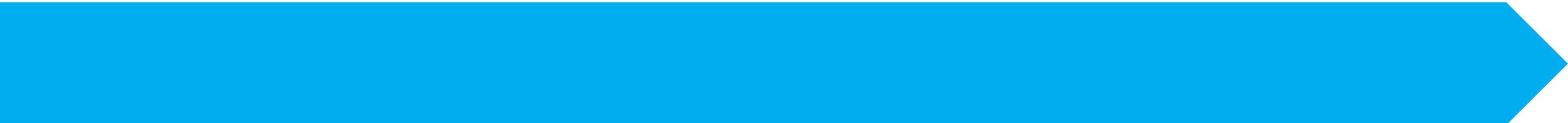




Come l' IoT interconnette i macchinari e migliora la produzione

Fabio Massimo Marchetti – f.marchetti@varindustries.it



Industrial Digital Transformation

Industrial Digital Transformation: un megatrend (ovvero, accade anche se non si vuole)

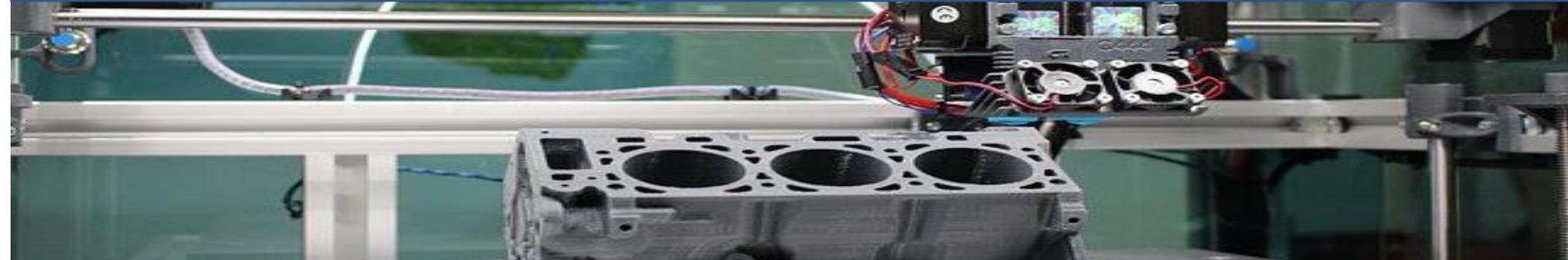
Tutti i settori dell'economia, finanza, pubblica amministrazione, commercio e **Industria**, saranno sempre più **governati da strumenti tecnologici digitali**.

La complessità e il volume dei dati sono in continuo aumento.





DALLE FRESE ALLE STAMPANTI 3 D





DALLA PRODUZIONE TRADIZIONALE ALL'INDUSTRIA 4.0





**DALLA VENDITA DI UN PRODOTTO
ALLA VENDITA DI UN SERVIZIO (servitization)**



Trend tecnologici nel mondo dell'industria

- Internet: la comunicazione IP si estende anche a livello dell'integrazione dei sensori nel mondo industriale.
- Virtualizzazione delle applicazioni.
- Elettroniche con potenza di calcolo sempre più elevate in dimensioni sempre più ridotte.
- Diffusione connessioni wireless : stabili, veloci, sicure, versatili e ovunque (WiFi, Lora, NBloT,3G,4G,...5G).



Internet of Things: il nuovo paradigma

Dalle architetture gerarchiche alle architetture collaborative:

- I dispositivi di monitoraggio pubblicano informazioni su se stessi ed accedono a dati prodotti da altri. Le loro applicazioni sottoscrivono un servizio di notifica del cambiamento delle informazioni.
- Auto-configurabilità dei dispositivi.
- Auto-provisioning: la possibilità di distribuire un sistema informatico o un servizio di telecomunicazione mediante procedure predefinite che non richiedono l'intervento umano.

Attraverso l'IoT si ottiene quindi:

- Ottimizzazione delle infrastrutture
- Disponibilità condivisa di una grande quantità di informazioni
- Spostamento del focus sulle funzioni applicative

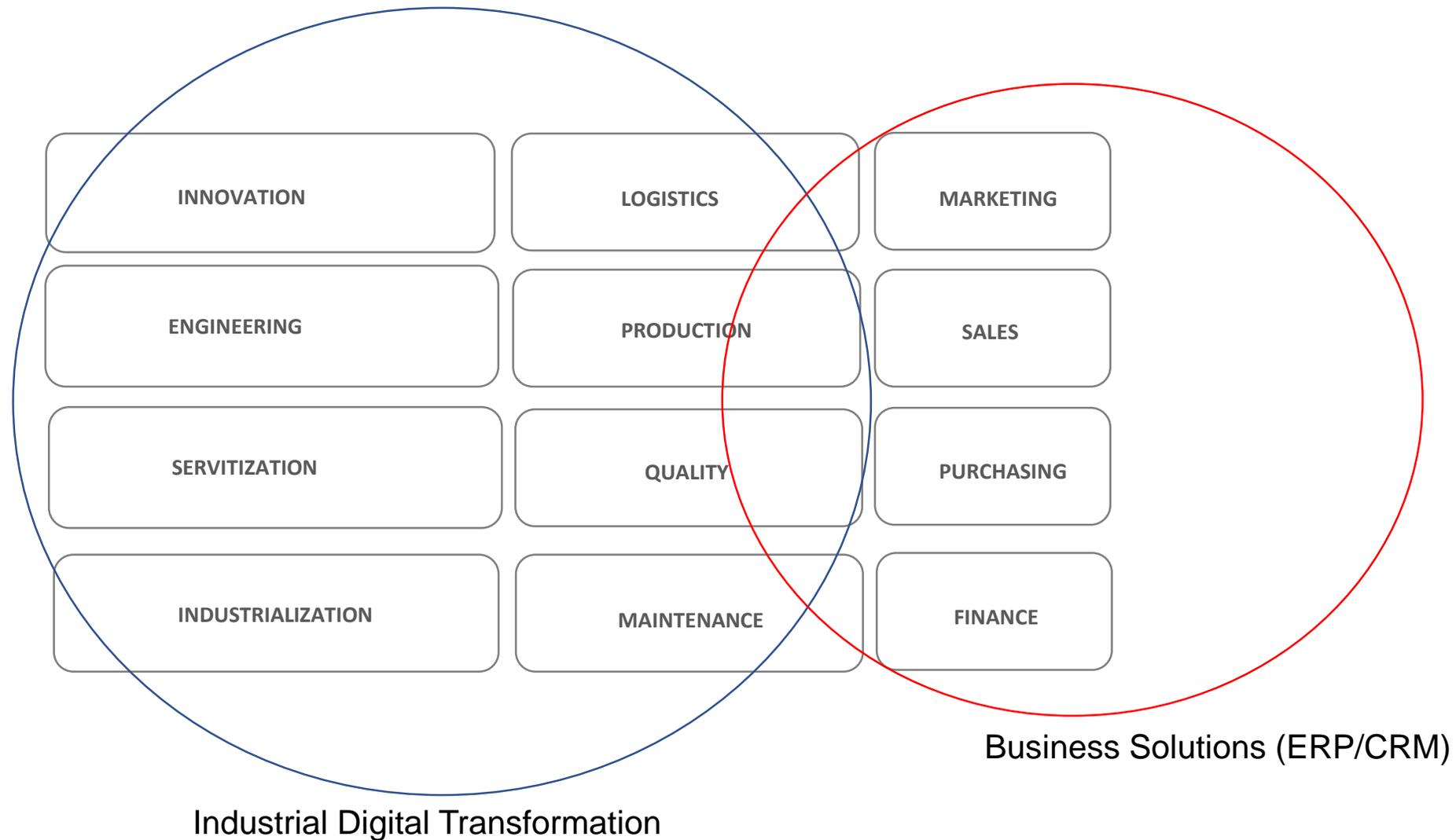
Democratizzazione della tecnologia



(fonte della figura: McKinsey&Company)

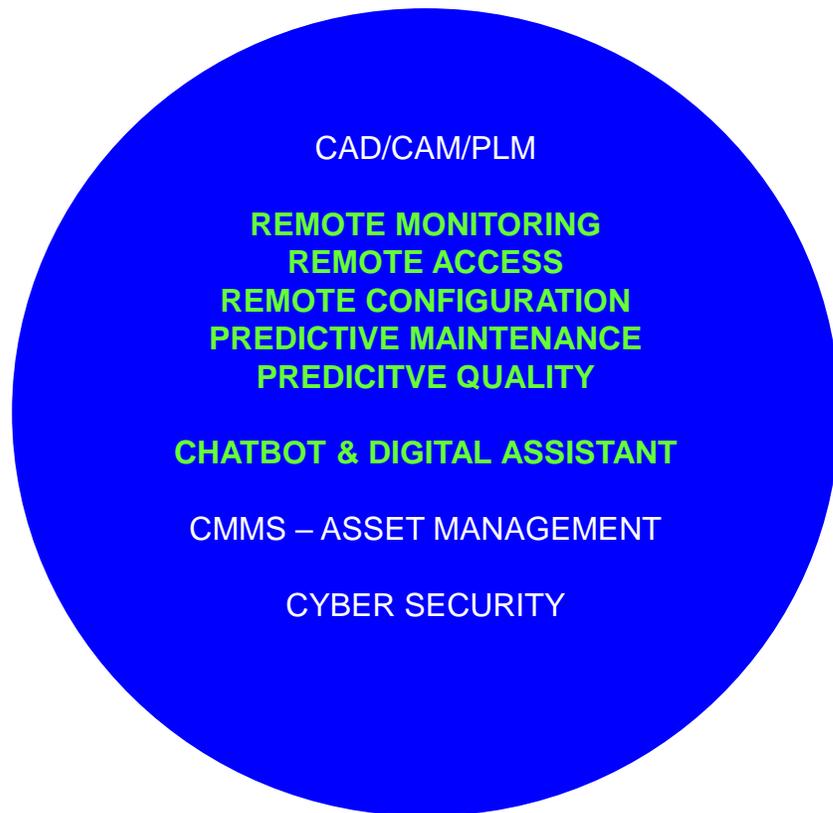
Il cloud e soprattutto le piattaforme IoT rendono oggi disponibili a tutte le aziende applicazioni e tecnologie una volta appannaggio esclusivo delle «grandi» creando un fenomeno di «**democratizzazione**» della tecnologia.

Le aree di copertura



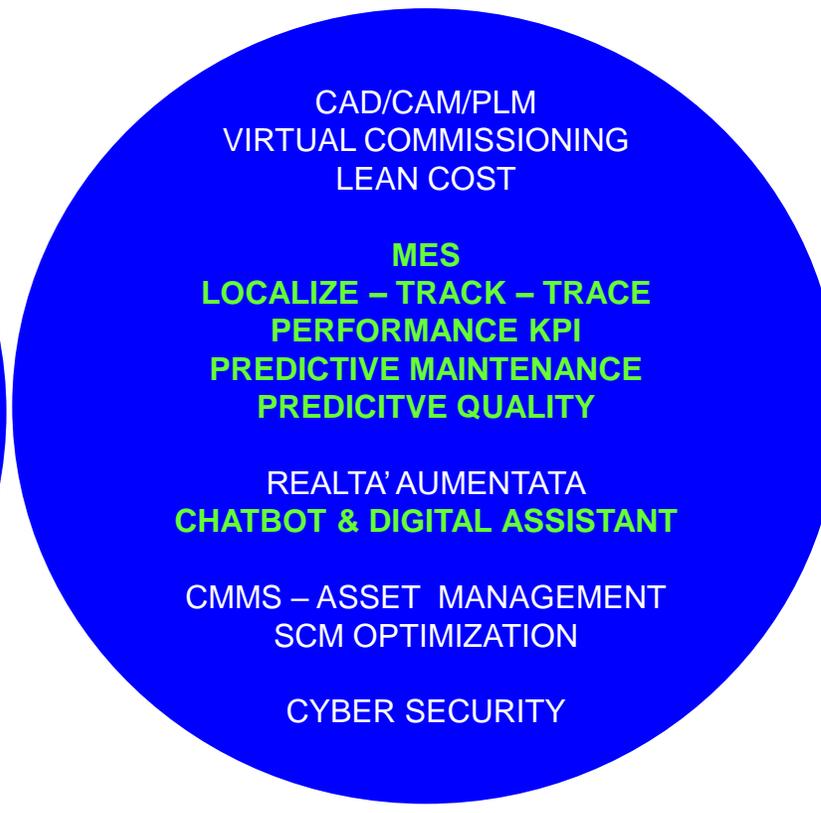
Aree ed impatto dell' IoT

Digital products



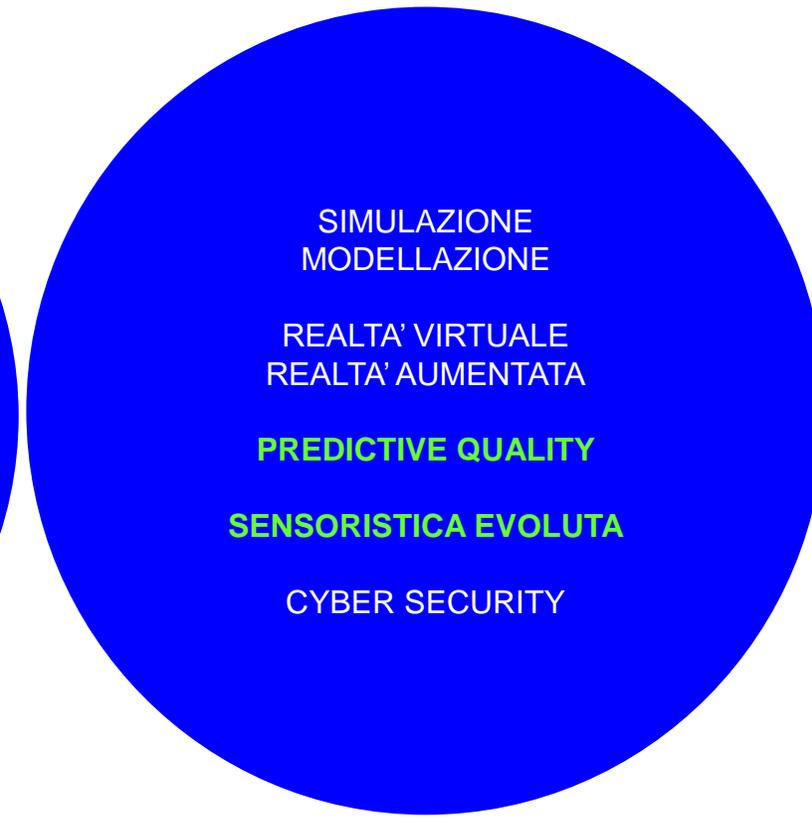
Digital Twin Prodotto

Digital manufacturing



Digital Twin Produzione

Digital virtual manufacturing

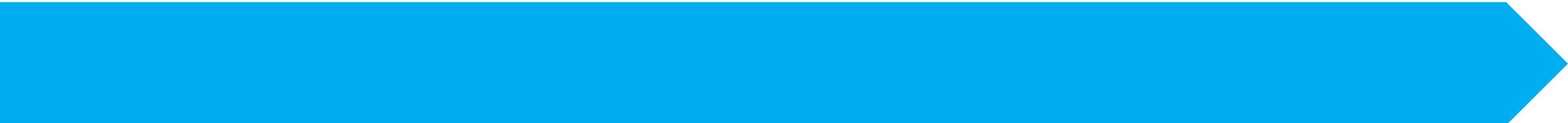


Digital Twin Prestazioni

Quale percorso

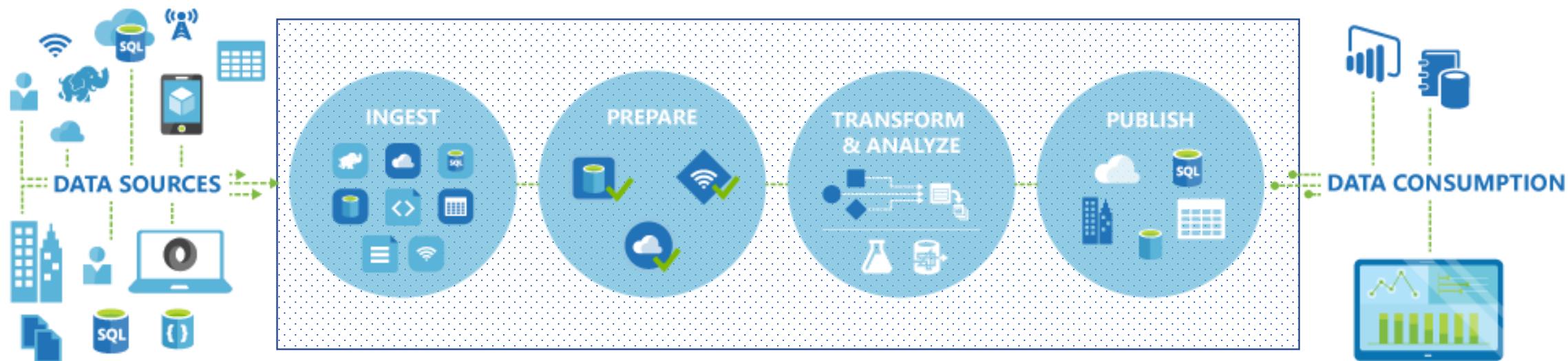
- Creare una cultura **digitale (4.0)** nell'azienda
- Approccio collaborativo (**open innovation**)
- Apertura a nuovi modelli operativi e di collaborazione estesa (**ecosistemi**)
- Approccio per passi (**poc & go**)
- Valutazione nuovi modelli di business (**servitizzazione**)
- Integrazione totale dei sistemi progettazione, simulazione, produzione , automazione e di analisi dei dati (**big data, cyber physical systems**)
- Normalizzazione, contestualizzazione e standardizzazione dei dati (**data set**)





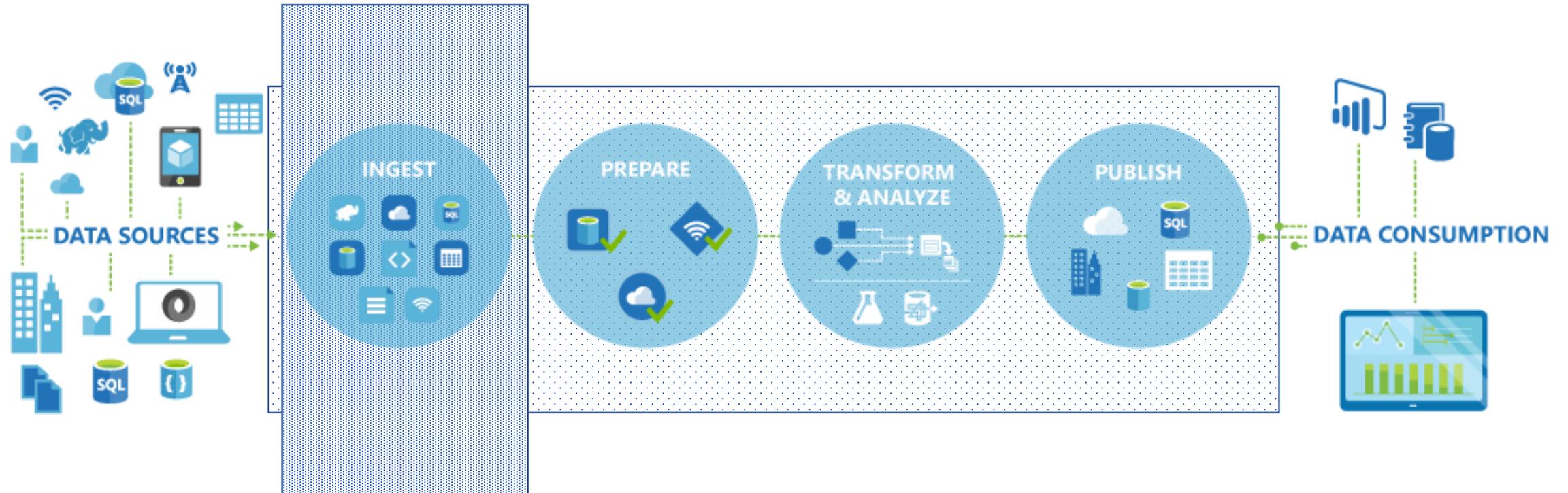
IoT e Big data

Internet of Things: le componenti



Le piattaforme rendono disponibili una elevata quantità di micro servizi spostando il focus dal «scrivere» applicazioni a quello di costruire un'architettura di microservizi interconnessi dai flussi dati creatisi.

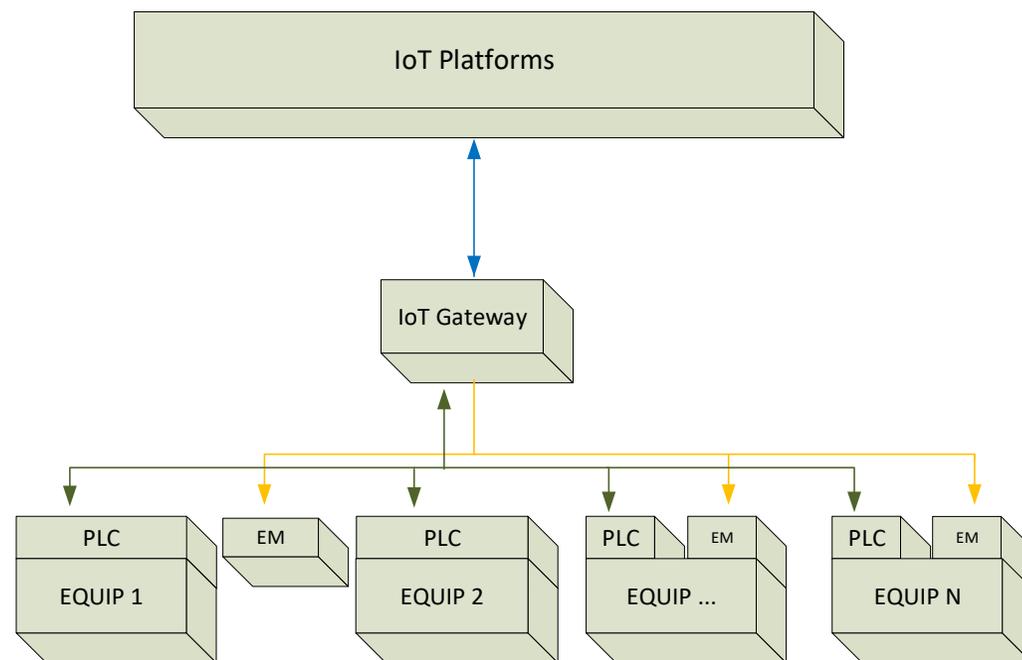
Internet of Things: il «cloud» scende in campo con l'«edge»



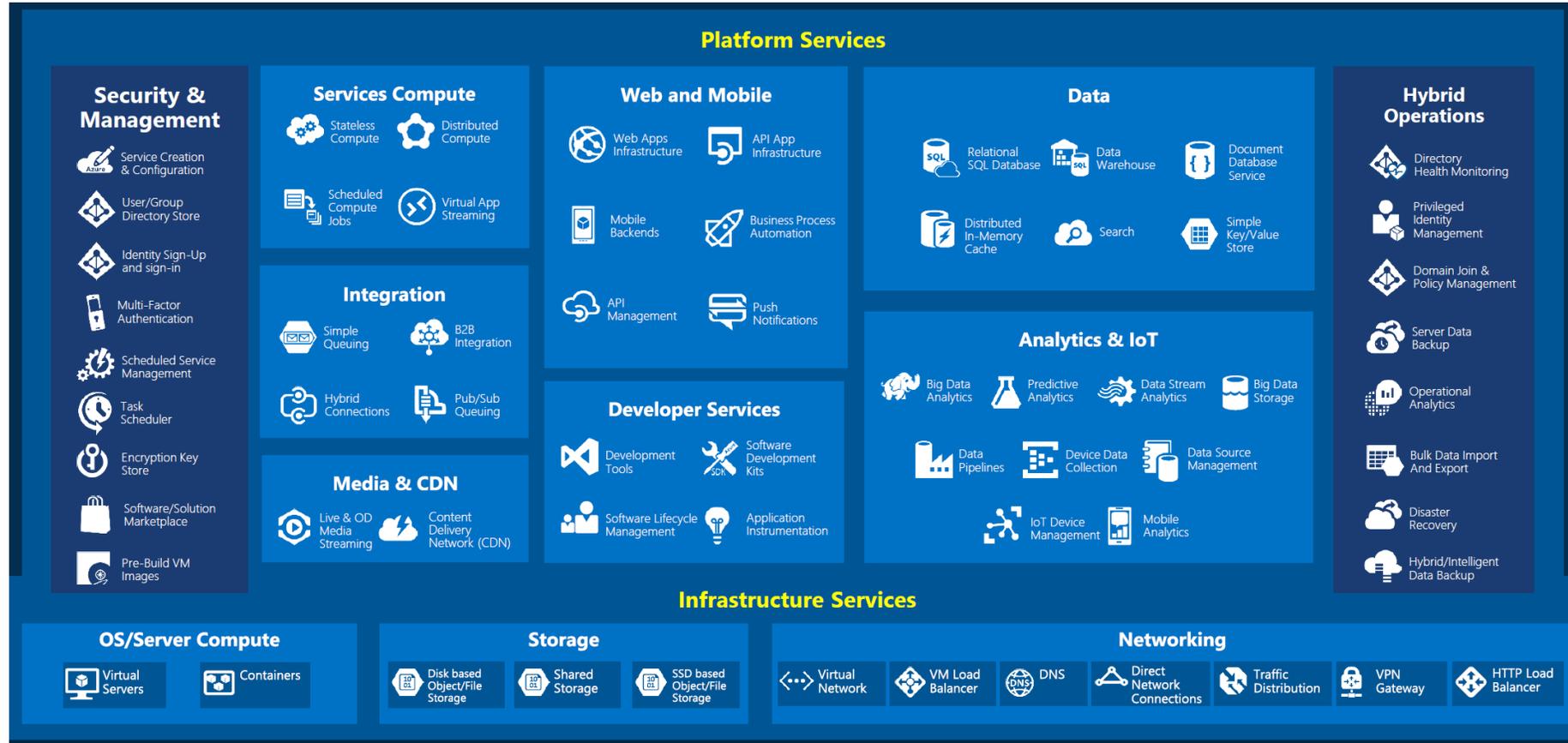
L'elaborazione del dato si sposta vicino al device che lo ha generato creando un layer di ottimizzazione, contestualizzazione, aggregazione delle informazioni in modo da ridurre le necessità di comunicazioni e di storage a livello cloud.

Una architettura IoT con layer «edge»

Il gateway locale adotta un framework che permette di portare in campo un primo livello di «stream analytics» che permettono di aggregare, contestualizzare e normalizzare i dati e generare degli eventi in funzione di semplici regole applicate ai dati stessi.



IoT Platform: l'era dei microservizi (API technologies)



IoT Platform: l'era dei microservizi (API technologies)

Compute

-  Cloud Foundry Runtimes (D,L)
-  Docker Containers
-  OpenStack VMs

Networking

-  Blockchain
-  Load Balancer for Containers
-  VPN

Storage

-  Block Storage
-  Object Storage

CDN & Media

-  CDN

Private APIs

-  User Defined APIs
-  User Defined Services

Watson

-  AlchemyAPI
-  Concept Expansion
-  Concept Insights, Dialog
-  Document Conversion
-  Language Translation
-  Natural Language Classifier
-  Personality Insights
-  Relationship Extraction
-  Retrieve and Rank
-  Speech To Text
-  Text to Speech
-  Tone Analyzer
-  Visual Recognition
-  Trade Off Analytics

DevOps

-  Active Deploy
-  Alert Notification
-  Delivery Pipeline Auto-Scaling (D,L)
-  Globalization Pipeline
-  Monitoring and Analytics
-  Tracking and Plan GIT

Data & Analytics

-  Analytics for Apache Hadoop
-  Analytics Exchange
-  Apache Spark
-  BigInsights for Apache Hadoop
-  Cloudant NoSQL DB (D)
-  dashDB (D)
-  DataWorks, DataWorks Lift
-  Elasticsearch by Compose
-  Embeddable Reporting
-  Geospatial Analytics
-  IBM DB2 on Cloud
-  IBM Graph
-  Insights for Twitter
-  Insights for Weather
-  MongoDB by Compose
-  PostgreSQL by Compose
-  Predictive Analytics
-  Redis by Compose
-  SQL Database
-  Streaming Analytics
-  Time Series Database

Security

-  Application Security on Cloud
-  Application Security Manager
-  Key Protect
-  Network Security Groups for VMs
-  Single Sign-On
-  Vulnerability Advisor for Containers

Integrate

-  API Connect
-  Compose Enterprise
-  Secure Gateway (D)
-  Service Broker
-  Service Discovery
-  Service Proxy

IOT

-  IoT Driver Insights
-  IoT Foundation (D)
-  IoT Map Insights
-  IoT Real Time Insights

Application

-  Application Server on Cloud
-  Big Insights
-  Business Rules
-  Data Cache (D,L)
-  Message Connect
-  Message Hub
-  MQ Light
-  Session Cache (D,L)
-  Workflow
-  Workflow Scheduler

Mobile

-  IBM Push Notifications
-  Mobile Application Content Manager
-  Mobile Application Security
-  Mobile Client Access
-  Mobile Data
-  Mobile Quality Assurance
-  Presence Insights

L'era del digital twin

Digital Twin



Gemello Digitale

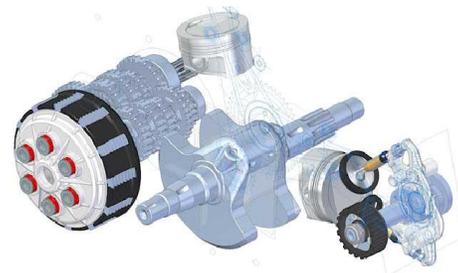
- Gemello digitale del **Prodotto**



- Gemello digitale della **Produzione**



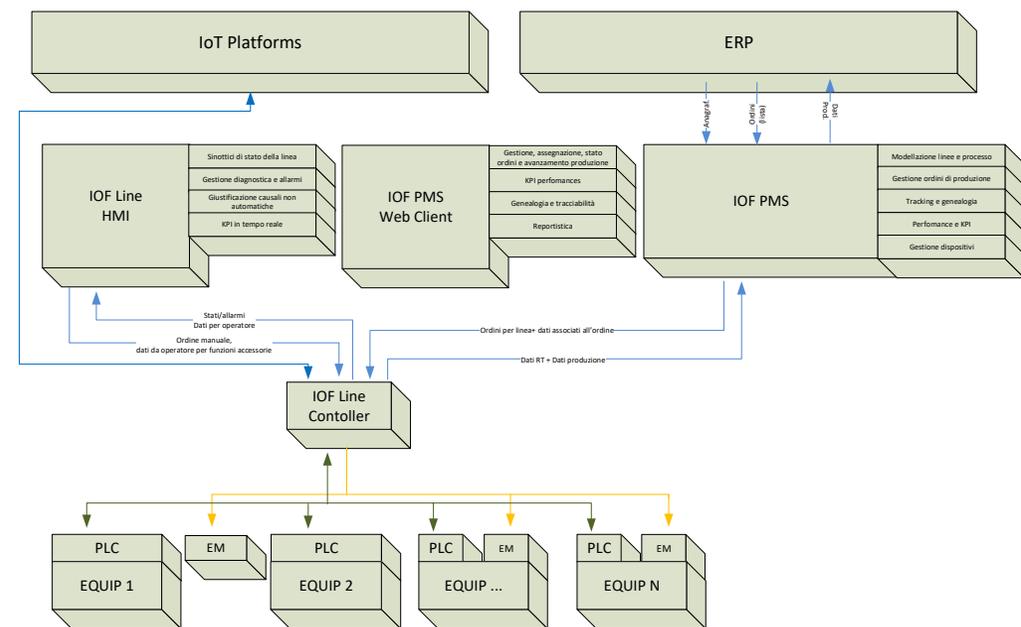
- Gemello digitale delle **Prestazioni**



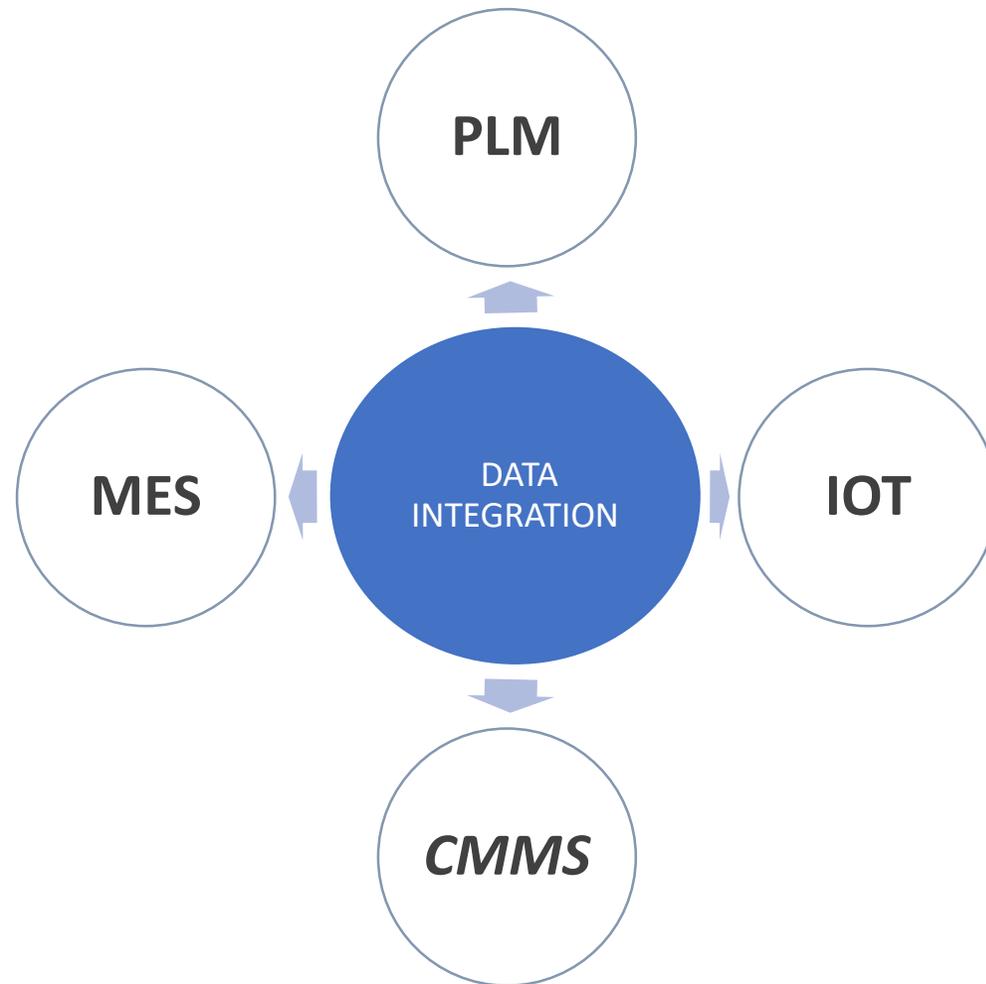
**Industrial
Digital
Twins**

Dall' Internet of Things alle architetture ibride

Un approccio 4.0 per definizione è un approccio cross dipartimentale che genera un quantità elevatissima di informazioni (Big Data) che aggregate ad altre informazioni generate da universi paralleli di «cose» permettono di costruire analytics sempre più articolate ed efficaci.



Dall' Internet of Things alle architetture integrate



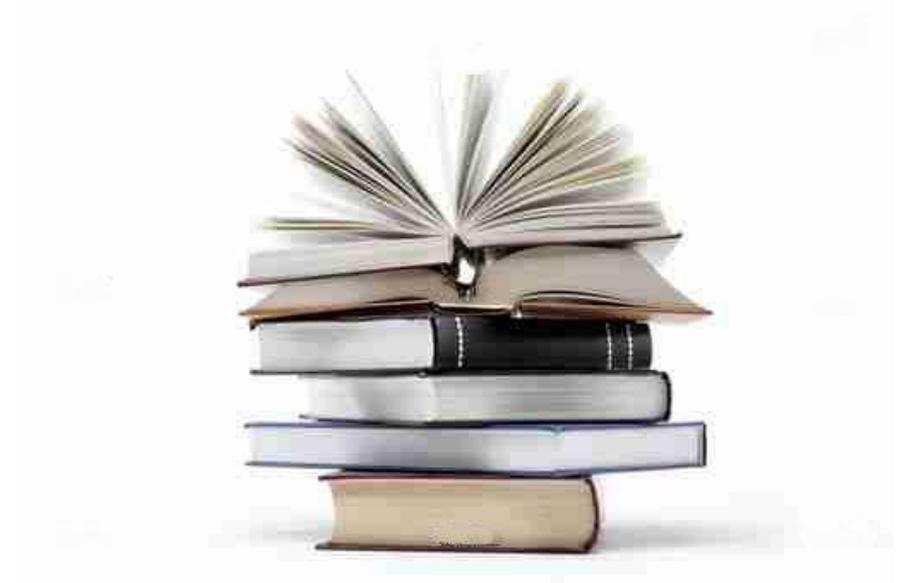
Big Data e Analytics: definizioni

Si parla di **big data** quando si ha un data set talmente grande da richiedere strumenti non convenzionali per estrapolare, gestire e processare informazioni entro un tempo ragionevole.

Analytics is the discovery, interpretation, and communication of meaningful patterns in data. Especially valuable in areas rich with recorded information, analytics relies on the simultaneous application of statistics, computer programming and operations research to quantify performance.

Specifically, areas within analytics include predictive analytics, prescriptive analytics, enterprise decision management, retail analytics, store assortment and stock-keeping unit optimization, marketing optimization and marketing mix modeling, web analytics, sales force sizing and optimization, price and promotion modeling, predictive science, credit risk analysis, and fraud analytics. Since analytics can require extensive computation (see big data), the algorithms and software used for analytics harness the most current methods in computer science, statistics, and mathematics.

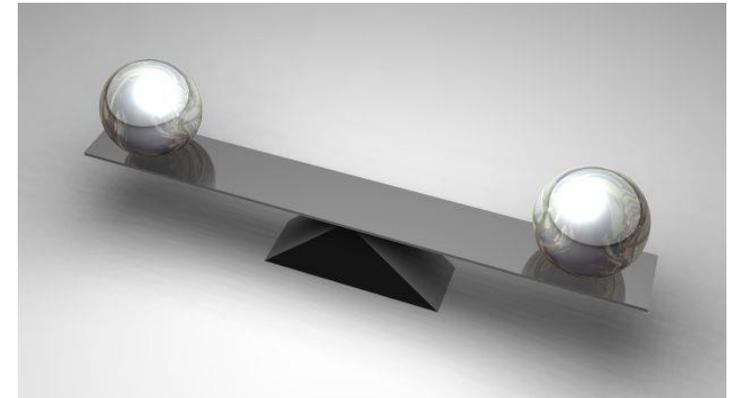
(fonte: Wikipedia)



Business Intelligence e Big Data

La *business intelligence* utilizza la **statistica descrittiva** con dati ad alta densità di informazione per misurare cose, rilevare tendenze, ecc., utilizza cioè dataset limitati, dati puliti e modelli semplici.

I *big data* utilizzano la **statistica inferenziale** e concetti di identificazione di **sistemi non lineari** per dedurre leggi (regressioni, relazioni non lineari ed effetti causali) da grandi insiemi di dati, e per rivelare rapporti e dipendenze ed effettuare previsioni di risultati e comportamenti, in altre parole utilizzano dataset eterogenei (non correlati tra loro), dati raw e modelli predittivi complessi.





Analisi dell'efficienza e dei principali KPI di funzionamento

OEE un importante indicatore

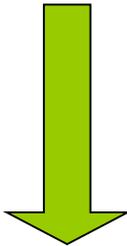
Lo strumento che vi aiuta ad ottimizzare l'efficienza ed a pianificare in modo coerente le attività di manutenzione.

Overall Equipment Efficiency ovvero

OEE = Disponibilità * Prestazione * Qualità



Le macchine lavorano quando dovrebbero?

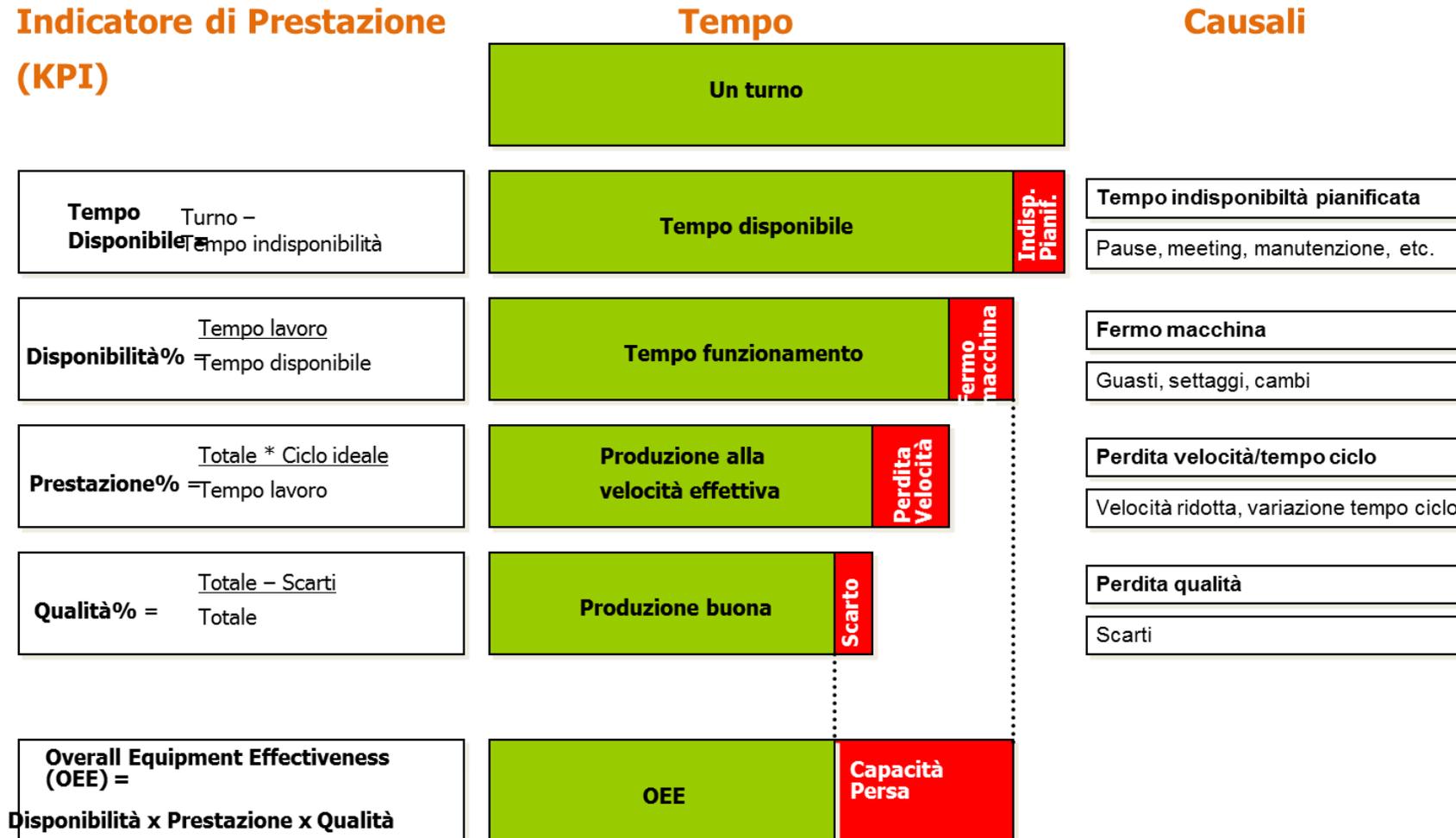


Le macchine lavorano alla velocità ideale?



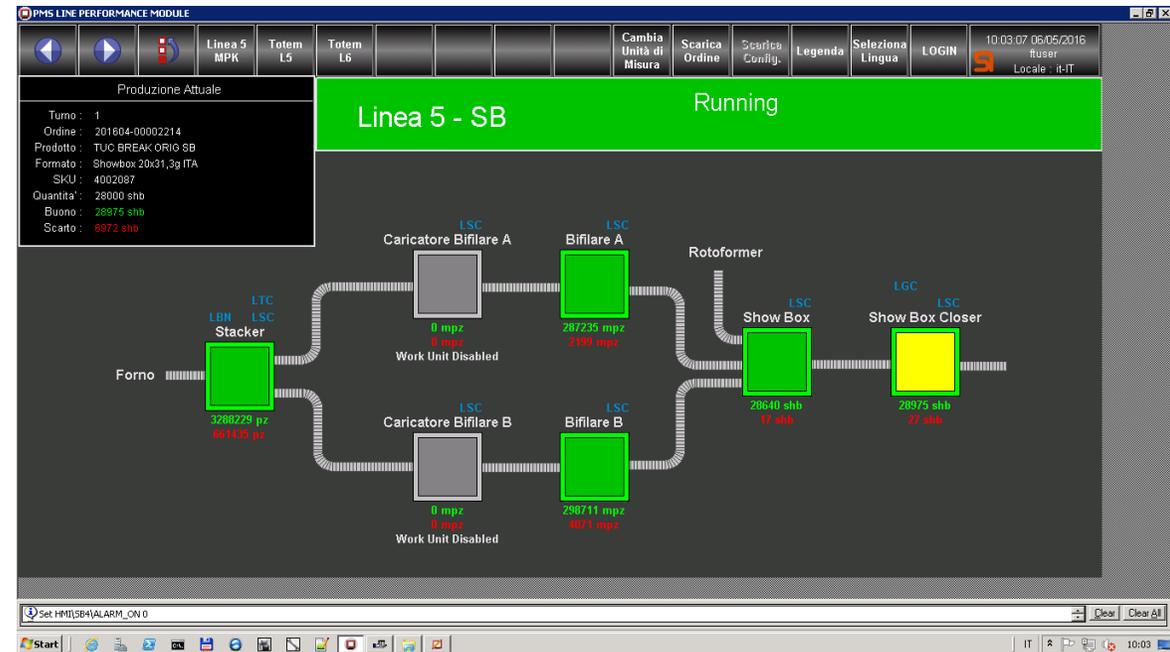
Quanto scarto è stato prodotto?

Un modello di riferimento



Linea vs macchina

- OEE di una linea non è l'aggregazione degli OEE di macchina
- Gli assetti produttivi possono essere dinamici in funzione della referenza da produrre
- Le singole macchine possono essere raggruppate in gruppi di valutazione delle performance e di quantità prodotte/scartate (stadio di avanzamento del prodotto all'interno della linea)
- Gli scarti devono essere contestualizzati in funzione dello stadio di produzione dove vengono generati
- I pezzi buoni prodotti possono essere derivati da macchine diverse in funzione della referenza in produzione



KPI di elevata importanza per la manutenzione

- MME (Mechanical Machine Efficiency)
- MTBF (tempo medio tra due failure)
- MTTR (tempo medio di riparazione)
- Pareto delle causali di fermata (frequenza e durata)



Analisi predittive per il miglioramento delle performance produttive

Misure per analisi predittive nella manutenzione industriale

Equipment	Vibration	Humidity	Ambient Temperature	Ambient Pressure	Acoustic Signal	Thermography	Motor Current	Insulation Resistance	Electrical Capacitance	Electrical Inductance
Pump	X		X	X	X	X	X	X		
Valve		X		X	X					
Motor / Fan	X		X		X	X	X	X		X
Heat Exchangers	X	X	X	X						
Steam Turbine	X	X	X	X	X					
Electrical & Electronic Equipment			X			X		X	X	X
Cables and Connectors			X			X		X	X	X
Pump Seal		X		X	X			X		
Piping / Structures	X				X					
Compressor	X				X	X	X			

Modello di riferimento per la manutenzione predittiva

Health Score (binary logit model) – supervised learning

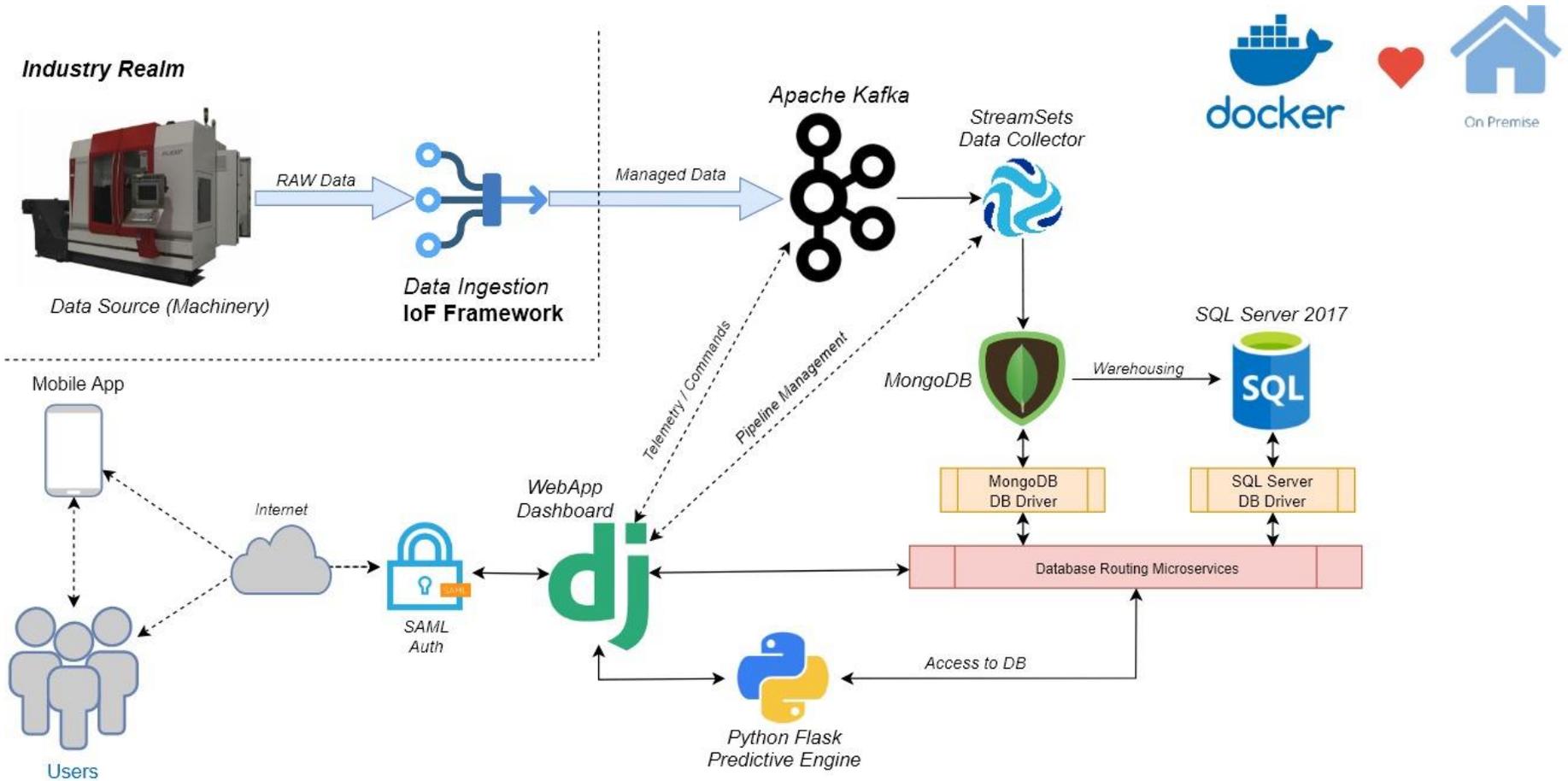
Il modello Health Score si basa sul modello di regressione lineare e misura la probabilità che una risorsa o un processo falliscano. Il modello utilizza dati storici sui difetti, informazioni operative e dati ambientali per determinare l'attuale stato di salute operativa di un asset e monitora costantemente l'asset per prevedere potenziali guasti in tempo reale.

Il valore di health score risultante, generalmente indicato semplicemente come il punteggio di salute, può essere utilizzato anche per prevedere la salute futura dell'asset.

L'health score è presentato come un numero compreso tra 0 e 1. Maggiore è il numero, più è integro il bene. L'health score complessivo per un intero sito di produzione rappresenta il punteggio medio per ogni singolo bene in un sito.

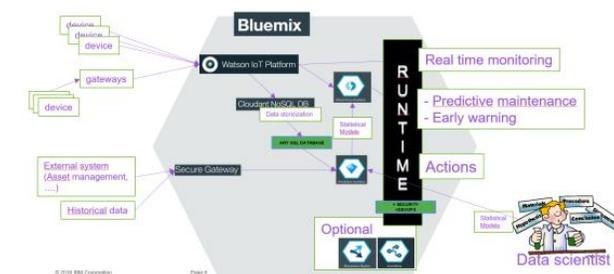
Se la struttura del modello dei dati di input viene modificata, il modello deve essere riqualificato sui nuovi dati («training»).

esempio: architettura a microservizi in ambiente open per il PM

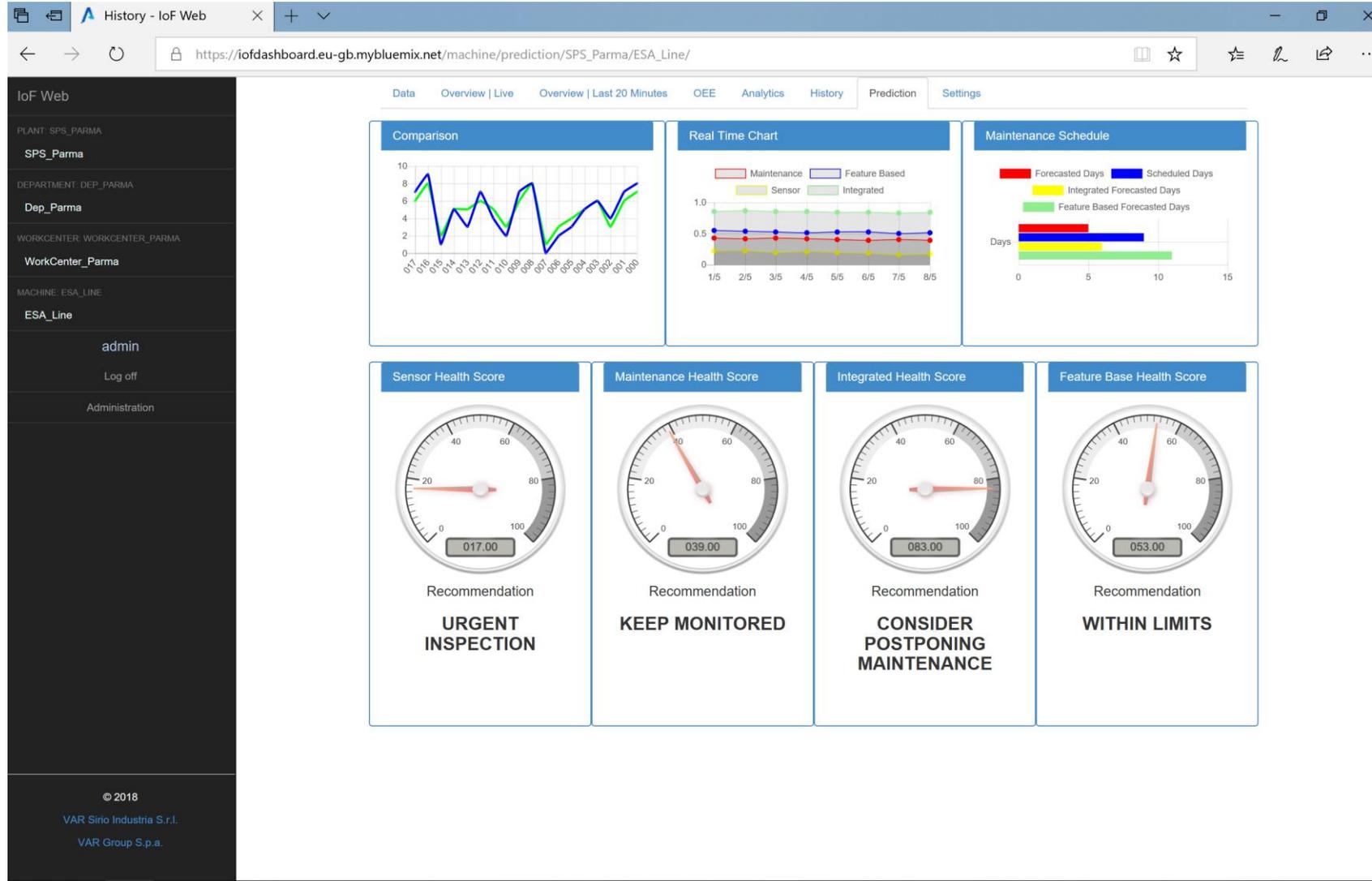


esempio: predictive maintenance

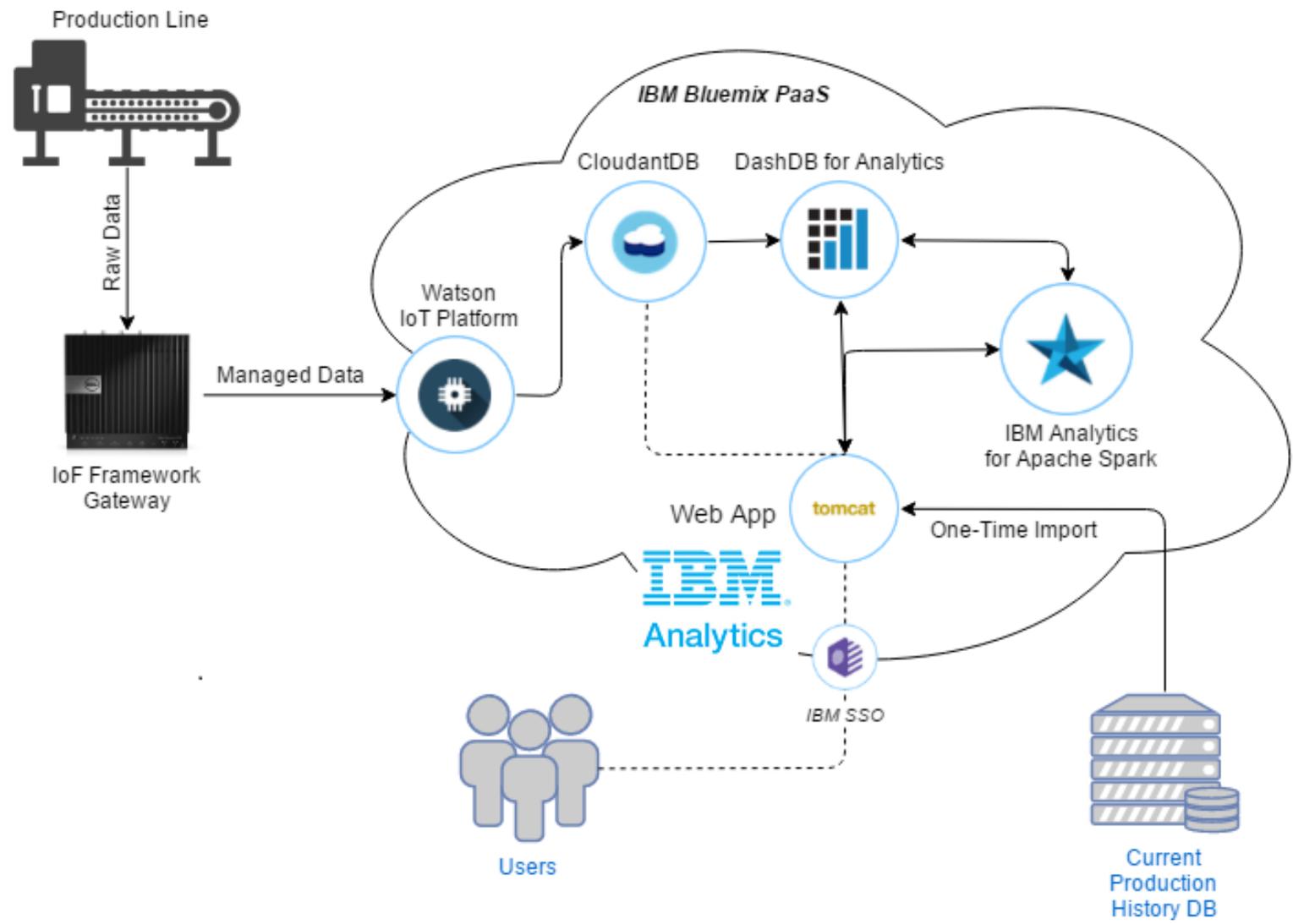
- Definizione dei parametri di controllo per tipologia di device/macchina/impianto monitorato
- Definizione del modello di valutazione attraverso data set esistenti o acquisiti in modo specifico mediante campagne di monitoraggio
- Configurazione degli algoritmi predittivi
- Monitoraggio in tempo reale ed applicazione degli algoritmi predittivi
- Forecast dei tempi entro i quali dovranno essere eseguite le attività manutentive
- Generazione tasks per interventi manutentivi (integrazione con CMMS)



Esempio di dashboard con analisi predictive

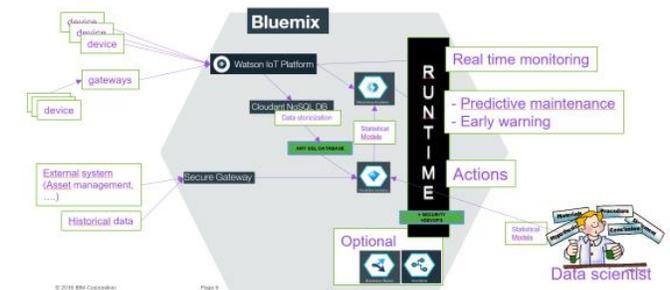


esempio: architettura a microservizi in ambiente IBM Cloud per PQ

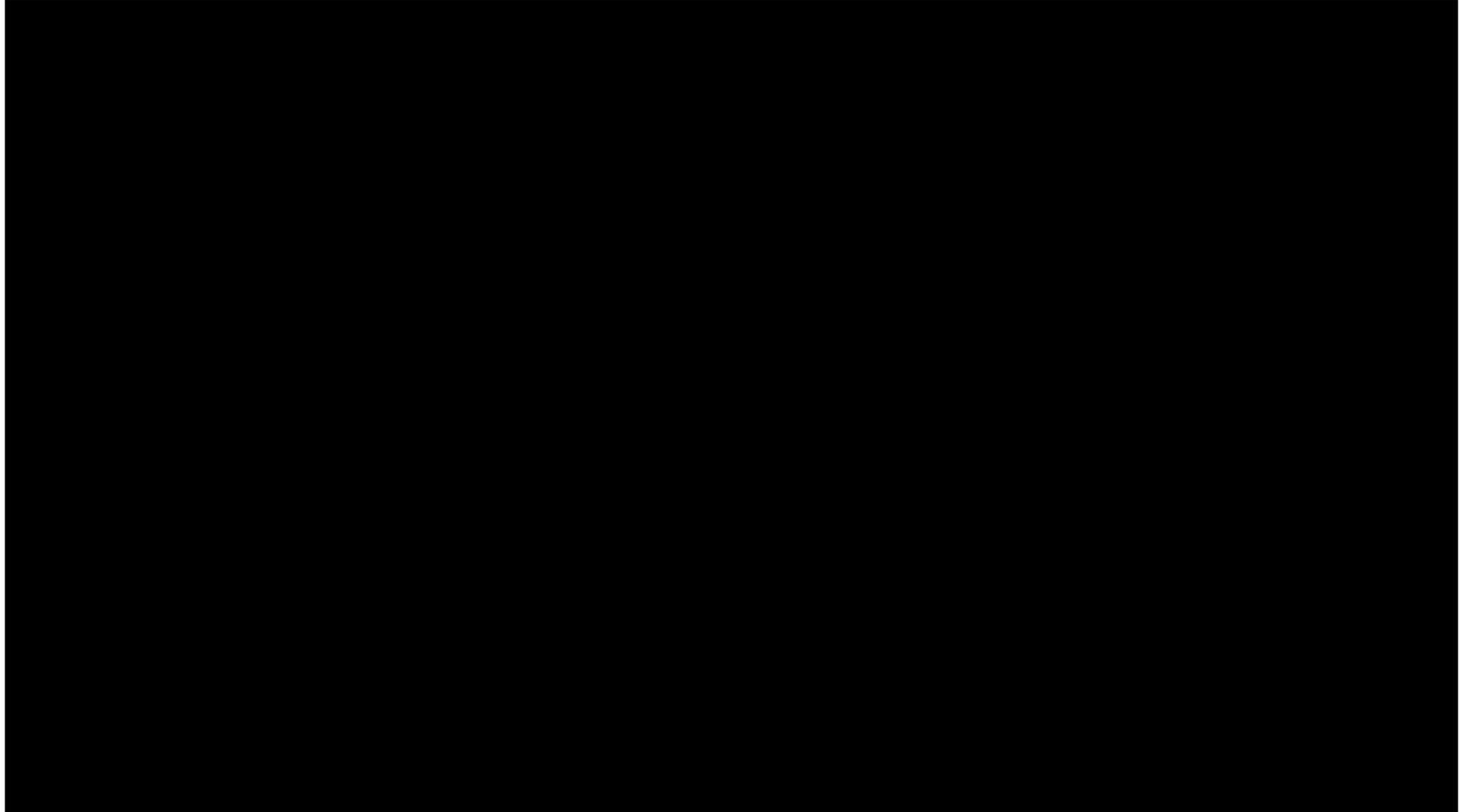


esempio: predictive quality

- Definizione dei variabili interne ed esterne al processo che possono contribuire alla qualità del prodotto finito
- Definizione del modello di valutazione attraverso data set esistenti o acquisiti in modo specifico mediante campagne di monitoraggio
- Scelta del modello attraverso un ranking dei modelli applicati
- Configurazione degli algoritmi predittivi
- Monitoraggio in tempo reale ed applicazione degli algoritmi predittivi con alert sulla variazione prevista della qualità del prodotto finito
- Simulazione delle variazioni dipendenti dalla regolazione delle variabili principali con interfaccia operatore interattiva
- Generazione di feedback di regolazione delle variabili di processo controllate



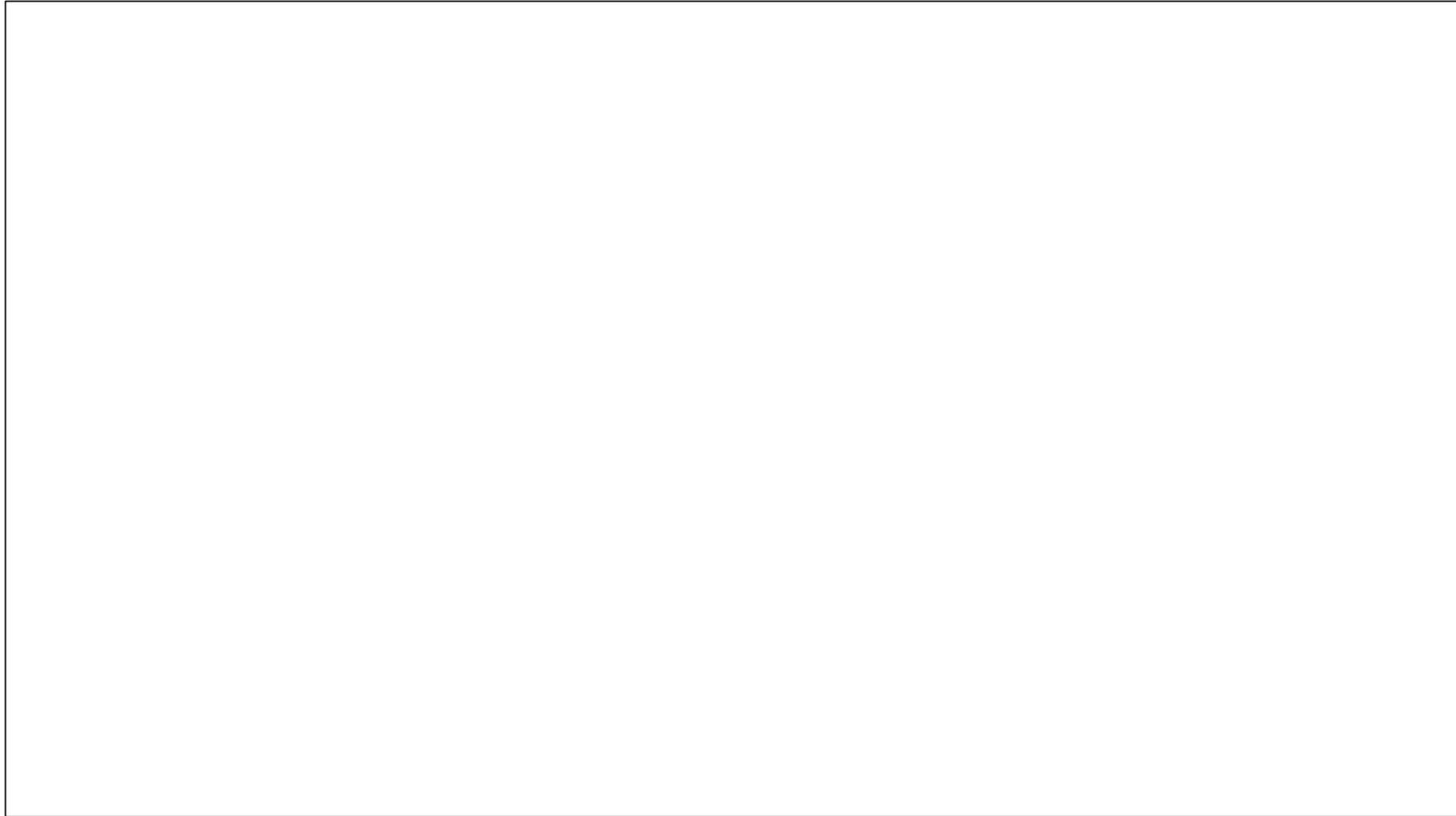
Il caso Parmalat



Lavazza: il percorso

- Realizzazione layer IoF di integrazione di tutti i PLC di produzione con riconversione dei dati in formato originale e creazione dei singoli messaggi di comunicazione con SAP
- Modulo tracking teste e code di macinatura (tecnologia RFID applicata ai singoli bidoncini di recupero delle teste code ed ai BIN di conferimento di reparto, gestione dei lotti di recupero e integrazione con le linee di produzione rostand per gestione miscele)
- Modulo gestione parametri e processo di tostatura
- Modulo gestione ricette (degasaggi)
- Modulo gestione performance (test su linea Laverune)
- Modulo gestione imballi
- Modulo gestione isole di etichettatura

Il caso Lavazza



Lavazza: il percorso

- Realizzazione layer IoF di integrazione di tutti i PLC di produzione con riconversione dei dati in formato originale e creazione dei singoli messaggi di comunicazione con SAP
- Modulo tracking teste e code di macinatura (tecnologia RFID applicata ai singoli bidoncini di recupero delle teste code ed ai BIN di conferimento di reparto, gestione dei lotti di recupero e integrazione con le linee di produzione rostand per gestione miscele)
- Modulo gestione parametri e processo di tostatura
- Modulo gestione ricette (degasaggi)
- Modulo gestione performance (test su linea Laverune)
- Modulo gestione imballi
- Modulo gestione isole di etichettatura

Il caso FABO: introduzione con Marco Montemagno



https://www.youtube.com/watch?time_continue=9&v=zc8t_v7fWRQ

Alcuni dati significativi

Numero macchine principali presenti nei reparti produttivi: 23

Num. muletti utilizzati per la movimentazione nei reparti produttivi: 3

Num. bobine di materia prima comprese semilavorati acquistati conto terzi: 16.000

Num. bobine di semilavorato prodotte in un anno dai reparti di stampa e
spalmatura: 30.000/35.000

Num. fasi di lavoro per arrivare al prodotto finito: 4-5 in funzione del prodotto

Le criticità evidenziate in fase di progettazione

Individuazione delle criticità («as is» preliminare al progetto):

- Eliminazione degli errori di lavorazione (abbinamento materiali/semilavorati al prodotto/semilavorato da realizzare nella singola fase)
- Parametrizzazione delle ricette di macchina in funzione del prodotto da realizzare
- Sincronizzazione delle fasi produttive in modo da minimizzare i magazzini intermedi e ridurre il tempo di attraversamento per la realizzazione del prodotto finito
- Inefficienza operativa legata alla frammentazione dei magazzini intermedi gestiti a vista
- Completa tracciabilità dei materiali e della lavorazioni nelle singole fasi di produzione
- Gestione del monitoraggio dei parametri di processo effettivi ai fini della qualità del prodotto
- Gestione delle performance dei singoli macchinari completamente manuale

La soluzione

Realizzazione di un sistema di gestione, controllo ed attuazione completamente integrato, ed aperto a successive evoluzioni, composto da:

- ERP
- MES
- Layer Edge di integrazione con le macchine
- Tecnologie IoT di ultima generazione (localizzazione in tempo reale dei muletti)

La risposta alle criticità di partenza

- *Eliminazione degli errori di lavorazione (abbinamento materiali/semilavorati al prodotto/semilavorato da realizzare nella singola fase)*
- *Parametrizzazione delle ricette di macchina in funzione del prodotto da realizzare*
- *Sincronizzazione delle fasi produttive in modo da minimizzare i magazzini intermedi e ridurre il tempo di attraversamento per la realizzazione del prodotto finito*

Gestione degli ordini di produzione che vengono proposti dal sistema Edge all'operatore di macchina in funzione dell'identificazione dei materiali che vengono caricati in macchina (Rfid).
Invio automatico delle ricette di produzione in funzione del prodotto e dell'ordine di lavoro selezionato. Segnalazioni degli scostamenti di programmazione attraverso il layer edge per garantire una massimizzazione del flusso di attraversamento.

La risposta alle criticità di partenza

- *Inefficienza operativa legata alla frammentazione dei magazzini intermedi gestiti a vista*
- *Completa tracciabilità dei materiali e della lavorazioni nelle singole fasi di produzione*

Implementazione di un sistema di localizzazione indoor dei muletti basato su tecnologia UWB con grado di precisione elevatissimo. Attraverso la localizzazione vengono tracciate le movimentazioni di tutti i materiali e creati dei magazzini intermedi strutturati «virtuali» anche in aree non strutturate fisicamente per lo scopo. L'operatore di movimentazione viene indirizzato alla giusta posizione per il prelievo del corretto materiale in funzione delle richieste generate per il caricamento delle singole macchine.

La risposta alle criticità di partenza

- *Gestione del monitoraggio dei parametri di processo effettivi ai fini della qualità del prodotto*

Monitoraggio, storicizzazione e tools di analisi delle misure dei parametri di processo principali e dei contatori di utilizzo di ogni singola attività di bordo macchina. Creazione di alert automatici per segnalare la tendenza di una variabile verso un'area di non conformità.

La risposta alle criticità di partenza

- *Gestione delle performance dei singoli macchinari completamente manuale*

Calcolo dei principali KPI per singolo macchinario:

OEE e delle sue componenti (Disponibilità, Prestazione, Qualità)

MTBF

MTTR

Distribuzione (Pareto) delle causali di fermata (tempi e frequenze)

Cosa è stato ottenuto

E' in corso di realizzazione l'applicazione di un modello di riferimento per il calcolo del ROI complessivo.

Dalle prime stime si può dire che si è ottenuto:

- Elevata riduzione degli errori di scelta delle ricette e delle parametrizzazioni di macchina;
- Elevata riduzione degli errori di scelta dei materiali;
- Elevata riduzione dei tempi di fermo per attesa prodotto da lavorare;
- Buona riduzione delle rilavorazioni;
- Elevata riduzione delle non conformità;
- Buona riduzione dei tempi di fermo delle singole macchine.

What's next

- Utilizzo di modelli AI per attivare pratiche di predictive maintenance
- Utilizzo di modelli AI per attivare pratiche di predictive quality
- Estensione della soluzione ad altre aree (laboratori, logistica spedizione,)



Produzione Attuale

Linea 40 Running

Turno : 1
 Ordine : 201610-00002339
 Prodotto : CLASSIC 250 M
 Formato : NEW CART12 SC18
 SKU : 3915
 Velocita' linea : 20 box/min
 Quantita' : 3500 box
 Buono : 20 box
 Scarto : 1 box

LTC
 OPEM - PEGASO 1400
 12556 pz
 27 pz

LBN LSC
 OPEM - COMBINER F1000
 238 mag
 1 mag

LGC LSC
 CAMA - INCASSETTRICE
 20 box
 1 box

Cambia Unità di Misura | Scarica Ordine | Scarica Configurazione | Legenda | Seleziona Lingua | LOGIN

Stato Linea ●

Toggle (HM:PM5_L40_LWCUM) [Clear] [Clear All]

Produzione Attuale

Linea 40 Aborted

Generale - AL182 - Sonda fuori controllo:

no : 1
 ne : 201610-00002339
 to : CLASSIC 250 M
 fo : NEW CART12 SC18
 QU : 3915
 ea : 20 box/min
 la : 13125 Kg
 no : 75 Kg
 to : 4 Kg

LTC
 OPEM - PEGASO 1400
 84 Kg
 0 Kg

LBN LSC
 OPEM - COMBINER F1000
 89 Kg
 0 Kg

LGC LSC
 CAMA - INCASSETTRICE
 75 Kg
 4 Kg

Generale - AL182 - Sonda fuori controllo:

Cambia Unità di Misura | Scarica Ordine | Scarica Configurazione | Legenda | Seleziona Lingua | LOGIN

Stato Linea ●

[Clear] [Clear All]

Produzione Attuale

Linea 40 Start and Finish Production

Generale - Finish Production

AVVIA PRODUZIONE

LTC
 OPEM - PEGASO 1400
 1758800 pz
 180 pz

LBN LSC
 OPEM - COMBINER F1000
 35160 mag
 12 mag

LGC LSC
 CAMA - INCASSETTRICE
 3000 box
 10 box

Cambia Unità di Misura | Scarica Ordine | Scarica Configurazione | Legenda | Seleziona Lingua | LOGIN

Stato Linea ●

abort_line_mode [Clear] [Clear All]



Grazie