

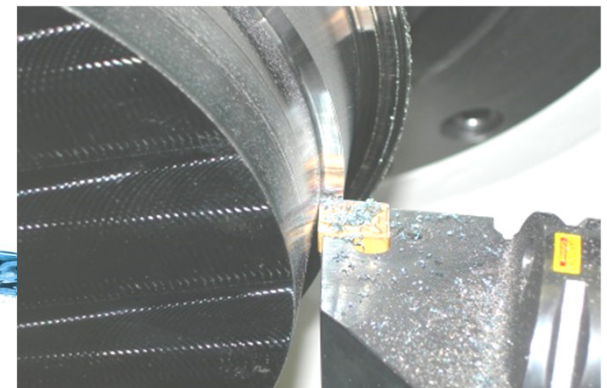
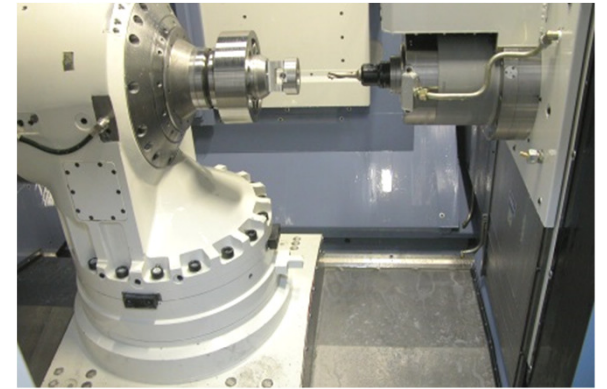
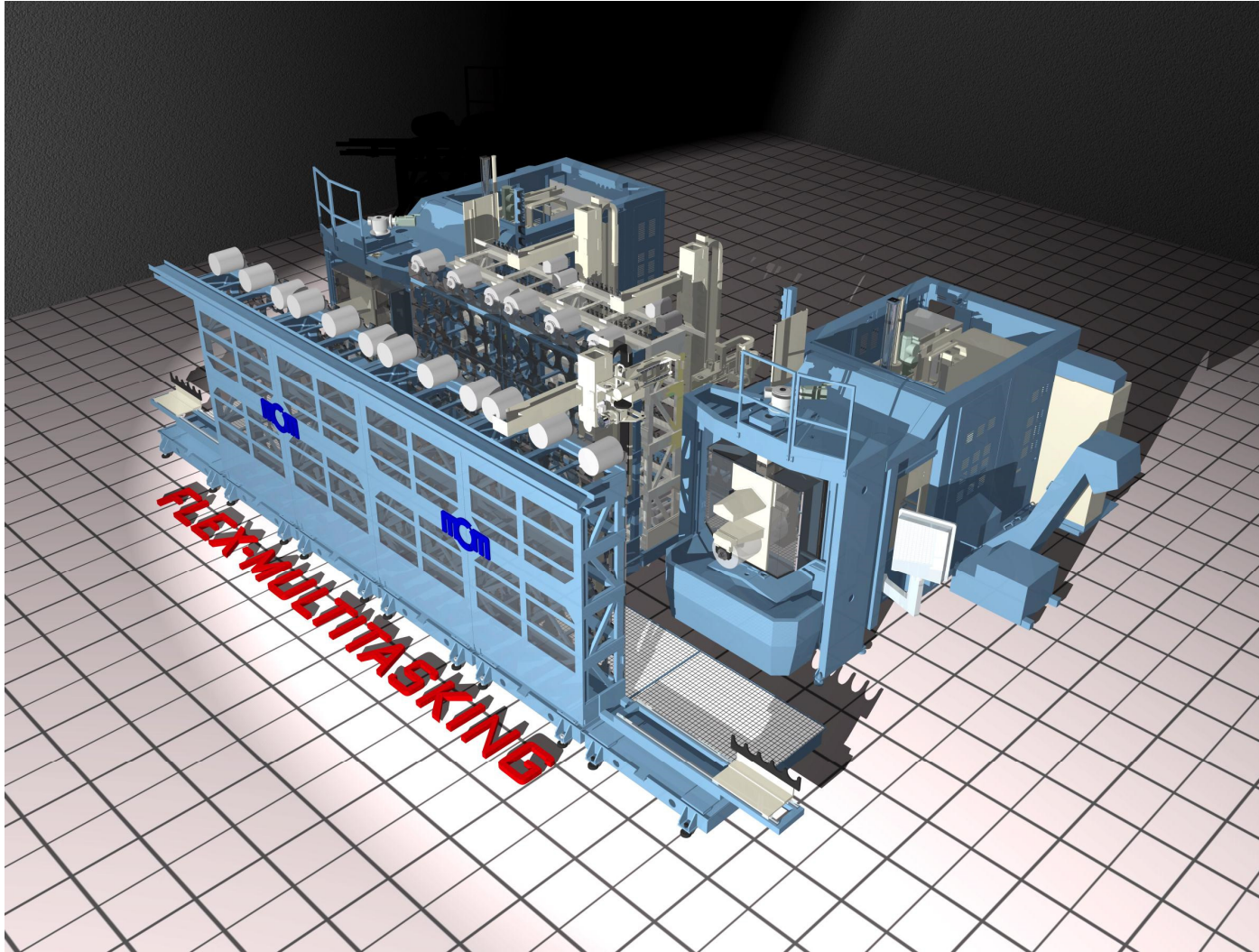
# ProMa

Monitoraggio in tempo reale di processo, prodotto e sistema di produzione per la gestione predittiva ed opportunistica della manutenzione in impianti flessibili per la lavorazione meccanica

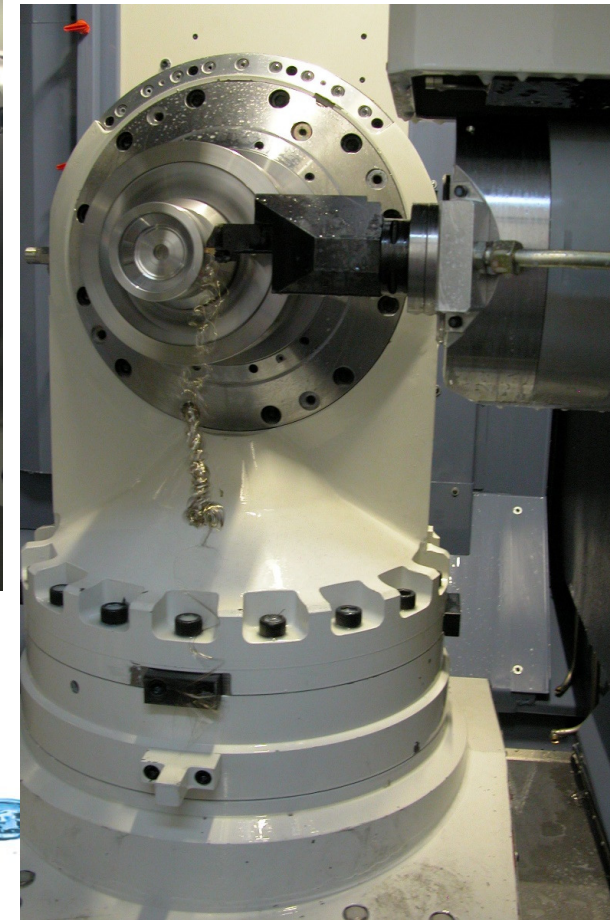
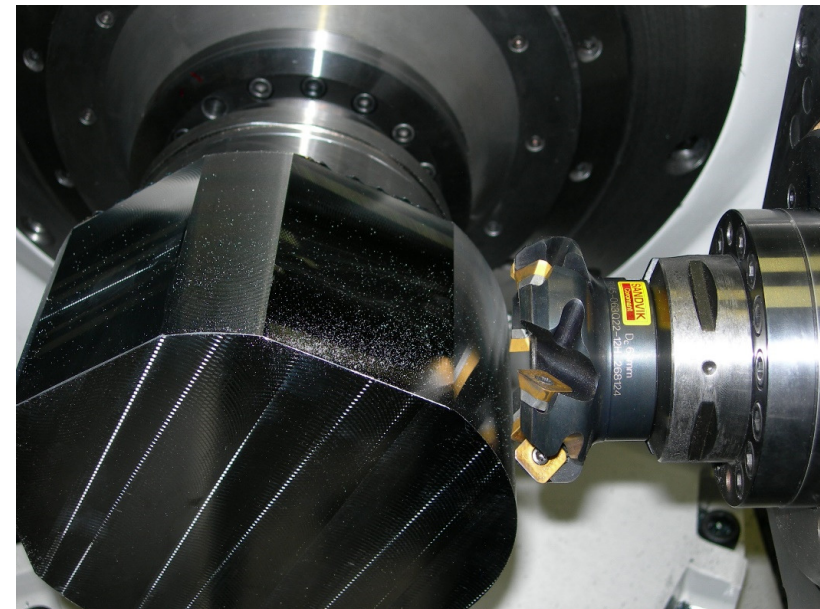
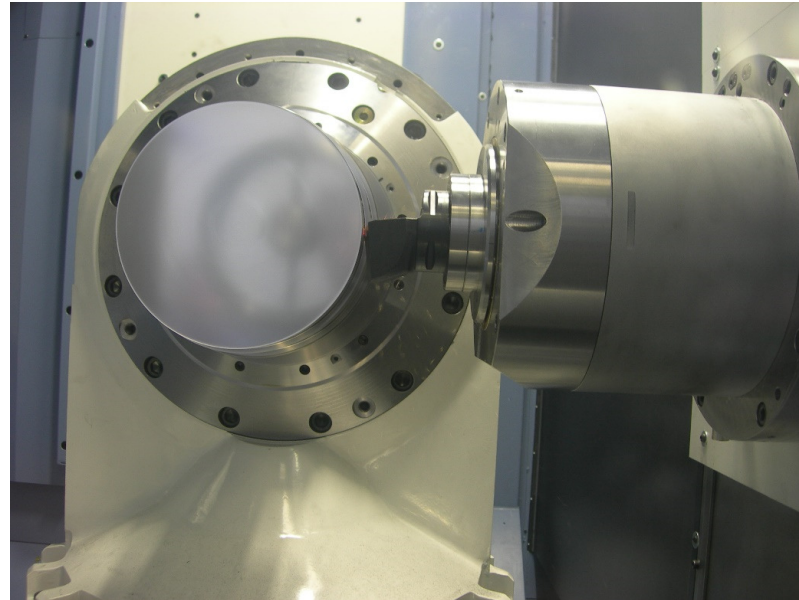
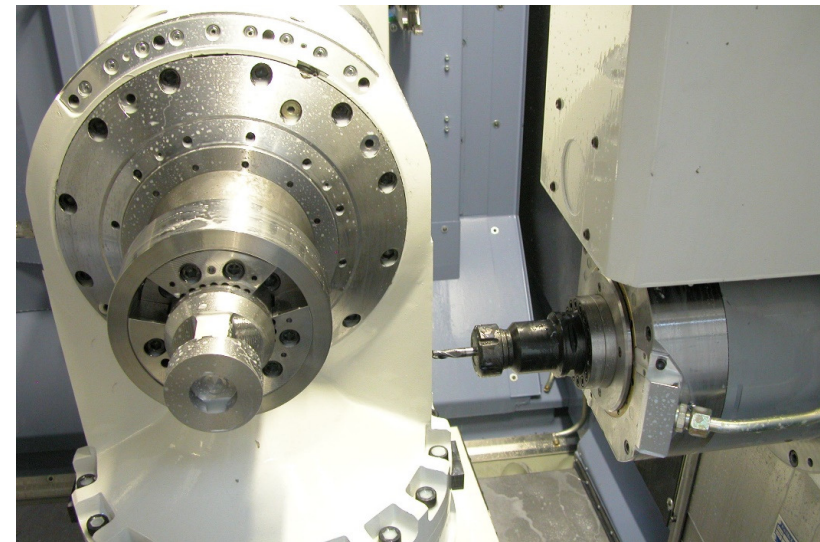
Proposta di «lighthouse plant» CTN CFI



# L'impianto



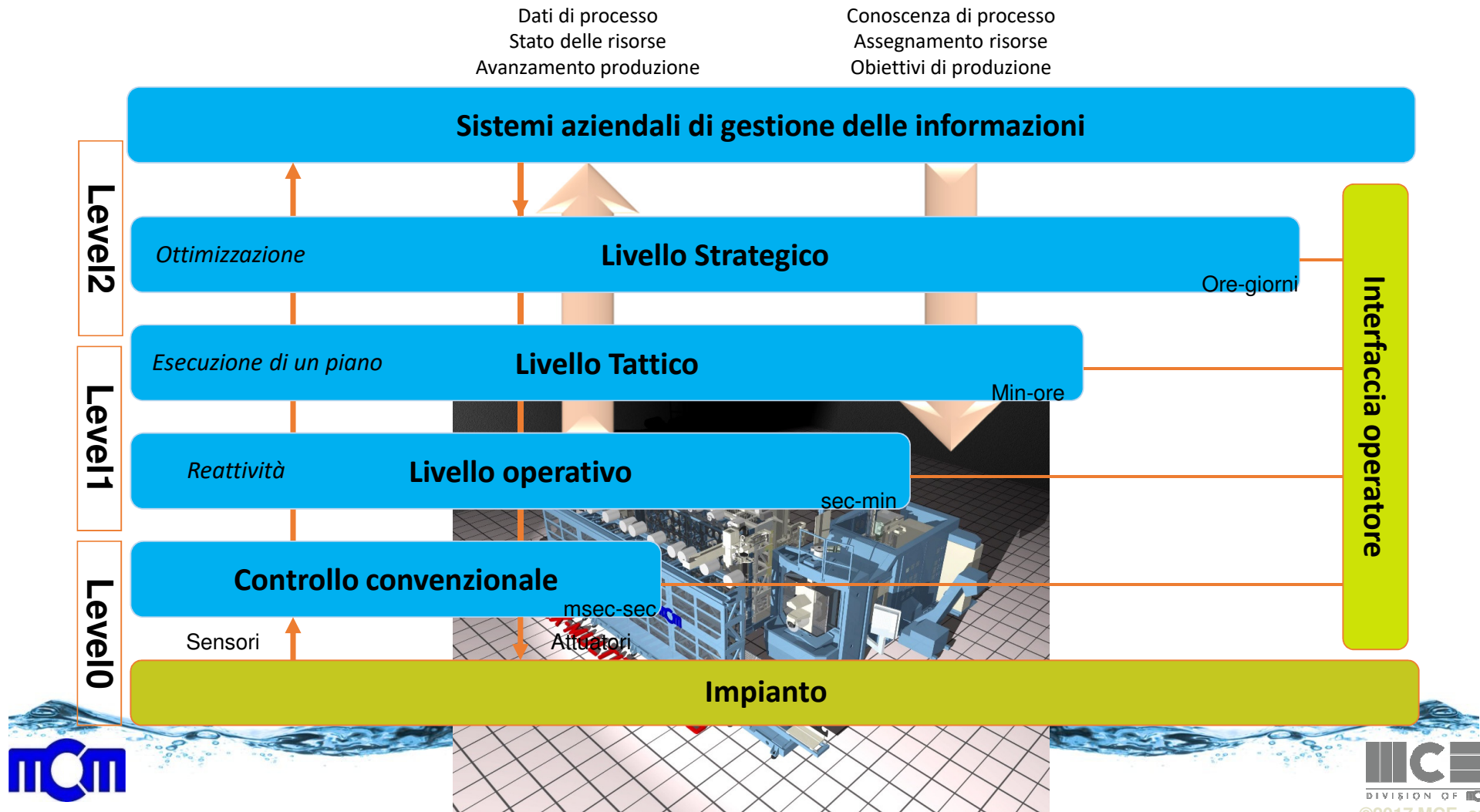
# Processo: Fresalesatura e tornitura di materiali difficili



# Prodotto: Particolari critici di acciaio e titanio per il settore aerospaziale



# Sistema di controllo gerarchico e integrato



# Fase1: Realizzazione dell'investimento all'interno del piano Calenda

- Beni strumentali
  - Macchine utensili per asportazione
  - Magazzini utensili e attrezzature condiviso e connesso, attraverso stazioni di carico/scarico con il sistema logistico di officina
- Caratteristiche I4.0
  - Ogni macchina è dotata di CNC. I sistemi di automazione flessibile del flusso di attrezzature e utensili è controllato da PLC
  - CNC e PLC sono connessi in rete ad un supervisore di cella, che coordina l'attività delle macchine e dell'automazione, con spedizione delle istruzioni da remoto. Inoltre servizi di Livello2 connettono la cella ai sistemi informativi aziendali per lo scambio automatico e bidirezionale di informazioni tecniche (processo), gestionali (produzione) e di controllo qualità (prodotto).
  - Attraverso apposite stazioni di carico/scarico la logistica di officina è connessa al sistema di produzione per la gestione del flusso attrezzature e utensili. Inoltre attraverso servizi di Livello2 si gestisce in modo integrato il flusso di dati con le macchine di misura per il controllo qualità
  - L'impianto è dotato di interfacce sviluppate con tecnologia web, reattive e di alto livello. L'interazione è abilitata anche da smart devices connessi in locale o in remoto alla rete di officina.
  - L'impianto, dotato di marcatura CE, risponde agli ultimi standard di sicurezza, salute e igiene del lavoro.



# Cyber Physical Production System

- La struttura di controllo gerarchica ed integrata del sistema di produzione è accessibile da remoto per fornire servizi di telediagnosi e manutenzione.
- L'esecuzione del processo è monitorata in continuo attraverso i segnali provenienti dai sensori interni al CNC (posizione, accelerazione, potenza assorbita, coppia) e sensori aggiuntivi connessi al PLC (temperatura, vibrazioni). Algoritmi automatici adattano gli avanzamenti al valore della potenza assorbita. Attraverso tastatura automatica del pezzo, si rileva e aggiusta la reale posizione del pezzo e l'esecuzione di feature di lavorazione ad elevata precisione.
- Il sistema di controllo è integrato con un ambiente di «virtual machining» accessibile sul web aziendale, e consente al personale a bordo impianto di verificare la correttezza del processo da eseguire, nella configurazione e con l'utilizzo del modello delle risorse effettivamente presenti, con la semplice pressione di un tasto sull'interfaccia alla stazione di carico/scarico



# Dispositivi per l'interazione uomo/macchina

- Stazioni di carico/scarico pezzi equipaggiati con terminali ad alta risoluzione, che mostrano in tempo reale le istruzioni da compiere e consentono all'operatore di interagire con i sistemi di gestione della produzione e di esecuzione delle lavorazioni
- Sistemi per «interruzione/invio su posto operatore per verifica/ripartenza della lavorazione» completamente automatizzato, in modo da consentire l'esecuzione «a porte chiuse» della lavorazione, per ragioni di sicurezza, qualità ed efficienza.
- Pianificazione delle manutenzioni preventive ed interfacce operatore basate su tecnologia web per visualizzazione istruzioni e notifica della loro esecuzione.





# Beni immateriali: Servizi di Livello2 per l'integrazione dell'impianto nel web aziendale

- **Monitoring:** Raccolta dati, storicizzazione, analisi e cruscotti per seguire: Indici di prestazione, tempi medi di lavorazione, andamento misure di qualità, confronto tra pianificazione ed esecuzione della produzione, anomalie utensili e costo per pezzo.
- **Maintenance:** Pianificazione delle attività di manutenzione preventiva e controllo della loro esecuzione
- **Production Planning:** Pianificazione operativa della produzione e controllo esecuzione ad anello chiuso.
- **Machining:** Gestione dati tecnici, tracciamento modifiche al modello del processo e integrazione sistemi di simulazione del processo di taglio
- **Cutting Tool Data Management:** Gestione vita utensile, usure per pezzo e raccolta dati da anomalie, trasferimento dati di preset attraverso RFID
- **Quality:** Definizione dei piani di controllo della qualità e retroazione in tempo reale sulla produzione e il processo in base agli esiti delle misure raccolte



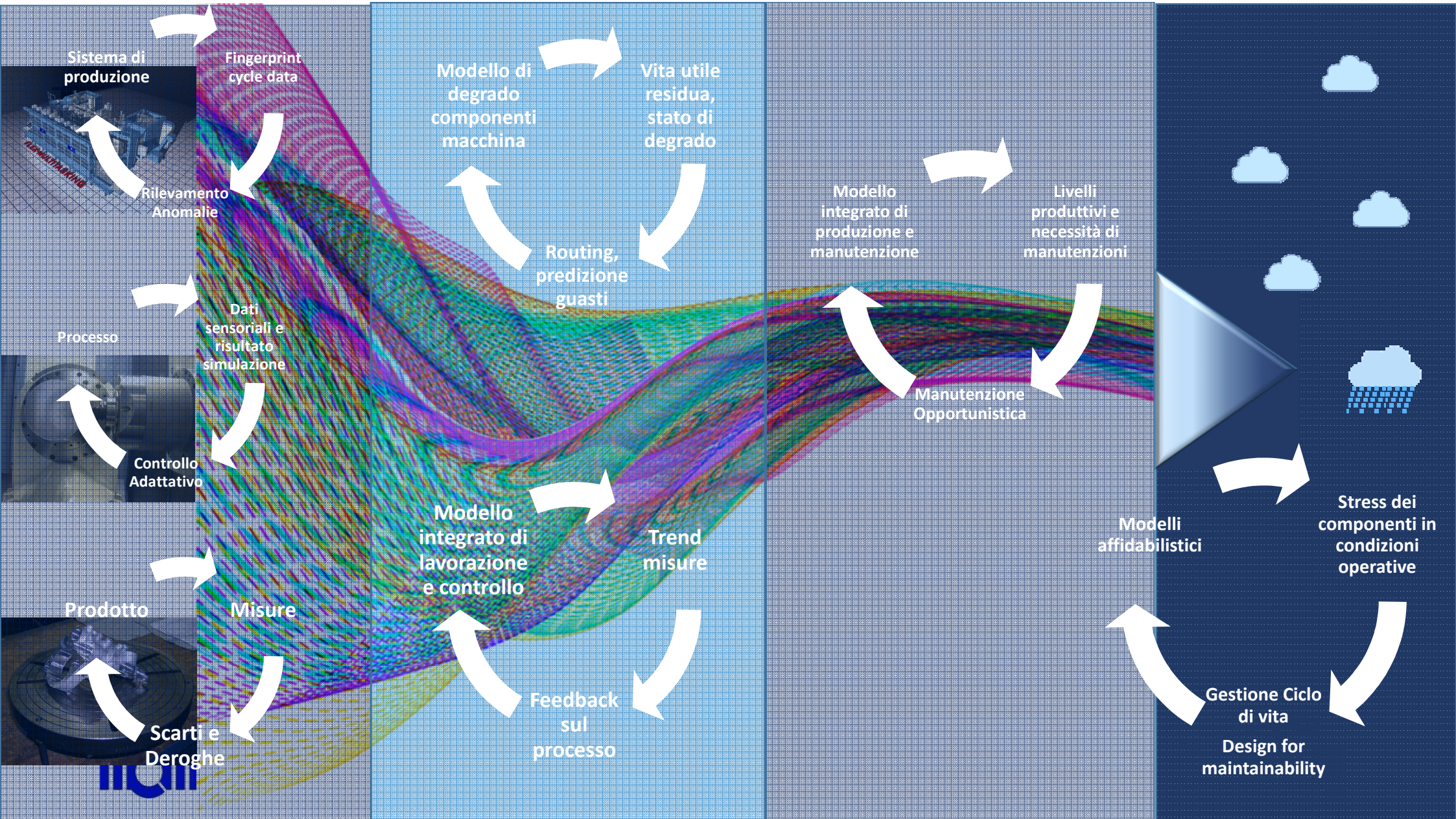
# Fase 1: Impatto industriale

- **Incremento efficienza** di produzione attraverso lo sfruttamento di turni non presidiati, l'eliminazione del tempo di setup, la riduzione degli interventi umani durante la lavorazione, la gestione appropriata delle manutenzioni, la gestione integrata di tutte le risorse produttive (+25%)
- **Incremento produttività** del personale umano attraverso l'adozione di servizi informatici, interfacce intelligenti e segnalazioni tempestive (+60%)
- **Riduzione degli scarti** attraverso una migliore e più tempestiva raccolta di dati sui pezzi prodotti e la chiusura di anelli di controllo complessi su processo e produzione, riduzione degli errori attraverso accesso mirato all'informazione associata al processo e alla produzione, ed alla verifica preventiva del processo attraverso integrazione di ambienti di virtual machining (-30%)
- **Riduzione della dimensione dei lotti** senza incremento dei costi connessi alla loro gestione ed alla loro tracciabilità completa (-25%)
- Migliore **rispetto delle date di consegna**, e migliore gestione di eventuali ritardi, attraverso un approccio multi-livello ed integrato al problema della pianificazione della produzione e all'implementazione di un sistema di controllo ad anello chiuso della sua esecuzione (+30%)



## Fase 2: Manutenzione predittiva e opportunistica di sistemi flessibili per la lavorazione meccanica

	Sistema di produzione	Processo	Prodotto
Raccolta dati: Frequenza: da 1 Hz a 100Hz Dimensione: Da 10Mb a 10GB al giorno	Cicli fingerprint e controllo continuo di assi lineari, mandrino, sottosistemi idro-pneumatici	Controllo continuo del comportamento degli utensili, misura periodica dell'usura utensile	Misura a campione delle caratteristiche lavorate, e utilizzo del personale come sensore intelligente
Fusione, analisi e predizione: Dati da diversi sensori Dati da sensori e da strumenti di simulazione	Stato di degrado e vita utile rimanente per i componenti critici del sistema di produzione	Vita utile residua e consumo per singolo step di lavorazione	Trend di variazione delle misure sulle caratteristiche lavorate
Adattamento	Politiche di manutenzione Scelte dei progettisti di componenti e macchine	Parametri di processo Assegnamento di operazioni alle macchine in funzione del loro «stato di salute»	Frequenza di misura delle caratteristiche , feedback su processo e produzione



Modello esplicito del processo di lavorazione meccanica

Integrazione con ambienti di Virtual Machining

Modelli di business per il settore macchine utensili

Analisi fingerprint per determinare lo stato di degrado del macchinario

Fusione dati in tempo reale e simulazione del processo per determinare l'usura utensile

Tecniche di manutenzione opportunistica

«Human Centered Manufacturing»  
Part of «Sustainable Manufacturing»

Progetto 1 CTN Fabbrica Intelligente

«High Performance Manufacturing»

Progetto 4 CTN Fabbrica Intelligente

Apprendimento senza supervisione per la rilevazione di anomalie

Fusione multisensoriale per determinare il degrado utensili

Sistema operativo di officina ed interfacce avanzate per il personale

Lighthouse plant

**ProMa**

# Misure di impatto

- **Incremento di efficienza** per l'eliminazione di manutenzioni preventive non necessarie (-25% numero di interventi)
- **Incremento di efficienza** evitando guasti e interventi curativi, grazie ad interventi mirati pianificati ai primi segnali di degrado (-30% numero di guasti)
- **Incremento di efficienza** grazie alla eliminazione della necessità di eseguire cicli diagnostici, grazie ai servizi di analisi dei dati sensoriali per la valutazione dello stato di salute della macchina (-50% tempo per diagnosi)
- **Riduzione del numero di pezzi scarti**, evitando di usare la macchina se il suo stato di degrado non è conforme alle richieste del processo (-15% pezzi scarti)
- **Riduzione del tempo per la messa a punto del ciclo di lavoro** attraverso una valutazione degli stress introdotti dalle diverse lavorazioni, e conseguente stima di consumo utensili (-30% durata del periodo di tuning del processo)
- **Incremento di efficienza nell'utilizzo di utensili** attraverso una migliore valutazione sia della loro vita che del consumo per pezzo (+10% utilizzo vita utensile)
- **Riduzione del capitale utensili circolante** attraverso migliore stima sul loro utilizzo e conseguente riduzione del sovradimensionamento (-10% costo degli utensili circolanti)
- La manutenzione predittiva è un caposaldo della progressiva **servitizzazione dei beni strumentali** e della trasformazione dei fornitori di macchine in partner globali per la manifattura flessibile.
- Miglioramento nella **manutenibilità** e nella gestione del **ciclo di vita** dei sistemi di produzione.



# Partners

- Co.Me.Ar (IND): Utente finale dei sistemi di produzione
  - MCM (IND): Costruttore di macchine e automazione flessibile
  - Umbra Cuscinetti (IND): Fornitore di componenti macchina critici
  - Faro (IND): Fornitore di componenti macchina critici
  - Marposs (IND): Sviluppo Flight recorder
  - ITIA CNR (R&D): Modellazione di macchine e di processi
  - Politecnico di Milano (R&D): Fusione dati e analisi fingerprint
- 
- MCE (IND): Servizi software per l'integrazione di officina
  - Alleantia (IND): Pubblicazione dati verso piattaforme cloud
  - Tech.Kno (IND): Fusione di dati sensoriali e dati da simulazione di processo
  - MUSP (R&D): Sensorizzazione macchina, progettazione per la manutenibilità



# Grazie per l'attenzione

Giuseppe Fogliazza  
Direttore  
MCE divisione software di MCM  
[g.fogliazza@mcmspa.it](mailto:g.fogliazza@mcmspa.it)

