando le squadre specialistiche di mezzi di raccolta non cartacei, in modo da fornire evidenza e tracciabilità agli esiti delle visite.
- È necessario mantenere la possibilità di formare delle basi dati aperte, accessibili e sfruttabili con modalità e per scopi diversi dalle diverse unità interessate.

Suggerimenti e linee guida: sviluppo di un SW

Qualsiasi sia il livello di esternalizzazione o sviluppo interno di un SW per effettuare la manutenzione su condizione è necessario predisporre apposite specifiche che siano:

- chiare e prive di ambiguità negli scopi che intendono perseguire
- che producano sistemi aperti (no protocolli proprietari), ampliabili in tempi successivi e interfacciabili con quanto esistente e/o con altri sistemi reperibili sul mercato
- realistiche sulla base delle tecnologie di misura, elaborazione e trasmissione dati già esistenti e di comprovata validità
- verificabili da IF o GI, soprattutto sulla base dell'esperienza acquisita e dei dati storici.

- Raccoglie ed organizza i dati dell'infrastruttura e delle condizioni operative e di traffico (GI) o i dati dei mezzi e delle loro missioni operative (IF) in un data base aperto, accessibile, ampliabile e modulare a livello di area e di sistema
- Sulla base dei dati elaborati con modelli statistici, strutturali e di degrado stabilisce e adegua le durate dei cicli di manutenzione.
- Stabilisce dei trend per adeguare ed anticipare i tempi di interventi, ottimizzandone la logistica.
- Decide come gestire l'opzione riparazione/ripristino/rinnovo

- Organizza il flusso dei materiali, degli ordini di lavoro e della disponibilità del personale.
- Valuta gli oneri assunti per la manutenzione e riporta non solo le statistiche degli interventi, ma li valorizza e quantifica anche per usi non strettamente manutentivi (es. richiesta budget o visione futura)
- Prevede gli effetti di una variazione delle condizioni operative (traffico, frequenza, carichi, velocità, componentistica)
- Si pone come interlocutore attivo e portatore di valore nella scelte strategiche aziendali: quanto vale (e non quanto costa) la manutenzione?

Il ruolo dell'ingegneria nella manutenzione contribuisce al miglioramento continuo :

- **progettando** modifiche alle modalità di ispezione, ad es. selezionando le grandezze più rilevanti o la modalità del loro rilievo.
- **valutando** in anticipo gli effetti di una variazione delle procedure a livello di singola operazione/area/sistema.
- **suggerendo** modifiche ai componenti a partire dall'esperienza delle *failures* trovate (es. ripetute nel tempo o in un medesimo luogo) e intervenendo sulla scelta degli stessi.
- **Identificando**, sulla base dello studio dei dati aggregati, interventi più approfonditi che puntino a risolvere il problema più che a curarne solo i sintomi.



Grazie per l'attenzione

dario.zaninelli@polimi.it