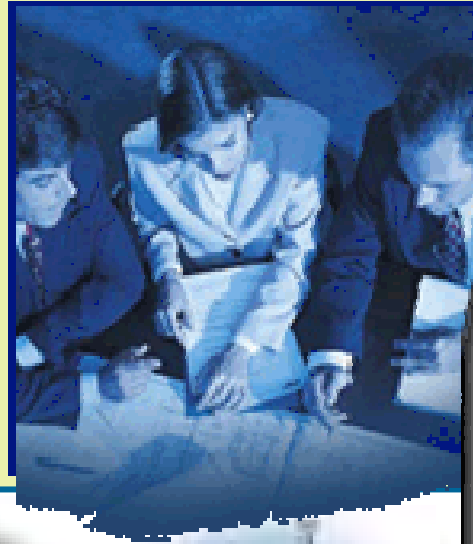


*Andrea Maciga*



# Diagnostica e Manutenzione



Ingegneria di Manutenzione



Qualità



Sicurezza



Diagnostica



Lean Organization



Facility Management

Roma, 16 Marzo 2005



*Metodi e Tecniche di Manutenzione*

## INDICE

- **CBM (“Condition Based Maintenance”)**
- **PND (“Prove Non Distruttive”)**
- **PND Management**
- **Tank Integrity/ Assessment**
- **CBM - Giustificazione Economica**

# CBM



La CBM (“Condition Based Maintenance”) si integra in strategie complessive di manutenzione, quali:

- RCM (“Reliability Centered Maintenance”)
- RBM (“Risk Based Maintenance”)

Si applica efficacemente a fenomeni di danno di tipo evolutivo, con elementi di regolarità (  predicibilità) nell’evoluzione del danno

Presuppone la disponibilità e la messa in opera di adeguate metodologie sperimentali e di mezzi strumentali di sorveglianza (continua o periodica) e di accertamento dell’evoluzione del danno



“CONDITION MONITORING / ASSESSMENT”

## **Metodologie efficaci di CONDITION MONITORING devono (per quanto possibile) consentire diagnosi:**

- precoci (vantaggi proporzionali all'entità del preavviso rispetto al raggiungimento del valore critico del danno)
- affidabili (falsi allarmi annullano i benefici e sono perdite secche)
- accurate (l'identificazione e la stima dell'entità del danno consentono di assumere la decisione di manutenzione più appropriata)

## Distinzione concettuale tra attività di:



**accertamento di integrità  
/ valutazione di ulteriore  
esercibilità di componenti  
in fermata programmata**

**funzionale a  
Manutenzione preventiva  
(a tempo)**



**“condition monitoring  
/ assessment”, verifica  
continua in linea**

**funzionale a  
Manutenzione su Condizione  
(manutenzione quando occorre)**

# CBM

## Vantaggi principali della “CBM”, sulla base di un efficace “Condition Monitoring”:

- ★ Laddove applicabile, la Manutenzione su Condizione:
  - riduce in genere le indisponibilità del componente per fermata programmata
  - rende più flessibile la programmazione delle fermate di manutenzione
 senza pregiudizio per l’integrità e l’affidabilità del componente.

- ★ Possibilità di gestire (modulare) nel breve anche le fermate non programmate, determinate dall’insorgenza e dall’evoluzione accelerata di fenomeni di danno originariamente non previsti (“gestire in sicurezza il transitorio di diminuita affidabilità del componente”).  
In ogni caso senza pregiudizio per l’integrità a lungo termine del componente.

***Fermate improvvise e fermate con preavviso di giorni / settimane comportano oneri fra loro molto diversi.***

# CBM

**Vantaggi principali della “CBM”, sulla base di un efficace  
“Condition Monitoring” (continua):**

- ★ **Protezione degli assets d’impianto (correlato al punto precedente): la detezone e l’identificazione precoce e affidabile di danni evolutivi consente di prevenire maggiori danni a componenti critici e di costo elevato**
- ★ **Per quanto concerne gli aspetti di efficienza (per es.: consumo specifico), l’approccio CM-CBM permette di stimare meglio il momento più conveniente per interventi manutentivi, tale da ottimizzare il bilancio tra costi dell’intervento e benefici derivanti dal recupero di efficienza.**

# CBM

## Limiti principali della “CBM”:

- ★ Non si applica con vantaggio a tutti i componenti e sottosistemi degli impianti di produzione. P.es., si applica solo in parte alla manutenzione di componenti caratterizzati da fenomeni ed eventi di danno molto differenti, difficili da catalogare, prevedere e sorvegliare nel tempo.
- ★ Vi sono limiti alla possibilità di modulare nel tempo, attraverso l’approccio CM-CBM, i programmi di manutenzione. Tali limiti derivano dalla necessità di effettuare comunque determinate operazioni, anche banali, di manutenzione a tempo; da vincoli ambientali e di sicurezza; ecc.
- ★ Comporta costi (strumentazione aggiuntiva in linea, esame e valutazione diagnostica dei dati, ecc.), a fronte dei quali deve sussistere una stima convincente dei corrispondenti benefici
- ★ Implica i rischi connessi a livelli non sufficienti di precocità, affidabilità (soprattutto) e precisione diagnostica delle metodologie di CM adottate.  
 Questi rischi vanno tuttavia confrontati con quelli derivanti dalla minore informazione diagnostica disponibile nell’approccio di “Manutenzione a tempo”.

## INDICE

- **CBM (“Condition Based Maintenance”)**
- **PND (“Prove Non Distruttive”)**
- **PND Management**
- **Tank Integrity/ Assessment**
- **CBM - Giustificazione Economica**

# Prove Non Distruttive



**I DIFETTI** sono quelle discontinuità interne o superficiali, di varia natura e forma, che degradano l'integrità del materiale, con conseguenze talvolta drammatiche in termini di sicurezza ed economici.

**È possibile allora costruire ed esercire i materiali senza generare difetti?  
La risposta è no!**

Sarebbe un grave errore pensare di poter costruire senza difetti nei materiali o nei prodotti, o pensare che questi non perdano le loro caratteristiche nel tempo! Come nel campo delle misure esiste un sistema di tolleranze così per i difetti si può definire un **modello di difettosità accettabile**, tale cioè da non compromettere l'idoneità all'impiego del prodotto. **È importante quindi scoprire le anomalie** per confrontarle con gli standards di accettazione che fanno parte delle specifiche del prodotto.

Per questa esigenza che sono nate le **Prove non Distruttive (P.n.D.)** e i sistemi di monitoraggio e diagnostica non invasivi, ovvero quel complesso di esami, prove , rilievi che vengono condotti impiegando metodi che non alterano il materiale e non richiedono la sua distruzione o asportazione di campioni.

# Prove Non Distruttive



## Tecniche PnD

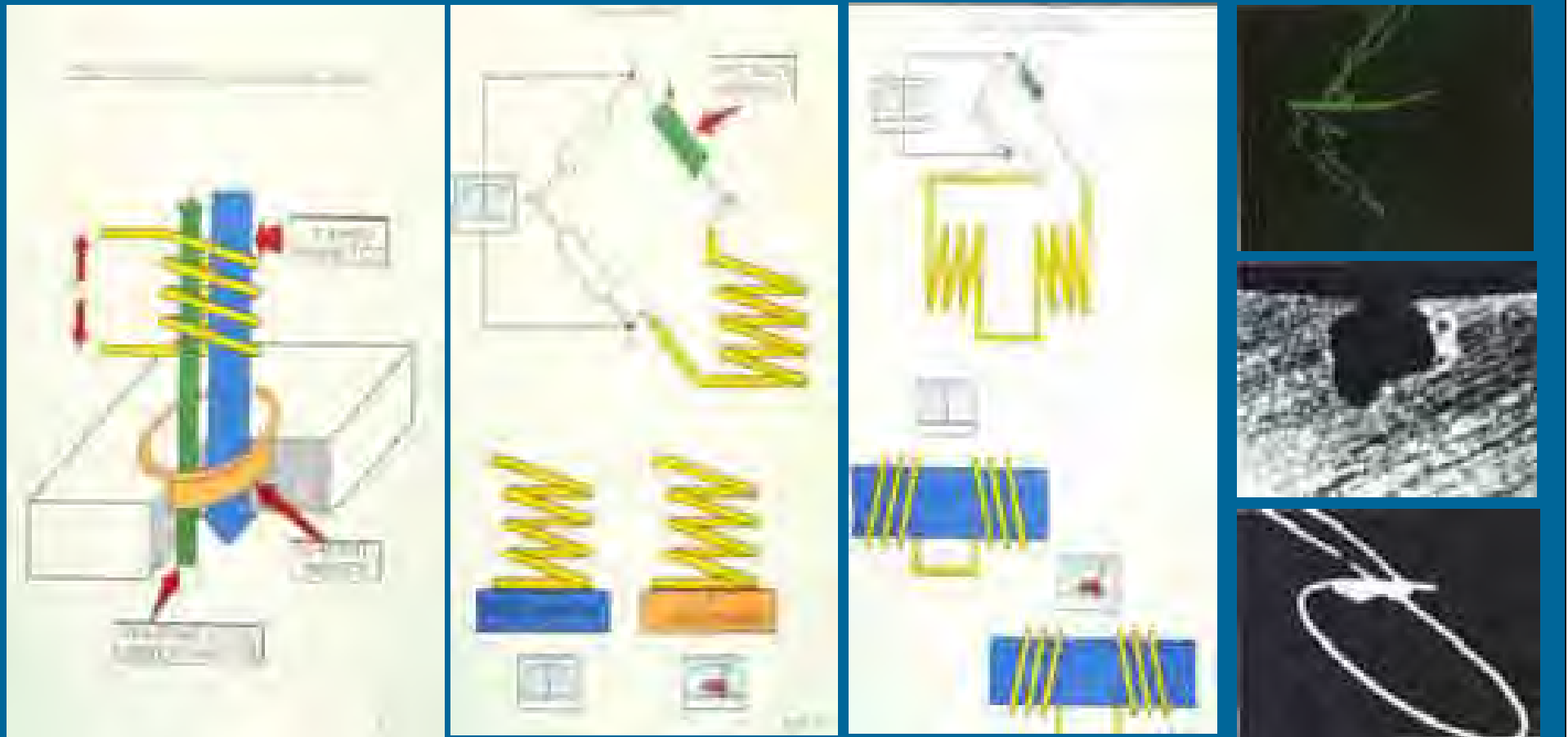
- **Rispetto ai campi d'applicabilità le PnD possono essere distinte nelle seguenti tre classi:**
  - **PnD superficiali o subsuperficiali:** idonee a rilevare discontinuità superficiali o sub-superficiali,
  - **PnD volumetriche:** idonee a rilevare nei materiali discontinuità site all'interno dei materiali.
  - **PnD globali:** idonee a verificare lo stato e/o la funzionalità di un componente o di un sistema nella sua globalità.
  
- **In relazione, invece, alle fasi d'intervento, le PnD possono essere così classificate:**
  - PnD per interventi con impianto in funzione (*on stream*)
  - PnD per interventi con impianto fermo. (*off stream*).

# Correnti Indotte

## Principio del metodo

Il campo magnetico generato da una bobina alimentata con corrente alternata produce, nel pezzo da esaminare, delle correnti indotte.

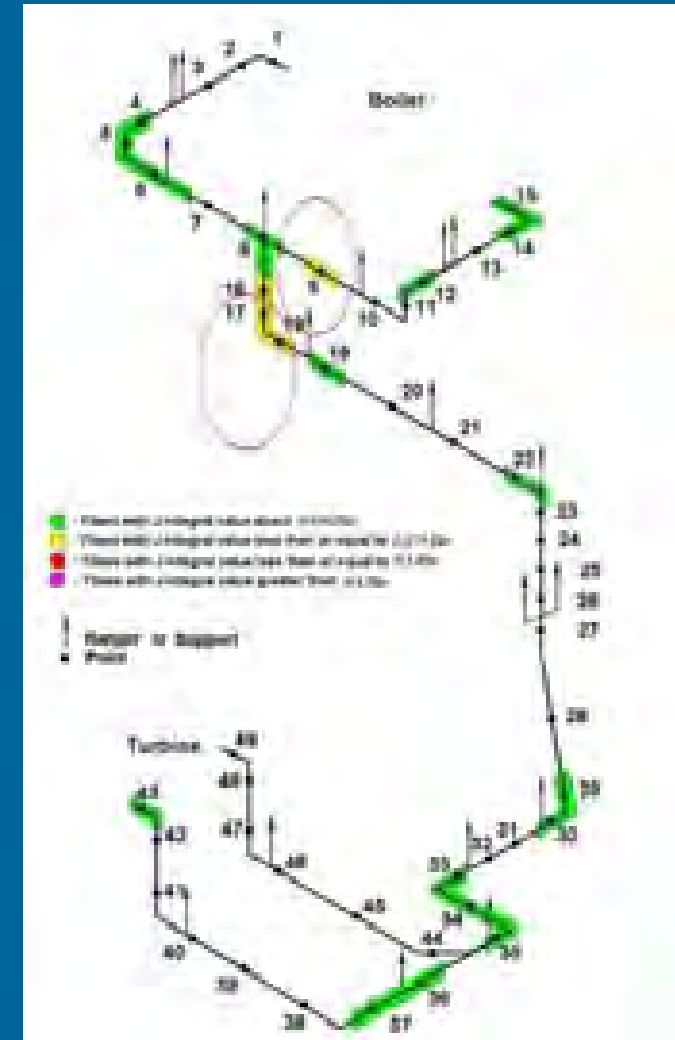
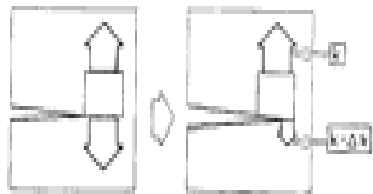
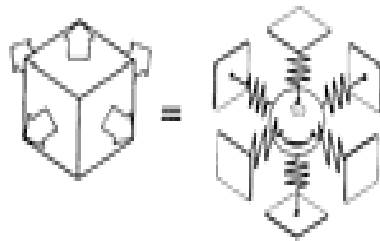
Tali correnti influenzano il valore di impedenza della bobina che le ha generate. La presenza di una qualsiasi discontinuità, modifica l'intensità ed il percorso delle correnti indotte e quindi l'impedenza del circuito, la cui variazione è indice di possibile difettosità.



# Emissione Acustica

## Principio del metodo

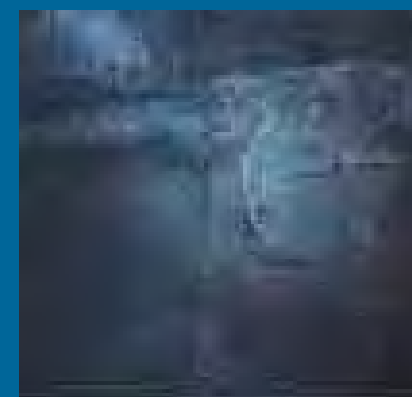
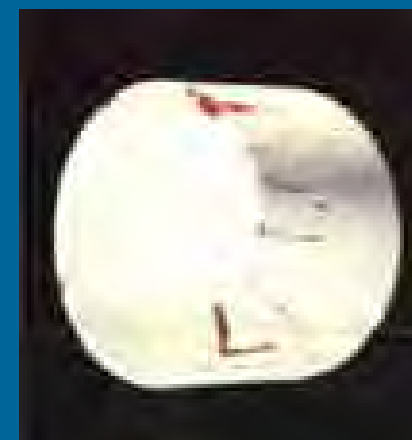
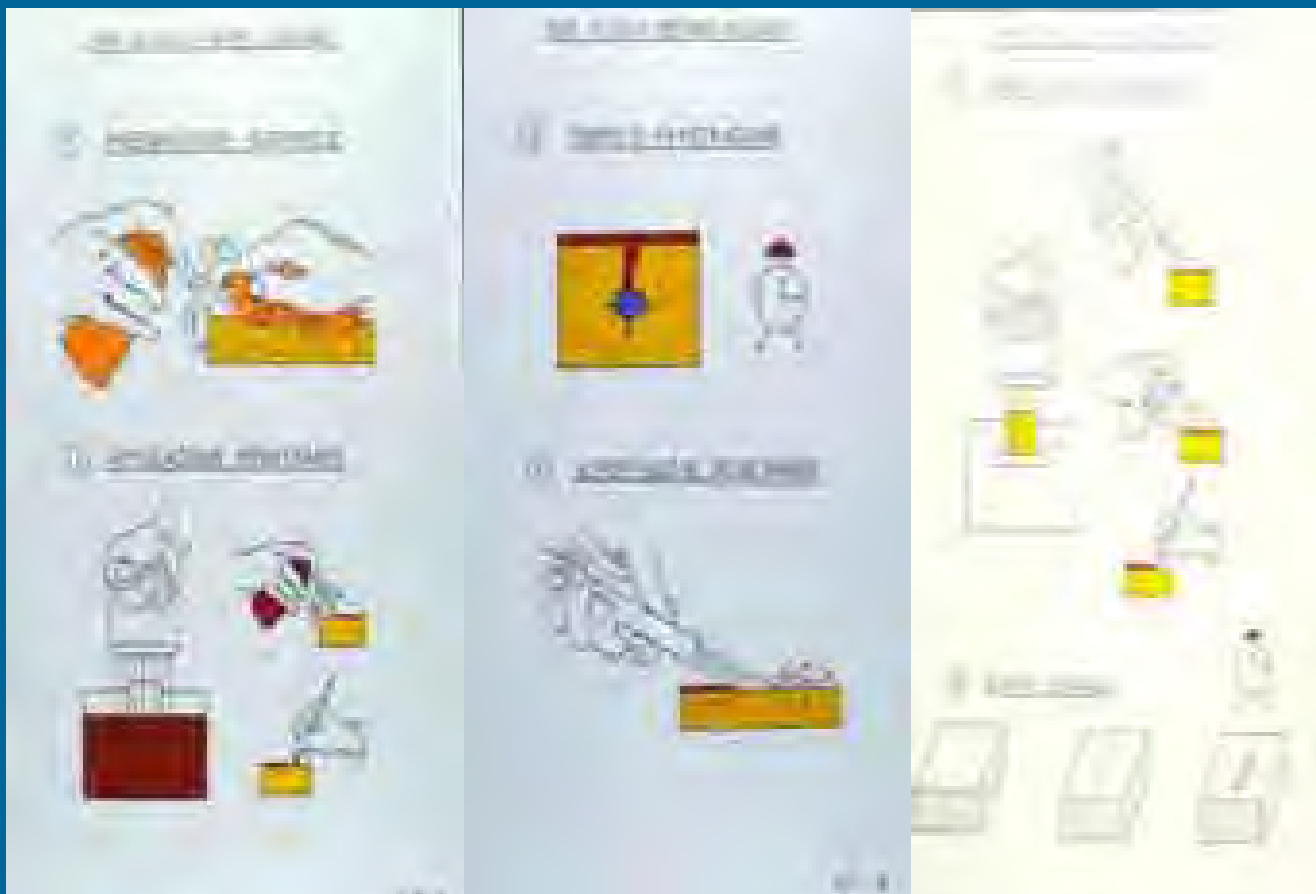
Il principio si basa sulla rilevazione delle onde acustiche emesse da un materiale per deformazione, innesco e/o evoluzione di un difetto.



# Liquidi Penetranti

## Principio del metodo

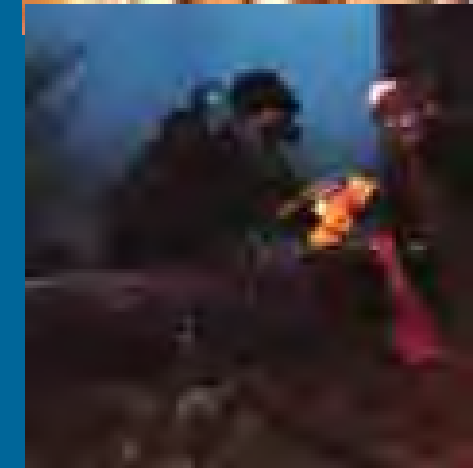
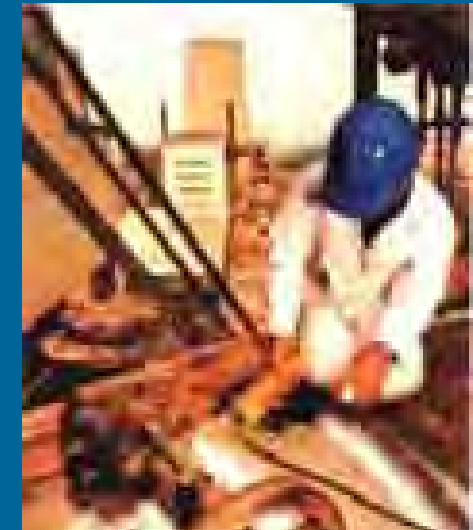
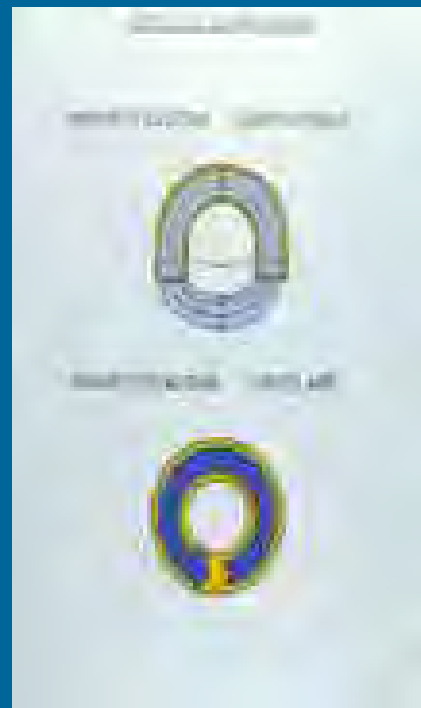
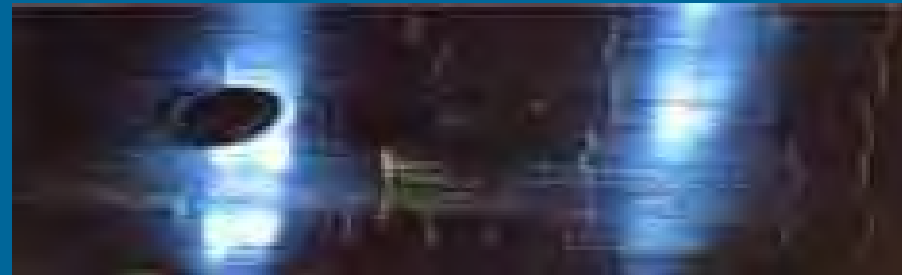
Il metodo si basa sul fenomeno della capillarità, ossia la tendenza di un liquido a risalire all'interno di un tubo capillare e su caratteristiche fisiche dei liquidi quali la viscosità e la tensione superficiale. Il potere penetrante è una caratteristica molto importante dalla quale dipende in larga parte la sensibilità dell'esame.



# Magnetoscopia

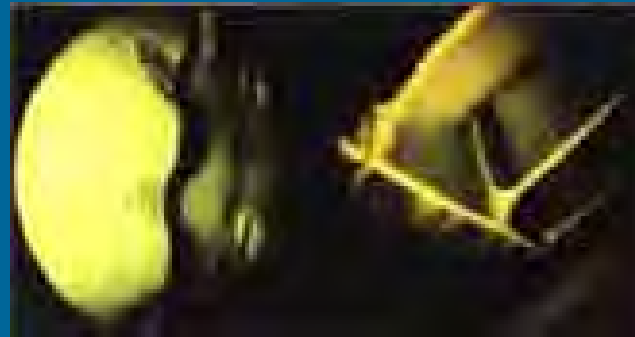
## Principio del metodo

Il principio del metodo si basa sulla deviazione che le linee del campo magnetico indotto in un materiale subiscono in presenza di una discontinuità.



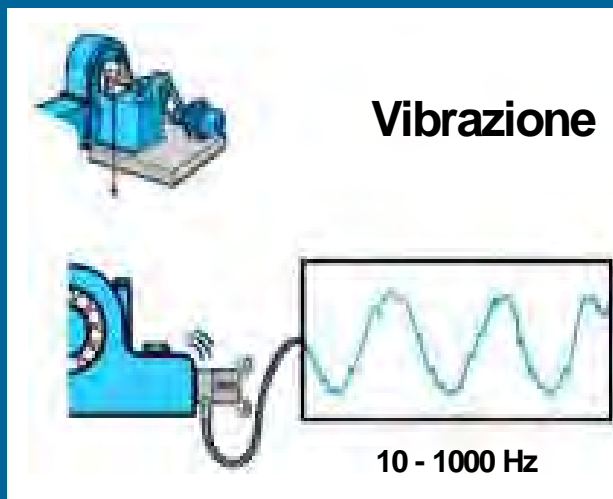
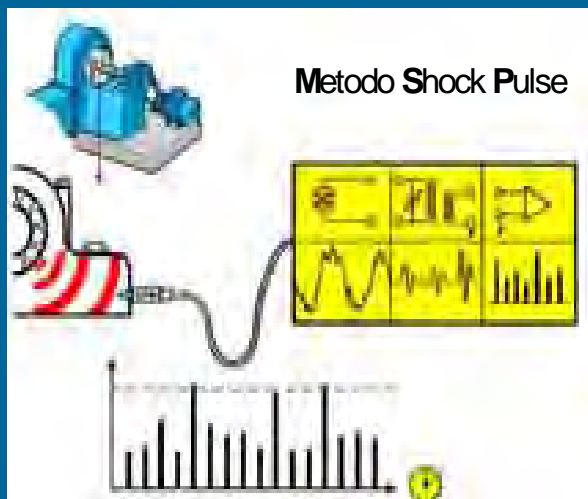
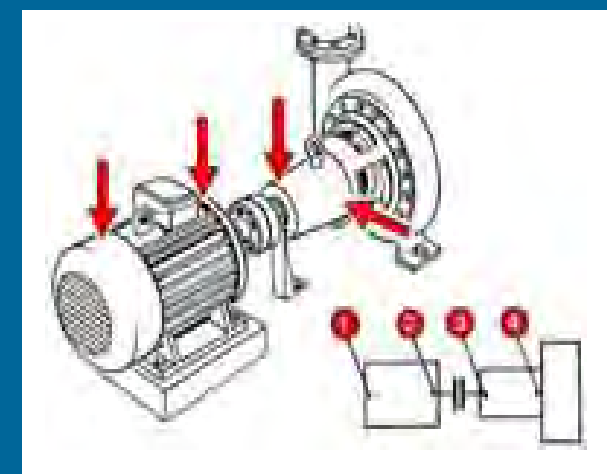
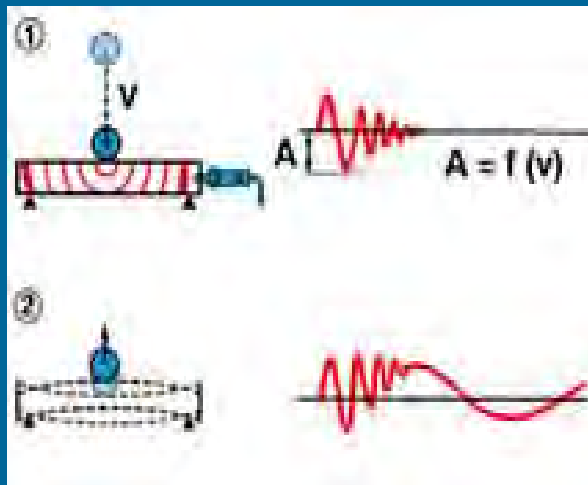
## Principio del metodo

Il principio si basa sull'impiego della luce come mezzo rivelatore dei difetti. Analizzando la direzione, l'ampiezza e la fase della luce diffusa o riflessa dalla superficie di un oggetto opaco, o trasmessa all'interno di un mezzo trasparente, si possono ottenere informazioni sullo stato fisico dell'oggetto sotto esame.



## Principio del metodo

La presenza di una qualsiasi anomalia in un sistema dinamico, dà luogo ad una variazione dell'intensità vibratoria del sistema stesso. In alcuni casi, possono manifestarsi picchi di intensità da superare il "rumore di fondo" proprio del sistema.

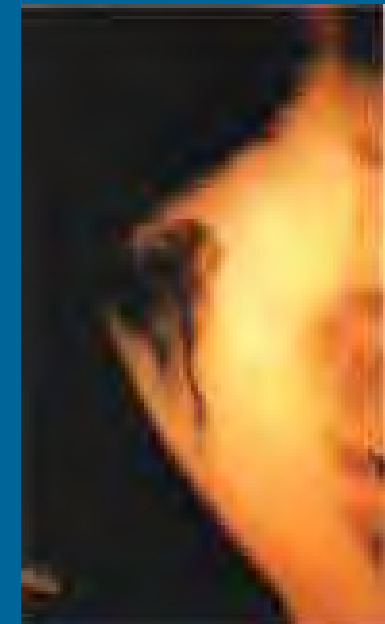
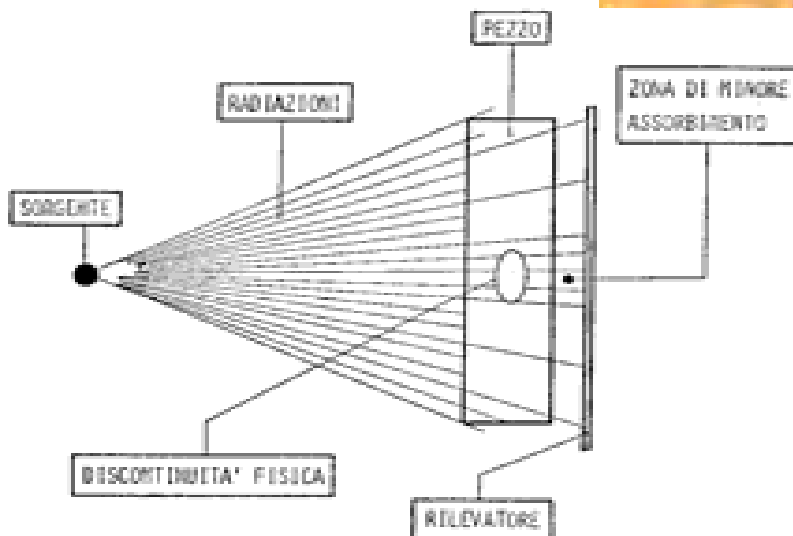
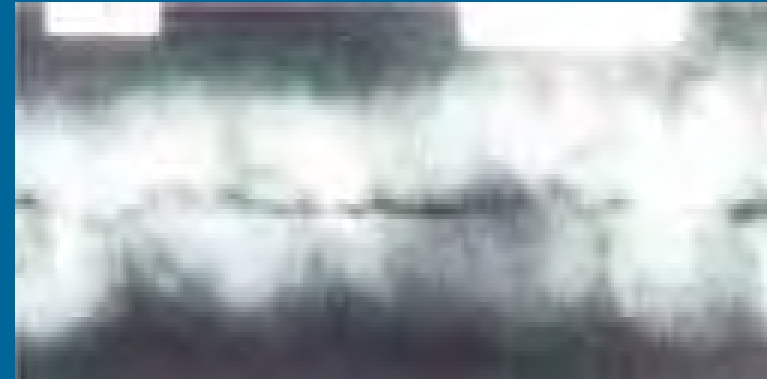


<b>VEL</b> <b>ACC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sbilanciamento</li> <li>• Disallineamento</li> <li>• Allentamento</li> <li>• Usura</li> </ul>
<b>CREST</b> <b>KURT</b> <b>SKEW</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danneggiamento dell'ingranaggio</li> <li>• Altri shock</li> </ul>
<b>NL1-4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attrito</li> <li>• Cuscinetto a strisciamento</li> </ul>

# Radiografia

## Principio del metodo

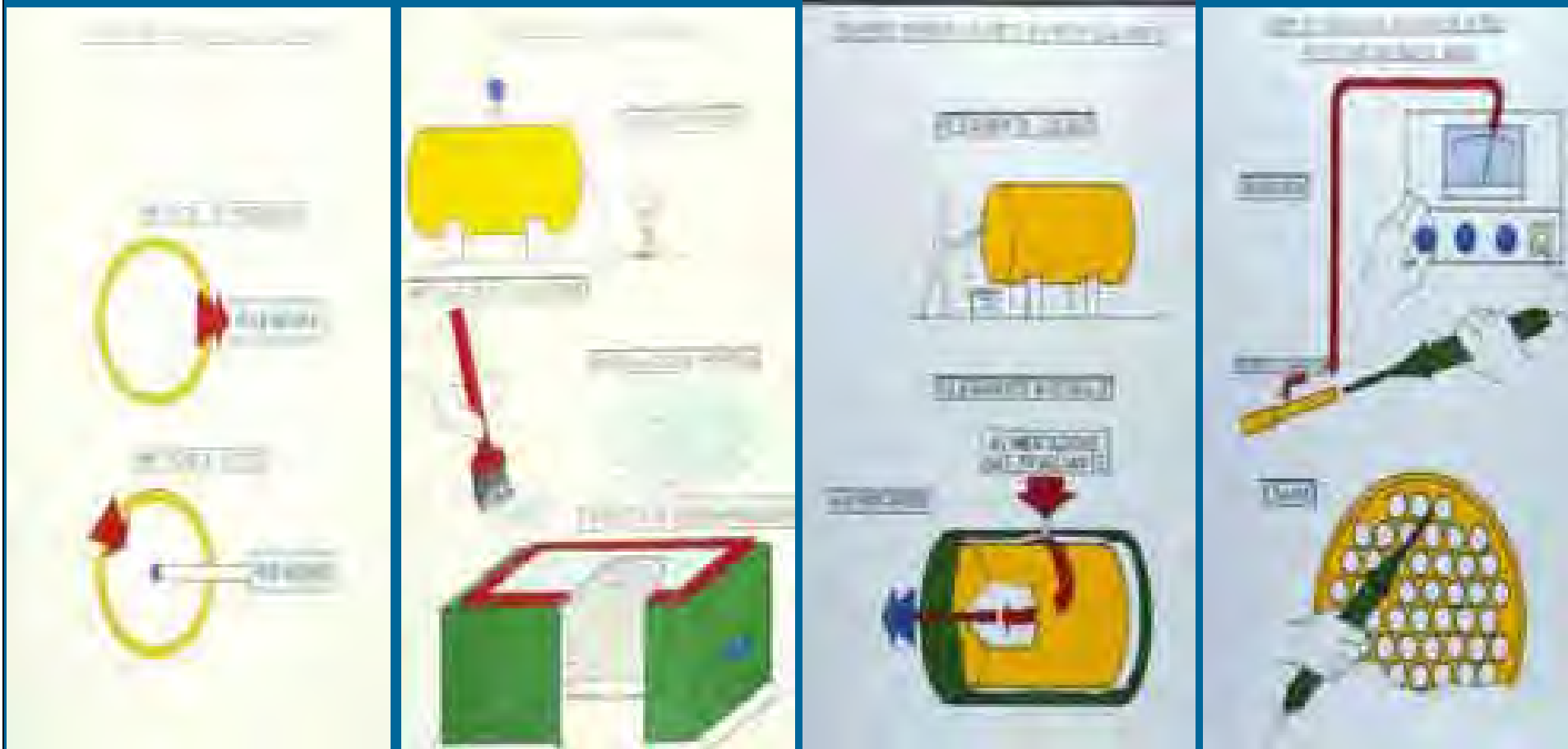
Il principio si basa sulla variazione di attenuazione che le radiazioni elettromagnetiche, nel caso in oggetto raggi X e raggi  $\gamma$ , subiscono quando incontrano un difetto nel loro percorso attraverso il materiale.



# Rilevazione di Fughe

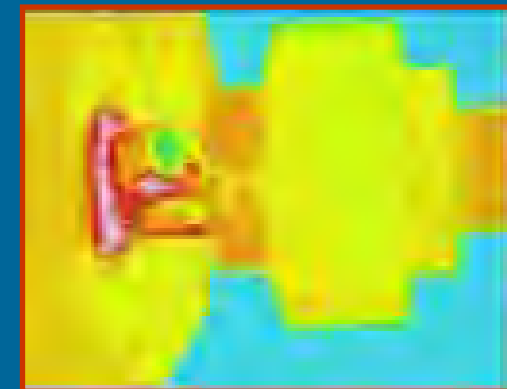
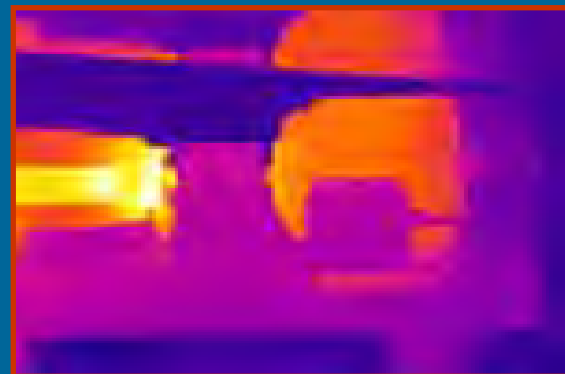
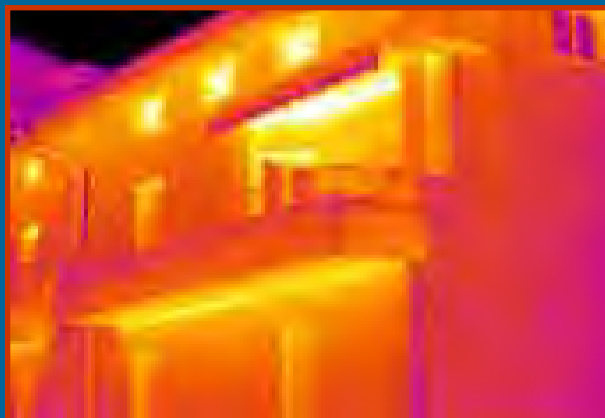
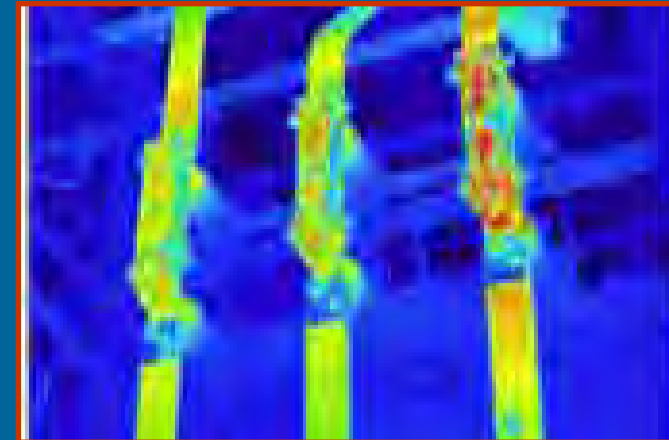
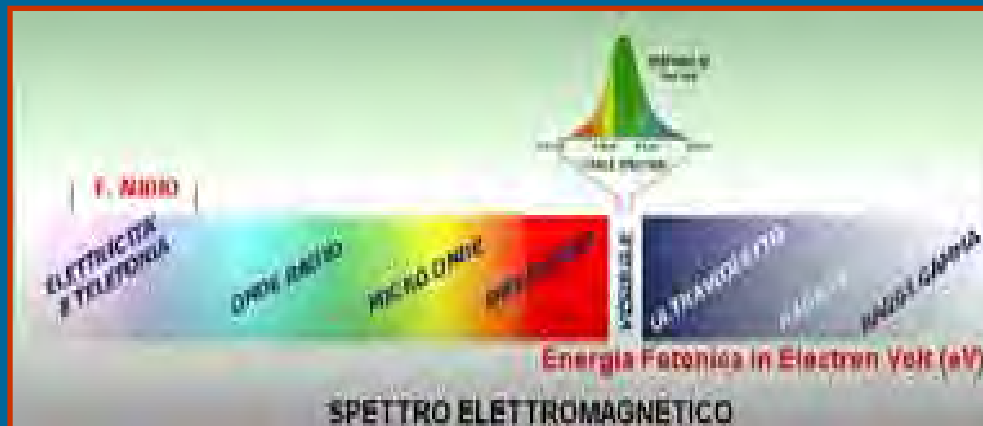
## Principio del metodo

Quando in una parete che separa due ambienti a pressione diversa esiste una discontinuità passante, il fluido contenuto nell'ambiente a pressione maggiore passa in quello a pressione minore, con portata variabile con la velocità. In certi casi la turbolenza provocata dall'area di passaggio, porta alla generazione di rumore a larga banda.



## Principio del metodo

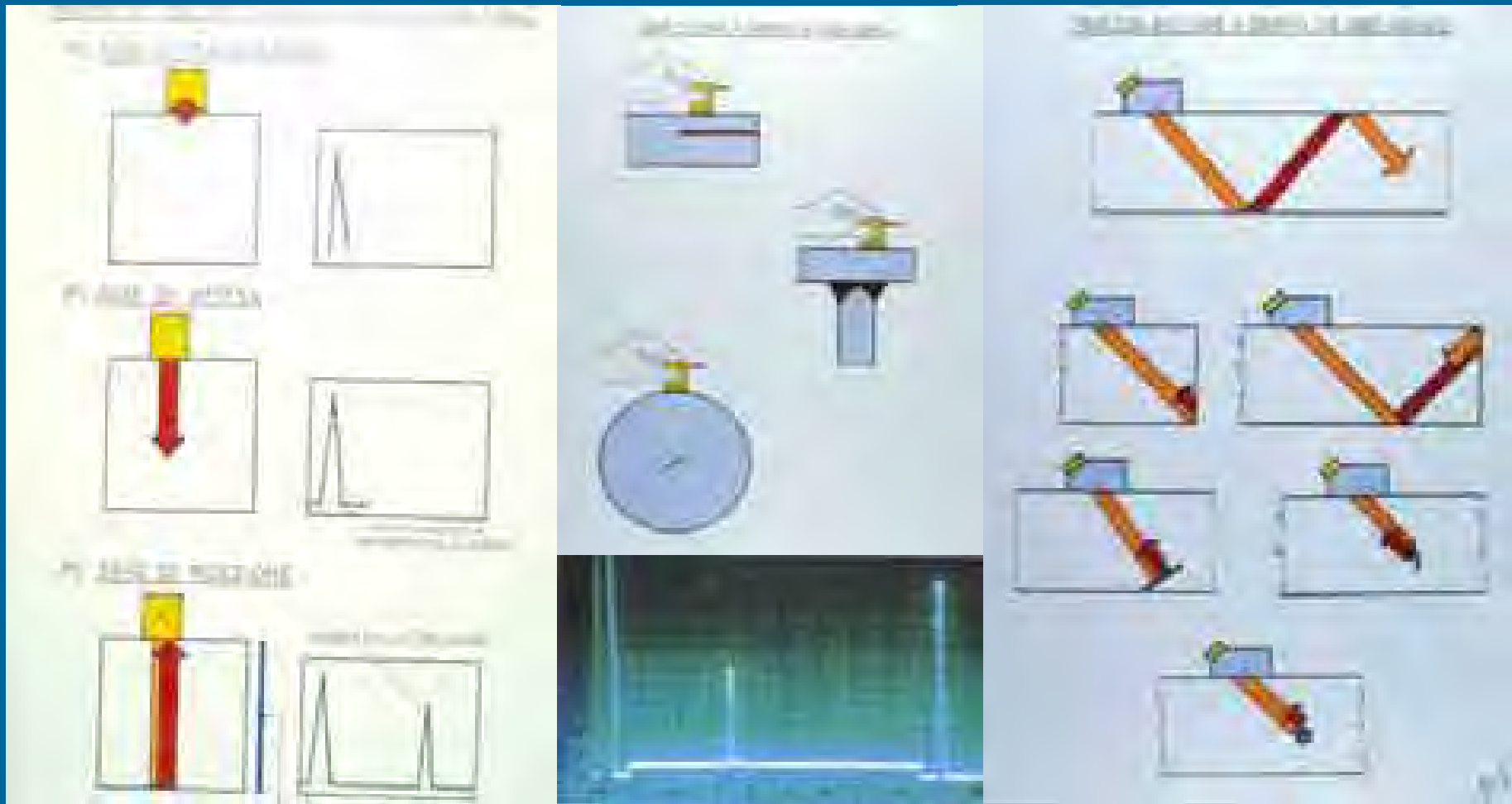
Il principio si basa sulla misura della distribuzione dell'energia irradiata da una superficie, correlata alla variazione di temperatura e/o emissività superficiale dell'oggetto in esame. Un'anomalia in tale distribuzione di temperature è indicativa di un possibile difetto.



# Ultrasuoni

## Principio del metodo

Il metodo ad ultrasuoni si basa sul fenomeno della riflessione che un'onda acustica subisce quando, viaggiando all'interno di un materiale, incontra un ostacolo alla sua propagazione. Se l'ostacolo è posto normalmente alla direzione di incidenza dell'onda, questa ritorna verso la sorgente che l'aveva generata.



## INDICE










- **CBM (“Condition Based Maintenance”)**
- **PND (“Prove Non Distruttive”)**
- **PND Management**
- **Tank Integrity/ Assessment**
- **CBM - Giustificazione Economica**

## Pianificazione e programmazione degli interventi






- **classificare** i componenti di un dato impianto secondo dei livelli di criticità, tenendo conto dell'importanza strategica di ogni singolo componente (la criticità di un componente può derivare da motivi economici di produzione o da motivi di sicurezza),
- **elencare** per i vari componenti, tutti i dati necessari, es. tipo di materiale, dati di processo, ore di marcia, condizioni di esercizio, etc.,
- raccogliere e catalogare indicazioni fornite da precedenti esperienze sugli stessi componenti o analoghi,
- **stabilire le cause** e le modalità più probabili di degrado,
- In relazione al punto precedente, **stabilire le PnD più adeguate** per verificare i danni subiti dai componenti. L'adeguatezza di una PnD deve riguardare l'efficacia, i tempi ed i costi,
- **stabilire una sequenza** cronologica di tutte le azioni necessarie da effettuare prima, durante e dopo le PnD,
- **definire i tempi** necessari all'intervento delle PnD in relazione anche ad altri interventi di manutenzione, che potrebbero interferire e creare ritardi (es. impossibilità di eseguire controlli gammagrafici in concomitanza di altri lavori nella stessa zona, o impossibilità di utilizzo di uno stesso ponteggio da parte di più unità di lavoro, etc.).

# PnD - Management



-  **Accessibilità**
-  **Agibilità**
-  **Preparazione delle superfici d'esame**
-  **Conoscenza dei difetti tipici degli impianti industriali**
-  **Sensibilità dei controlli**
-  **Gestione della strumentazione**
-  **Certificazione del personale addetto alle PnD**
-  **Registrazione**
-  **Frequenza ed estensione delle PnD**

## INDICE

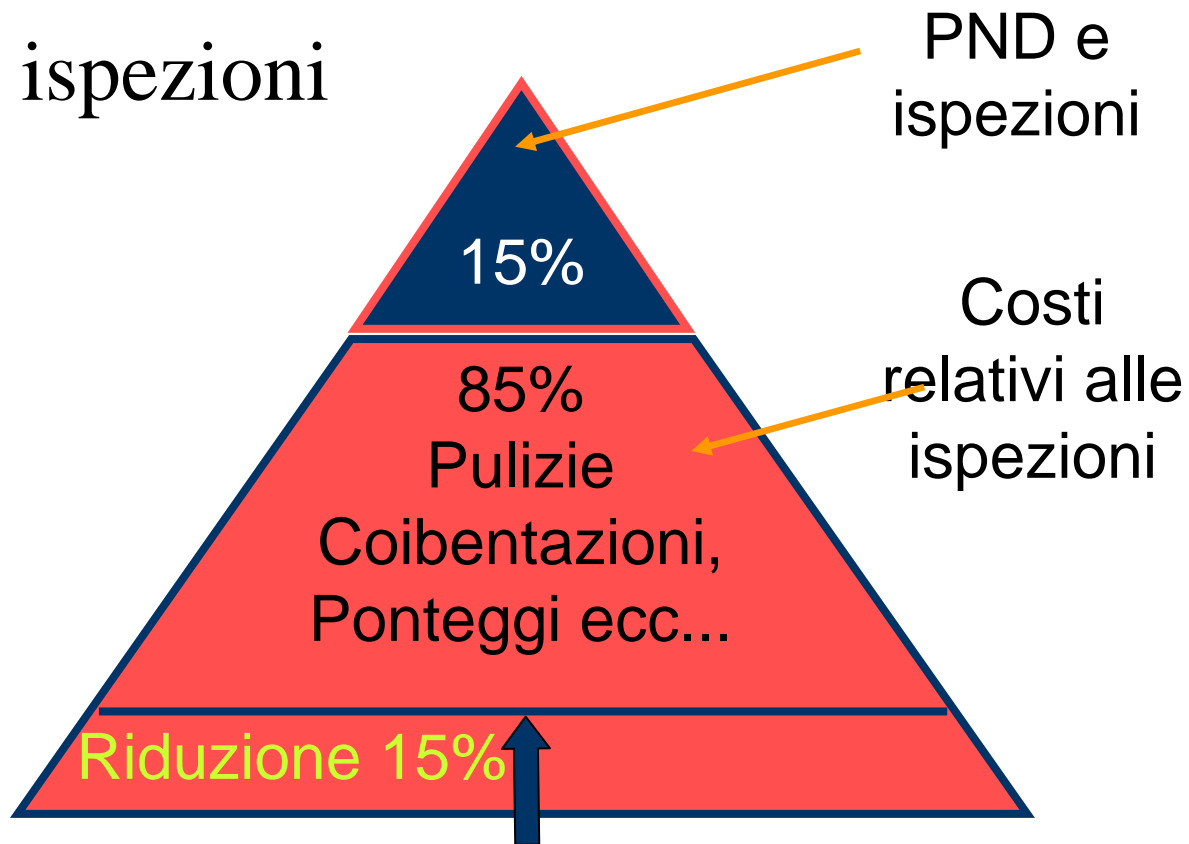
-  **CBM (“Condition Based Maintenance”)**
-  **PND (“Prove Non Distruttive”)**
-  **PND Management**
-  **Tank Integrity/ Assessment**
-  **CBM - Giustificazione Economica**

## Obiettivi



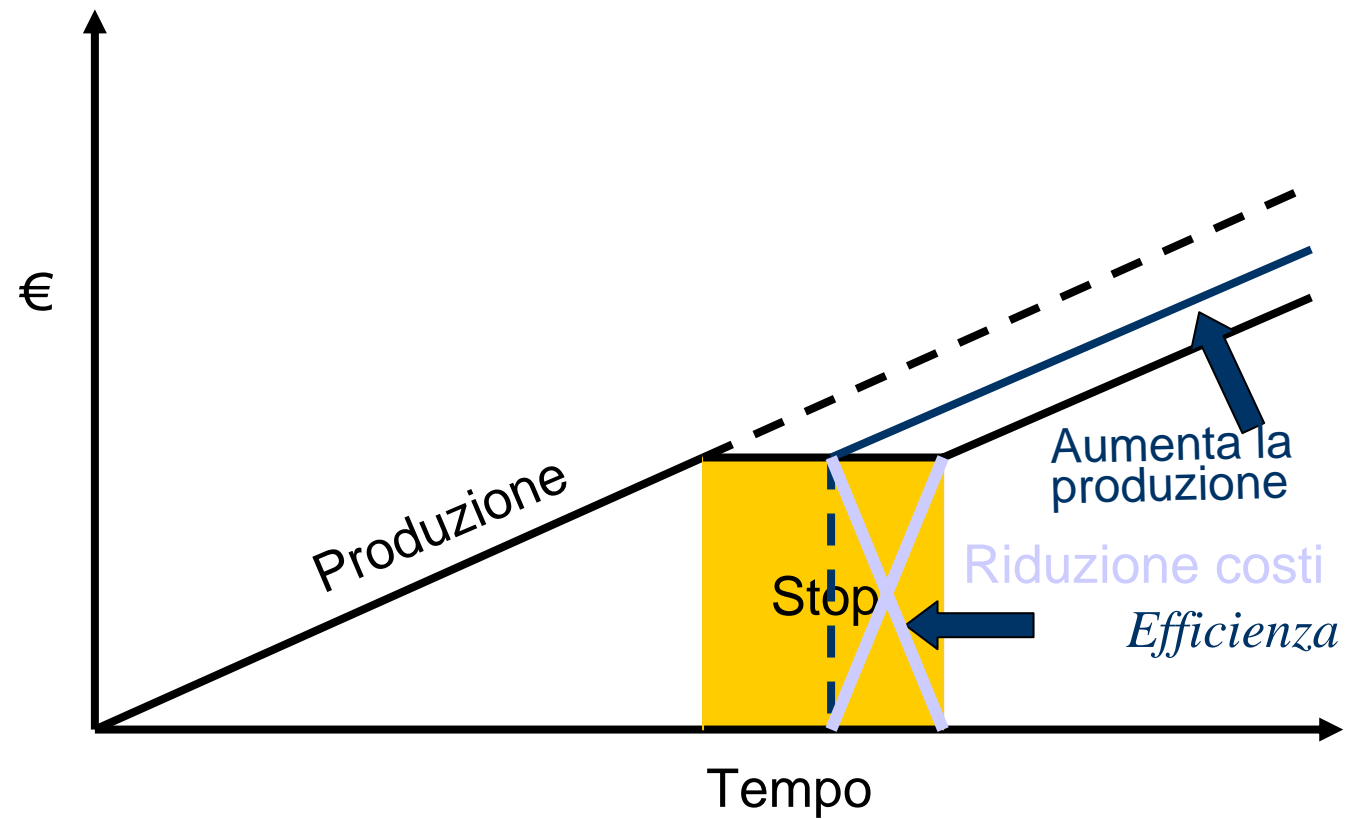
## Obiettivo

- Ridurre i costi relativi all'esecuzione delle PND e delle ispezioni



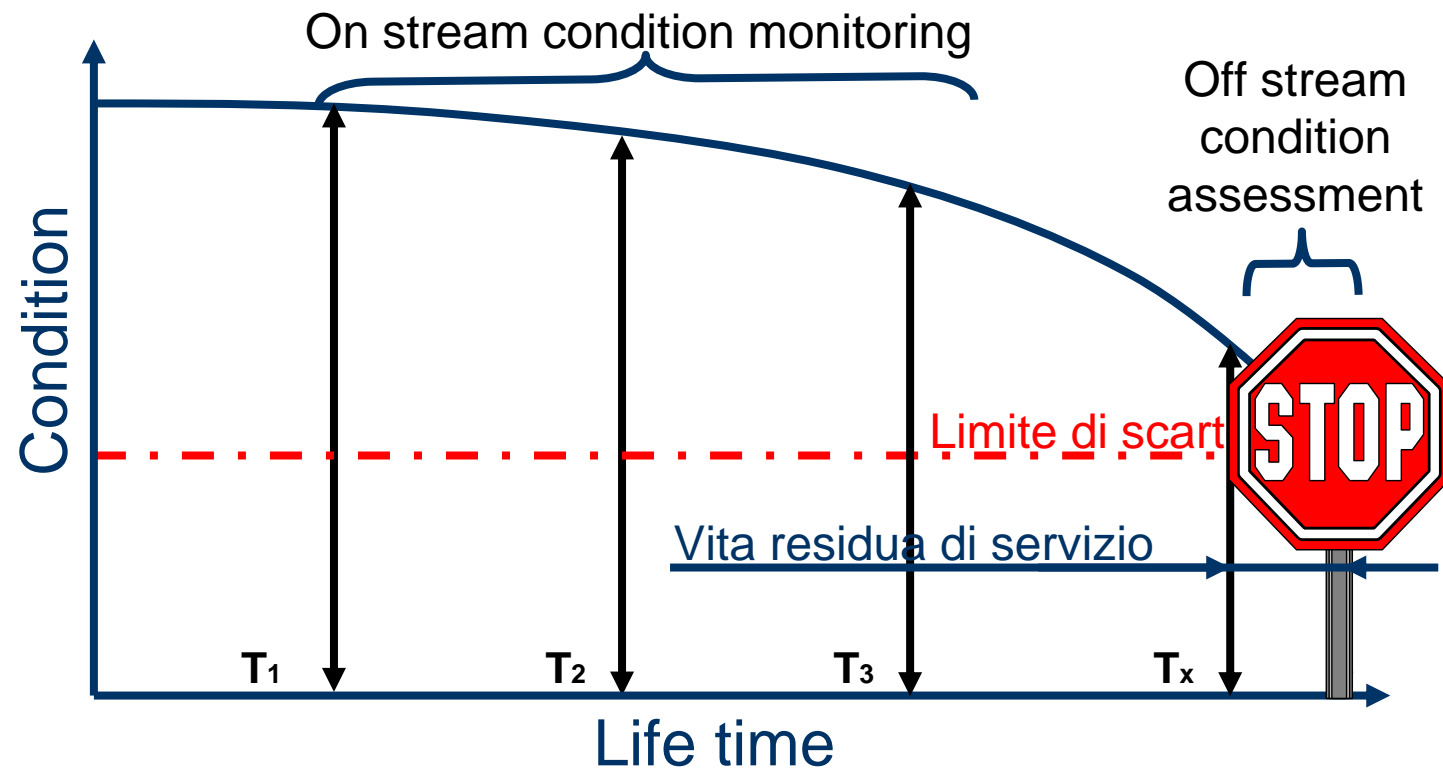
## Obiettivo

- Ridurre il coso totale di gestione

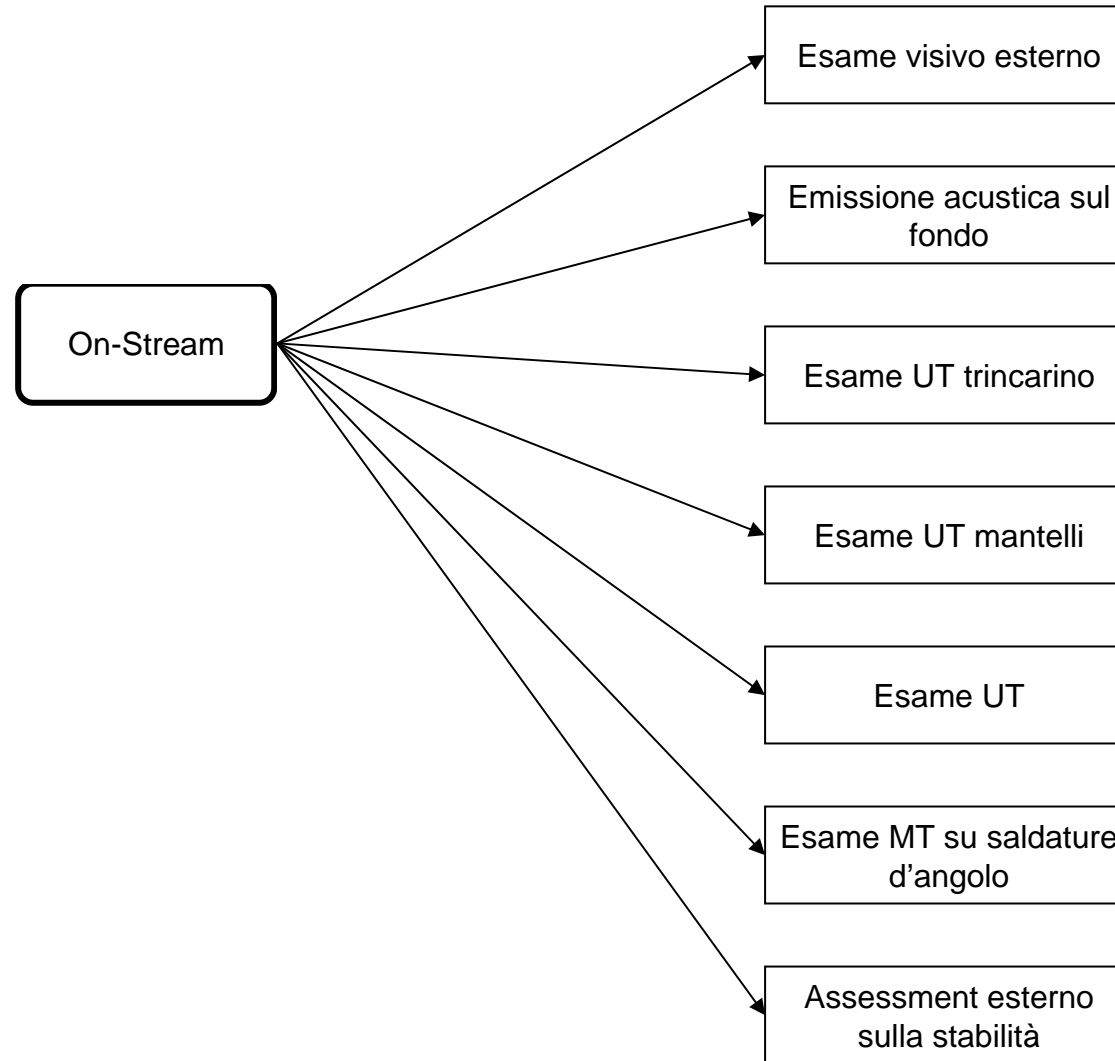


## Approccio secondo Condizione

- Condition assessment e monitoraggio durante l'intero ciclo di vita



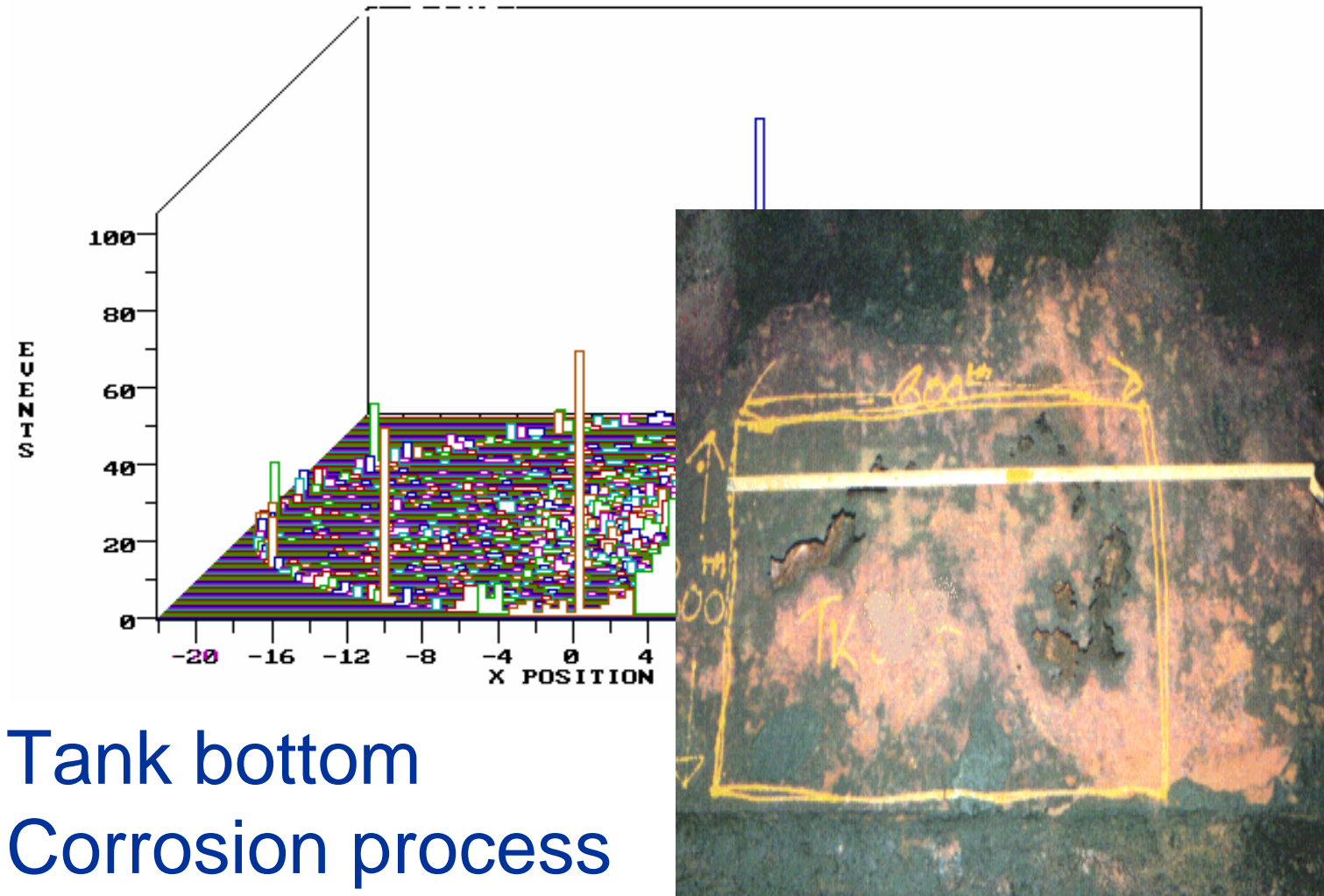
# Tank Integrity



# Esame Visivo Esterno

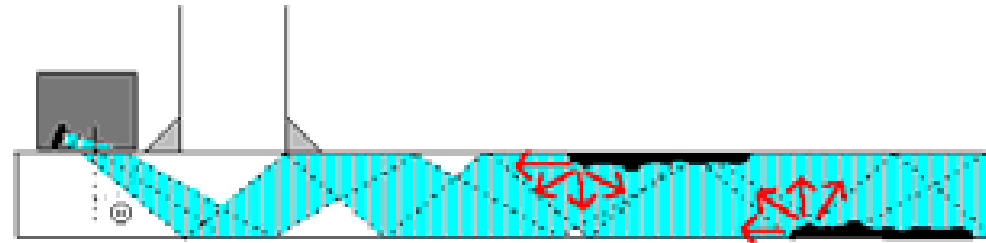


# Emissione Acustica

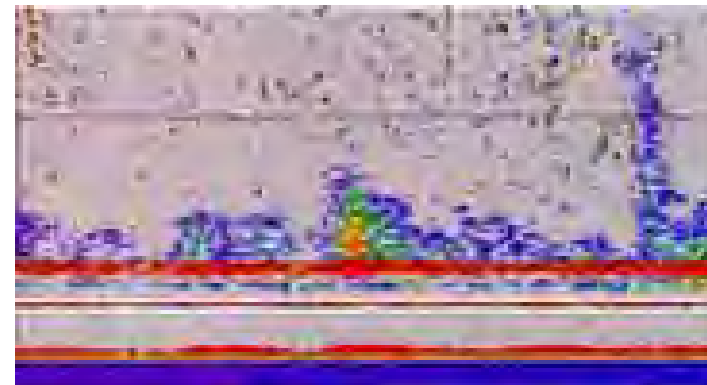


Tank bottom  
Corrosion process

# Esame UT sul trincarino



Corrosion Map



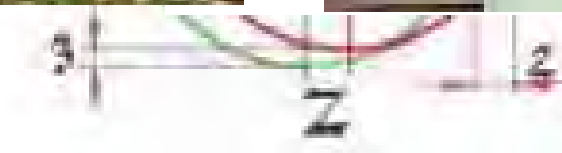
## Esame UT su mantelli



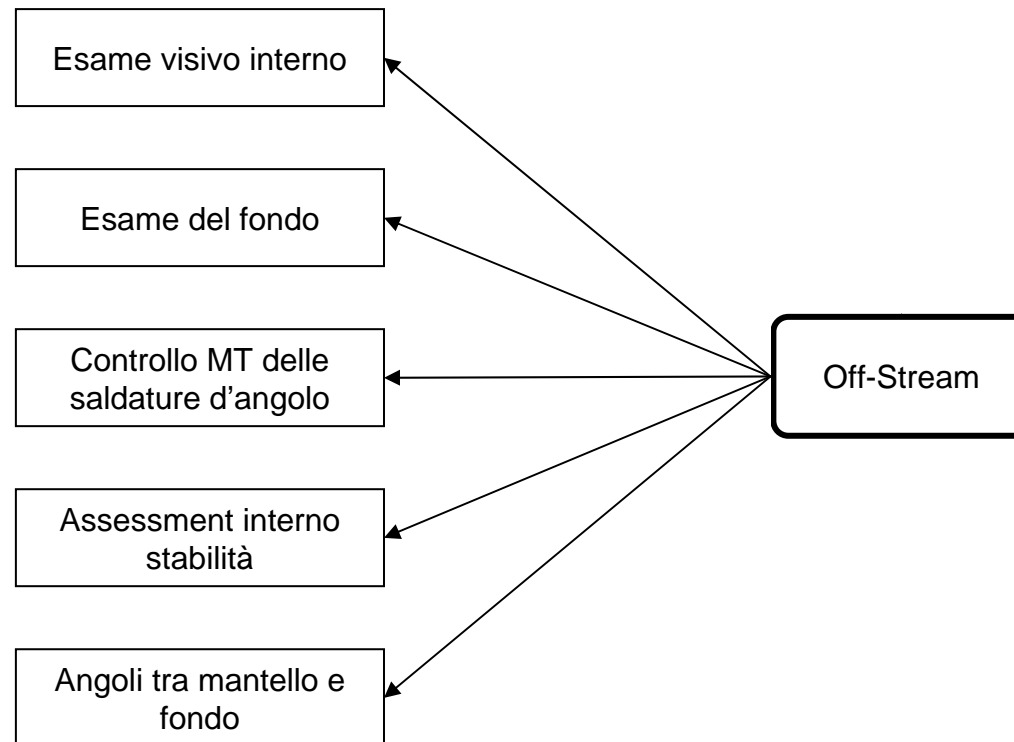
# Esame MT su saldature d'angolo



# Verifica esterna stabilità



# Tank Integrity



# Esame Visivo Interno



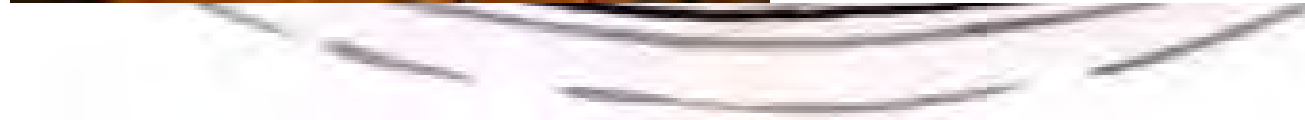
## Esame del fondo



# Esame MT saldature d'angolo



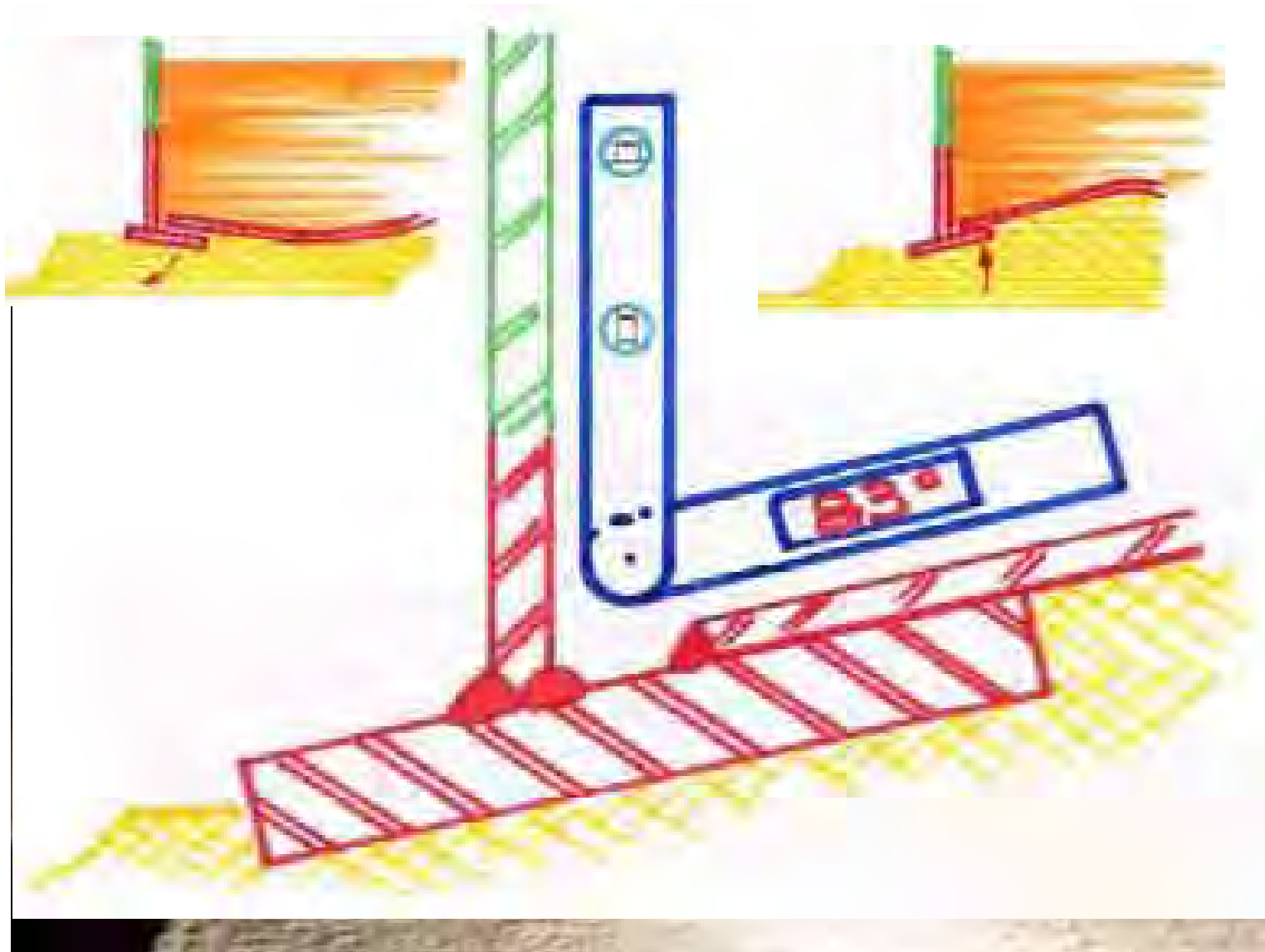
# Assessment interno stabilità



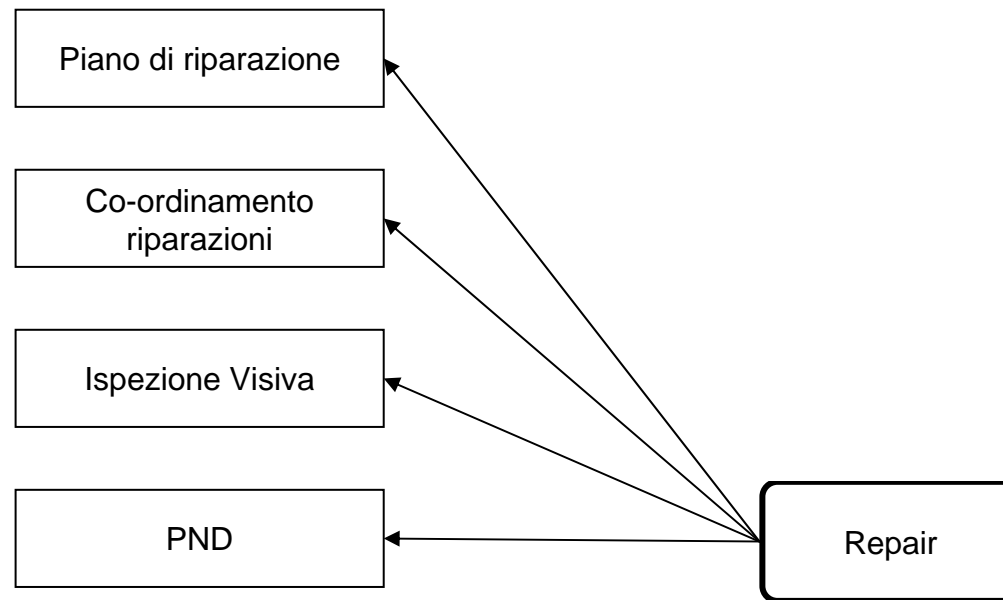
Angolo tra fondo e mantello



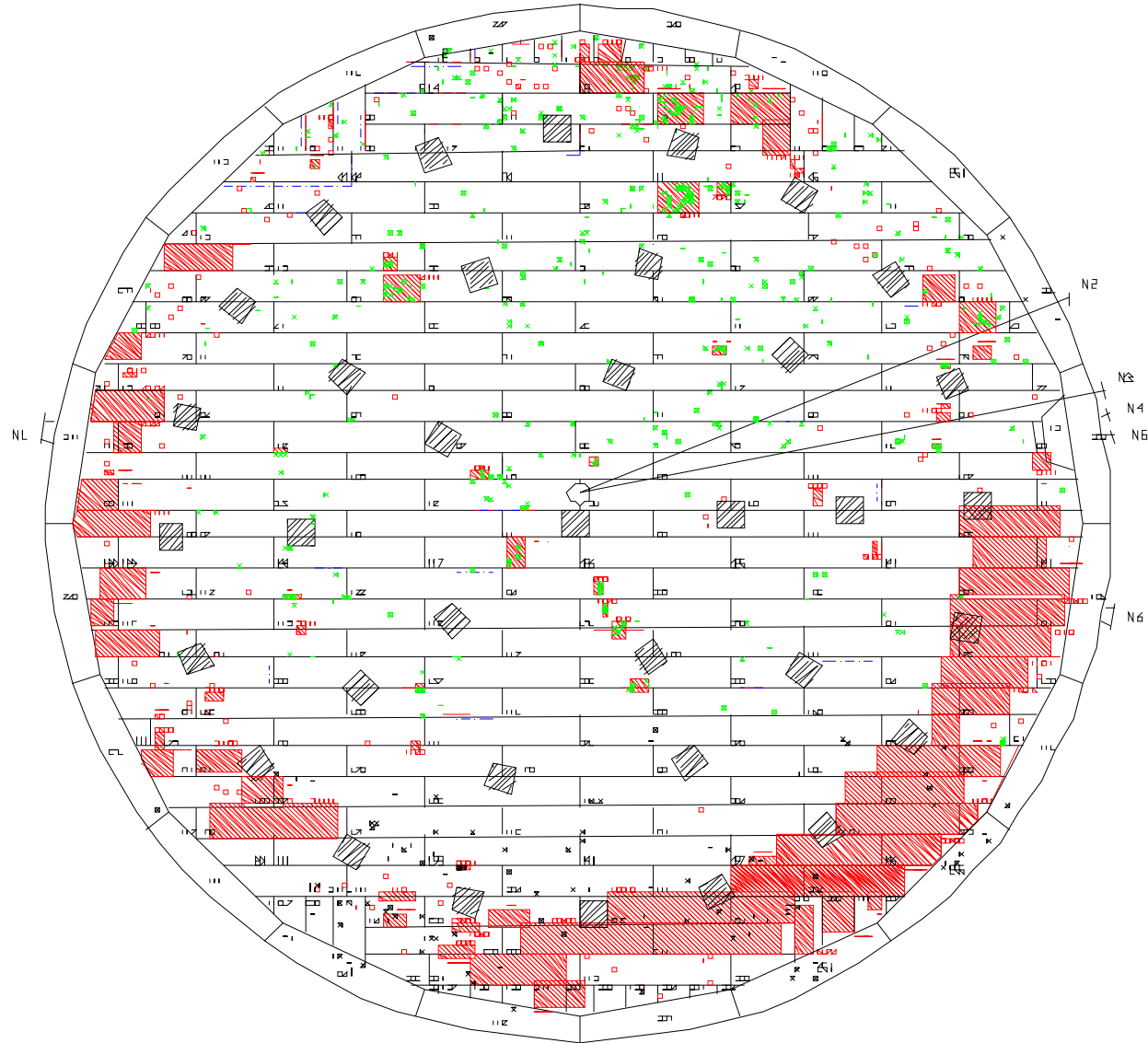
# Angle Shell-Tank bottom



# Tank Integrity



# Piano di Riparazione



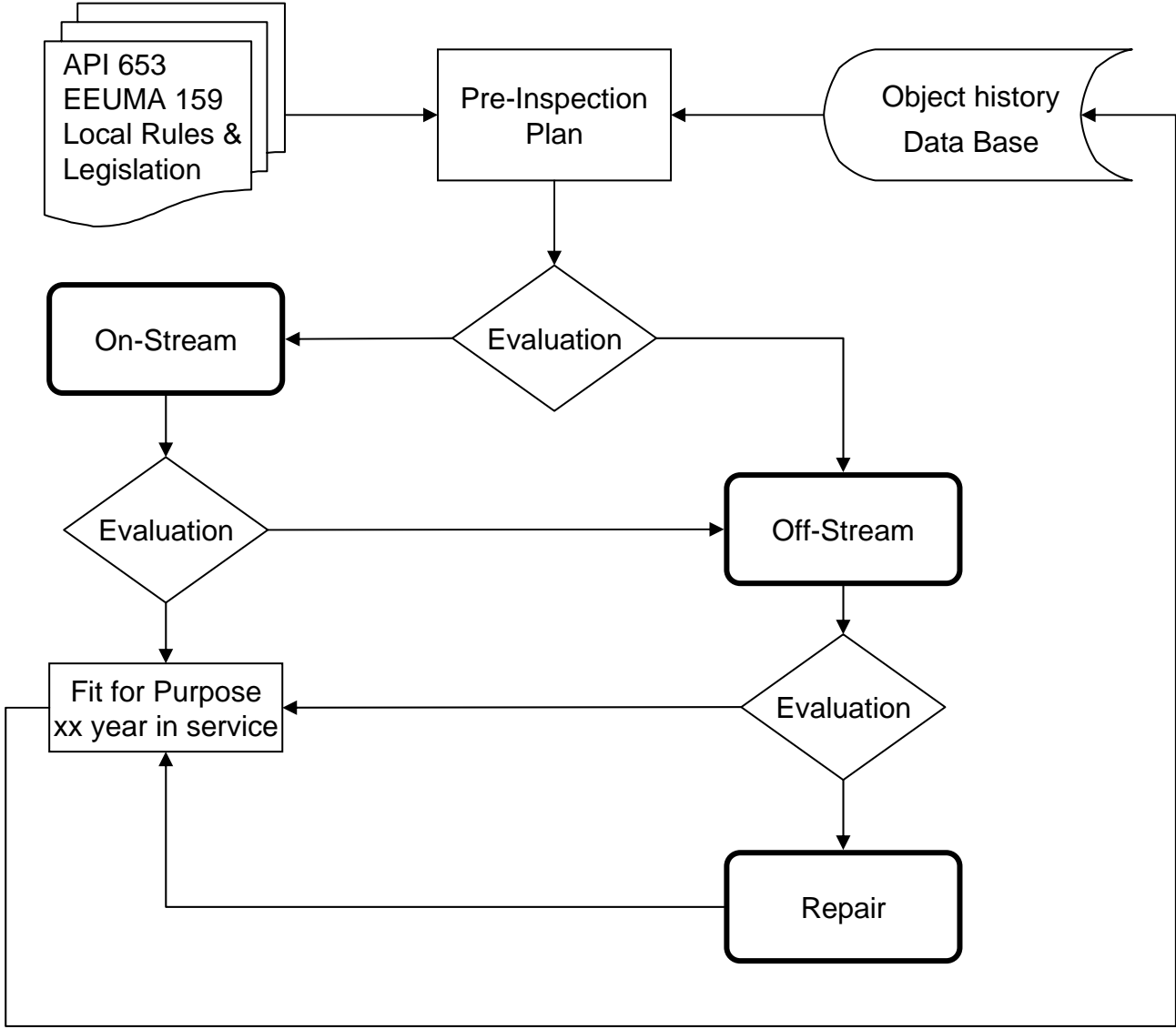
# Co-ordinamento Riparazioni



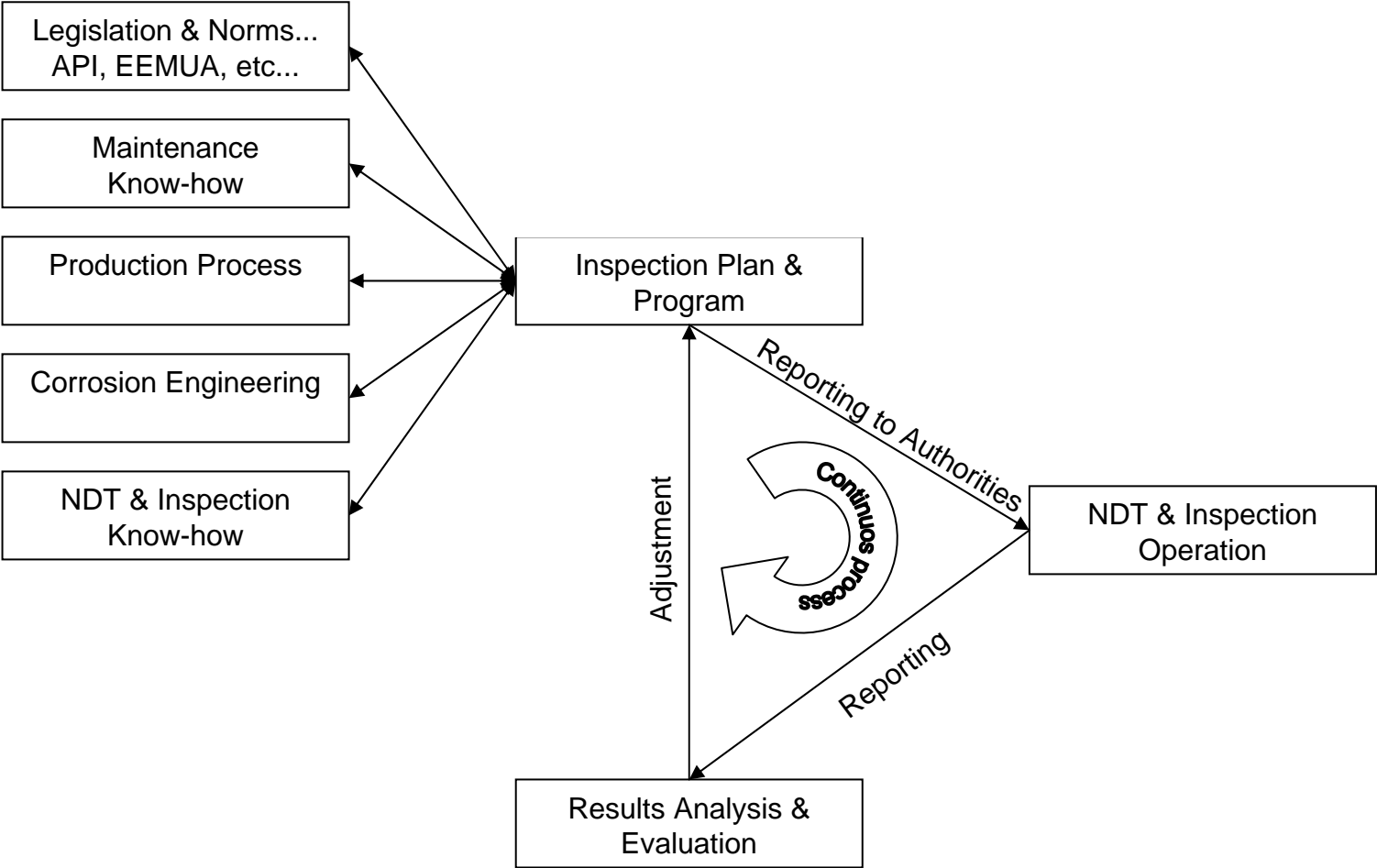
# Ispezione visiva



# Tank Integrity



# Tank Integrity



## INDICE

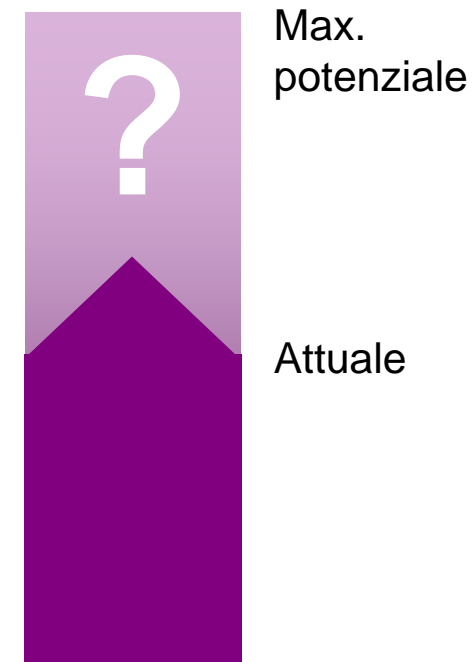
- **CBM (“Condition Based Maintenance”)**
- **PND (“Prove Non Distruttive”)**
- **PND Management**
- **Tank Integrity/ Assessment**
- **CBM - Giustificazione Economica**

## La manutenzione genera profitto.

Percentuale sul fatturato



Contributo al profitto



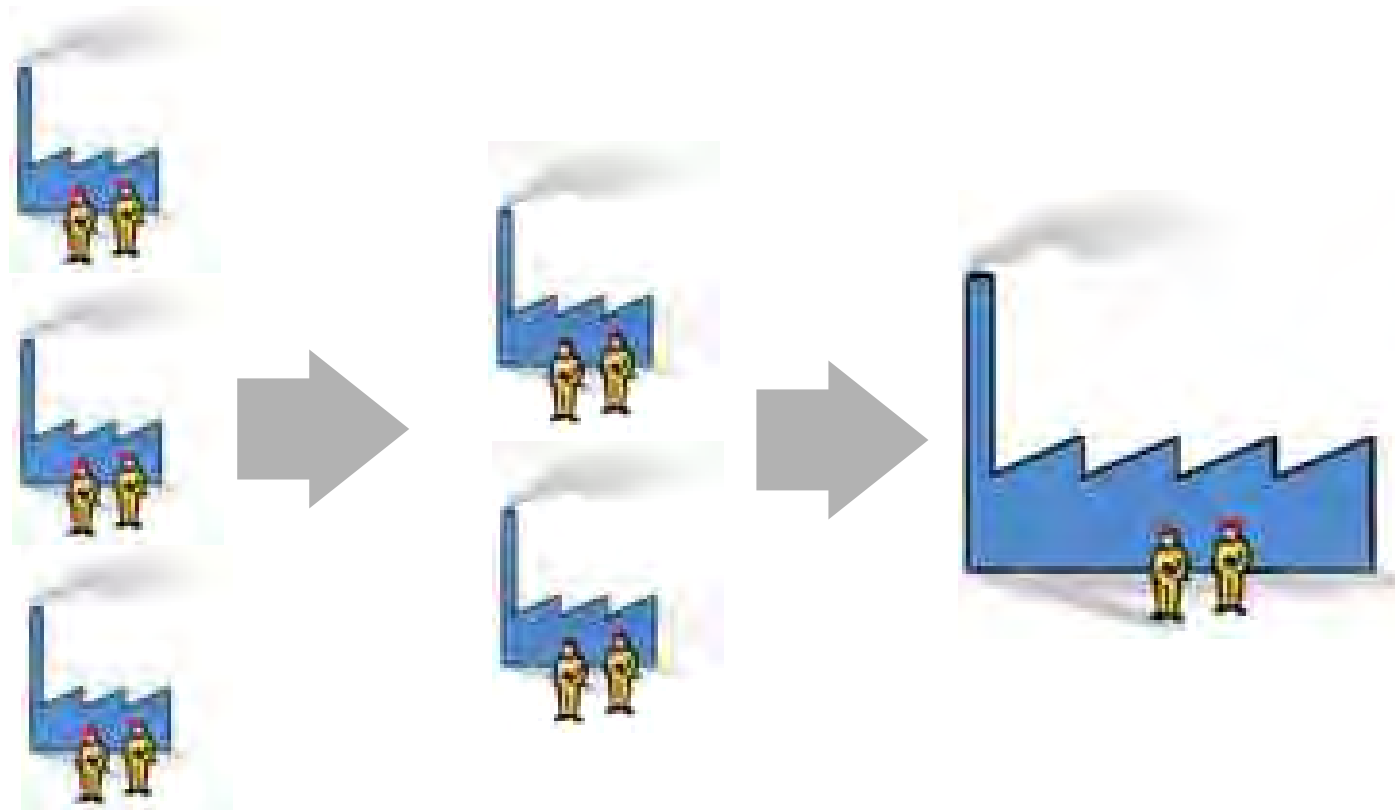
## Meccanismo del mercato.

[Massimo tasso di rendimento]



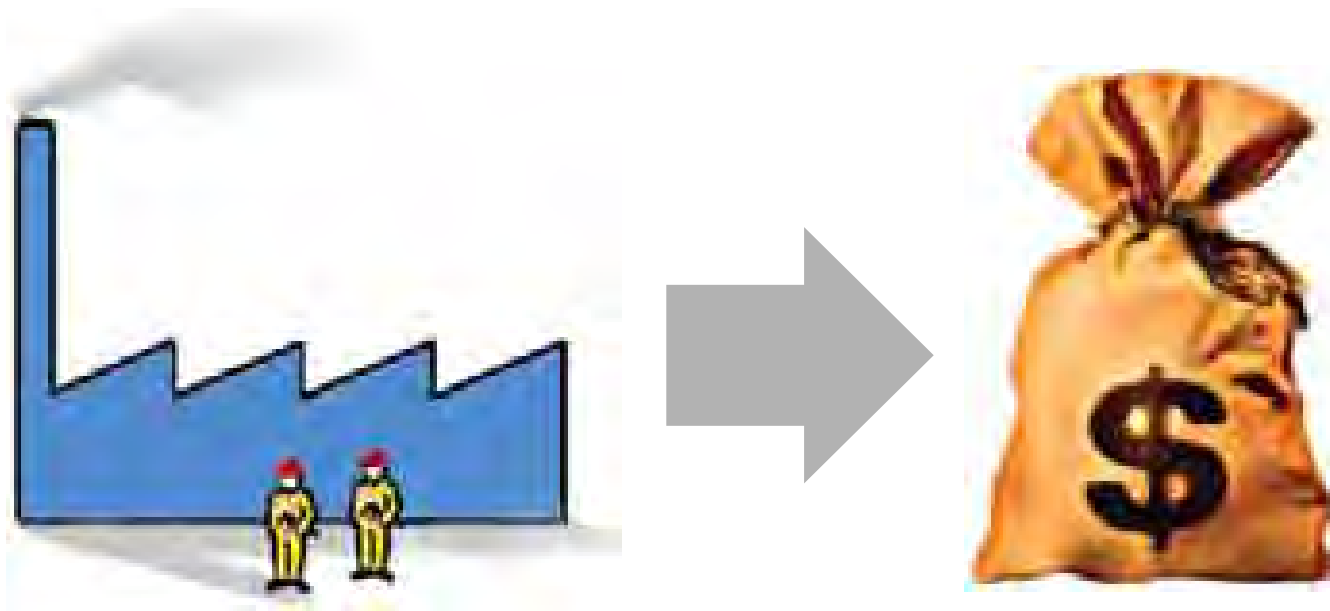
## Tendenza dell'industria.

[Unità più grandi, meno persone]



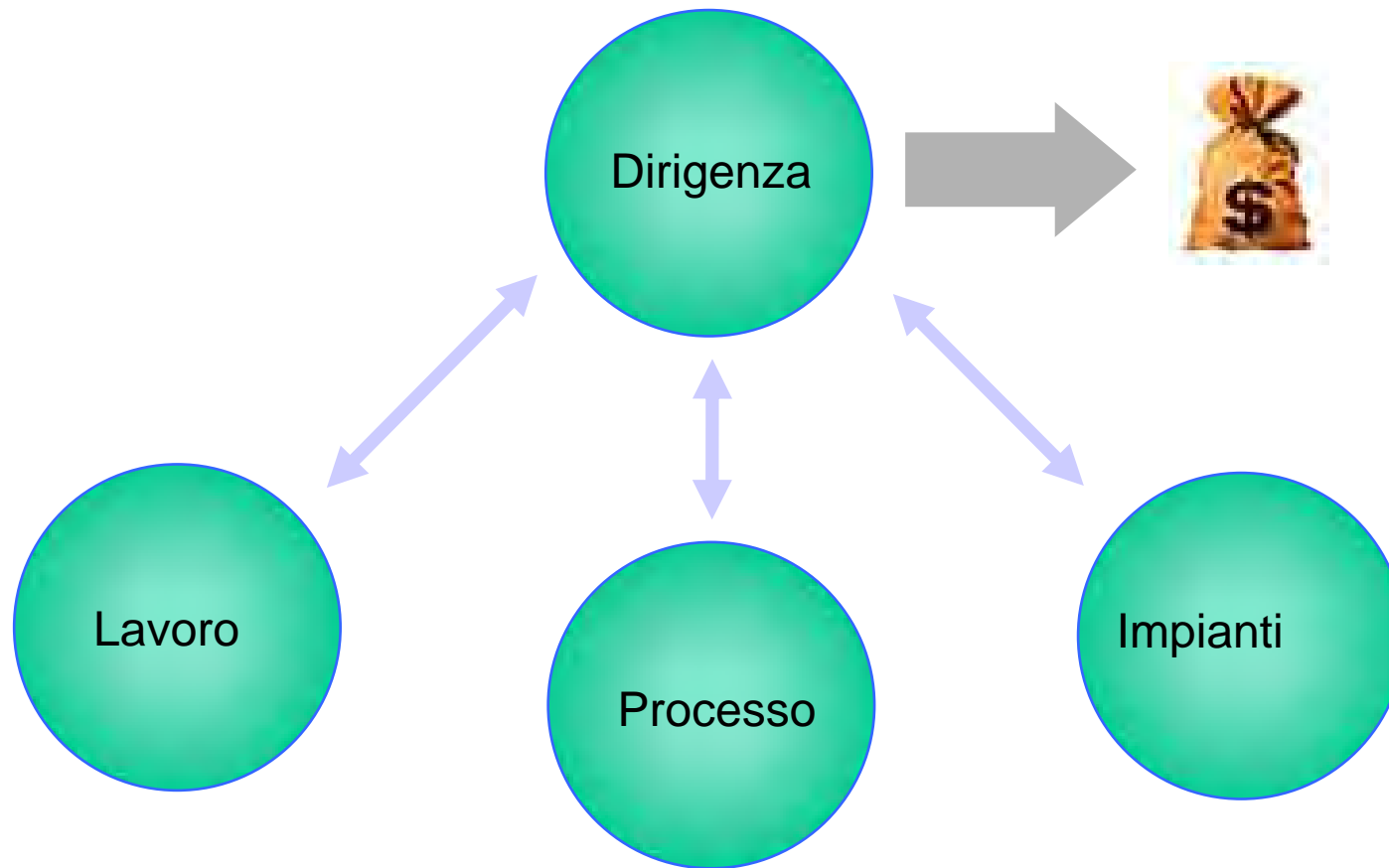
# Gestione ottimale delle attività.

[Nuove sfide]

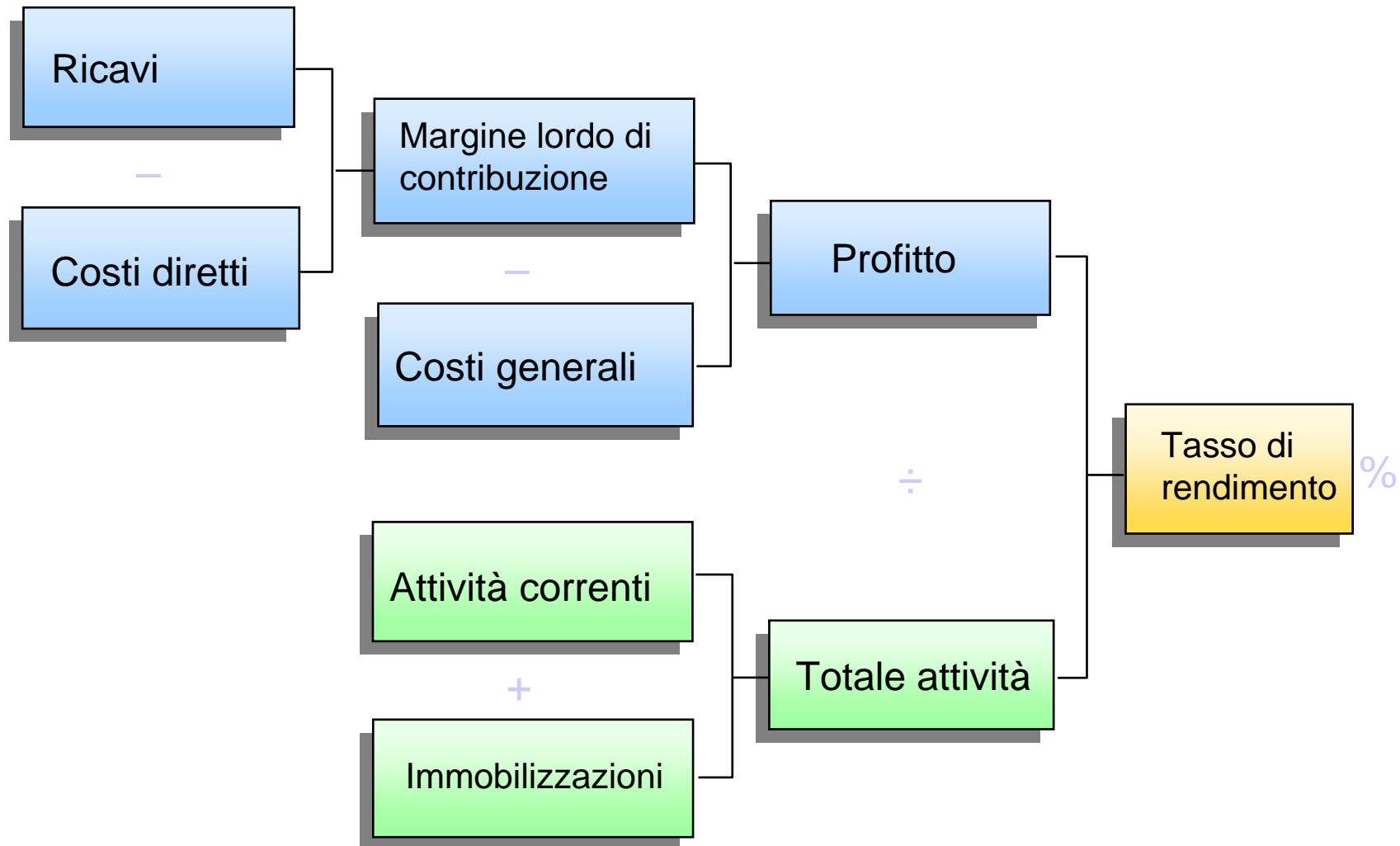


## Strumenti tradizionali.

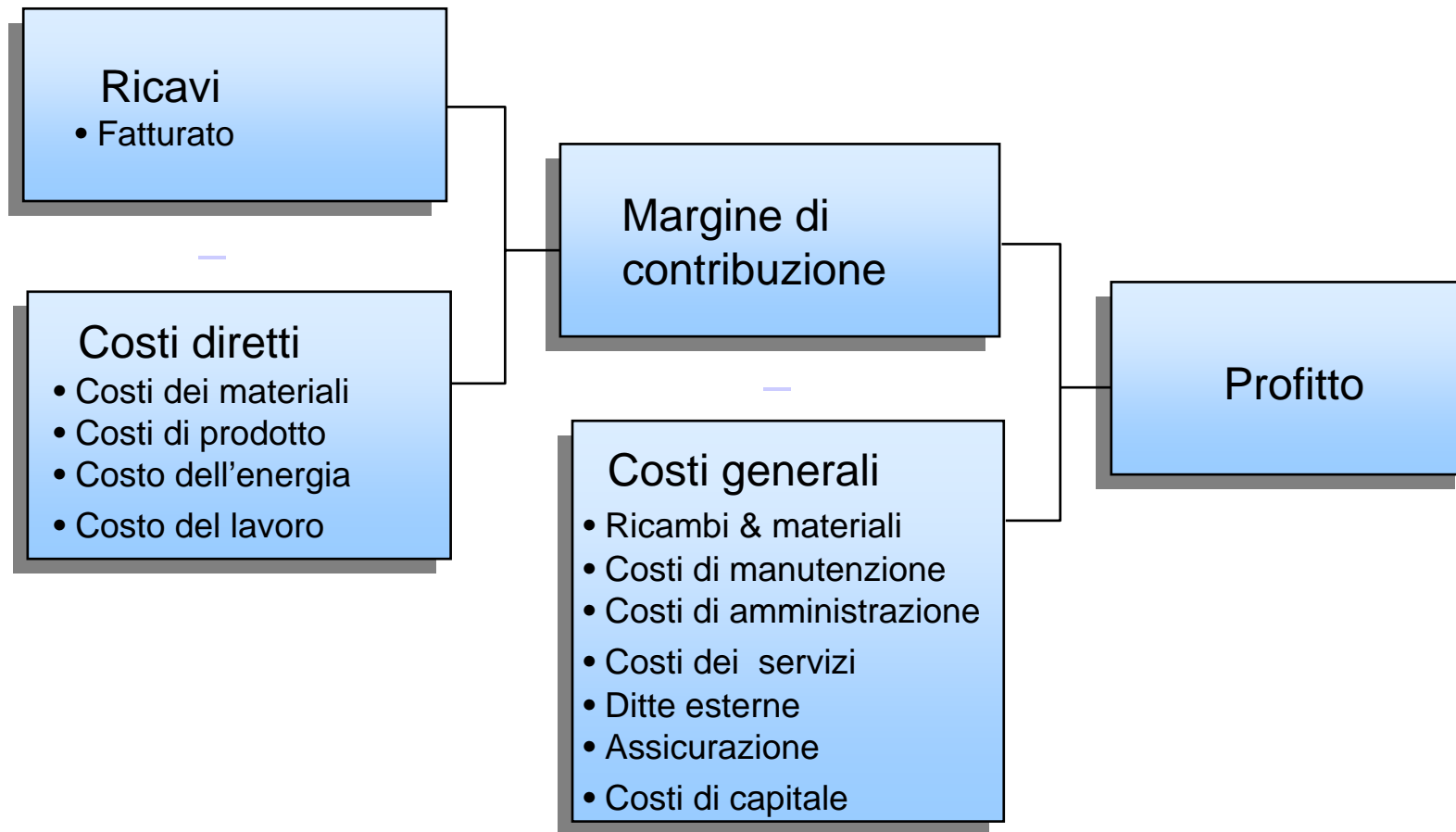
[Budget e centri di costo]



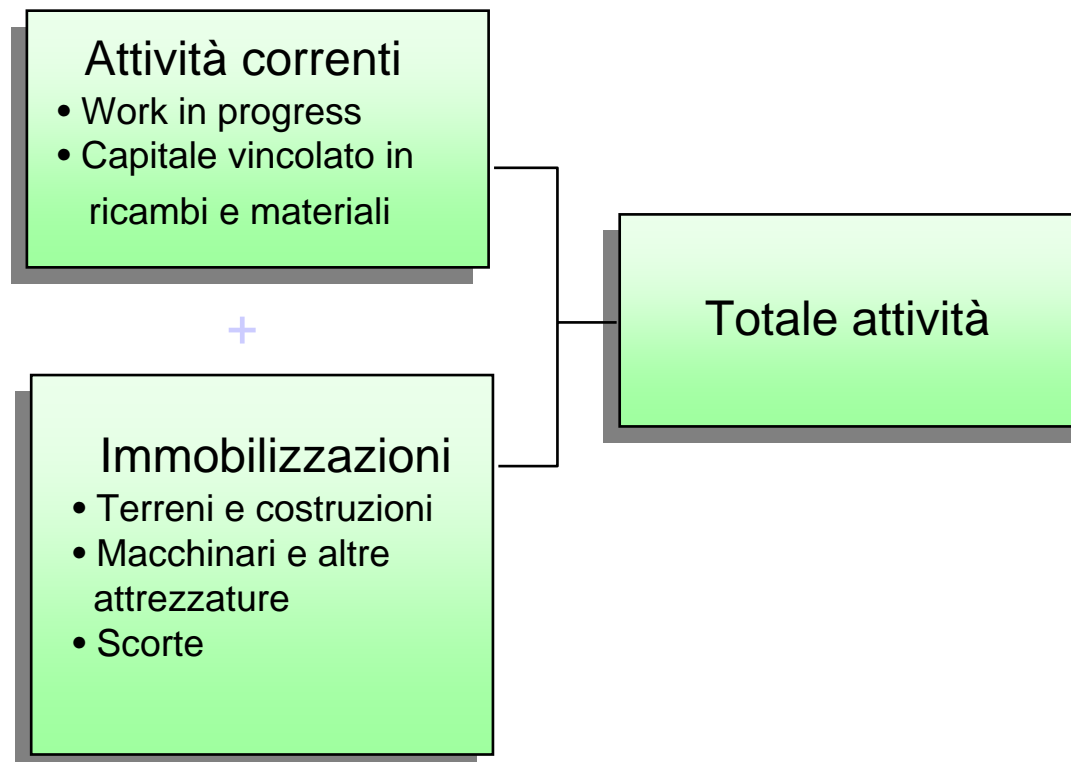
## Il modello Du Pont.



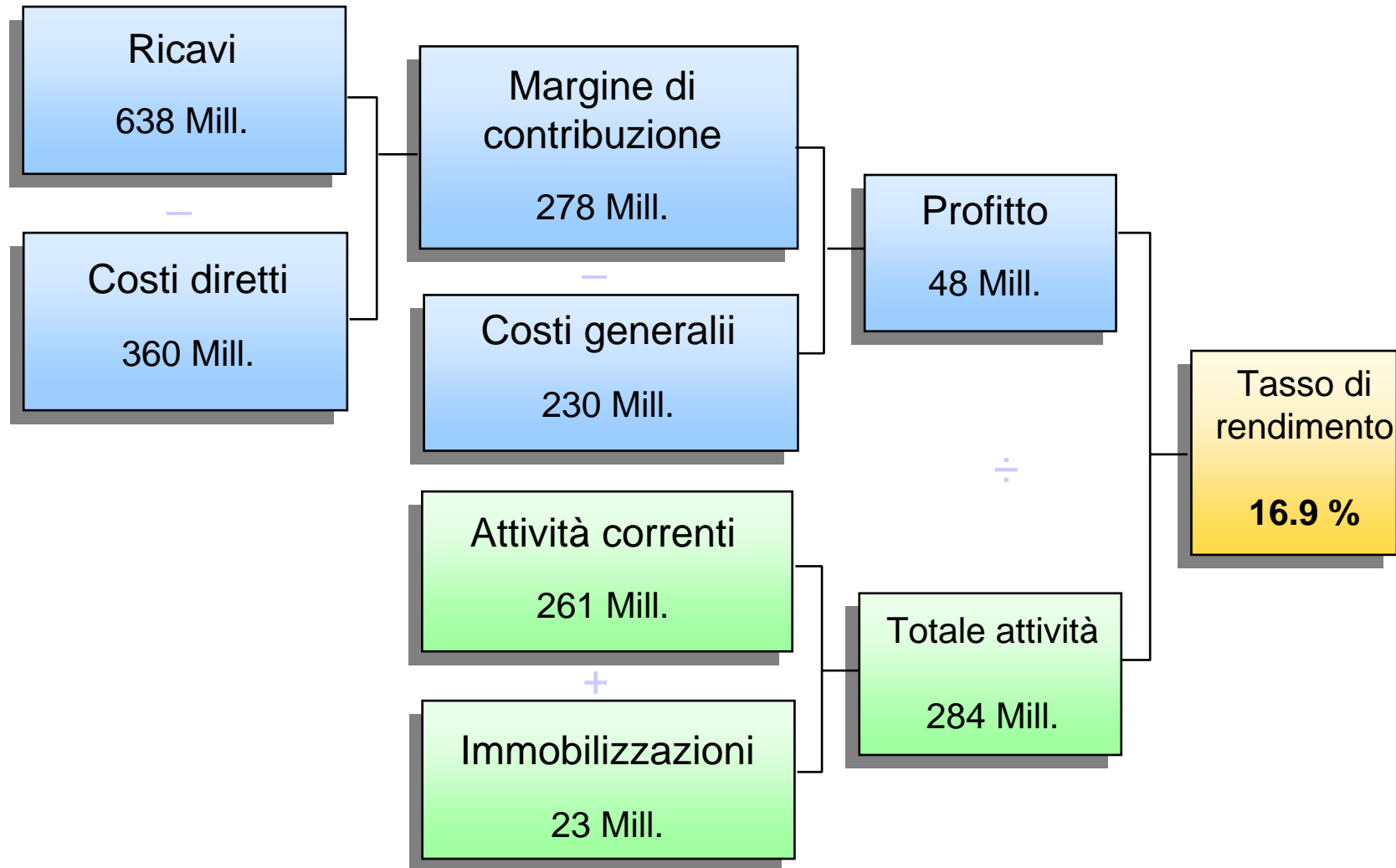
## Calcolo del profitto.



## Calcolo delle attività totali.

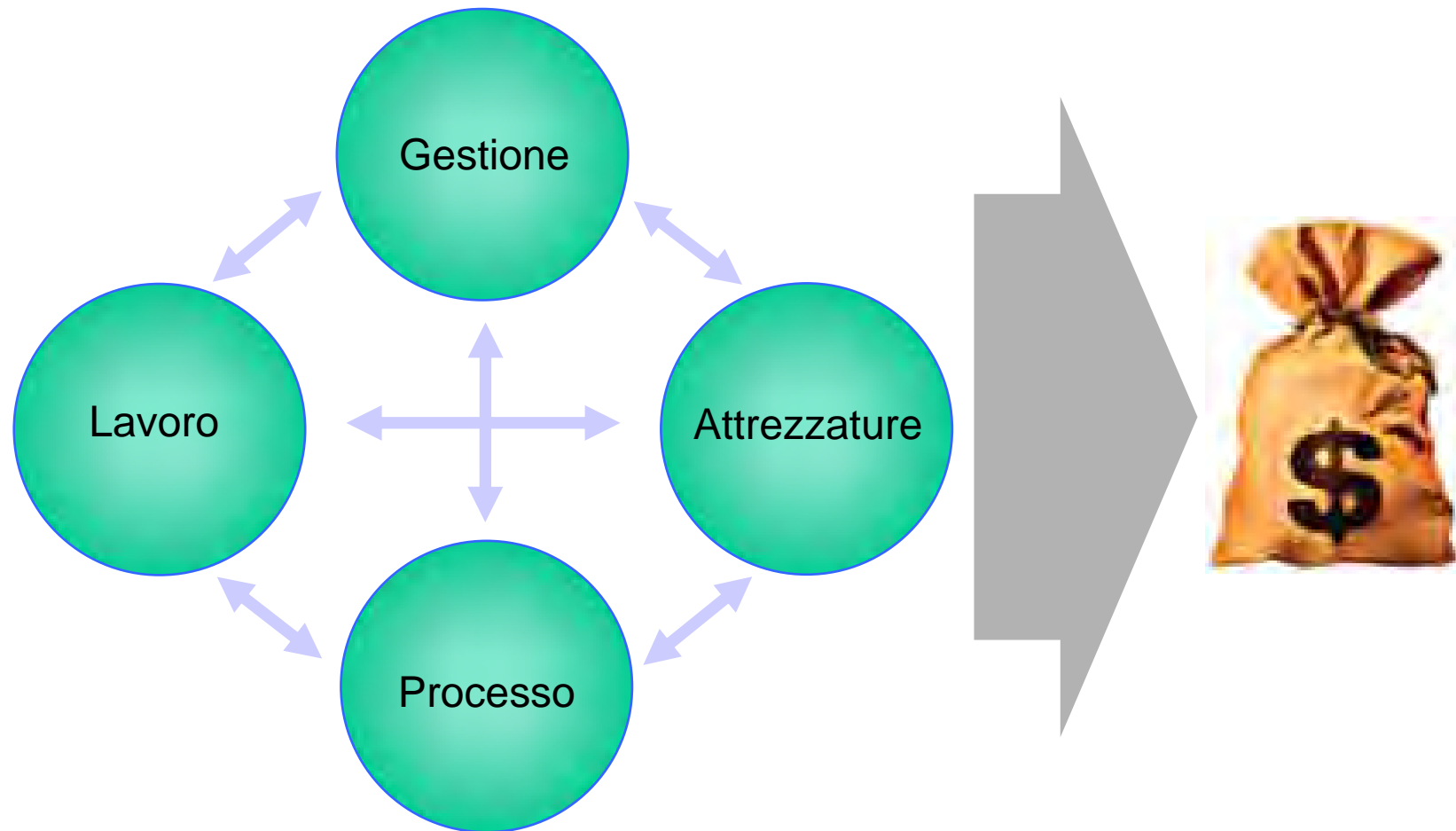


## Calcolo del tasso di rendimento.



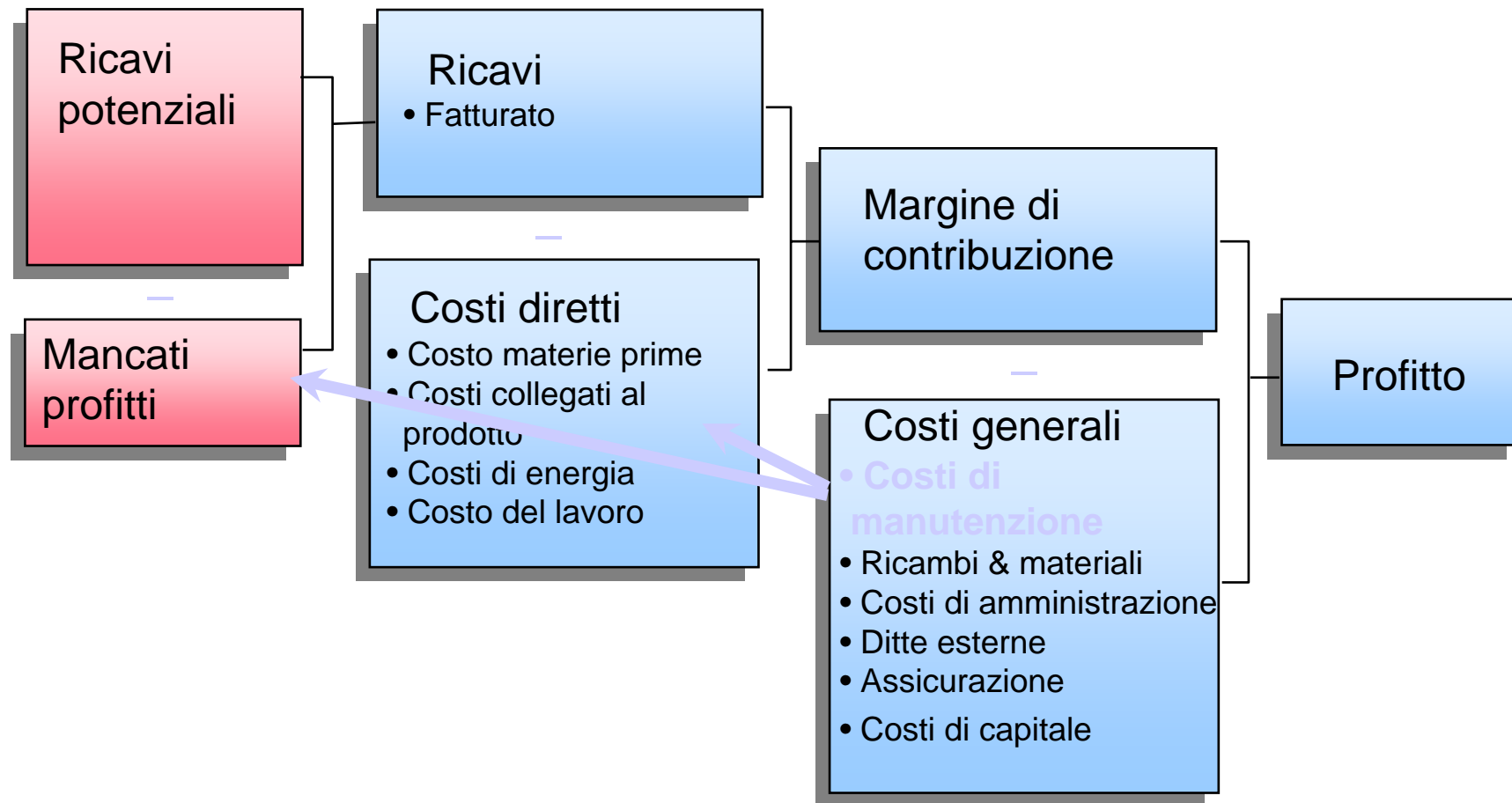
## Asset Management.

[La visione economica globale]

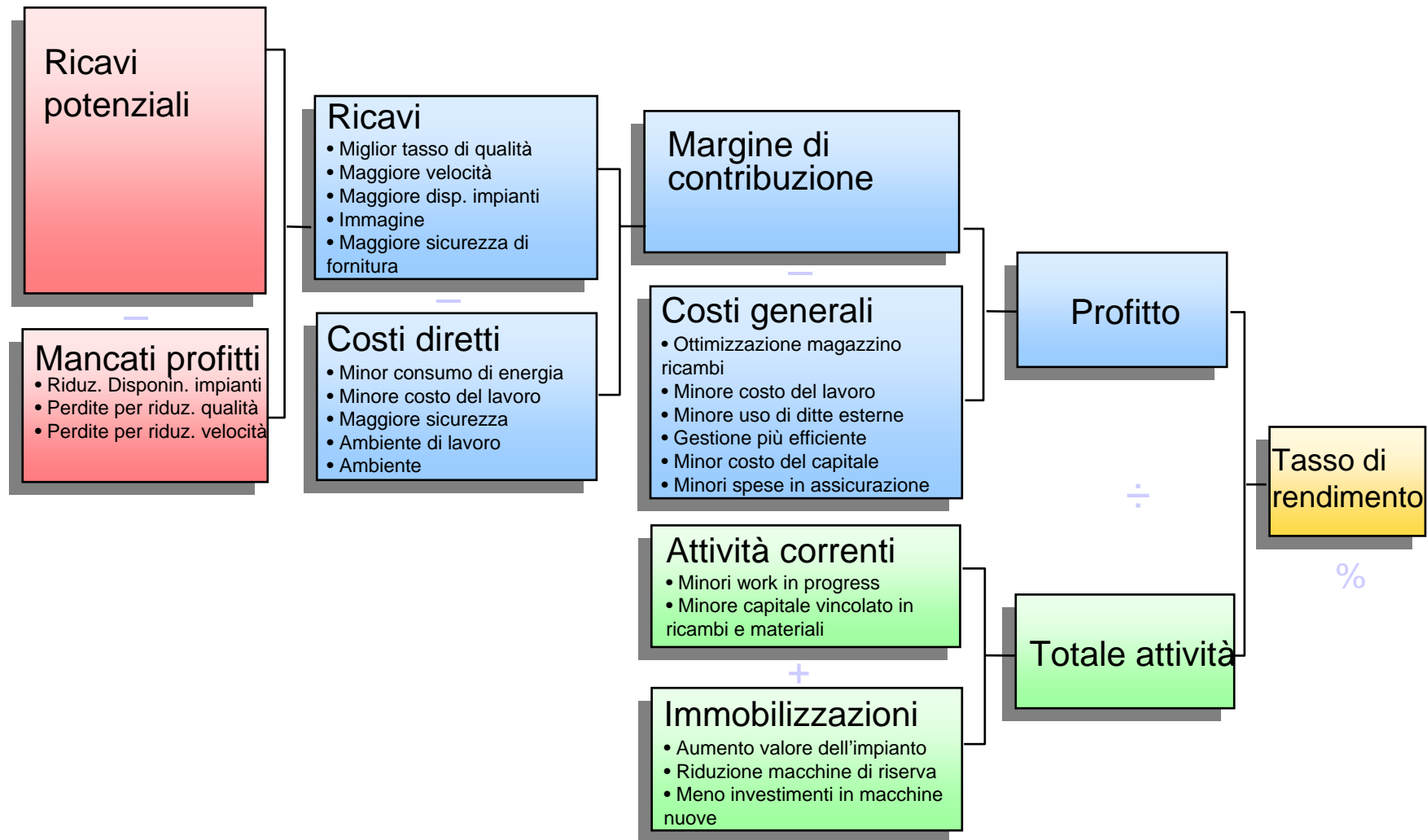


## Ridefinizione dei costi e ricavi.

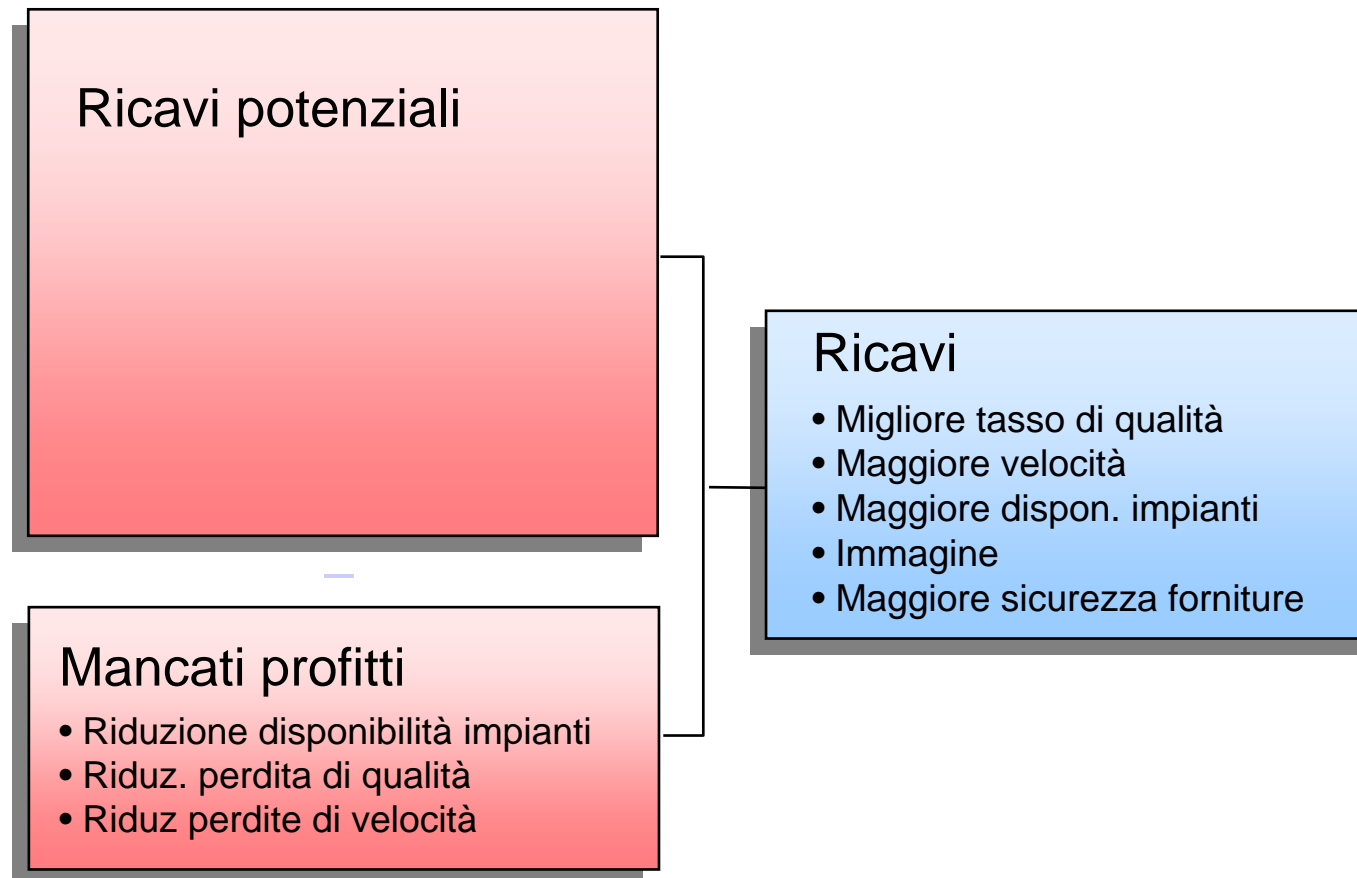
[Le perdite di produzione sono un costo]



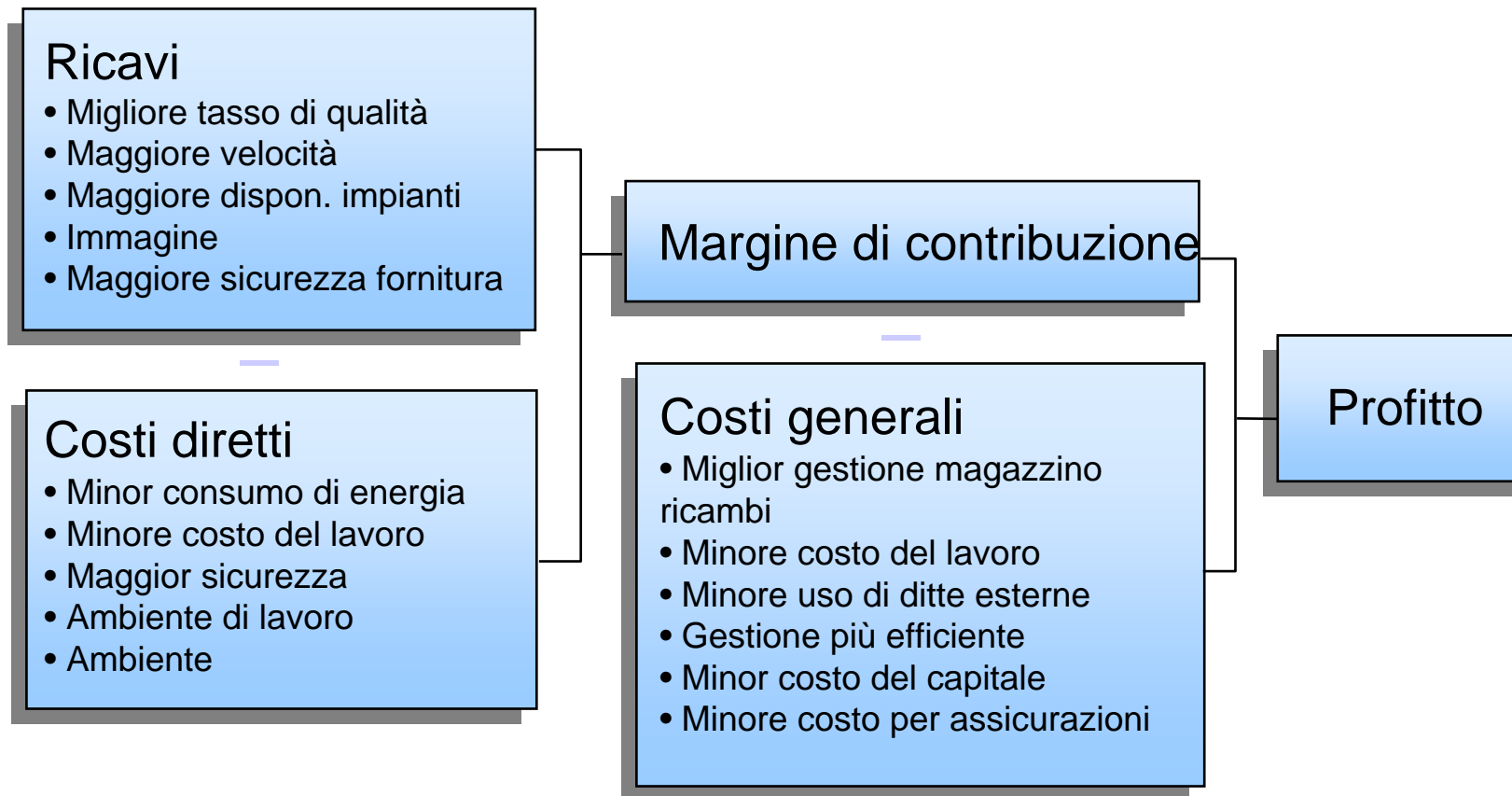
## Impatto della Manutenzione Predittiva.



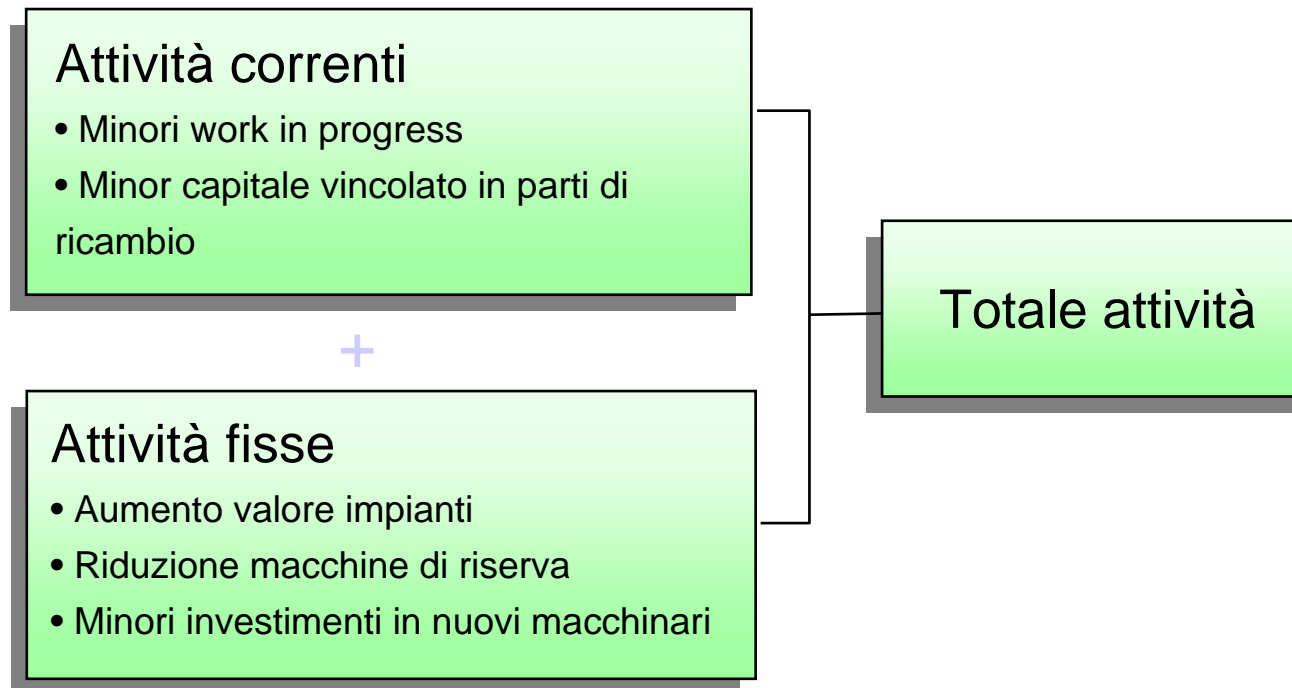
## Fare un migliore uso del proprio potenziale



## Minori costi, maggior profitto

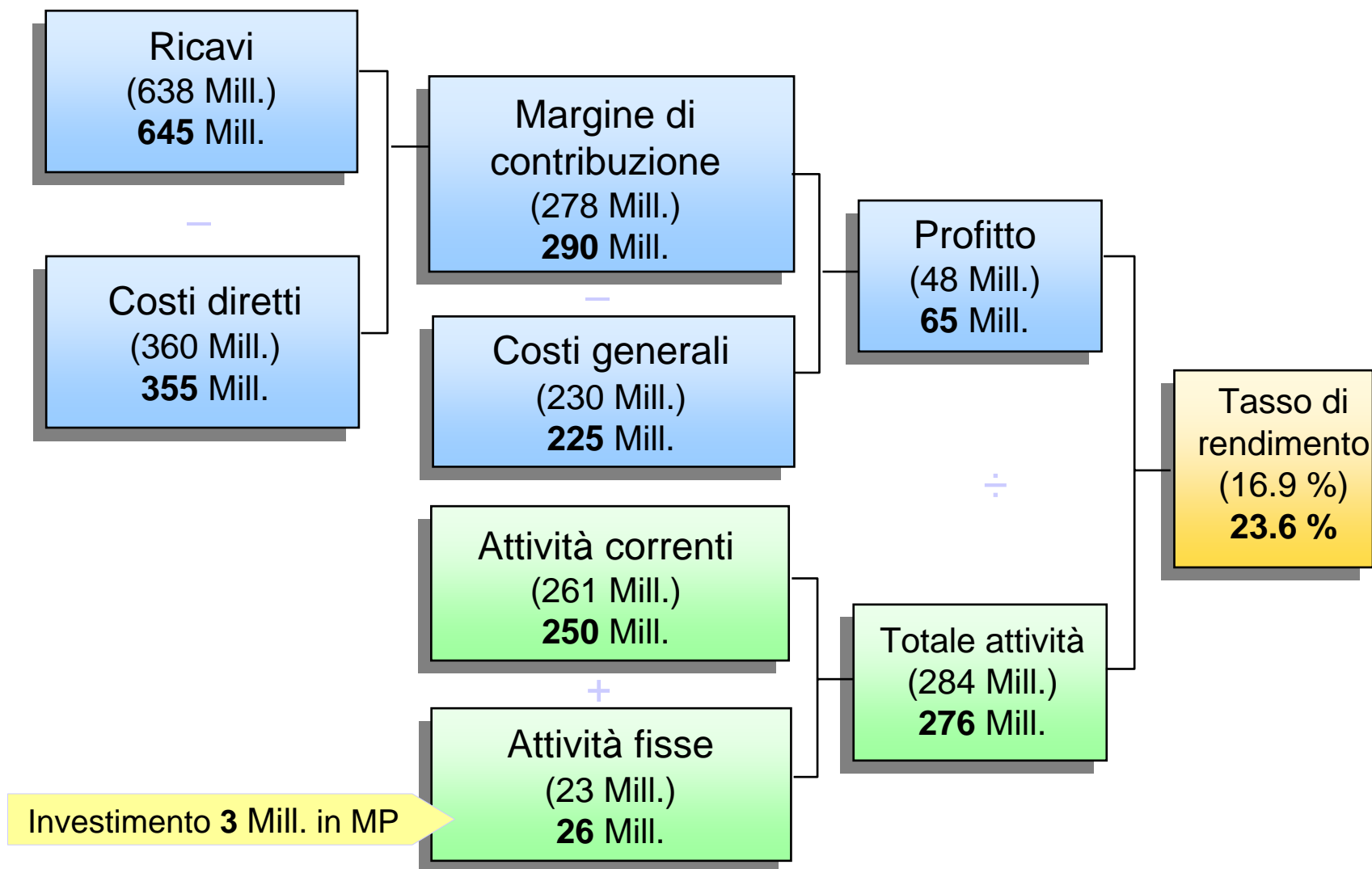


## Riduzione della gestione globale



# Giustificazione economica

**Piccoli investimenti danno alti tassi di rendimento.**



# Benefici per l'utente finale

- **Evitare perdite per mancata produzione**
- **Evitare costi per danneggiamenti secondari**
- **Utilizzare l'intera vita produttiva del macchinario**
- **Pianificare la produzione**
- **Evitare costi di rilavorazione**
- **Gestione ottimale del magazzino ricambi**



È in grado di fornire  
Consulenza e Temporary  
Management

***M.T.M. Metodi e Tecniche di Manutenzione S.r.l.***  
***V.Le Brianza, 20 – 20092 Cinisello B. (MI), Tel (+39) 02 36527222, Fax (+39) 02 36527093***