



DATI E GESTIONE INTELLIGENTE DEL PROCESSO

MARCO SVARA, CHIEF
TECHNOLOGY OFFICER
GEFRAN S.P.A.

CHATGPT, CHE COS'È UNO SMART SENSOR?

Uno sensore smart è un dispositivo che non si limita a rilevare una grandezza fisica (come temperatura, pressione, vibrazioni, luce, umidità, ecc.), ma integra anche capacità di elaborazione, comunicazione e, in alcuni casi, auto-diagnosi o adattamento.

Caratteristiche tipiche di un sensore smart:

- Funzioni di autocalibrazione e autodiagnosi.
- Capacità di eseguire filtraggio dei dati, compensazioni, algoritmi di controllo o di riconoscimento pattern.
- Supporto a protocolli standard di comunicazione (ad es. IO-Link, Ethercat, Profinet, OPC UA, MQTT...).
- Possibilità di integrazione in sistemi IoT o Industry 4.0.

Fonte: ChatGPT 4o

SMART SENSOR – CHE COSA FANNO

Capacità di eseguire filtraggio dei dati o di riconoscimento pattern.

- **Analizzare dati** di un singolo elemento primario o **combinare dati di più elementi primari** per creare dati sintetici indicativi dell'**integrità** o della **performance del processo**
- Analisi svolta **a bordo del sensore** oppure **in altri elementi** dell'architettura (PLC, Edge) e basata su **modelli descrittivi, algoritmi statistici, machine learning**

Funzioni di autocalibrazione, compensazione e autodiagnosi.

- Utilizzare misure di **variabili non di processo** (es. vibrazioni) o **algoritmi** applicati alle variabili di processo (sovrappressioni, anomalie nella linearità di misura) **per identificare** possibili **malfunzionamenti** e provare a correggerli, **compensare derive** della misura, **stimare la vita utile residua** del sensore o la necessità di una sua sostituzione, etc.

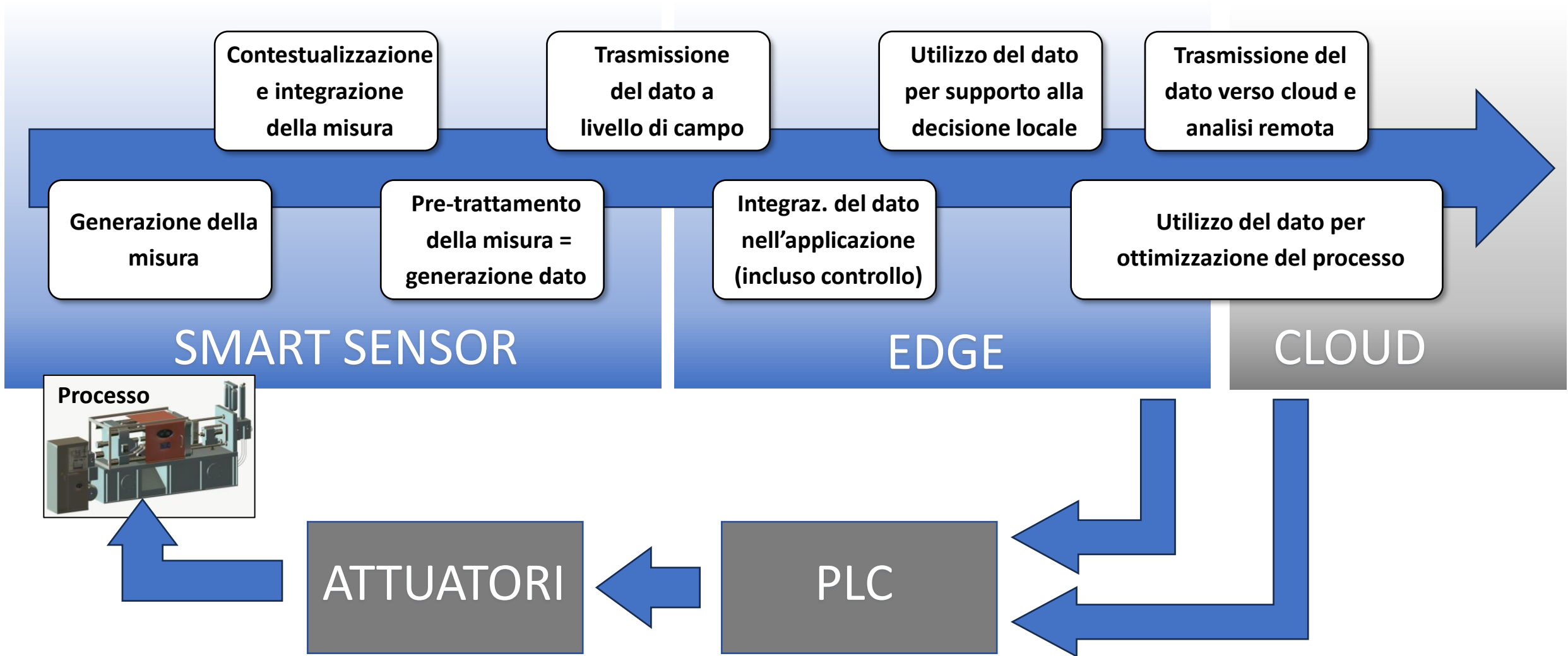
Supporto a protocolli standard di comunicazione (ad es. IO-Link, Ethercat, Profinet, OPC UA, MQTT).

- Utilizzo di standard di comunicazioni digitali per **trasmettere più misure** (sensori multivariabile) o **dati aciclici** legati, per esempio, al condition monitoring
- **Configurazione remota** del sensore o l'aggiornamento FW tramite bus digitali
- Comunicaz. con **PLC** per controllo di processo e con **Edge/Cloud** per condition monitoring

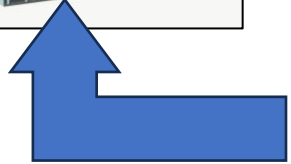
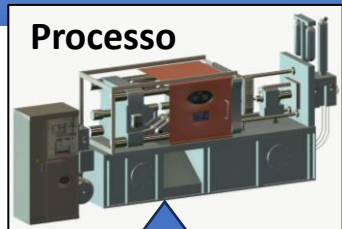
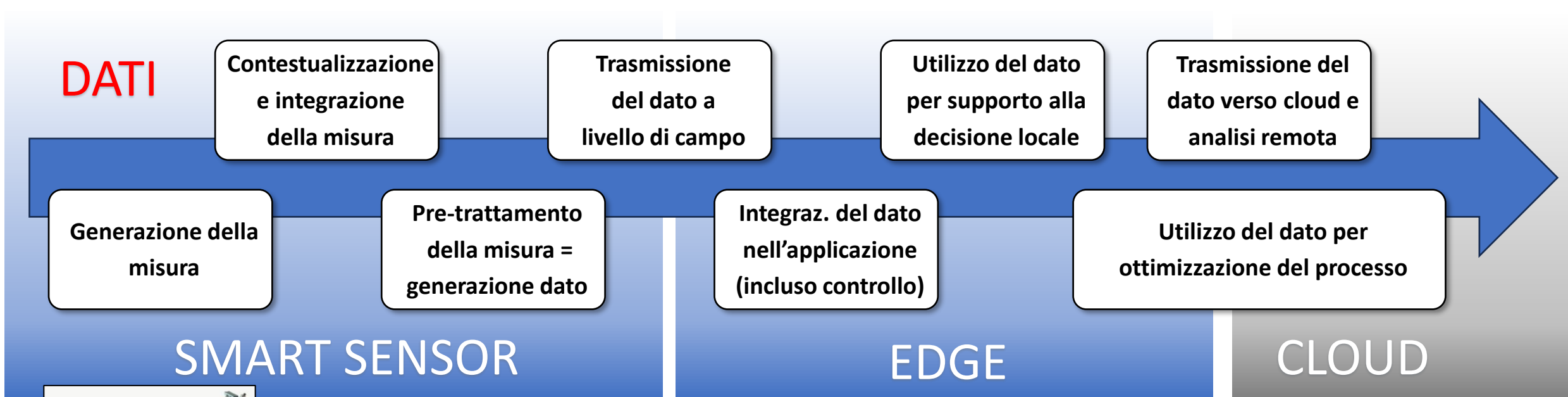
Possibilità di integrazione in sistemi IoT o Industry 4.0, capacità di supportare algoritmi di controllo

- Estensione delle **funzionalità digitali** del sensore tramite l'utilizzo di **app dockerizzate**
- Abilitazione dell'**Agentic AI**, incrociando dati in tempo reale e opportune knowledge base
- Integrazione degli smart sensor in modelli di **controllo adattativo di processo**, che gestiscono la macchina per ottimizzare le performance o prevenire fermi (!!!)

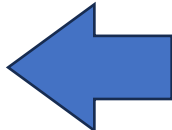
IL CICLO DI VITA DEL DATO



IL CICLO DI VITA DEL DATO



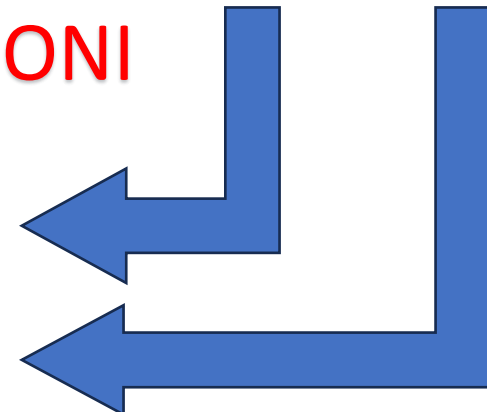
ATTUATORI



PLC

Operator In-the-loop

DECISIONI



INFORMAZIONI

SMART SENSOR: COME CREANO VALORE

Manutenzione

- Programmare gli interventi di manutenzione in funzione delle condizioni del sensore/processo, anziché su base periodica
- Ottimizzare l'acquisto di materiali di ricambio, evitando di sostituire pezzi ancora buoni

Anticipazione o prevenzione dei fermi

- Rilevare anomalie o fault che potrebbero causare fermi o venti di non-qualità
- Valutare probabilità e tempistiche del possibile fermo
- Identificare la possibile causa di fault/anomalie
- Predisporre in anticipo materiali e informazioni per accorciare il fermo

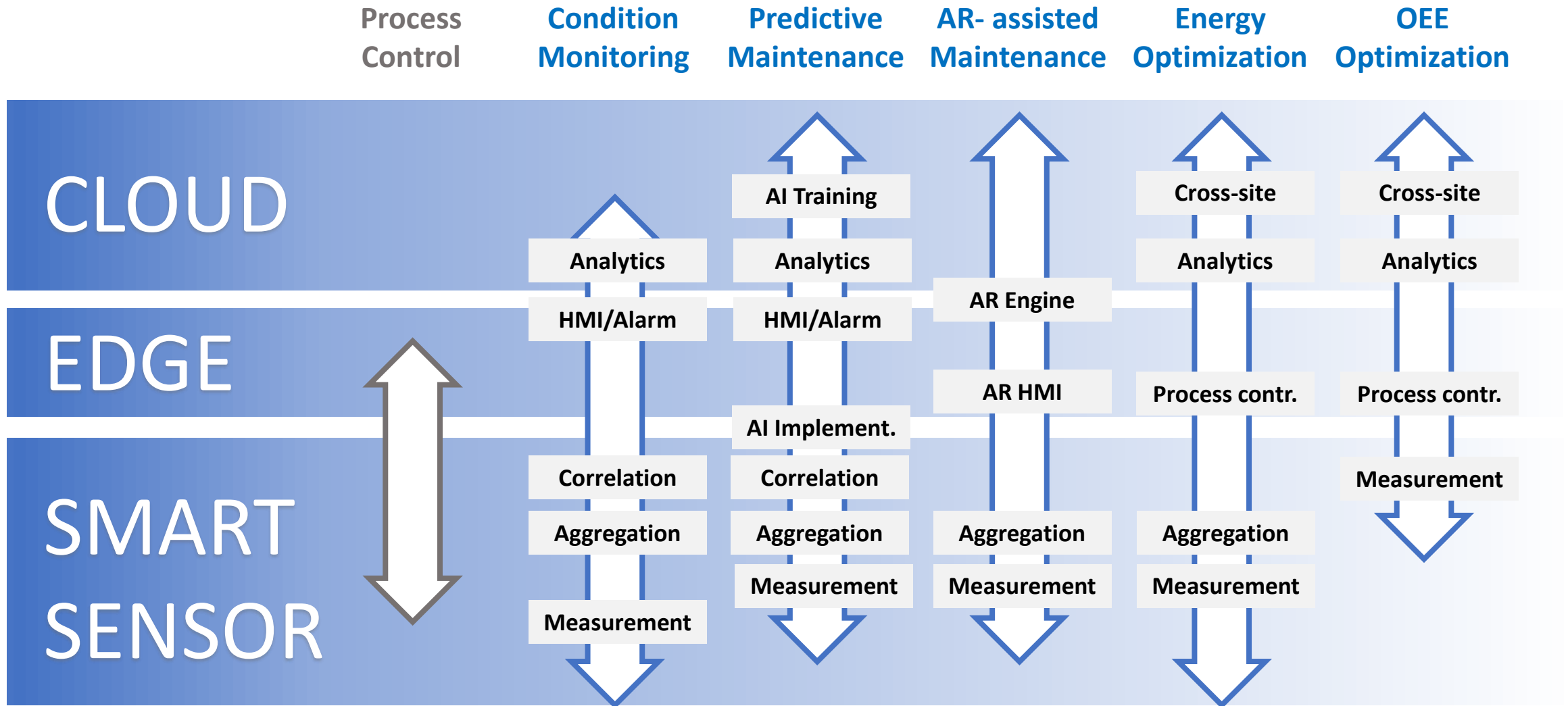
Assistenza all'operatore per aumentare l'efficienza di processo (human-in-the-loop)

- Migliorare la qualità di decisioni su modifiche parametri di processo, stop al processo, manutenzioni
- Implementare AI Agent che combinano dati in tempo reale e basi documentali per guidare l'operatore, accelerando il training di nuove risorse

Abilitazione del controllo adattivo di processo (no human-in-the-loop)

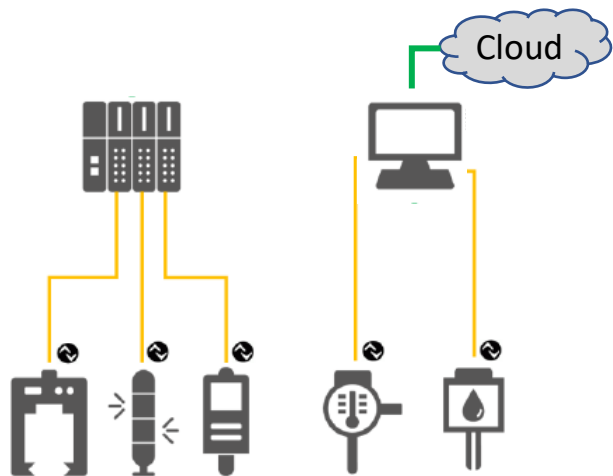
- Abilitare algoritmi di controllo adattativo, che sfruttano i dati degli smart sensor per ottimizzare le performance di processo o prevenire fermi (es. utilizzo nei processi termini di sensori predittivi di temperatura)
→ attenzione: norme, responsabilità....

SMART SENSING: COM'È DISTRIBUITA L'INTELLIGENZA



ESEMPI DI ARCHITETTURE FIELD-EDGE-CLOUD

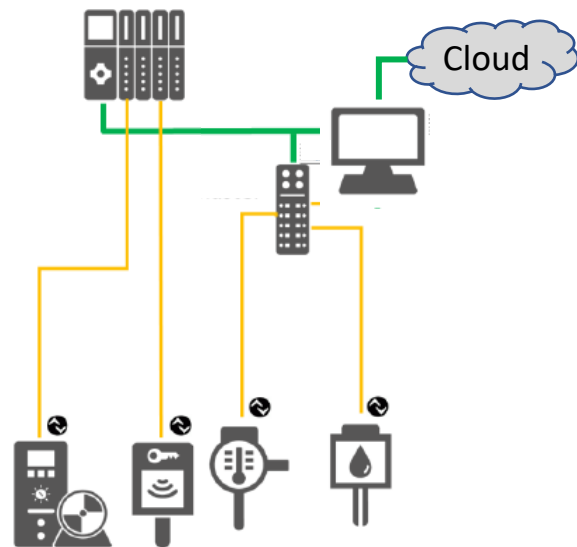
Secondary sensing



Aggiunta di sensori dedicati al condition monitoring con architettura dati separata e visualizzazione locale o in cloud

- Costo della soluzione
- Nessuna integrazione con il controllo di processo
- Possibile proliferazione dei sistemi di condition monitoring: uno per ogni vendor di sensori?

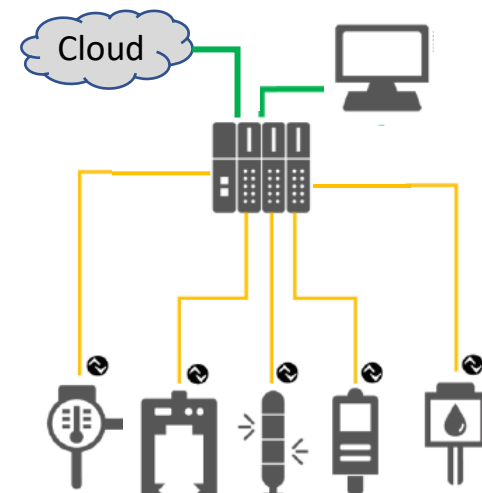
Data forking



Utilizzo di master IO-Link o dispositivi analoghi per “forkare” il flusso dati verso PLC e sistema di condition monitoring

- Necessità di utilizzare protocolli come IO-Link o di implementare reti fieldbus complesse (es. “sniffare” trame Ethercat)
- Maggiore costo dei dispositivi e effort di system integration
- No integrazione con controllo di processo

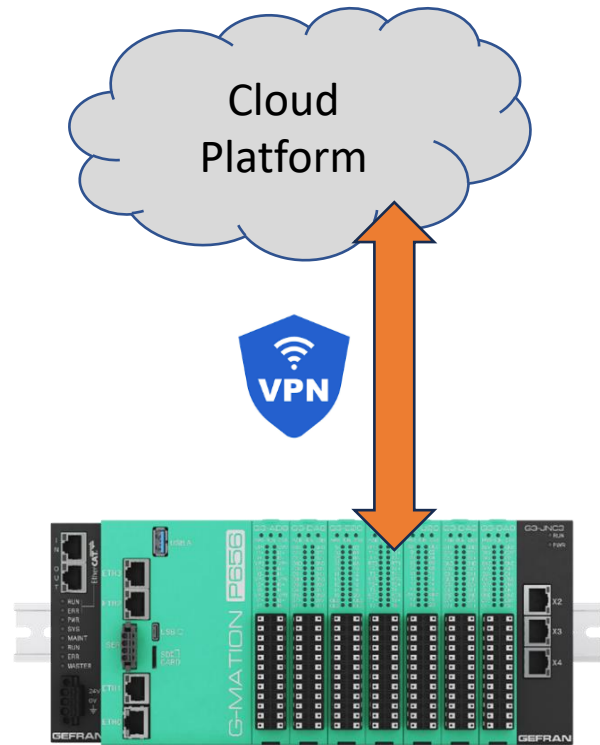
Implementazione su PLC



Acquisizione dei dati di condition monitoring tramite il PLC e trasmissione al sistema di condition monitoring

- Necessità di modificare la logica di controllo del sistema
- Carico computazionale sul PLC legato alla gestione di variabili non di processo

MA LA VOSTRA MACCHINA È SEMPRE CONNESSA?



Devo cambiare la configurazione HW della macchina a seconda dello scenario?

Macchina sempre connessa

- La macchina è connessa in modo permanente al cloud tramite una connessione VPN
- I dati per il condition monitoring e all'ottimizzazione delle performance sono gestiti tramite un sistema Industrial IoT
- Totale visibilità da remoto del comportamento della macchina

Macchina isolata dal cloud

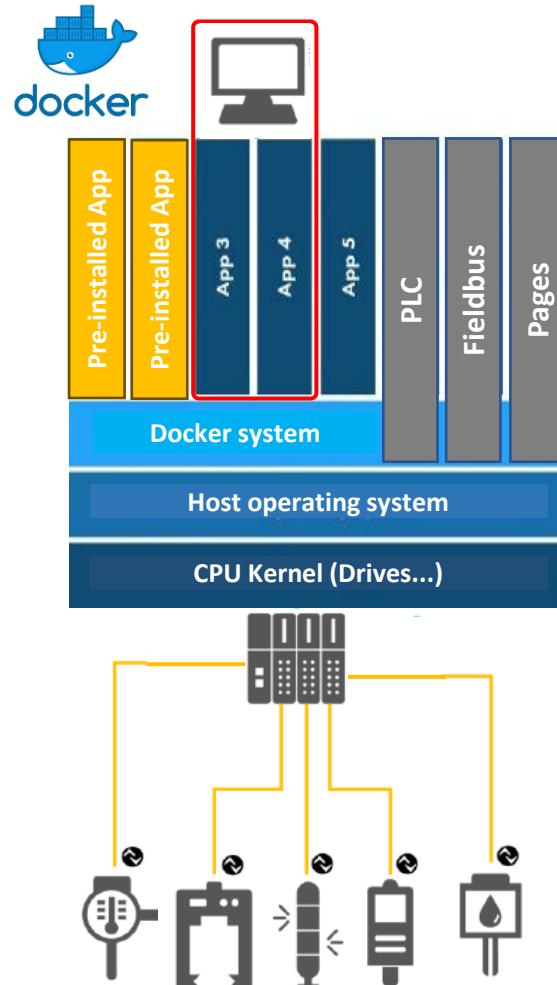
- La macchina è isolata al cloud
- I dati per il condition monitoring e all'ottimizzazione delle performance sono gestiti sulla macchina stessa
- L'operatore accede ai dati attraverso il pannello della macchina o un industrial PC collocato presso la macchina

Macchina connessa solo in caso di fault

- La macchina può essere collegata al cloud in caso di fault
- I dati per il condition monitoring e all'ottimizzazione delle performance sono gestiti sulla macchina stessa
- E' possibile accedere ai dati della macchina da remoto attraverso connessione VPN per il trouble-shooting

LA SOLUZIONE: APP DOCKERIZZATE SUL PLC

App dockerizzate su PLC



Vantaggi dell'utilizzo di app dockerizzate per monitoring/ottimizzazione

Applicazioni dockerizzate separate dal controllo macchina

- Le app dockerizzate non interferiscono con il controllo macchina, che ha la priorità nell'accesso alle risorse del PLC
- Le app sono isolate dai dati e dalle risorse critiche e i rischi di cybersecurity sono gestiti

Indipendenza dal software della macchina

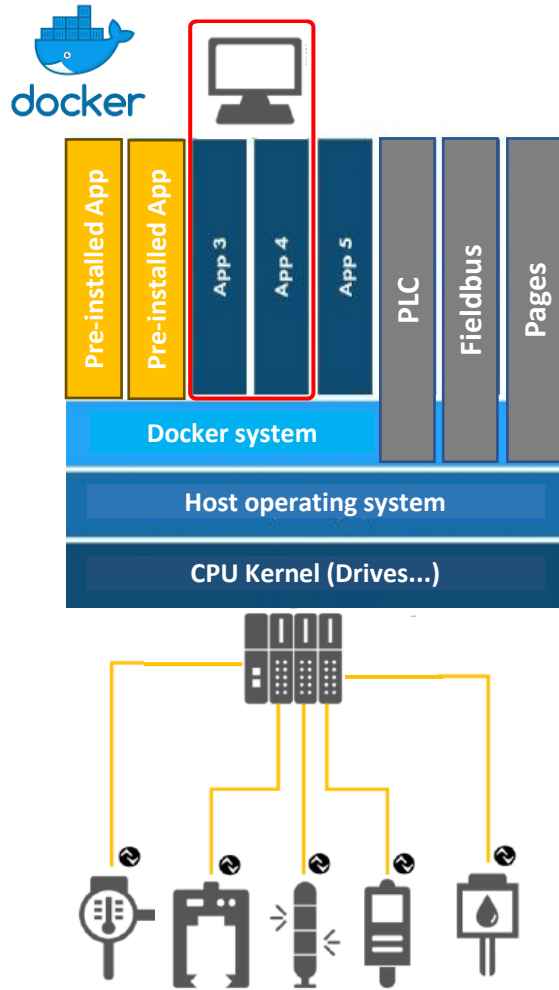
- Le app dockerizzate contengono tutto il SW necessario al loro funzionamento e non devono essere riscritte a seconda del modello di macchina
- E' possibile implementare nuove app anche su macchine già in campo, senza modificare il loro SW

Modello cloud, full edge o ibrido – senza cambiare l'HW della macchina

- Le app dockerizzate possono funzionare come agente locale per un sistema Industrial IoT basato su cloud
- Le app possono anche implementare in modalità completamente locale le funzionalità di Industrial IoT
- Connessione al cloud tramite agent VPN dockerizzato
- Tutto questo senza alcun HW aggiuntivo

PIATTAFORMA G-MATION + MAX INDUSTRIAL IOT

App dockerizzate su PLC



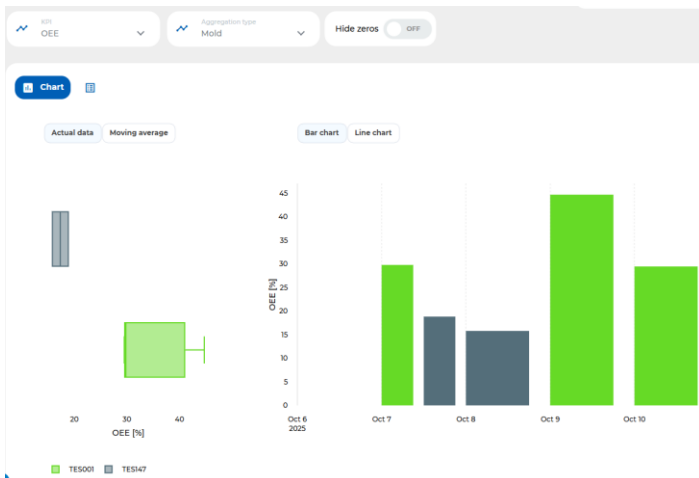
Cloud Platform

Fleet Management	Advanced analytics	Hystorical data
------------------	--------------------	-----------------

Applicazioni locali su PLC



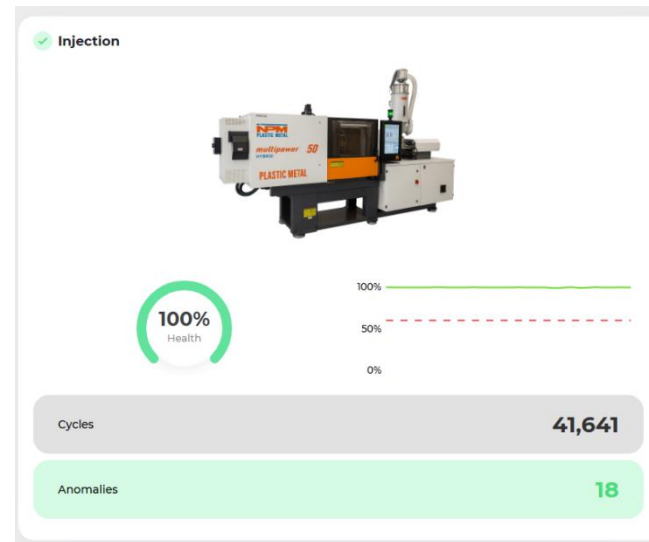
Analisi KPI



Definizione di KPI basati su modelli deterministici o statistici:

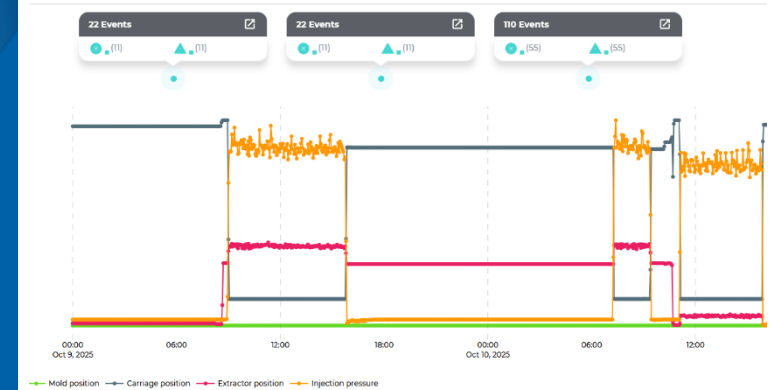
- **deviazioni** rispetto a cicli standard
- identificazione di **eventi di fault** (vibrazioni, surriscaldamenti...) **precursori** di failure
- **misure di qualità** correlate a variabili di processo

AI non supervisionata



Machine learning non supervisionato basato su uno storico di cicli di produzione. Possibilità di scendere **a livello di moduli della macchina o singoli componenti** quando le **misure sono granulari e poco cross-correlate** (ciò che succede in un elemento non influenza significativamente gli altri elementi)

«Scatola nera»



Identificazione di **misure chiave correlate alle principali modalità di failure**. **Registrazione continua** di queste variabili, memorizzando gli ultimi x minuti/ore. **In caso di failure, immediate disponibilità locale e remota delle variabili d'interesse: analisi guasto da remoto, riduzione tempi di fermo**, possibilità di **prevenire o mitigare future failure** dello stesso tuo

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Marco Svara

Chief Technology Officer

Gefran Spa

Via Sebina, 74 25050 Provaglio d'Iseo (BS), Italy

Tel. +39 030 9888 1

marco.svara@gefran.com

<https://www.gefran.com>