

→ Manutenzione aeromobili

→ *Maintenance Program*

→ *Maintenance Philosophy*

→ Ruolo delle ditte di manutenzione

→ Organizzazione di un'Officina Motori

La manutenzione si divide in due grandi famiglie:

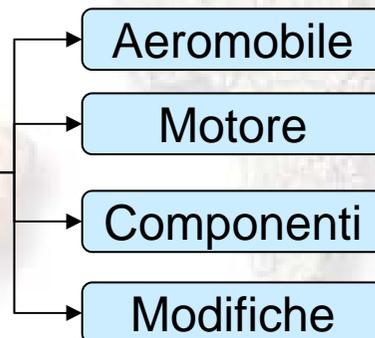
- **operazioni preventive (preventive measures)**

Queste attività sono eseguite ad intervalli regolari allo scopo di incrementare il livello di efficienza e di affidabilità riducendo il numero di avarie secondarie.

- **operazioni non previste (corrective measures)**

Queste operazioni sono direttamente correlate ad avarie imprevedibili.

....e sono relative a



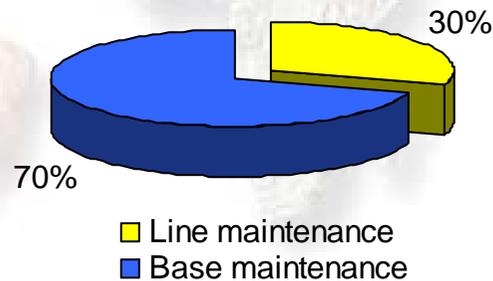
Il Programma di manutenzione influenza fortemente la vita dell'aeromobile: l'attività globale di manutenzione ha un impatto rilevante sui costi operativi diretti di una Compagnia Aerea.

Gli eventi di manutenzione si dividono in

Manutenzione di Linea

Consiste nell'ispezione di transito prima del primo volo ogni giorno, e/o l'ispezione per tutti i voli successivi previsti

Line and Base Maintenance M/Hrs

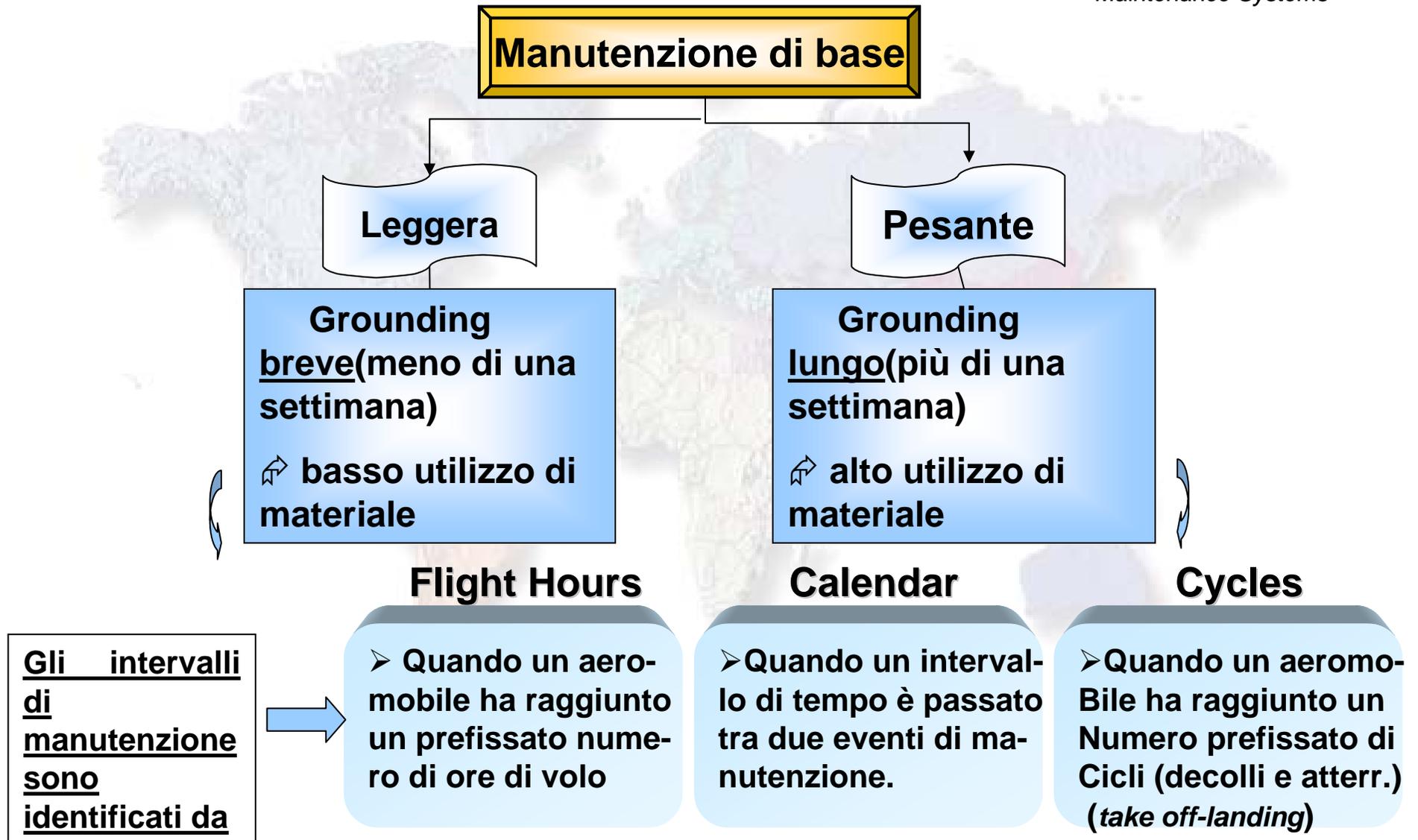


Manutenzione di Base

Sono eseguiti con l'aeromobile in hangar. Queste operazioni richiedono forte apporto di manodopera

LIGHT

HEAVY



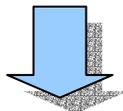
Maintenance Philosophy

Over the time, different criteria and operational methods have been developed for the aircraft maintenance:

Years '60

↗ Unconditional application of component limit utilization

This philosophy is precautionary and expensive.



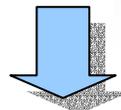
Hard Time

Years '80

↗ Technological component improvement (self test).

↗ Increased component limit utilization (**MSG-2**)

This philosophy is cheaper.



**+ On Condition monitoring
- On condition**

Today

↗ Further technological improvement.

↗ Further increased component limit utilization, only applied for real necessities (**MSG-3**).

This philosophy is cheaper than the previous (real time monitoring).

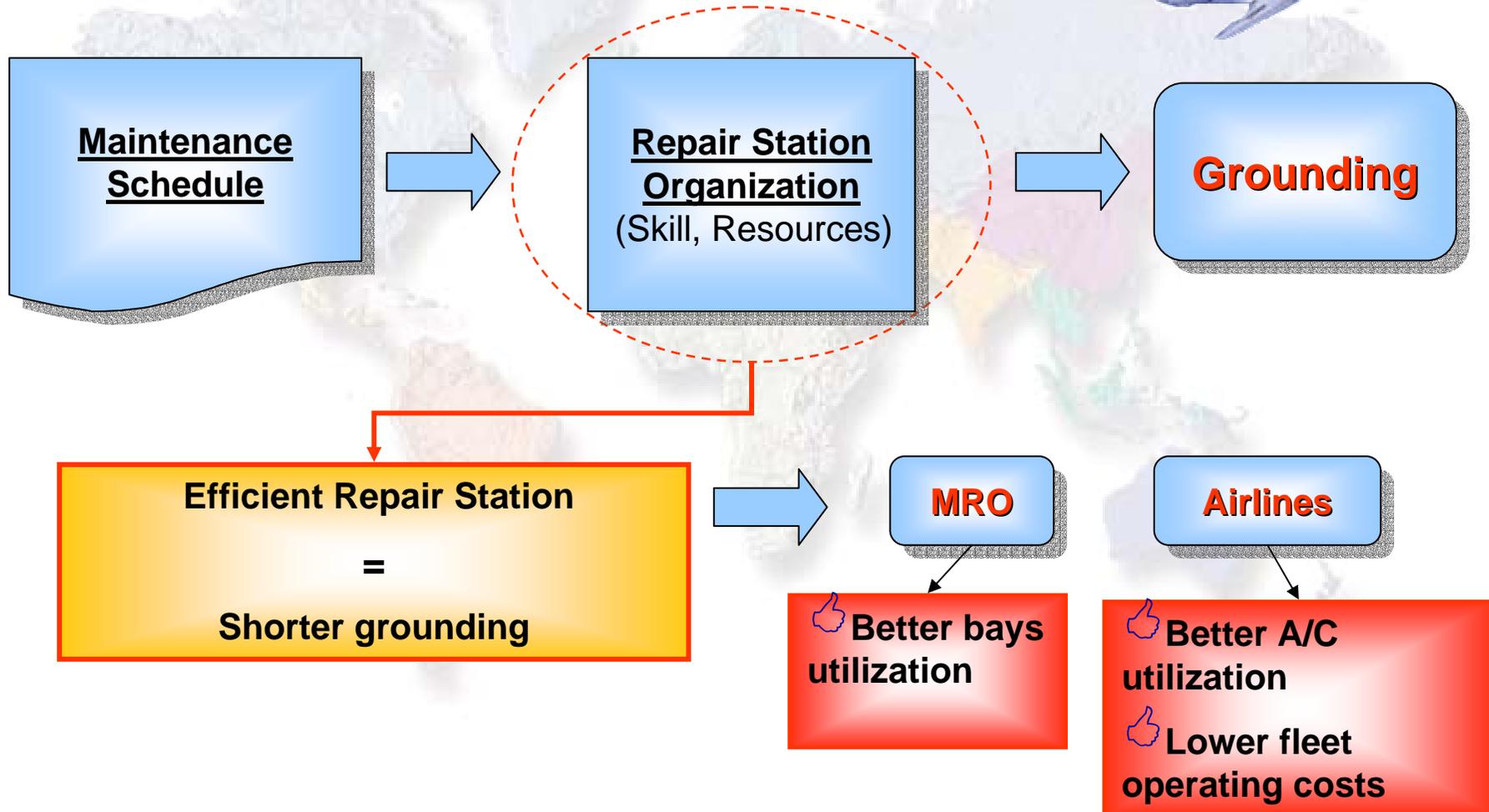
High profile

Less M/Hrs



**- On Condition monitoring
+ On condition**

Repair Station Role

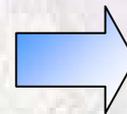


MRO Market: choice criteria

...but not only the grounding is the result of an efficient Repair Station....
The efficiency, generally, produces higher performance so enabling the MRO to match the market needs.
In the MRO market the competition is played on **grounding, costs** and **quality**.

MRO customers choice criteria:

- ✓ **price**
- ✓ **grounding**
- ✓ **quality**
- ✓ **in house**
- ✓ **location**
- ✓ **one-stop shop**



The priority varies depending on

Airline nature | **Kind of Check**

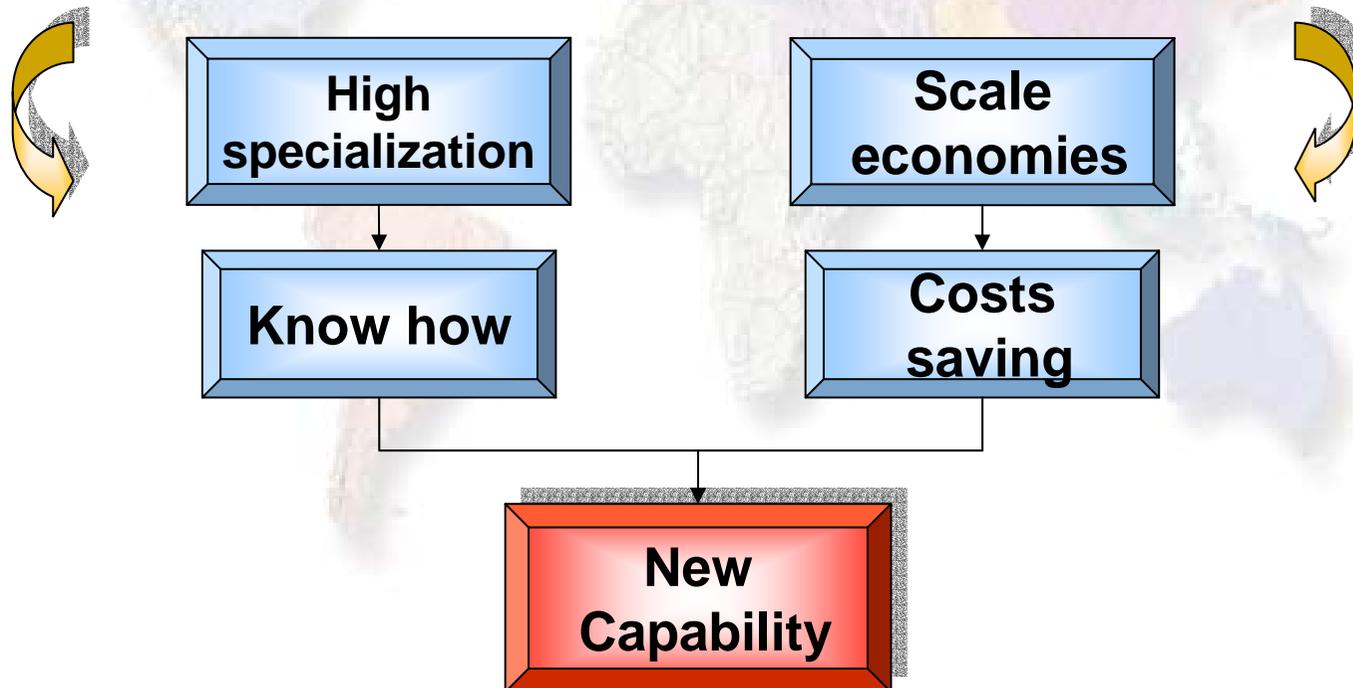
- ✓ **Major**
- ✓ **Medium/large**
- ✓ **Low cost**
- ✓ **Small airlines**

- ✓ **Line**
- ✓ **Light**
- ✓ **Heavy**
- ✓ **Modification**

M.R.O. approach

...Thanks to the high specialization level, the modern M.R.O. have gained scale economies too, that implies:

- **Costs saving**... used to support business development program and necessary to be profitable in a more competitive price system.
- **Deep Knowledge of its mechanics**... used for the learning curve quick improvement, even on different airframe



Organizzazione di un'Officina Motori



6 Giugno 2005

Corso di "Motori per Aeromobili"
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

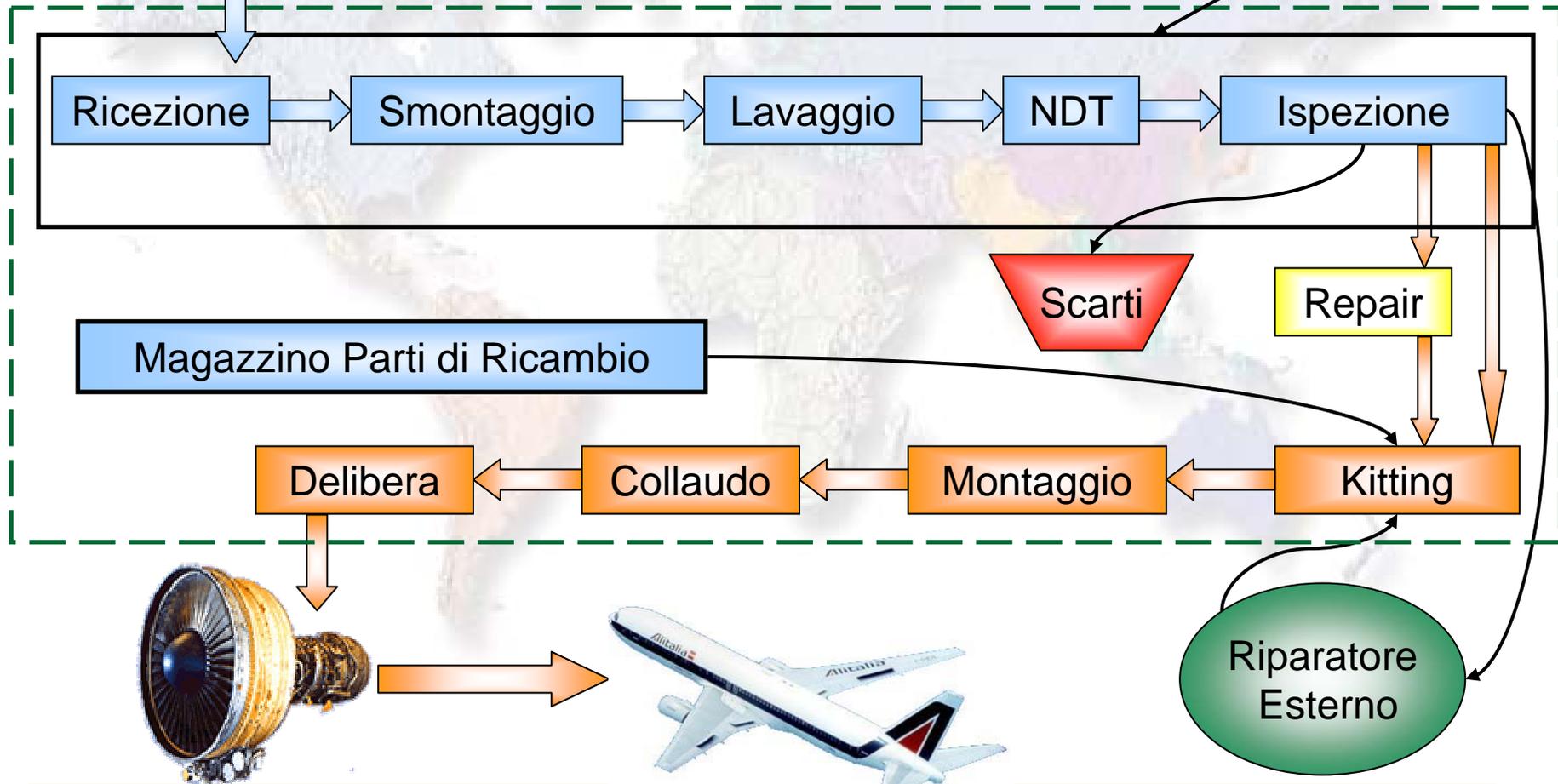
L'organizzazione classica di un'Officina di Revisione prevede le seguenti macrofasi di attività di processo in sequenza:

- **Ricezione (incoming inspection): controlli, rimozione QEC, Workscope**
- **Smontaggio (disassembly): motore, moduli**
- **Pulizia / lavaggio (cleaning)**
- **Controlli non distruttivi (NDT)**
- **Controlli dimensionali (inspection /dimensional check)**
- **Riparazione / introduzione di modifiche (repair)**
- **Impariglio (kitting o marshalling)**
- **Montaggio (assembly): moduli, motore**
- **Collaudo al banco (engine test)**
- **Eventuale rimando (engine rejection)**
- **Eventuale smontaggio / riparazione / rimontaggio (rejection cause fix)**
- **Delibera di efficienza (outgoing inspection & engine delivery)**

Il Flusso di revisione di un Motore

- OFFICINA DI REVISIONE -

CICLO BASE



Le prime cinque fasi fanno parte del cosiddetto “**ciclo base**” in quanto attività di preparazione per le successive e durante le quali il motore avanza compatto attraverso il flusso.

Alla fine del ciclo base, le parti del motore vengono “decisionate” in funzione dell’esito delle ispezioni ed avviate alle lavorazioni successive (si perde, a valle di questa fase, l’unità del motore). Le parti vengono quindi dichiarate:

- **Di scarto** definitivo (fuori uso) → vengono inviate alla rottamazione e sostituite con altre efficienti o nuove
- **Riparabili** o da modificare → vengono inviate ai reparti di rilavorazione (che possono trovarsi sia all’interno della stessa organizzazione oppure all’esterno dell’azienda)
- **Efficienti** nello stato in cui si trovano → vengono inviate al magazzino impariglio (o Kitting) in attesa del successivo impiego

La fase successiva è quella di impariglio o Kitting, durante la quale vengono selezionate le parti efficienti o nuove per essere inviate ai reparti di montaggio.

Il magazzino impariglio viene alimentato da quattro possibili fonti diverse:

- ✓ *Reparto di inspection*
- ✓ *Reparti di rilavorazioni*
- ✓ *Riparatori esterni*
- ✓ *Magazzino parti di ricambio*

Il kitting è una fase molto delicata che richiede, da parte di chi la esegue, notevole esperienza e conoscenze sullo specifico modello motore, in quanto le parti selezionate devono essere compatibili tra di loro sia in termini di standard di modifica sia, per le parti a vita limitata, in termini di vita accumulata in servizio.

L'ultima fase, propriamente di lavorazione in officina, è quella di montaggio (moduli e finale) al termine della quale il motore viene inviato al Banco Prova per essere collaudato e, dopo i controlli finali, deliberato.

Le tecnologie impiegate durante le varie fasi di lavorazione sono funzione sia del tipo di motore da revisionare che, soprattutto, delle scelte strategiche di “*make or buy*” operate dal Revisionatore.

Tra le due possibili scelte estreme (eseguire solo il ciclo base inviando tutte le parti che necessitano riparazioni a sub-fornitori esterni, oppure eseguire tutte le “*repairs*” in proprio) ci possono essere numerose possibilità intermedie che si differenziano sia in termini di investimenti sia di necessario “*know-how*”.

Nell’esecuzione del solo ciclo base del motore (smontaggio, lavaggio, controlli, ispezioni) e del successivo montaggio è generalmente necessario disporre delle seguenti tecnologie:

- **Lavaggio / Strippaggio**
- **Controlli non Distruttivi (correnti parassite, polveri magnetiche, radiografia, ultrasuoni, liquidi penetranti)**
- **Trattamenti di finitura Superficiale (sabbiatura, pallinatura, vibrofinitura)**
- **Lavorazioni di Macchine Utensili (rettifica, tornitura)**

Anche nel caso del solo ciclo base, non tutte le tecnologie elencate sono sempre necessarie; alcuni tipi di motore non richiedono, per esempio, ispezioni radiografiche oppure lavorazioni di rettifica/tornitura durante le fasi di assemblaggio. Ciò comporta la possibilità di notevoli risparmi in termini di spazi e di investimenti iniziali.

Il Revisionatore che opera una scelta di totale autonomia su tutte le repairs (ad eccezione di quelle cosiddette "proprietary") ha necessità di disporre delle seguenti ulteriori tecnologie:

- ✓ *Trattamenti Galvanici (nichelatura, cadmiatura, argentatura, ecc.)*
- ✓ *Verniciatura*
- ✓ *Macchine Utensili (tornitura, fresatura, alesatura, rettifica)*
- ✓ *Saldatura (Ossiacetilenica, ad Arco, a Fascio di Elettroni)*
- ✓ *Plasmatura / Metallizzazione*
- ✓ *Aggiustaggio / Lattoneria*

Anche se non propriamente classificabili nel novero delle tecnologie in quanto processi, le seguenti fasi del ciclo di revisione di un motore richiedono un grosso impegno in termini di investimenti di impianti e di impatto manutentivo:

- ***Collaudo Motore***
- ***Collaudo Accessori***
- ***Prove di Flusso Statori***
- ***Revisione Cuscinetti e Scatole Ingranaggi***
- ***Bilanciatura dei Gruppi Rotanti***

Fatta eccezione per la **Sala Prova Motori**, che è comunque indispensabile per collaudare/deliberare il motore, e per la **Bilanciatura**, che è un prerequisito di montaggio, le rimanenti attività sono subordinate al tipo di motore da revisionare (non tutti infatti richiedono prove di Flusso Statori o “sale bianche” per cuscinetti ed ingranaggi) ed alla scelta in termini di investimenti/autonomia perseguita dal Revisionatore.

Qualsiasi attività produttiva (sia essa di beni materiali o di servizi) ha la necessità di essere continuamente controllata attraverso l'analisi dell'andamento di parametri ritenuti significativi ai fini delle prestazioni in termine di costi e ricavi.

Relativamente all'attività di Revisione Motori, i Parametri ritenuti più significativi sono:

- ↑ *TAT (Turn Around Time) e ST (Shop Time)*
- ↑ *MGQ (Mean Ground Quantity)*
- ↑ *Quantità motori di scorta Efficienti (solo per le AvioLinee che revisionano in proprio i motori)*
- ↑ *Rateo di rigetti da Banco Prova Motori*
- ↑ *Volumi Produttivi (quantità di motori prodotti nell'unità di tempo)*
- ↑ *Costi Totali per Evento*
- ↑ *Parametri di controllo della Manodopera (MPT, Assenze, Straordinario, ecc.)*

Lo scopo dell'analisi è quello di verificare e correggere le deviazioni rispetto agli obiettivi prefissati (assunti di budget) e di confronto continuo rispetto al mercato (benchmarking).



GRAZIE PER L'ATTENZIONE !