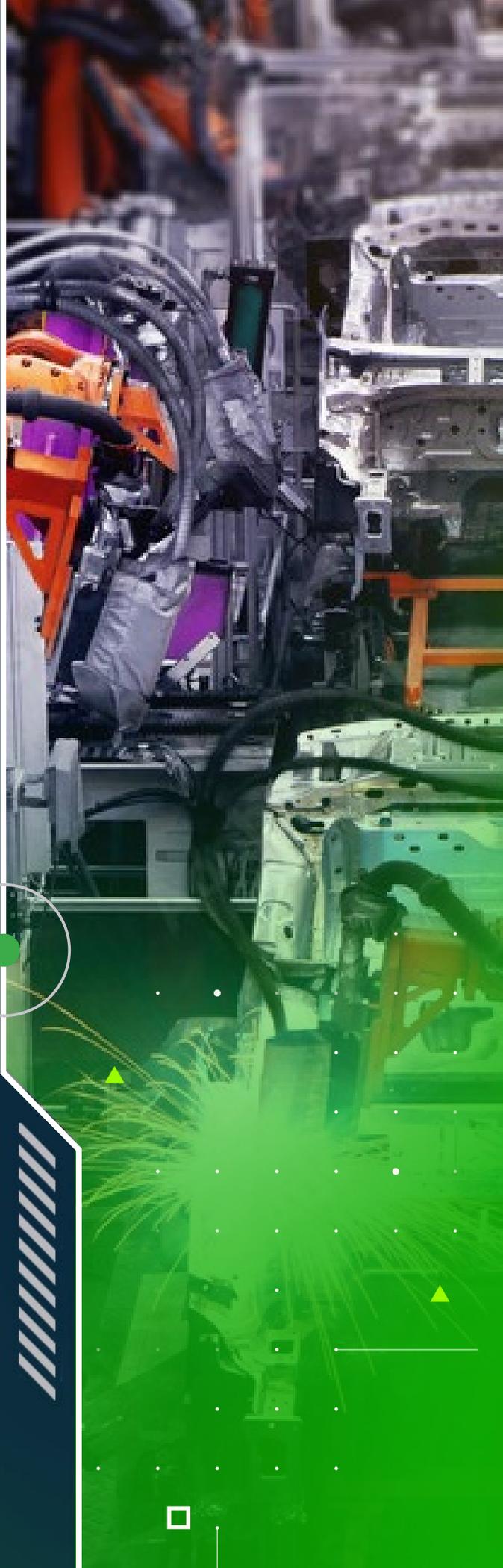




DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

# GUIDA AI SISTEMI CONNESSI NEL CAMPO DELLA PRODUZIONE MANIFATTURIERA: PLM, ERP, MES E ALTRO ANCORA



WHITEPAPER

Ottobre 2023



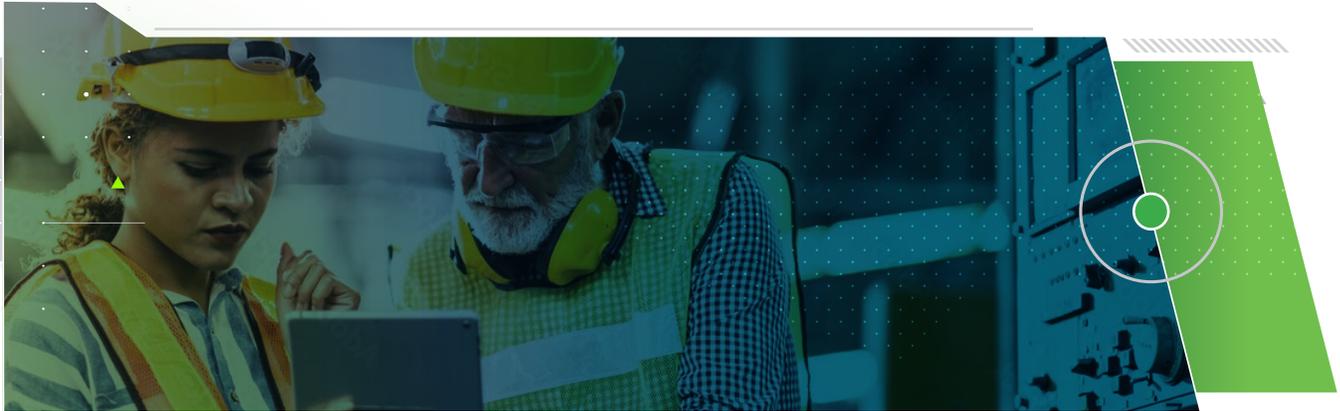
## // ○ L'AUMENTO CONTINUO DELLE ASPETTATIVE

I produttori attivi in ogni settore sono sottoposti a pressioni competitive sempre maggiori e diversificate: accedere per primi sul mercato con prodotti più innovativi, offrire esperienze d'acquisto più personalizzate, migliorare la qualità in fabbrica e sul campo e consegnare il lavoro sempre in tempo. È possibile vincere queste sfide tenendo sotto controllo i costi, gestendo le interruzioni della fornitura e rispondendo alle fluttuazioni della domanda.

Per rispondere a queste esigenze stanno nascendo numerose nuove tecnologie software, alcune delle quali in fase di maturazione, che consentiranno di realizzare le articolate promesse della trasformazione digitale. Questa dinamica comporta un onere considerevole per i team IT già sotto pressione per il supporto dell'azienda e dei relativi obiettivi di business. I progressi ottenuti sono spesso di natura isolata e basati su un approccio a "campi specifici", che produce diverse sovrapposizioni tra le iniziative di ottimizzazione. Le aziende più avanzate nella trasformazione digitale hanno offerto importanti funzionalità ai propri reparti grazie all'allineamento interfunzionale con la strategia di business complessiva. Ciò richiede la fusione di dati e processi all'interno dei sistemi strategici per il supporto della produzione, come ad esempio PLM, ERP e MES.

Questo documento vuole essere una guida per i dirigenti IT e aziendali a ottenere questo allineamento. In primo luogo, illustreremo il modo in cui identificare correttamente le esigenze di collaborazione dell'azienda in base al modello di business e alla complessità dei prodotti. Quindi, una volta definite tali esigenze, indicheremo un processo collaudato e graduale atto a fornire gli strumenti adatti per l'integrazione e la configurazione degli ambienti PLM, ERP e MES al fine di soddisfare tali necessità.

In questo modo, il reparto di ricerca e sviluppo otterrà informazioni affidabili e in tempo reale che, grazie all'automazione, favoriranno un'esecuzione globale rapida e senza interruzioni. Questi team potranno lavorare simultaneamente e in modo più efficace con le controparti delle fabbriche, della logistica e degli acquisti.



## LE SFIDE DELLA PRODUZIONE MODERNA: LA PRODUZIONE GLOBALE IN FABBRICA

La concorrenza si è intensificata a livello globale: l'innovazione dei prodotti redditizia richiede l'anticipazione delle esigenze del mercato senza compromessi in termini di qualità. In che modo è possibile integrare i cambiamenti di prodotti e processi (NPI) in presenza di questo panorama IT legacy? I passaggi manuali e la duplicazione dei dati nei sistemi ERP, PLM e MES riducono la qualità e aumentano costi, tempi di completamento e latenze, causando disallineamenti e complicando il rispetto dei requisiti dei clienti a causa di una scarsa tracciabilità. È difficile scalare un'attività in un ambiente caratterizzato da tali inefficienze. Non è certo possibile raddoppiare la capacità dell'officina senza raddoppiare il numero degli addetti all'inserimento dei dati.

La scarsa trasparenza aggrava i problemi di gestione delle modifiche. I sistemi di produzione interessati da questi problemi vengono progettati per operatori di produzione esperti, ad esempio attivi da 30 anni. Tuttavia, le aziende manifatturiere dispongono di una forza lavoro composta in gran parte da personale dotato di tre anni di esperienza, mentre il 30% dei dipendenti di prima linea dispone di meno di un anno di esperienza. Questa tendenza sta aumentando anche alla luce della maggiore complessità dei prodotti e dell'incremento dei tassi delle modifiche.

Le linee di prodotti più ampie comportano maggiori problemi di qualità. Per continuare ad aumentare qualità, produttività e sostenibilità, i produttori devono fornire al personale in prima linea di nuova generazione una serie di informazioni più efficaci sui prodotti e processi, quando richiesto e nei punti in cui ottenere il massimo impatto. In questo modo, sarà possibile eliminare il tempo impiegato nelle attività non a valore aggiunto, ad esempio per la ricerca delle informazioni, fornendo al personale in prima linea una serie di strumenti in grado di identificare, gestire le priorità, analizzare e risolvere in modo continuo le criticità del lavoro quotidiano. Grazie a una seria predisposizione per il successo, il personale di questo tipo diventerà parte del miglioramento continuo.

Una governance debole richiede una comunicazione frequente e ridondante, aspetto che produce un'inefficienza diffusa. Per ottenere questo tipo di miglioramenti, ad esempio ridurre i costi e migliorare la qualità, i produttori devono perfezionare continuamente l'efficienza operativa di prodotti, processi e risorse, così come valutare e ottimizzare la fase di progettazione di prodotti e

processi su base continuativa. Di solito, il primo obiettivo produce un impatto maggiore sul costo della manodopera e lavorazione, mentre il secondo presenta un impatto maggiore sul costo dei materiali. In generale, il 70% del costo di un prodotto viene determinato nella fase di progettazione.

I sistemi non integrati costringono i progettisti a svolgere il triplo del lavoro a causa della necessità di inserire gli stessi dati nel PLM, nel MES e nell'ERP. La probabilità ed entità dei problemi qualitativi vengono influenzate dalla scarsa tracciabilità. Ad esempio, i produttori potrebbero dover richiamare un'ampia gamma di prodotti sospetti a causa della mancata conoscenza della configurazione con cui sono stati completati in una data giornata. L'eccessiva quantità di fonti di informazione riduce la qualità e l'efficienza. In questi casi, a causa della mancata comunicazione dell'applicazione di una modifica, potrebbero insorgere configurazioni errate ed errori nella fabbricazione dei prodotti, generando un difetto che il cliente o produttore dovranno individuare nel prodotto già finito. Questi problemi potrebbero verificarsi senza preavviso anche usando sistemi connessi.

Alla luce di questi problemi, in che modo è possibile gestire un prodotto modulare e configurabile in un'intera catena del valore priva di automazione di rete? In che modo un produttore può individuare un fornitore alternativo continuando a gestire le mutevoli priorità aziendali, un time to market sempre più breve e il miglioramento della qualità? In che modo è possibile inviare l'ultima versione del software alla linea di assemblaggio senza modificare la distinta base? Qual è l'impatto di tutto questo sui test? Cosa succederebbe in caso di attacchi informatici nei confronti della fabbrica? In che modo è possibile garantire livelli adeguati di sicurezza informatica e protezione della proprietà intellettuale?

Queste sfide comportano costi reali e misurabili, soprattutto legati alle opportunità. In che modo è possibile migliorare l'azienda, ovvero aumentare gli incassi, una volta risolti questi problemi?

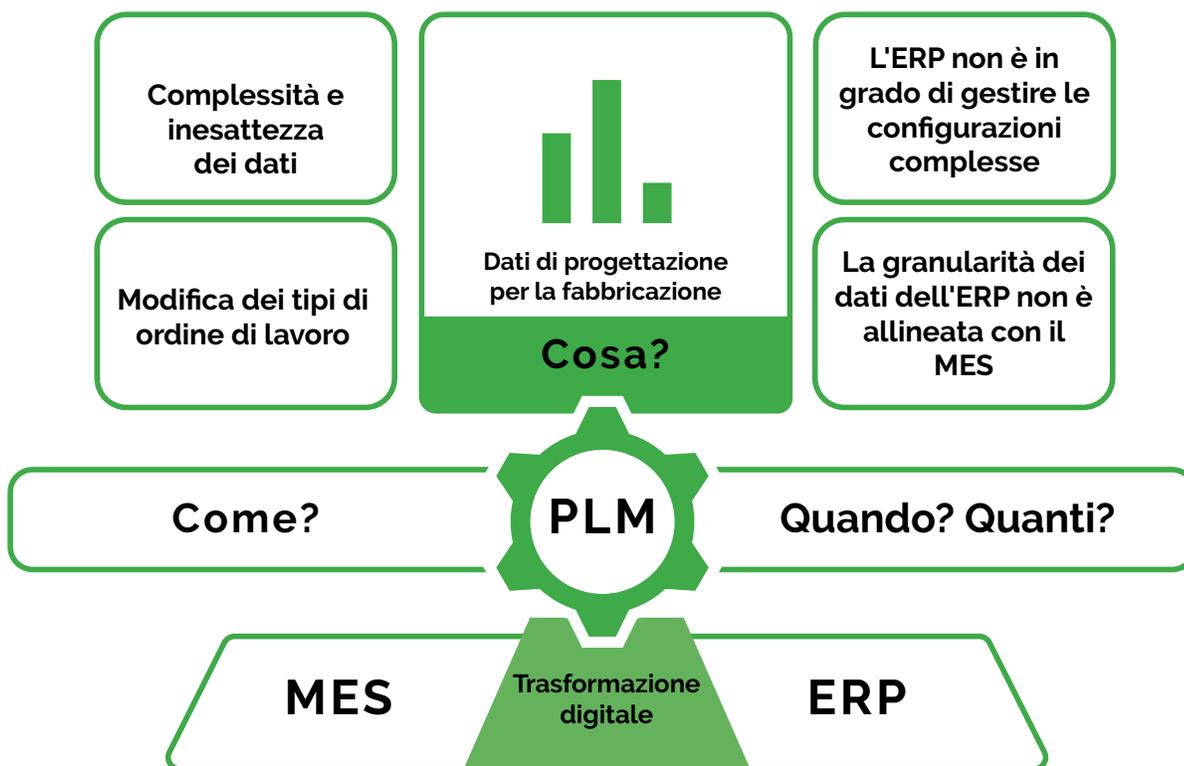
## RISOLUZIONE DEI PROBLEMI LEGATI ALLE INFORMAZIONI E ALLA CATENA DEGLI STRUMENTI

Per ottenere velocità e sinergia, i produttori devono riprogettare lo stack di automazione e implementare una piattaforma di collaborazione virtuale. Questo processo richiede l'integrazione del PLM sin dall'inizio del processo di innovazione dei prodotti e durante l'intera fase di preparazione della progettazione tecnica e fabbricazione, oltre al riequilibrio dei confini tra ERP, PLM e MES e al collegamento dei principali elementi per lo sviluppo prodotto e la produzione sfruttando il digital thread. Per prepararsi per il futuro, i produttori devono passare dalle integrazioni specifiche a quelle in tempo reale.

La progettazione per la fabbricazione produce dati di importanza vitale che spaziano dalla distinta base di produzione alla pianificazione di routing/processi, alle caratteristiche del controllo qualità, alle istruzioni di lavoro e alle tempistiche standard. Questa fase della progettazione ricopre un ruolo chiave nello sviluppo prodotto e nella catena del valore di produzione, fasi in cui l'attenzione è rivolta al time to market, alla qualità e all'efficienza, così come nella catena del valore della logistica della supply chain, in modo da ottenere consegne puntuali e a costi contenuti.

Occorre anche eseguire una sincronizzazione continua delle modifiche lungo l'intero ciclo di vita del prodotto, vale a dire tra le operazioni di produzione (a valle) e la progettazione tecnica (a monte). Anche se la gestione dei dati e dei processi di progettazione della produzione viene tradizionalmente inserita nei sistemi ERP e solo in seguito trasferita nel MES, la crescente complessità e il ritmo dei cambiamenti richiedono una transizione ormai inevitabile.

In primo luogo, i sistemi ERP non sono progettati per la gestione del ciclo di vita dei dati master dei prodotti e della fabbricazione, così come non sono in grado di gestire le complesse configurazioni e l'elevato tasso di gestione delle modifiche che caratterizzano l'ambiente manifatturiero. In secondo luogo, la granularità dei dati master presenti nell'ERP, un sistema dedicato alla fase commerciale, non è in linea con le complessità tecnologiche richieste dal MES. Ciò produce inefficienze.



## INSERIRE I DATI CORRETTI NELLE SOLUZIONI DI PLM IN MODO DA GARANTIRE IL FUNZIONAMENTO CORRETTO DI MES ED ERP

Il modello di business e la complessità dei prodotti influenzeranno le best practice della vostra azienda. Tuttavia, esistono tre pilastri coerenti da prendere in considerazione: la posizione in cui collocare e gestire i dati master, la gestione della configurazione e l'orchestrazione delle modifiche. Anche le iniziative commerciali specifiche delle singole aziende ricoprono un certo ruolo in tal senso. In quale ambito aziendale intravedete le principali innovazioni, la qualità, il costo e le opportunità per l'aumento dell'efficienza dei prodotti?

L'implementazione di un processo nelle catene del valore del prodotto, della produzione e della logistica è legato a una serie di considerazioni interdipendenti e molto complesse.

### Quantità della progettazione tecnica del cliente specifica per un dato ordine: modello di business

#### Assemblaggio a magazzino

- Prodotti progettati interamente con opzioni identificate
- Pianificazione della produzione mediante l'ERP con opzioni predefinite
- Combinazione dei prodotti identificati e fabbricati in base alle previsioni
- Settori produttivi: prodotti di consumo, hi-tech

#### Assemblaggio su commessa

- Prodotti progettati interamente con opzioni identificate
- Ordini configurati ed elaborati mediante l'ERP
- Settori produttivi: OEM del settore automotive (produttori di apparecchiature originali), hi-tech, industrie

#### Configurazione su commessa

- Prodotti progettati interamente mediante regole per la creazione di parti personalizzate
- Ciascun ordine viene configurato e convalidato nel PLM utilizzando le regole stabilite dalla progettazione tecnica
- Settori produttivi: hi-tech, industrie

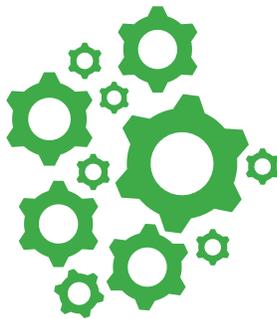
#### Progettazione su commessa

- Aggiunta di una significativa progettazione tecnica personalizzata a un prodotto generico
- Ciascun ordine viene convalidato dal reparto progettazione tecnica e PLM
- Settori produttivi: OEM industriali, fornitori automobilistici, settore aerospaziale

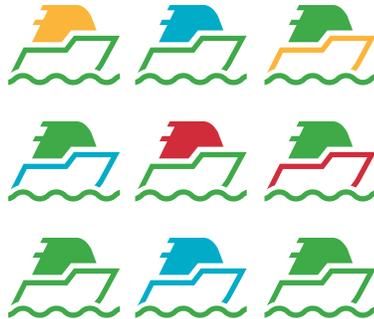
#### Prodotto a contratto

- Progettato e fabbricato in modo da soddisfare i requisiti specifici del cliente o contratto
- Ciascun ordine viene progettato e convalidato dal PLM e dalla progettazione tecnica
- Settori produttivi: difesa, prototipi, utensili personalizzati

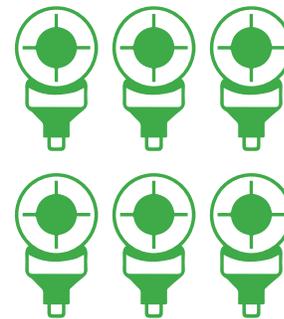




**PRECISO**



**VARIABILE**



**LOGISTICO**

## Complessità prodotto

**Precisa:** potrebbe non utilizzare una distinta base ampia, ma richiedere una fabbricazione complessa e precisa. I piani di produzione possono prevedere 25 fasi, 1000 linee di elaborazione e numerosi controlli di qualità eseguiti in determinate stazioni. Potrebbero essere necessari 40 - 50 parametri. Ad esempio, ciò che avviene con gli ingranaggi delle auto.

**Variabile:** ciascun prodotto è specifico grazie alla personalizzazione. Senza disporre di sistemi connessi è quasi impossibile fornire, in modo puntuale, le informazioni richieste dai dipendenti che devono assemblare un prodotto specifico e dotato di opzioni e varianti. Il prodotto costruito oggi sarà diverso da quello fabbricato tra due giorni. Occorrono istruzioni precise al 100% in base agli ordini dei clienti. Le modifiche del progetto dovute alla qualità richiedono l'acquisto del pezzo adatto al prodotto in corso di produzione. Inoltre, il turnover dei lavoratori potrebbe costringere i neoassunti a proseguire il lavoro dei dipendenti congedati. Ad esempio, ciò che avviene nel campo degli yacht di lusso.

**Logistica:** i produttori dei beni di consumo devono fabbricare ogni giorno milioni di prodotti identici, ognuno dei quali deve rispettare determinati standard di qualità e prezzo, in un ambiente sicuro. In questo tipo di attività, il team di pianificazione deve iniziare il processo della supply chain sviluppando la pianificazione della domanda e convalidandola insieme al team di vendita. La funzione di pianificazione interessa la domanda e gli approvvigionamenti di fabbrica, lo sviluppo del confezionamento, la gestione del ciclo di vita del prodotto (PLM), la pianificazione di processi e prestazioni, la gestione delle scorte, la S&OP (pianificazione delle vendite e operazioni) e altro ancora. Dopo aver condotto una riunione dedicata alla pianificazione della domanda, il team deve creare i piani di produzione per le fabbriche, lasciando al reparto di approvvigionamento il compito di acquistare tutti i materiali richiesti. Ad esempio, ciò che avviene nel campo dei sensori.

## INIZIO DEL PROCESSO: I SISTEMI AZIENDALI DI BASE PER LO SVILUPPO PRODOTTO

**Fase 1. Gestire i dati richiesti usando lo strumento più adatto e un approccio comune nei confronti dei dati master dei prodotti**

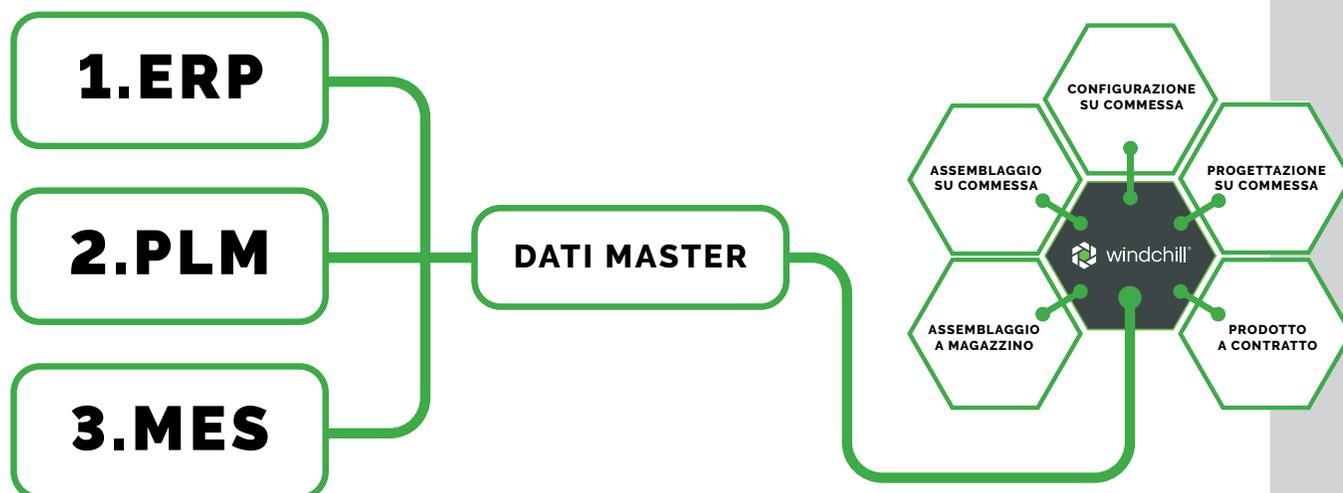
Il primo passo di un'iniziativa ottimale di integrazione delle applicazioni consiste nel determinare la posizione dei dati master dei prodotti, per poi identificarli e pulirli. In questo modo è possibile evitare la presenza di sistemi diversi che gestiscono i medesimi dati in un determinato momento.

L'ERP, ad esempio, non contiene informazioni collocate a monte del prodotto e della produzione, quindi offre una capacità limitata in termini di creazione e definizione dei piani di processo di produzione ottimizzati per un prodotto complesso e in continua evoluzione.

Inoltre, un efficiente processo di gestione delle modifiche di progettazione deve monitorare e applicare le modifiche più recenti apportate al design del prodotto. La soluzione più efficiente e affidabile in tal senso è un processo di gestione delle modifiche diretto e bidirezionale tra PLM e MES.

Il processo di modernizzazione inizia con la presenza di informazioni contestuali e tracciabili sui prodotti, oltre alle visualizzazioni dell'intero ciclo di vita del prodotto.

### INDUSTRIA 4.0



## 1. PLM (dati informativi sulla progettazione della fabbricazione e dei prodotti, asset digitali)

- a. Parte master/iterazione
- b. Struttura di prodotto
- c. Modelli CAD elettrici e meccanici
- d. Software
- e. Classificazione
- f. Documenti
- g. Requisiti
- h. Simulazioni
- i. Stato del ciclo di vita
  - Processo di modifica/entrata in vigore di una modifica
  - Fine vita/obsolescenza
  - Rapporto dei problemi/richiesta di modifica/notifica di modifica
- j. Trasformazione della distinta base (fonte autorevole della EBOM, distinta base di progettazione, MBOM, distinta base di fabbricazione, SBOM, distinta base ricambi)
- k. Definizione di processo
  - Instradamento
  - Istruzione di lavorazione
  - Attrezzaggio
- l. Specifiche di qualità/gestione dei problemi
  - Caratteristiche di controllo
  - Non conformità, CAPA (azioni correttive e preventive)
- m. Risorse = utensili e misuratori (gestione del ciclo di vita delle apparecchiature)
- n. Codici dei produttori AML (Approved Manufacturer List, elenco parti produttore approvate)

## 2. ERP (pianificazione della produzione, previsione, approvvigionamento, monitoraggio dei costi. Dedicato agli asset fisici/alle transazioni)

- a. Informazioni fisiche e logistiche
  - Stabilimento
  - Posizione di archiviazione
- b. Acquisti
  - Fornitori approvati
- c. Finanza e contabilità
  - Costo effettivo del prodotto
  - Vendite attuali e previste
- d. Ordini di lavorazione
- e. Pianificazione della produzione
  - Stato delle spedizioni e degli ordini
  - Stato del magazzino
- f. Processo di cambiamento correlato al MES
  - Segnalazione dei problemi (è possibile effettuarla qui)
  - Momento di entrata in vigore di una modifica (eseguita qui)
- g. Approvvigionamento
  - Parti acquistate
  - Verifica/gestione dei fornitori
- h. Movimentazione dei materiali (tracciabilità)
- i. Merci ricevute in modo da far avanzare le scorte

## 3. MES (Esecuzione della produzione e logistica/feedback dell'esecuzione, dedicato agli eventi ed asset fisici)

- a. Programmazione della produzione (gestione degli ordini di lavoro)
- b. Genealogia (in base alla costruzione)
- c. Istruzioni di lavoro
- d. Esecuzione e applicazione del processo
- e. Raccolta dati
- f. Gestione degli strumenti e delle calibrazioni
- g. Ispezione della ricezione
- h. Gestione della qualità
  - Ispezione del materiale in arrivo
  - Piano di campionamento in officina
  - Ispezione di qualità

Il principale vantaggio della creazione di un'efficace base digitale all'interno di PLM, ERP e MES è la possibilità di spostare a valle il risultato della progettazione tecnica in modo automatico e in tempo reale. I progettisti possono lavorare in un singolo sistema PLM, di cui conoscono ogni aspetto. In questo modo, il personale potrà lavorare in modo corretto, usando i sistemi più adatti allo scopo e senza passare da un sistema all'altro o duplicare il lavoro già svolto.



## ● Fase 2. Creazione di flussi di processo bidirezionali senza soluzione di continuità

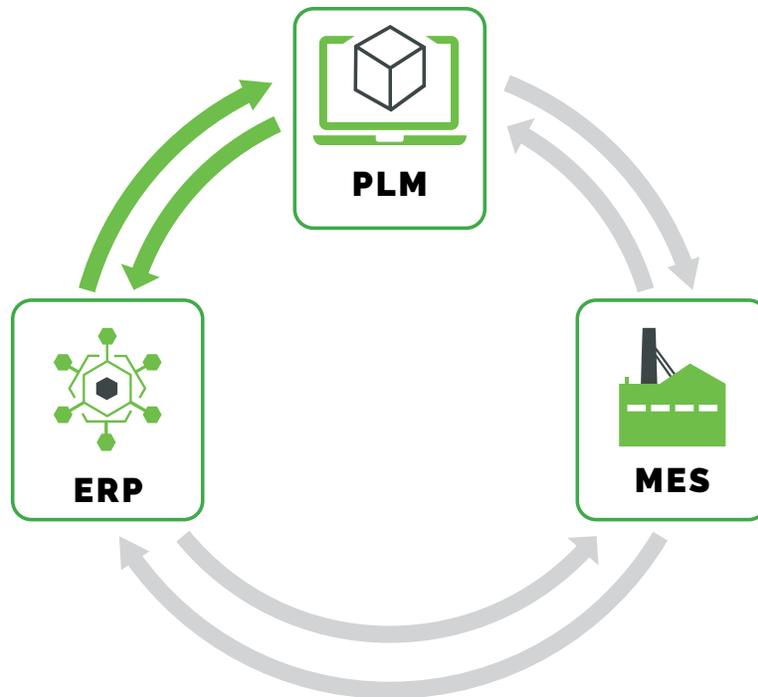
In seguito, invece di reperire informazioni da un collega dotato dell'accesso a un sistema basato su record, le parti coinvolte potranno accedere a tutte le informazioni sul prodotto necessarie a seconda del proprio ruolo nel ciclo di vita dello stesso. Ad esempio, i pianificatori della produzione avanzata e quelli dei processi dettagliati, i progettisti di impianti e utensili, i direttori di produzione e gli addetti alle officine devono accedere alle informazioni più aggiornate create dal reparto progettazione tecnica. Gli stessi progettisti devono ricevere un feedback in tempo reale dal reparto produzione.

Lo scenario ideale in chiave futura deve basarsi sull'integrazione dei flussi, e non dei dati, attraverso l'accesso ai dati del PLM da e verso i sistemi MES ed ERP dotati di un'unica fonte di dati. I produttori devono evitare l'utilizzo di più sistemi differenti che gestiscano i medesimi dati in un determinato momento. Ciascun sistema deve ricevere solo i dati necessari per svolgere il lavoro richiesto. Usando i sistemi connessi, occorre conoscere la quantità di definizioni da trasferire a ciascun sistema, ovvero il punto in cui arrestare il lavoro di un sistema per passare a un altro. In questo modo, gli utenti potranno trasformare i dati in approfondimenti, prendere decisioni allineate e orchestrare i processi automatizzati nei settori della progettazione e fabbricazione. L'obiettivo consiste nel chiudere il cerchio grazie a funzionalità di automazione e reportistica integrate che interessino tutte le fasi della produzione e in particolare il MES.

### Christian Willmann (Vaillant). L'importanza della qualità dei dati master



La garanzia della qualità dei dati master nel PLM e nell'ERP è un elemento fondamentale per l'Industria 4.0 per quanto riguarda gli articoli digitali e fisici. Ciò deve includere una definizione della maturità o un concetto dello stato di avanzamento del ciclo di vita del prodotto, regole aziendali, materiali di riferimento, profili MRP (pianificazione delle risorse di produzione) e modelli della filiera. Pensate all'integrazione della vostra organizzazione nei flussi di lavoro basati sui ruoli dei processi di progettazione (PLM) e a valle (ERP). Questa fase si basa sull'integrazione obbligatoria tra PLM ed ERP e offre un'elevata qualità dei dati delle parti nel PLM e l'arricchimento automatico dei dati master dell'ERP. I produttori non potranno ottenere il pieno valore di un'implementazione PLM senza un concetto integrato di qualità dei dati master. Basandosi sul concetto di stato e sulle regole aziendali, Vaillant è riuscita ad automatizzare l'80% dei dati master dei materiali, un'operazione che in precedenza veniva eseguita in modo manuale (copia-incolla/lavoro per tentativi).

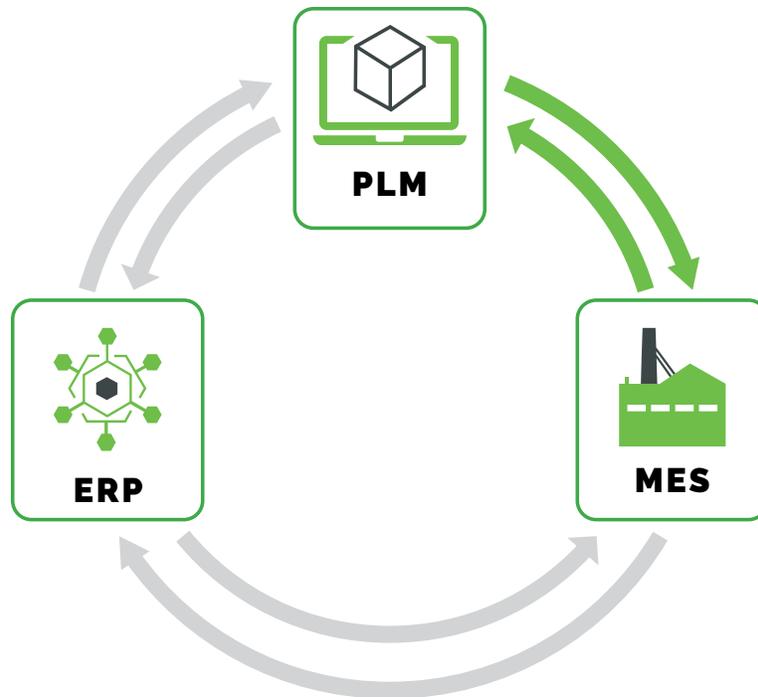


## Dal PLM all'ERP: dall'ERP al PLM

Una volta prese le decisioni finali e testati e convalidati i progetti in formato digitale, le informazioni vengono trasferite nel sistema ERP per gestire gli aspetti della preparazione della produzione fisica dei prodotti. Per ottenere il massimo valore dal sistema ERP occorre un'ottima qualità delle informazioni provenienti dal sistema PLM, operazione che riduce il carico di lavoro per l'arricchimento dei materiali dell'ERP.

In sostanza, i dati richiesti dal PLM sono costituiti da informazioni di alto livello (dati master dei materiali, distinte base, specifiche di acquisto ecc) e non di natura tecnica. L'invio di un elemento fabbricato dal PLM all'ERP deve comprendere tutte le definizioni necessarie per l'inserimento automatico del costo dell'articolo nell'ERP (a patto di usare l'MPM e la pianificazione dei processi) e l'invio della distinta base per l'aggiunta delle informazioni sui costi e sull'instradamento a partire dalla pianificazione dei processi per la configurazione e la logistica.

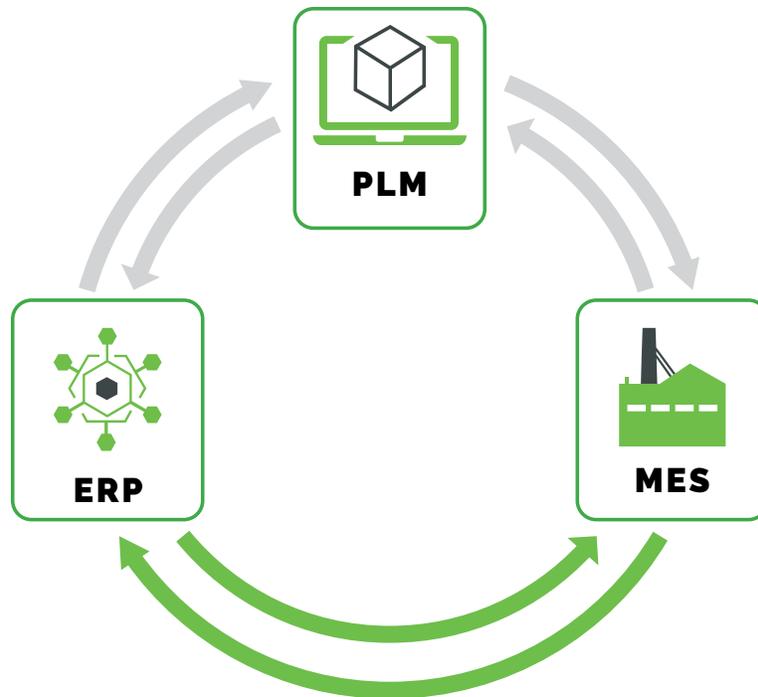
- Impostazione automatica degli articoli dal PLM (articoli fabbricati)
- Articolo semi-automatico dal PLM (articoli acquistati)
- Elenco parti produttore approvate, revisioni della distinta base delle parti, stati del ciclo di vita e rispettivi ordini di modifica della progettazione
- Dalla distinta base di progettazione a quella di fabbricazione per usare una parte specifica dell'organizzazione (data e ora)
- Distinta base dell'assieme principale (TLA) del prodotto fornita dal cliente, peso e volume per le decisioni relative ai costi di spedizione e trasporto
- In un modello aziendale CTO (configurazione su commessa), potrebbe essere necessario trasferire all'ERP i piani di produzione sovraccarichi, in modo da ottenere opzioni di pianificazione più avanzate, ad esempio per automatizzare il processo di assegnazione dei componenti.
- Da ERP a PLM: l'ERP invia le informazioni sui costi al PLM



## ● Dal PLM al MES: Dal MES al PLM

La potenza del digital thread elimina le discrepanze tra EBOM, MBOM, piano di processo e caratteristiche di controllo (compresi i sostituti e le alternative), offrendo la persistenza dei dati necessaria per l'esecuzione. L'invio di un articolo fabbricato dal PLM al MES deve essere associato a dati tecnici coerenti. L'ordine di lavoro viene creato nell'ERP, che avvia il sistema MES per richiedere al PLM i dati necessari per eseguire il lavoro. Quindi, il PLM invia l'articolo, la distinta base o il piano di produzione al sistema MES.

- Revisioni della distinta base specifiche dell'ordine di modifica di progettazione: creazione di un elenco delle parti (distinta base con livello piatto o multilivello), attributi del cliente (prodotto/etichetta/spedizione)
- Chiamate per l'ispezione del primo articolo (FAI) e di controllo del processo, fabbricazioni di prova e per la produzione di massa
- Tutte le specifiche di costruzione necessarie per l'assemblaggio degli articoli fabbricati
- Potreste anche trasferire il vostro piano di produzione per definire le operazioni di prelievo, ottenendo un resoconto dettagliato dei progressi.
- Caratteristiche di controllo per l'innesco delle attività di ispezione e controllo
- Programma di controllo numerico (NC)
- Software da caricare sul prodotto in officina
- Dal MES al PLM: il sistema MES fornirà al PLM anche informazioni "di costruzione", compresa la mancata conformità, che rappresenta una deviazione dal processo standard condotto in officina



### Da ERP a MES: da MES a ERP

Le comunicazioni devono essere bidirezionali, in modo da consentire l'esecuzione della domanda degli ordini e l'aggiornamento dell'inventario dei prodotti fabbricati e finiti. Il sistema MES deve comunicare all'ERP l'elenco e il numero dei componenti utilizzati per completare una produzione. Il sistema MES fornirà anche informazioni sulla produzione, come ad esempio le tempistiche, consentendo all'ERP di eseguire un calcolo approssimativo del costo complessivo delle merci vendute (COGS).



## L'opinione di Amir Mazoochi sulla riprogettazione dei processi - Gestione integrata delle modifiche (commissione d'esame delle modifiche)

Gli ordini di modifica dei prodotti e processi sono inevitabili durante tutte le fasi del ciclo di vita dei prodotti. Si tratta di un meccanismo che consente di identificare, definire e monitorare le modifiche in modo accettabile per tutte le parti coinvolte. Esso può riguardare progettazione, qualità, costi, produzione o miglioramenti dedicati al cliente. I piccoli cambiamenti apportati nella progettazione dei prodotti offrono un grande impatto sulla produzione.

### Best practice e linee guida generali

Alcune best practice e linee guida favoriscono la collaborazione e consentono di prevenire gli errori di progettazione, rispettando le tempistiche dello sviluppo e della produzione del prodotto. È importante considerare quanto segue:

### Creazione di un team esperto e snello per la commissione d'esame delle modifiche (CRB)

- Esaminare i flussi di lavoro attuali e ottimizzare i processi futuri. Valutare l'utilizzo di diversi flussi di lavoro ottimizzati per differenti tipi di richieste di modifiche (urgenti, rapide, regolari, adatte al formato di funzioni e processi)
- Creare un caso all'interno della richiesta di modifica. Delineare tutti gli attributi critici durante la fase iniziale, come ad esempio:
  - Motivo della modifica: livello elevato
  - Descrizione dettagliata della modifica: identificare l'elemento da modificare
  - Impatto del cambiamento (reparti, clienti, fabbrica o fornitori)
  - Data di implementazione richiesta o limite
  - Risultato previsto
  - Dati di supporto alla qualifica/convalida richiesti (se necessario)
  - Evidenziazione dell'approvazione del cliente, della fabbrica e dei fornitori, se necessario
    - Analisi della filiera e dell'organizzazione: flusso della comunicazione, personale da coinvolgere nel processo decisionale, nella pianificazione della domanda e nell'esecuzione
  - Istruzioni di disposizione dei materiali e prodotti già fabbricati
  - Quando il CRB avrà fornito la propria approvazione, sarà possibile passare al livello successivo e ottenere l'approvazione delle principali parti coinvolte per l'implementazione
  - Monitorare lo stato dell'avanzamento e i progressi fino al completamento, preservando sempre la tracciabilità.

La creazione di un'interfaccia tra PLM, ERP e MES è un fattore critico per il successo. È importante inserire gli attributi creati dal team su ciascun ordine di modifica usando questa interfaccia e verificare che siano pubblicati automaticamente nei sistemi ERP e MES. A questo punto è possibile ottenere vantaggi concreti grazie a un digital thread funzionale e ben configurato che elimini la necessità di inserire manualmente i dati ridondanti, prevenendo i rischi derivanti da tale operazione.



### ● Fase 3. Trasformare i dati in funzionalità digitali in modo da offrire nuovi mezzi ai tecnici e al personale in prima linea

A questo punto, grazie al completamento di operazioni come mappatura dei dati, integrazione dei sistemi e ottimizzazione dei processi, le funzioni e gli strumenti disponibili consentiranno la visualizzazione di dashboard utili per analizzare i tempi e la qualità dell'esecuzione. Questa funzionalità offre numerosi vantaggi, tra cui la possibilità di:

- Democratizzare i dati dei prodotti usando app pronte all'uso facilmente adattabili a una situazione specifica o personalizzate e a basso costo dedicate ai dipendenti (dal direttore di produzione agli operatori dell'officina). Anche se questa esperienza potrebbe apparire semplice per l'utente finale, essa si basa su una grande quantità di dati che è possibile reperire dal PLM, dall'ERP e dal MES. L'accesso semplificato e sicuro a PLM, ERP e MES favorisce la collaborazione in tempo reale.
- Ricollegare le operazioni alla progettazione segnalando i problemi, gli inconvenienti o i casi di mancata conformità nel contesto in cui si verificano (ad esempio in disegni, documentazioni, istruzioni di lavoro, parti) presso i terminali dell'officina.
- Collegare le applicazioni delle celle di lavoro per offrire al personale un'esperienza continua, acquisendo i dati dell'esecuzione grazie all'accesso alle caratteristiche di controllo, agli strumenti intelligenti e alle macchine principali. Sfruttare la potenza delle istruzioni di lavoro visive e digitali adattate al livello di competenza del personale.
- Comporre le operazioni di fabbrica e riequilibrare il layout dell'officina/factory

Occorre apportare ulteriori miglioramenti anche in altre aree, tra cui qualità e continuità dei dati, riduzione di tempi e costi, integrazione dei fornitori e flessibilità generale superiore del sistema.



## Eric Horn (MicroVention). Come iniziare.

L'inizio di un progetto può apparire un compito scoraggiante. Un progetto può iniziare in modo apparentemente semplice, per poi complicarsi in modo enorme. Nel lavorare al collegamento dei sistemi aziendali, consiglio di iniziare in modo semplice, imparare, adattarsi e quindi crescere. All'inizio, occorre creare un prodotto di base minimo realizzabile, da sviluppare rapidamente e collocare in produzione.

### **Prendiamo in esame uno scenario rappresentativo per l'introduzione graduale delle diverse funzionalità:**

- Inviare i dati delle parti/degli articoli da Windchill al sistema ERP
- Determinare la strategia della distinta base e visualizzare la gerarchia delle versioni
- Aggiornare il messaggio dell'elemento/della parte in modo da includere i dati della distinta base (primo livello)
- Determinare gli attributi mancanti per definire correttamente il costo dell'elemento/articolo nell'ERP
- Se il calcolo dei costi dovesse richiedere un instradamento, determinare la strategia del piano di processo per creare l'instradamento e le istruzioni di lavoro
- Aggiornare il messaggio dell'elemento/della parte/della distinta base in modo da includere gli attributi di costo

A questo punto appare evidente l'importanza di iniziare con uno scenario semplificato per poi eseguire l'aggiornamento completo dei sistemi. Con l'avanzamento del lavoro svolto dal team sarà possibile aumentare la complessità generale. L'effetto della maggiore complessità sul processo viene compensato dalla conoscenza superiore ottenuta.

Uno dei concetti più importanti che è possibile apprendere in questa fase è legato all'importanza e al valore della presenza di un progettista di sistema esperto di PLM, MES ed ERP nei team di sistema e processo. I diversi team aziendali devono collaborare e negoziare i passaggi legati a processi e sistema, requisiti dei dati e responsabilità individuali, oltre alla scelta del sistema da usare per l'archiviazione delle informazioni. Il progettista scelto diventerà un elemento centrale del processo di negoziazione, agendo come mediatore e filtro delle discussioni sfruttando l'esperienza e il giudizio professionale.

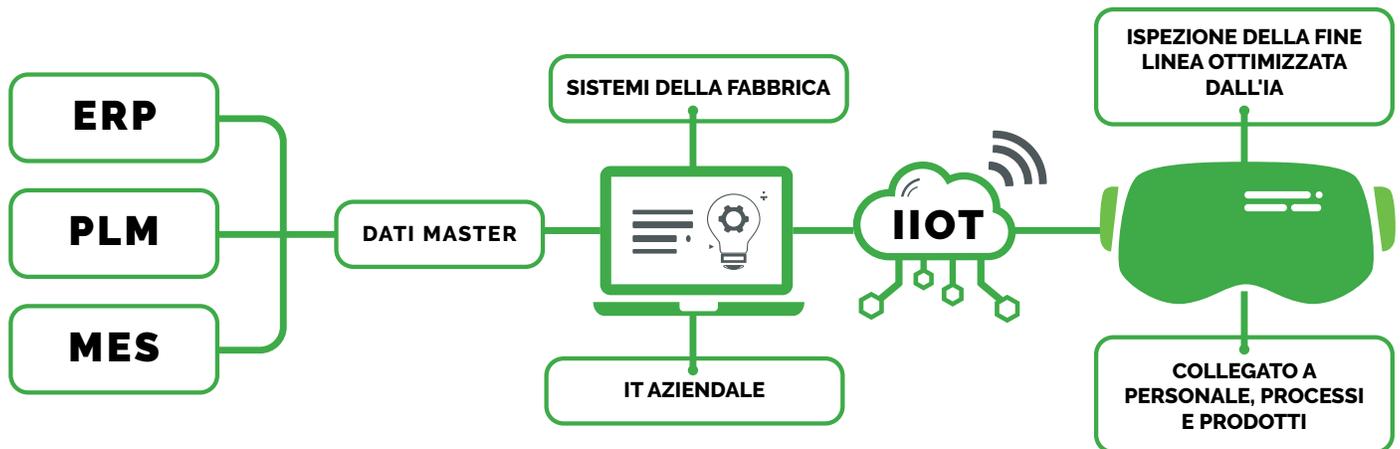
In Solar Turbines abbiamo scelto di dedicarci alle interfacce e ai processi per eliminare la "sedia girevole" dei progettisti di produzione, che non dovevano più lavorare sui sistemi PLM e ERP allo stesso tempo. In Microvention, l'inserimento del digital thread nell'ERP ha ridotto i rischi di mancata conformità grazie al trasferimento dei record ufficialmente approvati nell'ERP.

Entrambe le aziende hanno impedito al personale di manipolare i dati nell'ERP. Ad esempio, è possibile pubblicare la distinta base solo dal PLM. Abbiamo anche impedito di creare nuovi articoli. Le parti coinvolte a valle possono creare solo elementi di costo di altro tipo. In questo modo, è stata creata una fonte dei dati autorevole per la parte o l'articolo. Non occorre solo creare l'interfaccia, ma impedire al personale di creare o modificare i dati a valle. Spesso il personale cerca di aggirare il sistema basato su record presentando una scusa aziendale, come ad esempio un'emergenza. L'elusione del processo può causare gravi costi per l'azienda. I problemi di qualità possono diffondersi rapidamente e causare inconvenienti ancora più costosi. Occorre una certa saggezza per individuare le operazioni da evitare.



## INDUSTRIA 4.0 E OLTRE

Avete aperto la strada per l'implementazione rapida delle funzionalità dell'Industria 4.0 su larga scala, come ad esempio istruzioni di lavoro ottimizzate in digitale, costruzione virtuale, formazione e avviamento, moduli di ispezione potenziati dall'intelligenza artificiale. Inoltre, l'integrazione del digital thread con la piattaforma di IIoT consentirà al personale connesso di nuova generazione, dotato di informazioni in tempo reale sull'attrezzatura e di manuali, guide e dati di progettazione, di svolgere il lavoro in modo autonomo, efficace ed efficiente. Grazie alla presenza di un'unica fonte di dati autorevole (sistemi connessi), il personale connesso non dovrà rivolgersi a numerosi reparti, leggere i manuali di formazione o consultare le guide e i cataloghi delle attrezzature.





## IL DIGITAL TWIN CONSENTE DI ESEGUIRE UN'ANALISI COSTANTE

1. La IIoT trasforma il MES in un sistema intelligente. Il MES può diventare un sistema basato su record affidabile, gestendo in modo coerente attività specifiche con un'attenzione particolare all'esecuzione continua, ma senza avviare o controllare autonomamente il processo di modifica. Al contrario, la IIoT agisce come agile sistema intelligente in grado di migliorare continuamente i processi attraverso un'ottimizzazione dinamica.
2. La IIoT estende il MES e il PLM mediante applicazioni basate sui ruoli del personale dell'officina, ad esempio consegna ed esecuzione delle istruzioni di lavoro in tempo reale, segnalazione dei problemi, analisi delle prestazioni e ispezione della qualità. Con l'espansione della complessità dei prodotti e della carenza di forza lavoro, il personale in prima linea deve avvalersi di un'esperienza d'uso adatta alle esigenze dei lavori o delle attività da svolgere. Una linea di assemblaggio di un prodotto complesso può arrivare a oltre 100 fasi operative, mentre ciascun prodotto può presentare caratteristiche differenziate, aspetto che comporta l'utilizzo di materiali, macchine, strumenti, metodi e competenze differenti.
3. La IIoT trasforma il MES un sostituto del MES stesso per le attività di monitoraggio e orchestrazione. Grazie a vantaggi come ad esempio l'implementazione più rapida ed economica, le piattaforme IIoT possono diventare una valida alternativa in tal senso. Spesso, l'approccio ibrido del MES appare il più efficiente ed efficace soprattutto per produttori più grandi dotati di decine di impianti, che potranno sfruttare il MES completo nei siti in cui l'impianto richieda tutte le funzionalità principali, soprattutto in fase di esecuzione, e usare un'implementazione monolitica sfruttando la IIoT come alternativa al MES negli altri stabilimenti.



## UNIFICAZIONE DELLA PROGETTAZIONE E PRODUZIONE PER VOLVO CONSTRUCTION EQUIPMENT (VOLVO CE)

PTC Windchill sta aiutando Volvo CE a creare una fonte di dati autorevole, vale a dire le informazioni del prodotto che interessano il suo intero ciclo di vita. In questo modo, il lavoro svolto offrirà valore aggiunto contribuendo alla creazione di una conoscenza collettiva. Volvo ha eliminato il trasferimento manuale dei dati, aumentando la qualità e la collaborazione interfunzionale sui prodotti nuovi e preesistenti.

Windchill migliora le operazioni correlate alla progettazione basata su modelli 3D. In questo modo, Volvo CE potrà gestire in modo ottimale:

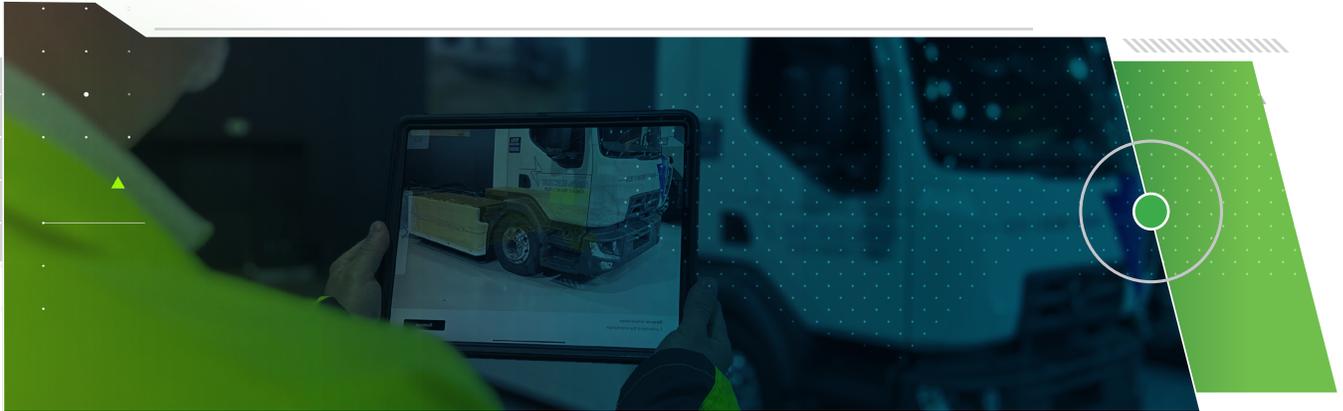
- **Struttura del prodotto:** Volvo potrà gestire le nuove architetture dei prodotti previste dalla strategia di prodotto di Volvo CE.
- **Comunicazione:** l'azienda ha creato un linguaggio comune, ovvero un digital thread contenente le informazioni sui prodotti, che favorisce la comunicazione e collaborazione.
- **Dati del prodotto:** è possibile acquisire e conservare le conoscenze sui prodotti più facilmente, consentendo ai team di lavorare su un insieme comune di dati.
- **Strutture dei dati:** Windchill offre più opportunità di riutilizzare i dati 3D già sviluppati dai progettisti durante l'intero ciclo di vita del prodotto.

### Ottimizzazione dell'efficienza

Windchill PLM consente di modificare il processo di lavoro a monte (creazione del prodotto virtuale) e ridurre il carico di lavoro a valle (produzione del prodotto fisico). Le MBOM di Volvo offrono tassi di successo più elevati e una maggiore semplicità di implementazione per la manutenzione di prodotti e progetti. Inoltre, la visualizzazione aggiunta semplifica la fase di ideazione, concezione e definizione di una soluzione.

Windchill PLM ha ridotto anche la quantità di lavoro manuale richiesto e la necessità, per i progettisti, di convalidare l'impatto dello sviluppo dal punto di vista della preparazione alla produzione.

- Volvo ha messo in atto alcuni controlli sui dati dei prodotti che vengono eseguiti prima della fase di produzione.
- I prodotti raggiungono la maturità nel PLM e vengono trasferiti nell'ERP e nel MES.
- Le modifiche apportate ai prodotti fisici sono più costose rispetto a quelle condotte durante la preparazione della produzione.
  - Volvo CE otterrà un miglioramento del 30% dell'efficienza delle notifiche di modifica.
  - Tutte le parti interessate possono collaborare alle modifiche dei prodotti e valutarne l'impatto a valle.



## Riduzione dei costi dovuti alla scarsa qualità

Come indicato in precedenza, la riduzione del lavoro manuale e l'ottimizzazione delle interazioni tra progettisti e ingegneri di produzione durante lo sviluppo riduce l'eventualità di costosi errori umani. La collaborazione fra questi ruoli, un tempo isolati, consente di identificare i problemi nelle fasi iniziali e verificare la corretta definizione delle regole di configurazione, riducendo gli errori. Di seguito riportiamo le previsioni di Volvo CE su questo tipo di lavori:

- Potenziale riduzione del 30% rispetto allo scenario attuale grazie alle istruzioni di lavoro, poiché al momento circa il 30% dei prodotti viene configurato in modo erraneo a causa della scarsa qualità dei dati.
- Vantaggi derivanti da reputazione del marchio e minori costi di manutenzione (garanzia e riparazioni), anche molto tempo dopo il lancio del prodotto.

## Riduzione dei costi dei prodotti

Il PLM permette a Volvo CE di valutare i sistemi nelle fasi iniziali e di progettare soluzioni efficaci dal punto di vista dei costi. All'atto pratico, l'ottimizzazione della preparazione e delle metodologie di lavoro può offrire un miglioramento dell'efficienza dell'1,4%.

## Riduzione del time-to-market

La progettazione della fabbricazione ha luogo nelle prime fasi del processo complessivo: le attività vengono collegate al processo in modo chiaro e altamente strutturato. Ciò comporta una migliore collaborazione con i progettisti (tra progetti e siti) nell'ambito delle attività di preparazione della produzione.

Il PLM supporta i sistemi in relazione a creazioni virtuali e hub multiprodotto nelle attività di preparazione. Le parti coinvolte possono fornire un feedback durante l'intero processo di sviluppo attraverso dati condivisi, ovvero indicando viste diverse a seconda del ruolo e delle esigenze di tali parti coinvolte.

È possibile risparmiare tempo anche grazie alla collaborazione precoce e continua tra fornitori interni ed esterni, sistemi di conformità alle esportazioni e altre parti interessate durante l'intero ciclo di vita del prodotto.



## INFORMAZIONI SUGLI AUTORI

### V. Dr. Ing. Christian Willmann

Head of Business Application PLM di Vaillant Group

---

Sono un professionista nel campo del PLM con oltre 20 anni di esperienza nello sviluppo dei prodotti digitali. All'inizio della mia carriera ho lavorato come consulente per diverse soluzioni PLM presso alcuni fornitori OEM (Original Equipment Manufacturer, produttori di apparecchiature originali) e di livello 1 del settore automotive e aerospaziale e della difesa. Dal 2015 lavoro presso Vaillant Group, in cui sono responsabile dei processi PLM e del funzionamento del relativo software. Ho conseguito una laurea in ingegneria meccanica e un dottorato di ricerca nel campo delle factory digitali.

### AMIR MAZOOCHI

Research & Product Development Technologist, ex Seagate Technology

---

Dirigente tecnologico esperto nella supervisione e direzione delle attività di progettazione tecnica, delle iniziative e del personale di un'organizzazione. Amir vanta un'ampia esperienza nella direzione delle organizzazioni nella strategia di innovazione, ricerca e sviluppo prodotto, gestione del ciclo di vita, tecnologia e processi e direzione delle iniziative di trasformazione digitale. È esperto nel campo del lavoro di squadra, della responsabilità e del miglioramento continuo. Dispone di capacità analitiche e di risoluzione dei problemi utili per raggiungere gli obiettivi e offrire un'esperienza ottimale ai clienti. Inoltre, è esperto nella creazione di un team multifunzionale e nel facilitare la gestione del cambiamento. Infine, dispone di una comprovata esperienza nel favorire l'aumento dei livelli di profitto e produttività grazie allo sviluppo e all'implementazione di un sistema di supporto decisionale di successo e alla creazione di una nuova soluzione PLM.

### ERIC HORN

Enterprise Architect, IT, MicroVention

---

Sono un progettista di sistemi ambizioso e dedicato alle soluzioni che vanta una comprovata capacità di operare al meglio nelle posizioni impegnative. Sono un risolutore di problemi creativo in grado di ragionare su ampia scala, risolvere problemi complessi e fornire soluzioni in grado di favorire la produttività e l'efficienza. Posso contribuire in modo professionale ai progetti complessi e sviluppare processi innovativi coinvolgendo team costituiti da talenti eccezionali. Sono un dirigente orientato all'azione ed esperto nella trasformazione digitale e nell'estensione del digital thread attivo nelle aziende di diversi settori manifatturieri, tra cui prodotti di consumo, elettronica cellulare, aerospaziale e difesa, apparecchiature industriali e dispositivi medici.



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

Servono altre informazioni?

[Ulteriori informazioni su PTC](#)

© 2023, PTC Inc. Tutti i diritti riservati. Le informazioni contenute nel presente documento sono esclusivamente per scopi informativi, sono soggette a modifiche senza preavviso e non devono essere interpretate come garanzia, impegno, condizione o offerta da parte di PTC. PTC, il logo PTC e tutti gli altri nomi di prodotti e logo di PTC sono marchi o marchi registrati di PTC e/o delle sue consociate negli Stati Uniti e in altri paesi. Tutti gli altri nomi o loghi di prodotti o aziende appartengono ai rispettivi proprietari.

347750 Connected Systems (PLM, ERP, MES) Whitepaper

DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL