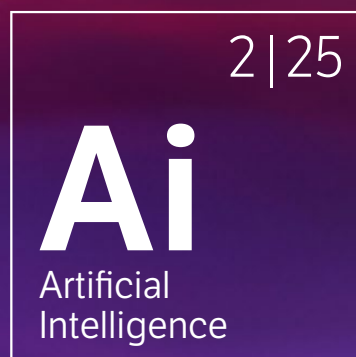


TechTrend



Industria 5.0

Efficienza e innovazione con l'AI

TechTrend

Il nostro obiettivo è offrire al lettore - attraverso studi, esempi concreti e casi d'uso di successo - una panoramica chiara e approfondita sull'Industria 5.0, spiegandone il significato e le implicazioni per il settore manifatturiero. Verrà analizzato il ruolo dell'Intelligenza Artificiale all'interno di questa nuova rivoluzione industriale, con particolare attenzione all'integrazione delle sue tecnologie nei processi produttivi. Oltre agli aspetti tecnologici, il contenuto si propone di mostrare concretamente alle aziende come l'adozione dell'AI possa contribuire a ridurre i costi operativi e incrementare il fatturato, rappresentando così un'opportunità strategica per migliorare la competitività.

Indice

Introduzione	04
1. L'eredità tecnologica dell'Industria 4.0...	06
1.1 Internet of Things (IoT) e Industrial IoT (IIoT)	
1.2 Realtà Aumentata (AR) e Realtà Virtuale (VR)	
1.3 Gemelli Digitali (Digital Twin)	
1.4 Cloud	
1.5 Blockchain e Cybersecurity	
1.6 Additive Manufacturing (Stampa 3D)	
2. ...e l'evoluzione "umana" dell'Industria 5.0	14
2.1 Intelligenza Artificiale Avanzata	
2.2 Collaborazione uomo-robot al servizio dell'efficienza	
2.3 L'AI al servizio delle tecnologie green e sostenibili	
3. Applicazioni pratiche dell'AI nel manifatturiero	19
3.1 Manutenzione predittiva: prevenire guasti e ottimizzare le risorse attraverso l'analisi dei dati	
3.2 Automazione flessibile: adattare la produzione alle esigenze del mercato con l'AI	
3.3 Riduzione dei consumi grazie all'Intelligenza Artificiale	
3.4 Miglioramento della qualità: utilizzare l'AI per il controllo qualità	
3.5 Analisi predittiva del mercato	
4. Integrazione uomo-tecnologia nell'Industria 5.0	26
4.1 Collaborazione sicura tra operatori e tecnologia	
4.2 Preparazione della forza lavoro alle nuove tecnologie	
4.3 Ridefinizione di ruoli e responsabilità nell'Industria 5.0	
5. Sfide per la sicurezza nell'adozione dell'AI	32
5.1 Sicurezza informatica	
5.2 Privacy dei dati: proteggere le informazioni sensibili nell'era digitale	
Conclusioni	35



Industria 5.0

Efficienza e innovazione con l'AI

L'**industria manifatturiera sta attraversando una trasformazione profonda**, trainata dall'evoluzione tecnologica e da un nuovo equilibrio tra uomo e macchina. Dopo aver abilitato una produzione automatizzata e interconnessa, l'**Industria 4.0** ha aperto la strada a un paradigma ancora più avanzato: l'**Industria 5.0**, che amplia la visione precedente integrando sostenibilità, resilienza e valorizzazione delle competenze umane.

Non si tratta più solo di efficienza e produttività, ma di costruire un sistema industriale dove **le tecnologie digitali, e in particolare l'Intelligenza Artificiale, operano in sinergia con l'uomo**, generando valore economico, sociale e ambientale.



Grazie all'integrazione di Cloud Computing, Internet of Things (IoT), connettività tra macchine e sistemi e analisi avanzata dei dati, le imprese manifatturiere possono ottimizzare la supply chain, anticipare guasti con la manutenzione predittiva e rispondere con agilità alle richieste del mercato. Inoltre, l'AI non si limita ad automatizzare, ma apprende, si adatta e supporta le decisioni, ridefinendo i processi in ogni ambito produttivo. In questo scenario, il ruolo umano acquista una nuova centralità: la creatività, il pensiero critico e le soft skills diventano leve strategiche, **mentre la tecnologia si pone come alleata per potenziare il lavoro e non per sostituirlo**.

L'Industria 5.0, promossa anche dall'Unione Europea, rappresenta così un modello evoluto in cui innovazione e responsabilità convergono. Per affrontare questa sfida, le imprese sono chiamate a investire in formazione e reskilling, affinché persone e tecnologie possano crescere insieme e contribuire a **un futuro industriale più inclusivo, sostenibile e intelligente**.

In questo documento approfondiremo, dunque, come l'Intelligenza Artificiale, combinata con le tecnologie dell'Industria 5.0, sta rivoluzionando il settore manifatturiero. Attraverso casi concreti e scenari d'innovazione, vedremo come le imprese possano cogliere **nuove opportunità**, rendendo i processi più "intelligenti", le persone più centrali e il sistema produttivo più sostenibile e competitivo.



Per saperne di più:

→ [Cos'è l'Industria 5.0: punti chiave, sfide e strumenti](#)

→ [Settore manifatturiero, tra sostenibilità e IoT: i trend 2025](#)

Capitolo 1



L'eredità tecnologica dell'Industria 4.0...

Quella che un tempo veniva definita “fabbrica” oggi si è evoluta in un **ecosistema interconnesso, intelligente e sempre più adattivo**, in cui l'innovazione non è solo una leva di competitività, ma una condizione necessaria per affrontare le sfide di un contesto economico in continua evoluzione. È così che è nata l'Industria 4.0, un sistema in cui anche l'idea stessa di produzione si è gradualmente trasformata, perdendo i confini rigidi che prima legavano la “fabbrica” a tempi e spazi definiti, per aprirsi a un paradigma in cui flessibilità e personalizzazione diventano principi guida.

In questo scenario, le **tecnologie digitali assumono un ruolo abilitante**, non tanto come strumenti isolati, quanto come elementi di un sistema integrato, capace di generare valore proprio attraverso l'interazione tra componenti diverse.

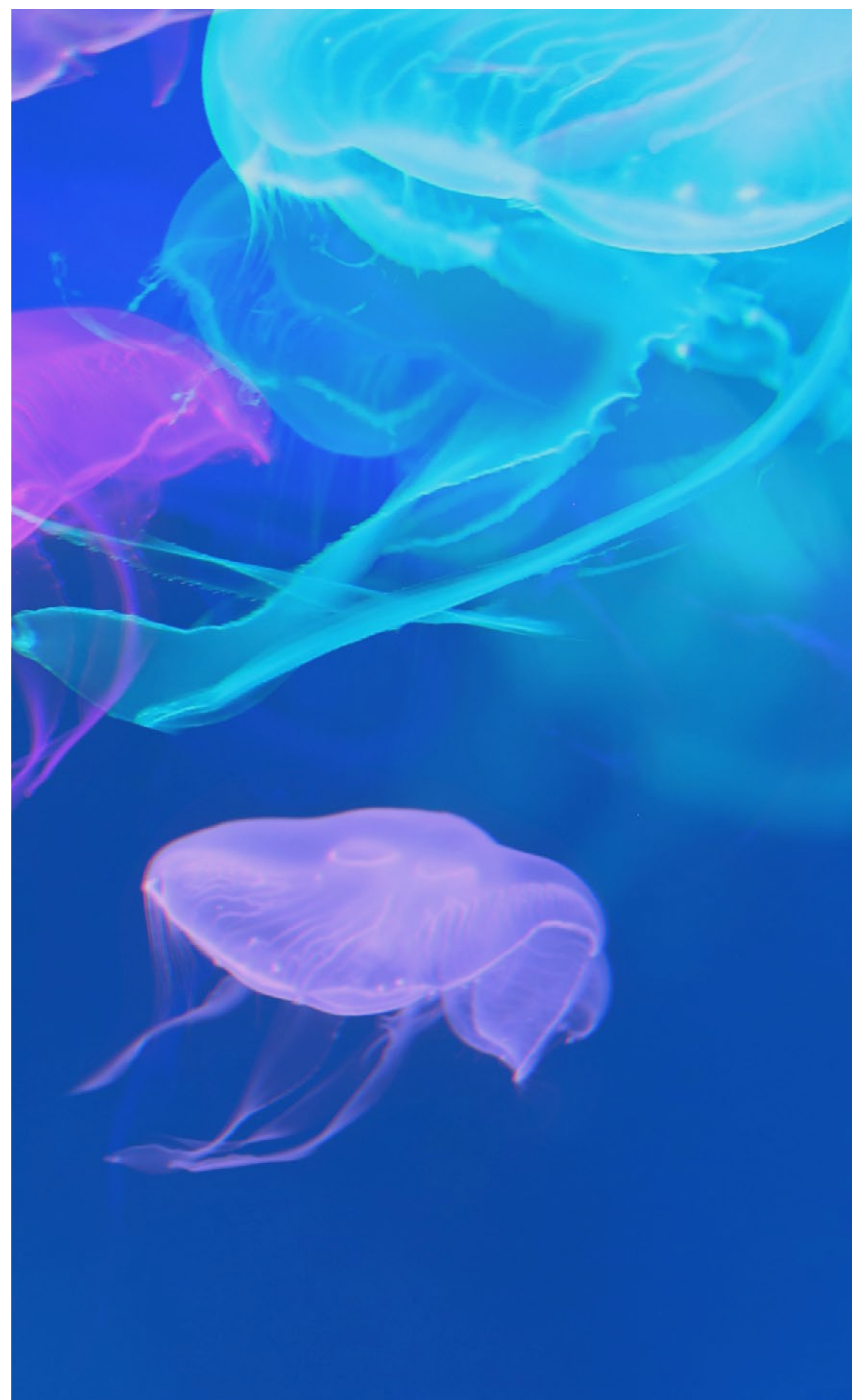
Comprendere le logiche e le potenzialità di questo nuovo assetto attraverso la disamina delle tecnologie che l'hanno abilitato significa, quindi, non solo analizzare le singole innovazioni, ma cogliere la traiettoria evolutiva che le lega, riconoscendo come l'Industria 4.0 sia prima di tutto **un processo culturale e organizzativo, oltre che tecnologico**.

.....

1.1. Internet of Things (IoT) e Industrial IoT (IIoT)

L'IoT e la sua declinazione industriale, l'Industrial IoT (IIoT), rappresentano la base tecnologica dell'Industria 4.0, poiché consentono la **connessione di macchinari, sensori e dispositivi** lungo l'intera catena del valore. L'interconnessione abilitata da queste tecnologie permette la raccolta continua di dati operativi, che possono essere elaborati per ottimizzare i processi in tempo reale.

Le applicazioni dell'IIoT sono molteplici e strategiche: dalla **manutenzione predittiva**, che secondo uno **studio di Accenture** consente di ridurre i tempi di inattività non programmata fino al 70% e i costi di manutenzione del 30%, fino all'**efficienza energetica**, grazie a una gestione più intelligente dei consumi. Inoltre, la possibilità di monitorare costantemente le condizioni operative delle macchine e dei sistemi consente di **migliorare la qualità dei prodotti**, riducendo scarti e difetti. Ma l'IIoT, oltre a portare valore in sé, rappresenta anche un punto di partenza per l'integrazione con altre tecnologie emergenti che ne amplificano il potenziale.



1.2. Realtà Aumentata (AR) e Realtà Virtuale (VR)

Grazie alla mole di **dati raccolti attraverso l'IloT** diventano pienamente operative **soluzioni immersive** come la Realtà Aumentata (AR) e la Realtà Virtuale (VR), che trovano applicazione crescente nei contesti industriali più innovativi. Queste tecnologie offrono strumenti potenti per la formazione, la progettazione e la manutenzione, in quanto permettono di **sovrapporre** informazioni digitali al mondo reale o **simulare** ambienti complessi in modo immersivo.

Nella **formazione**, ad esempio, l'uso della VR consente agli operatori di apprendere procedure complesse in ambienti sicuri e controllati, aumentando la rapidità di apprendimento e riducendo i rischi: secondo uno **studio di PwC del 2022**, i lavoratori formati con la VR sviluppano una fiducia del 40% superiore nell'applicazione pratica delle competenze, con un incremento del 275% rispetto alla formazione in aula.



L'AR, d'altra parte, è particolarmente utile nei processi di **manutenzione e assistenza tecnica**, grazie alla possibilità di fornire in tempo reale istruzioni visive o supporto da remoto tramite visori. Inoltre, nella **fase di progettazione** di prodotti e impianti, consente ai tecnici di visualizzare componenti e sistemi prima della loro realizzazione fisica. Questo genere di approccio riduce gli errori, accelera il time-to-market e ottimizza i costi di sviluppo. Settori come l'automotive, l'aerospaziale, l'elettronica e la produzione di macchinari industriali ne stanno già sfruttando i vantaggi: nell'**automotive**, ad esempio, queste tecnologie vengono utilizzate per simulare assemblaggi e ottimizzare le linee produttive; nell'**aerospaziale** per la manutenzione di componenti complessi come turbine e motori; nel **settore elettronico** per la prototipazione virtuale e il supporto agli operatori; nella produzione di macchinari industriali per testare e validare progetti prima della costruzione fisica.

In questo senso, AR e VR si pongono come una naturale estensione dei dati generati e gestiti da sistemi IloT, facilitando la comprensione e l'interazione con ambienti industriali sempre più complessi.

1.3. Gemelli Digitali (Digital Twin)

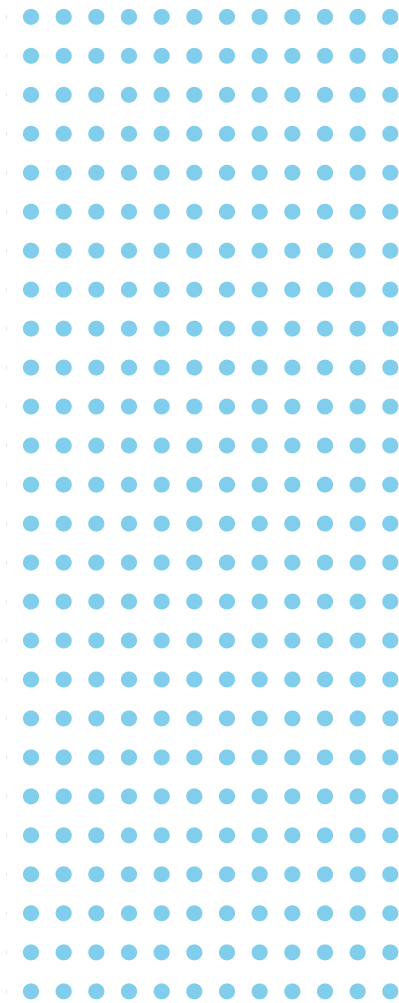
Proseguendo lungo il percorso evolutivo dell'Industria 4.0, emerge in modo sempre più centrale il ruolo dei Gemelli Digitali (o Digital Twin, se vogliamo utilizzare il termine inglese), che rappresentano una sintesi di quanto l'interconnessione e la modellazione digitale possano offrire. Un **Digital Twin**, infatti, è una **replica virtuale dinamica di un oggetto fisico**, alimentata costantemente dai dati raccolti tramite sensori IoT. Questo modello consente di simulare, analizzare e prevedere comportamenti e performance del sistema fisico corrispondente.

I Digital Twin possono essere utilizzati in diversi settori; ad esempio, nel **settore farmaceutico** vengono usati per controllare la qualità dei processi di produzione, nell'**industria alimentare** per migliorare le linee di confezionamento e ridurre gli sprechi, nella **lavorazione dei metalli** per monitorare il consumo energetico e prevenire usura e guasti nei macchinari. Per fare altri esempi, nel settore **automotive** i Digital Twin sono impiegati per monitorare le linee di assemblaggio, mentre nel settore **tessile** per ottimizzare il funzionamento dei telai e migliorare la gestione delle materie prime.

L'integrazione dei Digital Twin con l'Internet of Things e l'Industrial Internet of Things fa sì che un'impresa possa raccogliere dati che alimentano il modello digitale, permettendo di:

- **prevedere e risolvere potenziali problemi prima che abbiano un impatto reale;**
- **simulare scenari diversi per identificare le configurazioni più efficienti;**
- **ridurre i tempi di inattività e migliorare la qualità dell'output.**

In stretta sinergia con l'IloT, i Digital Twin permettono dunque una gestione predittiva e ottimizzata dei processi, rafforzando ulteriormente la capacità dell'impresa di reagire con efficienza a situazioni mutevoli e complesse.



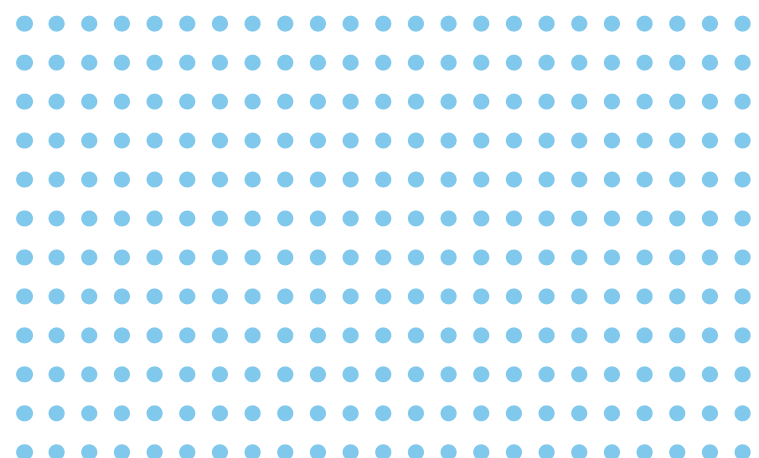


1.4. Cloud Computing

Tutte le tecnologie che abbiamo appena descritto non sarebbero utilizzabili senza un'infrastruttura tecnologica in grado di supportare la gestione, l'elaborazione e la condivisione dei grandi volumi di dati generati dalla loro stessa applicazione. Il **Cloud Computing** ha rivoluzionato proprio questa dimensione, rendendo possibile un accesso flessibile, scalabile e sicuro a risorse e servizi digitali distribuiti. Grazie al Cloud, le aziende possono centralizzare e analizzare **grandi quantità di dati raccolti da dispositivi interconnessi**, migliorando la gestione delle risorse e abbattendo i costi delle infrastrutture IT tradizionali.

Allo stesso tempo, l'evoluzione verso l'**Edge Computing** – in cui l'elaborazione e l'archiviazione dei dati avvengono vicino al luogo in cui i dati stessi vengono generati e non in data center centralizzati, accorciando così i tempi di risposta – consente di ridurre la latenza e aumentare la reattività dei sistemi, un aspetto cruciale per applicazioni come il monitoraggio in tempo reale o la manutenzione predittiva. Secondo un **report di MarketsandMarkets**, piattaforma che conduce indagini dedicate al mondo B2B, per il mercato globale dell'Edge Computing è previsto un incremento a 110,6 miliardi di dollari entro il 2029, con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 13,0%.

Il Cloud, in questo scenario, non rappresenta quindi soltanto uno strumento di archiviazione, ma diventa il **motore abilitante di un'intera architettura digitale distribuita**, su cui poggiano molte delle innovazioni dell'Industria 4.0.



1.5. Blockchain e Cybersecurity

Un aspetto importante da tenere in considerazione quando parliamo di digitalizzazione e interconnessione dei sistemi industriali riguarda il fatto che la crescente diffusione di queste tecnologie rende prioritario affrontare anche le sfide legate alla sicurezza e alla tracciabilità. La Blockchain si configura come una delle soluzioni più promettenti in tal senso, grazie alla sua capacità di garantire **l'integrità, la trasparenza e la non modificabilità dei dati** lungo tutta la catena del valore.

Nel settore manifatturiero, viene utilizzata in più contesti per **migliorare la tracciabilità, l'efficienza e la sicurezza**. A seconda dei casi, può essere impiegata per monitorare e gestire la produzione di componenti complessi, ottimizzare la trasparenza della catena di approvvigionamento, tracciare provenienza e qualità dei materiali o certificare la loro provenienza, ad esempio assicurandosi che siano prodotti da fornitori conformi a standard ambientali e di sostenibilità.

A fianco della Blockchain, anche la **Cybersecurity** assume un ruolo sempre più strategico per **proteggere dati e infrastrutture aziendali da minacce informatiche ogni giorno più sofisticate**. Le imprese sono esposte a rischi significativi; basta pensare che nel solo Regno Unito, negli ultimi cinque anni, i cyber attacchi hanno causato danni per 55 miliardi di dollari alle imprese, con il 52% di quelle del settore privato oggetto di almeno un attacco, mentre in Germania le perdite si sono rivelate ancora più consistenti, raggiungendo i 300 miliardi di dollari nel 2024 con un aumento del 29% rispetto all'anno precedente.

In questo contesto, la sicurezza informatica deve essere considerata una componente essenziale e trasversale di ogni processo digitale, senza la quale l'intero impianto tecnologico dell'Industria 4.0 risulterebbe vulnerabile.



1.6. Additive Manufacturing (Stampa 3D)

In questo scenario ad alta complessità tecnologica, in cui la protezione dei dati e la tracciabilità delle operazioni diventano centrali, si inserisce anche l'Additive Manufacturing – comunemente nota come **stampa 3D** – che porta con sé nuove opportunità ma anche nuove sfide. Questa tecnologia, che permette di costruire oggetti strato dopo strato utilizzando esclusivamente il materiale necessario, si afferma come un'**alternativa dirompente ai metodi produttivi tradizionali basati sull'asportazione di materiale**, offrendo benefici notevoli in termini di sostenibilità, personalizzazione e velocità di produzione.

Questo approccio assicura una serie di **vantaggi**:

- **permette di realizzare prototipi in tempi ridotti, senza richiedere investimenti in stampi o attrezzature;**
- **accorcia i cicli di sviluppo;**
- **introduce sul mercato innovazioni competitive più rapidamente;**
- **permette di produrre componenti su misura senza la necessità di grandi volumi;**
- **rende economicamente sostenibili anche le produzioni limitate.**

Tuttavia, proprio per la sua natura decentralizzata e digitale – i *file* progettuali, infatti, possono essere trasmessi, modificati e stampati in sedi diverse – questa tecnologia richiede un'**infrastruttura di sicurezza robusta**, capace di garantire l'integrità dei dati di progetto e prevenire contraffazioni o furti di proprietà intellettuale. In tale ottica, la **Blockchain** può svolgere un ruolo chiave nel certificare l'autenticità e la provenienza dei progetti digitali, mentre l'adozione di soluzioni per la **Cybersecurity** diventa un requisito imprescindibile per proteggere il know-how aziendale e tutelare l'intero processo produttivo. L'Additive Manufacturing, con il supporto di questi strumenti, non solo amplia le potenzialità dell'Industria 4.0, ma contribuisce a costruire un modello produttivo più flessibile, sicuro e sostenibile.

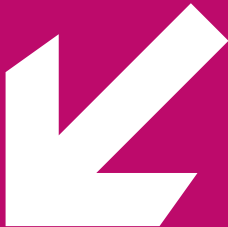


Per saperne di più:

- [Industrial IoT: cos'è e come migliora l'efficienza di un'azienda](#)
- [Cos'è e come usare l'additive manufacturing per migliorare la produzione nell'Industria 4.0](#)
- [Ecco come la blockchain migliora l'efficienza delle imprese](#)
- [Sicurezza informatica nelle aziende manifatturiere: sfide e strategie](#)
- [Cloud Computing, 5 requisiti per adottarlo in azienda](#)

Approfondimento

Quali sono le differenze
tra Industria 4.0 e Industria 5.0?



INDUSTRIA 4.0

INDUSTRIA 5.0

Si focalizza sull'automazione e sull'Internet of Things

Sfrutta le capacità cognitive e creative dell'essere umano

Punta sulla digitalizzazione e sull'interconnessione dei sistemi produttivi tramite l'uso di tecnologie avanzate

Enfatizza la collaborazione tra esseri umani e robot nello stesso ambiente di lavoro per ottenere una produzione più flessibile

Fa sì che le mansioni ripetitive e di routine vengano eseguite da macchine e sistemi automatizzati

Valorizza le competenze umane uniche incentivando il ruolo dei lavoratori nel processo produttivo

Esalta la personalizzazione di massa e la produzione flessibile

Arricchisce il concetto promuovendo una produzione personalizzata e su richiesta

Le sue tecnologie principali includono Intelligenza Artificiale, Big Data, IoT, Cloud Computing e Realtà Virtuale

Accanto a queste tecnologie fanno la propria comparsa robotica collaborativa (cobot) e Realtà Aumentata

Si pone l'obiettivo di migliorare l'efficienza e diminuire i consumi energetici tramite l'automazione e il ricorso a tecnologie all'avanguardia

Enfatizza l'uso delle fonti energetiche rinnovabili e della progettazione di sistemi efficienti per contenere le emissioni di CO₂ e garantire una produzione sostenibile

Capitolo 2

... e l'evoluzione umana dell'Industria 5.0

Se l'esperienza dell'Industria 4.0 ha segnato una svolta nella trasformazione digitale del mondo produttivo, puntando su automazione, connettività e analisi dei dati per aumentare efficienza e competitività, il rapido progresso tecnologico ha messo in luce l'urgenza di una visione più ampia, capace di **coniugare innovazione e valori umani**.

È in questo scenario che si inserisce l'**Industria 5.0**; non come rottura, bensì come evoluzione del paradigma precedente. L'Industria 5.0 infatti prova ad ampliare lo sguardo: dalla centralità della tecnologia a quella dell'**essere umano**, dalla produttività alla **sostenibilità**, dall'automazione alla **collaborazione uomo-macchina**. Un nuovo approccio che riconosce nel fattore umano, nella responsabilità sociale, nell'etica e nella tutela ambientale i pilastri di un progresso davvero inclusivo.

2.1. Intelligenza Artificiale Avanzata

Per concretizzare questa nuova visione industriale, che mette al centro l'essere umano e la sostenibilità, è necessario affidarsi a tecnologie capaci di abilitare **un'interazione più intelligente, consapevole e personalizzata tra persone, macchine e processi**. Tra queste, l'**Intelligenza Artificiale** occupa un ruolo strategico: non solo per la sua capacità di elaborare grandi quantità di dati, ma soprattutto per il potenziale che offre nell'elevare la qualità del lavoro umano, liberandolo dalle attività ripetitive e valorizzandone le competenze.

Ci riferiamo soprattutto all'evoluzione dell'**Intelligenza Artificiale Avanzata**, ovvero sistemi di AI che vanno oltre alle automazioni e agli algoritmi predittivi, e che hanno la capacità di apprendere, adattarsi e supportare decisioni complesse al fianco dell'intelligenza umana. Per "Avanzata" si intendono sistemi che:

- **apprendono in maniera profonda e continua dai dati a disposizione;**
- **prendono decisioni (ad esempio quando in fabbrica c'è bisogno di accendere e spegnere i macchinari);**
- **combinano più tipi di dati, come immagini, testo, suoni, sensori, e utilizzarli per prendere decisioni più complete e contestualizzate;**
- **si migliorano modificando i propri algoritmi, imparando dagli errori e diventando più efficienti nel tempo.**

Alla luce di questo, i sistemi di Intelligenza Artificiale Avanzata supportano l'uomo, dandogli tutti gli strumenti necessari per prendere delle decisioni informate e strategiche. Un vero e proprio alleato al servizio del business, **in grado di migliorare l'efficienza e creare nuove opportunità economiche**.



Approfondimento

Intelligenza Artificiale integrata nei software gestionali aziendali



Un aspetto fondamentale della rivoluzione tecnologica che stiamo vivendo è l'adozione di software gestionali con AI integrata. L'Intelligenza Artificiale, già contestualizzata all'interno dell'azienda e con accesso ai suoi dati specifici, consente all'operatore di non dover fornire ogni volta i dettagli sul contesto operativo, poiché il sistema ne è già a conoscenza, portando a un cospicuo risparmio di tempo e a una maggiore efficienza, efficacia e sicurezza nelle operazioni quotidiane.

Non solo: i vantaggi nell'adozione di un software gestionale con AI integrata includono i seguenti elementi.

- **Personalizzazione:** l'AI può analizzare trend, dati storici e attuali dell'impresa per offrire soluzioni su misura.
- **Analisi predittiva:** grazie all'accesso ai dati aziendali, l'AI può prevedere le tendenze future, come la domanda di mercato o la necessità di manutenzione dei macchinari, agevolando una pianificazione proattiva.
- **Automazione intelligente:** i processi ripetitivi possono essere automatizzati, liberando risorse umane per attività a maggior valore aggiunto e riducendo il margine di errore umano.
- **Supporto decisionale:** fornendo informazioni dettagliate e report in tempo reale, l'AI aiuta i manager ad assumere decisioni informate e tempestive.
- **Maggiore sicurezza:** le informazioni aziendali sono gestite dall'AI all'interno del gestionale stesso; pertanto, i dati rimangono sotto il pieno controllo dell'impresa riducendo notevolmente il rischio di dispersione o accesso non autorizzato e garantendo il rispetto delle normative privacy.

2.2. Collaborazione uomo-robot al servizio

Se da un lato l'Intelligenza Artificiale consente di ottimizzare i processi decisionali e organizzativi all'interno dell'azienda, dall'altro, un ulteriore passo verso l'efficienza e l'evoluzione dei modelli produttivi passa attraverso **l'integrazione fisica e operativa tra uomo e macchina**. In questo scenario, la collaborazione uomo-robot rappresenta una delle espressioni più concrete dell'approccio 5.0, in cui **la tecnologia non sostituisce, ma affianca e potenzia le capacità umane**.

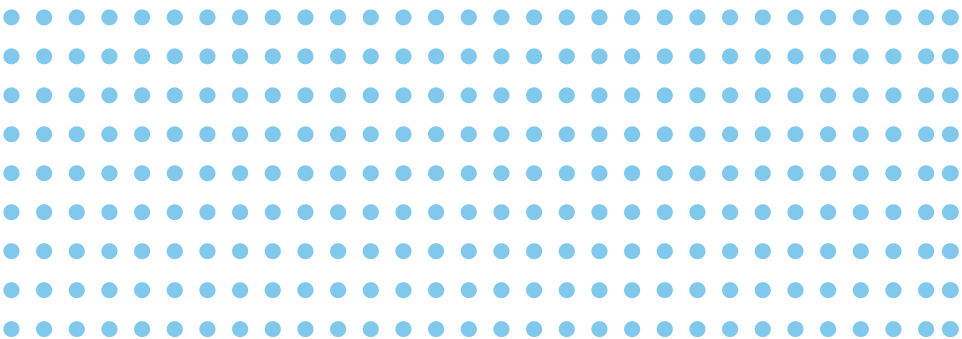
Progettati per interagire fisicamente con gli esseri umani in un ambiente di lavoro, i robot collaborativi (o cobot), si differenziano in maniera netta dai robot industriali che, viceversa, operano in modo autonomo (o con una guida limitata) e sono spesso separati da barriere di sicurezza.

La sinergia tra operatori umani e cobot permette di coniugare le **capacità uniche dell'uomo** - come, ad esempio, quella decisionale o creativa - con le **peculiarità dei robot**, tra cui resistenza, forza e precisione. Capaci di eseguire compiti ripetitivi con estrema accuratezza, i robot collaborativi riducono così il margine di errore e liberano la componente umana per attività a maggior valore aggiunto. Ad esempio, in settori come quello dell'assemblaggio di componenti leggeri e di precisione i cobot possono occuparsi di assemblare con estrema precisione e senza margini di errore i vari componenti, mentre l'uomo **supervisiona il processo, interviene in caso di anomalie** e può proporre **soluzioni creative se qualcosa non va**. Questo è quello che accade da anni in BMW.

Ma non solo. Grazie all'impiego di questi robot è possibile **migliorare le condizioni lavorative degli operatori umani**. Nello specifico, i cobot possono:

- **ridurre lo stress fisico e il rischio di infortuni** muscolo-scheletrici, molto comuni nell'industria manifatturiera;
- **migliorare la salute e la sicurezza**, perché possono sostituire l'uomo in situazioni pericolose o estreme tipiche, ad esempio, dei settori chimico e metallurgico (alte temperature, sostanze tossiche, etc).

Ed è per questo motivo che, l'adozione di questi robot antropomorfi è in costante crescita: come evidenziato dalla società di ricerca BIS Research, tra il 2017 - anno in cui sono stati **venduti 9.000 cobot in tutto il mondo** (+80% rispetto al 2016) - e il 2023, per questo segmento di mercato si è registrata una crescita della domanda, che va da 284 milioni di dollari a oltre 5 miliardi.



2.3. L'AI al servizio delle tecnologie green e sostenibili

Accanto all'efficienza produttiva e al miglioramento delle condizioni lavorative, un altro fronte su cui l'Industria 5.0 è chiamata a operare è quello della **sostenibilità ambientale**. Anche in questo ambito, **l'Intelligenza Artificiale si rivela un driver strategico**, capace di orientare le imprese verso modelli più responsabili e attenti all'impatto ecologico.

L'AI, infatti, può **monitorare e analizzare in tempo reale i consumi dei macchinari**, identificando inefficienze e suggerendo interventi correttivi per mitigare le emissioni di CO₂ e migliorare l'efficienza dei comparti produttivi. Questi benefici si sono rivelati tangibili in più settori; ad esempio, si è stimato che adottare sistemi di AI negli impianti HVAC (riscaldamento, ventilazione e aria

condizionata) consente una riduzione del consumo energetico annuo del 15,8% con risparmio di 42.000 dollari e una diminuzione di 37 tonnellate metriche di CO₂.

L'AI è anche un pilastro dell'**economia circolare**, in quanto favorisce l'ottimizzazione dei processi di riciclo, ridurre la produzione di scarti e rifiuti e migliora le catene logistiche. L'adozione di algoritmi avanzati, infatti, permette di analizzare i flussi di materiali e sviluppare strategie volte a ridurre, riutilizzare e riciclare i materiali, contribuendo a una gestione più sostenibile delle risorse, alle quali viene assicurato un ciclo di vita utile superiore.



Per saperne di più:

[→ Come l'Intelligenza Artificiale può aiutare a gestire l'impresa](#)

[→ Robotica cognitiva industriale: cos'è e vantaggi](#)

[→ Intelligenza Artificiale e sostenibilità: ottimizzare l'energia nei processi manifatturieri](#)

[→ Robotica avanzata e industria 4.0: impatto, sfide e opportunità](#)

Approfondimento

Focus sul Green Deal Europeo



Il Green Deal Europeo, lanciato nel 2019, è la strategia fondamentale per **guidare l'Unione Europea verso la neutralità climatica entro il 2050**. Questa iniziativa è un impegno a lungo termine che mira a:

- ridurre le emissioni di gas serra;
- promuovere un'economia più sostenibile, inclusiva e competitiva.

Nel contesto produttivo, il Green Deal implica una serie di **azioni e misure strategiche volte a riformare i settori industriali chiave** per contribuire al raggiungimento degli ambiziosi obiettivi climatici introdotti dagli Accordi di Parigi.

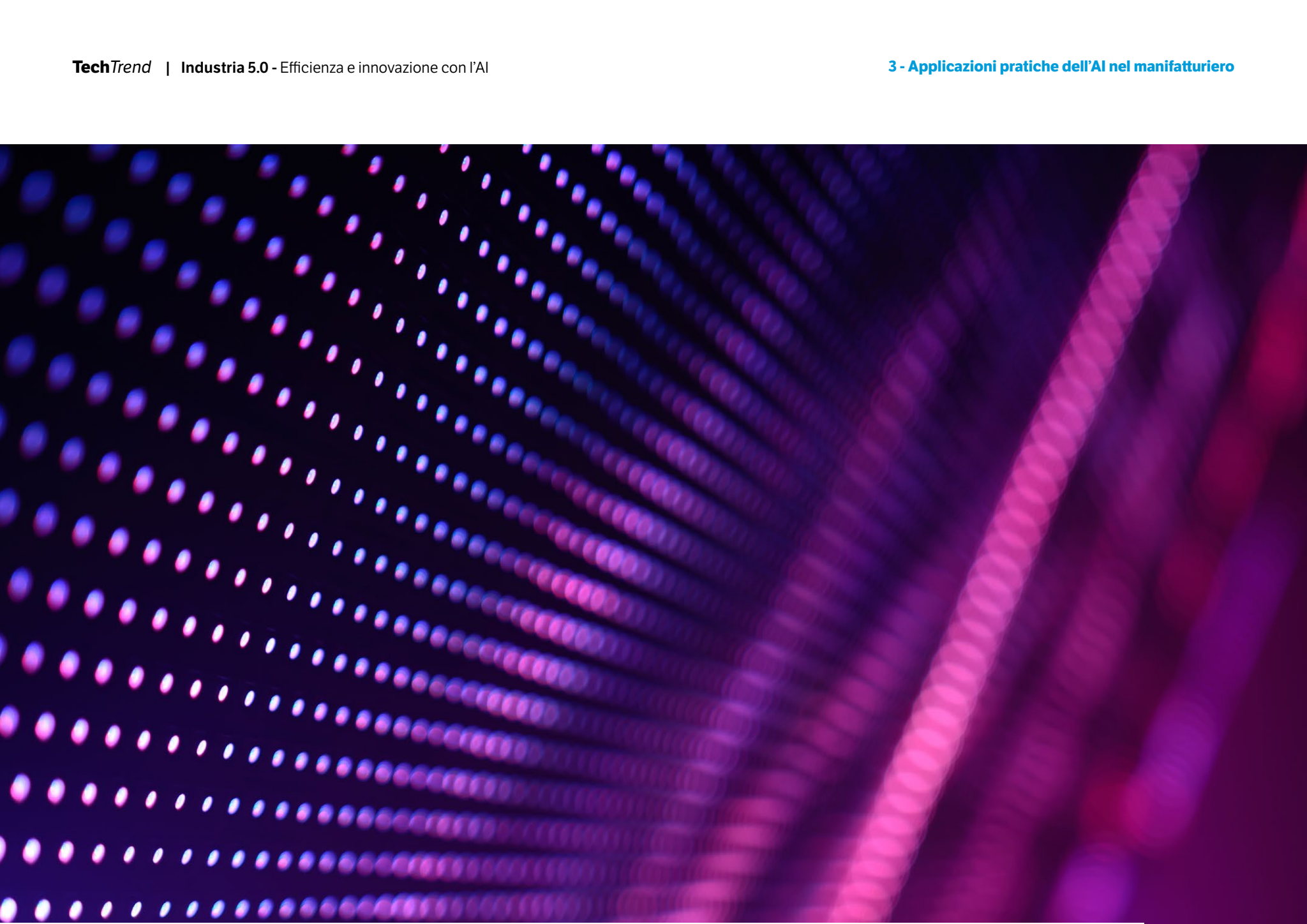
Una delle azioni principali per il settore manifatturiero consiste nell'**adozione di tecnologie a basse emissioni di carbonio**, come:

- l'uso di energie rinnovabili;
- l'efficienza energetica;
- il miglioramento delle pratiche di produzione attraverso l'uso di soluzioni tecnologiche di ultima generazione, come:
 - Intelligenza Artificiale
 - Internet of Things (IoT).

Inoltre, l'integrazione dei principi dell'economia circolare, che **favoriscono il riutilizzo e il riciclo dei materiali**, risulta determinante per ridurre l'impatto ambientale dei processi produttivi. Il settore industriale dovrà anche puntare sull'innovazione pulita, investendo in ricerca e sviluppo di **tecnologie green** che permettano di:

- ridurre i consumi energetici;
- abbattere le emissioni di CO₂;
- migliorare la gestione dei rifiuti.

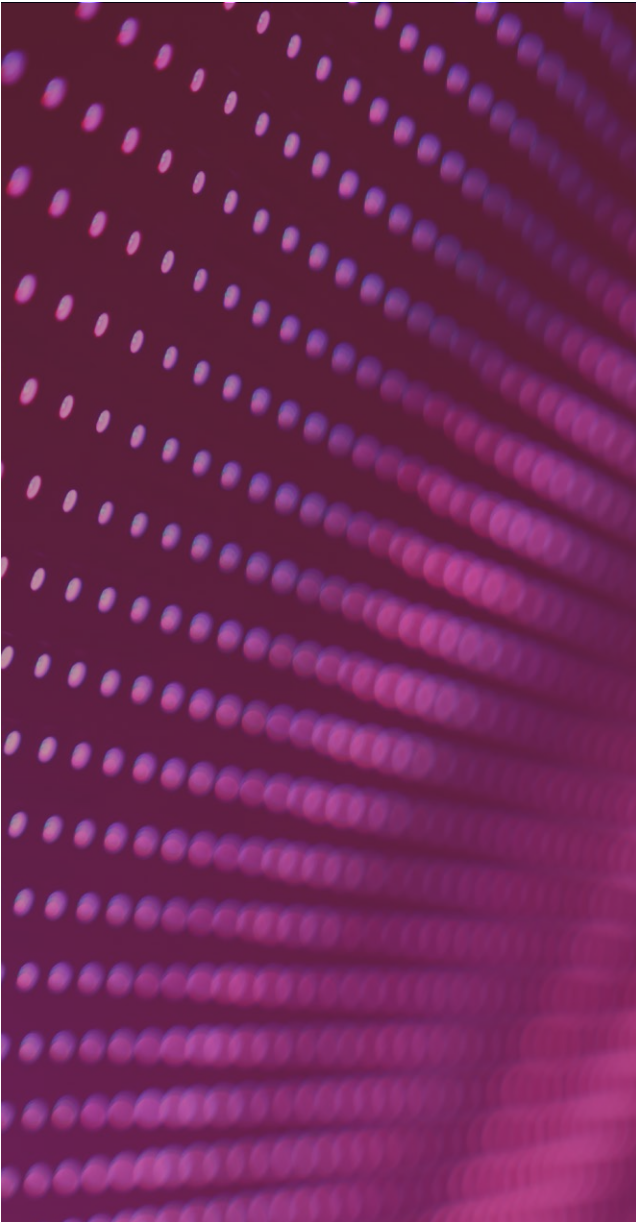
Un altro aspetto rilevante è rappresentato dall'introduzione di politiche fiscali e incentivi che incoraggiano la transizione verso modelli produttivi più sostenibili, supportando le aziende nel processo di adattamento alle nuove normative e alle tecnologie eco-compatibili.



Capitolo 3

Applicazioni pratiche dell'AI nel manifatturiero

Ma in che modo i concetti di **sostenibilità e centralità dell'individuo si traducono concretamente nel mondo produttivo**? Se l'adozione dell'Intelligenza Artificiale è uno degli elementi centrali in questa transizione, è attraverso le sue **applicazioni pratiche** che possiamo osservare l'effettiva trasformazione dei processi e dei modelli aziendali. L'AI, infatti, non si limita a supportare la gestione dei processi, ma interviene in maniera strategica, rivoluzionando ogni fase del ciclo produttivo, creando la giusta sinergia tra efficienza, innovazione e sostenibilità.



Ecco alcuni esempi pratici di applicazione dell'Intelligenza Artificiale in diversi settori industriali:

- **Automotive:** l'AI permette di ottimizzare la progettazione di veicoli personalizzati, adattando la produzione alle preferenze dei clienti per quanto riguarda gli interni dell'auto o la configurazione dei sistemi tecnologici e degli optional.
- **Alimentare:** l'Intelligenza Artificiale può "irrompere" nella personalizzazione di ricette e packaging, rispondendo alle variazioni nelle abitudini di consumo e alle richieste dei consumatori adattandosi, ad esempio, alle preferenze locali o alle richieste stagionali.
- **Abbigliamento:** l'AI può analizzare i gusti dei consumatori, agevolando la creazione di collezioni su misura e una gestione più efficiente delle scorte.
- **Chimico:** l'AI viene impiegata per ottimizzare la formulazione dei prodotti chimici, migliorandone la qualità e riducendo l'uso di materie prime e l'impatto ambientale.
- **Metalli:** l'Intelligenza Artificiale permette di monitorare la qualità dei materiali e regolare i processi produttivi in tempo reale, perfezionando la qualità dei prodotti finali e riducendo gli scarti.
- **Plastica e gomma:** l'AI ottimizza il processo di stampaggio, prevedendo e correggendo automaticamente i difetti nei componenti.

3.1 Manutenzione predittiva: prevenire guasti e ottimizzare le risorse attraverso l'analisi dei dati

Analizzare, monitorare e ottimizzare non sono le uniche attività che possono essere associate all'AI. Quando ci si sofferma sulle applicazioni pratiche, infatti, emerge un aspetto altrettanto fondamentale: la **manutenzione predittiva**.

Questo concetto si inserisce a pieno nel contesto dell'innovazione manifatturiera, poiché consente di **monitorare le condizioni dei macchinari e di rilevare segnali di usura o malfunzionamenti prima che questi si verifichino** e vadano ad influire sulla produttività aziendale. Integrando Machine Learning e IoT, utili alla raccolta dei dati, l'Intelligenza Artificiale assicura che i processi produttivi rimangano attivi e performanti nel tempo.

Tra i **dati chiave raccolti dai sensori IoT** che vengono **elaborati dai sistemi di AI per formulare previsioni** accurate possiamo citare ad esempio:

- le **vibrazioni** - la rilevazione di vibrazioni anomale può indicare un guasto imminente di un componente meccanico;
- la **temperatura** - il suo aumento nei macchinari o nei componenti può essere indice di surriscaldamento o inefficienza;
- il **consumo energetico** - i picchi di consumo possono rivelare anomalie nel processo di produzione;
- la **pressione** - la variazione della pressione in sistemi idraulici può suggerire perdite o guasti;
- i **rumori** - un'elevata rumorosità, soprattutto nelle linee di produzione, può essere sintomo di perdite o guasti meccanici.

Ma i **vantaggi della manutenzione predittiva** sono molteplici e vanno ben oltre il semplice rilevamento o la riduzione dei guasti:

- **riduzione dei tempi di inattività**: la previsione dei guasti assicura la possibilità di intervenire preventivamente, con riduzione dei tempi di fermo;
- **riduzione dei costi**: un monitoraggio proattivo permette di mitigare i costi emergenziali;
- **prolungamento della vita utile delle apparecchiature**: gli interventi tempestivi prevengono danni gravi, estendendo la vita utile degli impianti;
- **ottimizzazione delle risorse**: gli interventi vengono pianificati in base alla reale necessità, evitando sia le manutenzioni inutili che controlli insufficienti.

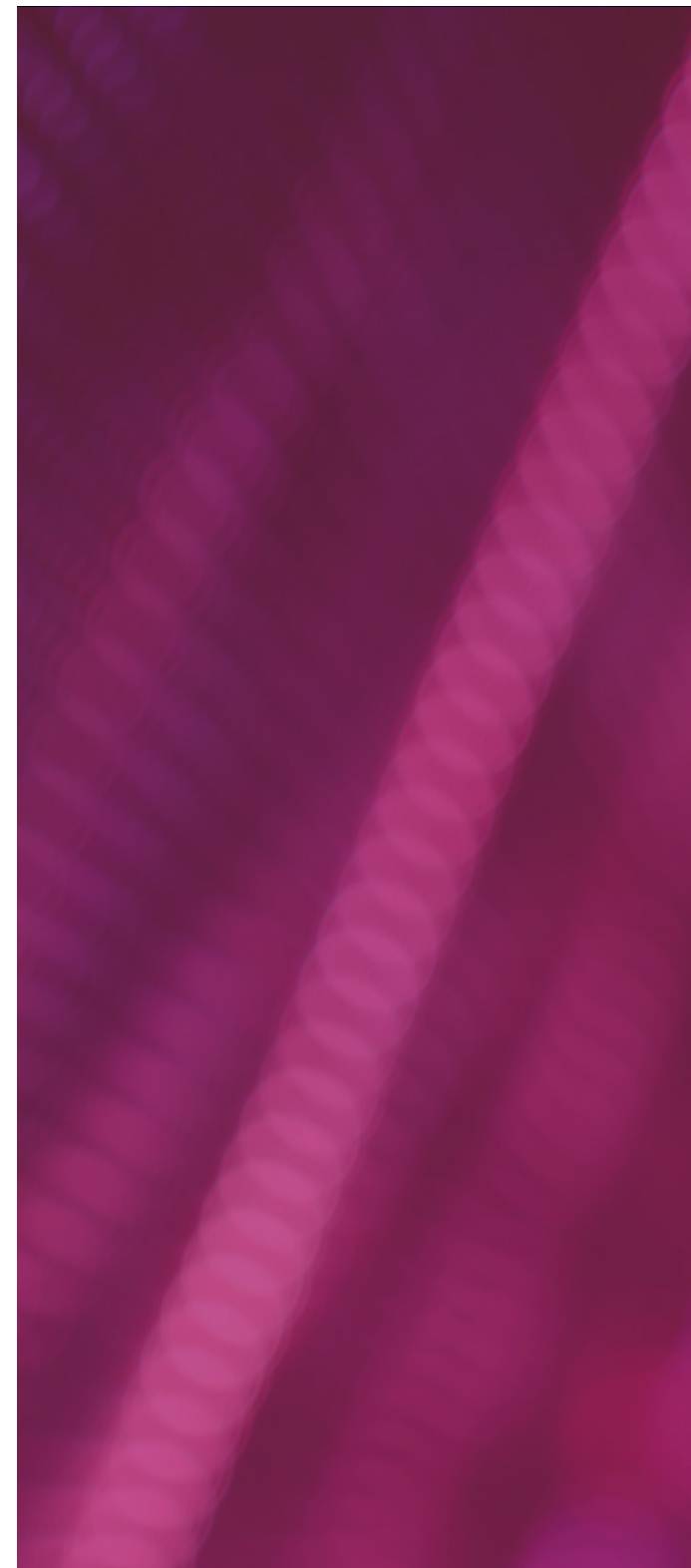
3.2 Automazione flessibile: adattare la produzione alle esigenze del mercato con l'AI

L'efficienza produttiva non è solo una questione di ottimizzazione dei guasti, ma anche di adattabilità alle esigenze mutevoli del mercato. In questo scenario, l'**automazione flessibile** resa possibile dall'Intelligenza Artificiale emerge come una risposta concreta alla necessità di **allineare la produzione alla domanda in tempo reale**.

In un contesto in cui preferenze e abitudini di consumo orientano continuamente le dinamiche della domanda, le imprese sono chiamate a rispondere con efficienza alle esigenze mutevoli dei clienti. Grazie all'AI, le aziende manifatturiere possono **esaminare una quantità notevole di dati** - difficilmente accessibili in passato - **provenienti dalle vendite, dai trend di consumo e dalle previsioni di mercato**, pianificando così meglio le linee di produzione e minimizzando le inefficienze.

Uno degli elementi chiave di questa trasformazione è, senza dubbio, l'**uso di sistemi di autoapprendimento**, capaci di migliorare le proprie prestazioni esaminando dati storici. Questi sistemi consentono di ottimizzare l'output produttivo, garantendo al tempo stesso standard di qualità elevati. L'AI permette quindi di **adattare i volumi di produzione in base alla domanda**, evitando sovrapproduzioni e contenendo il rischio di invenduto, assicurando alle aziende un vero e proprio ecosistema di vantaggi:

- **ottimizzazione della pianificazione della produzione** - l'AI analizza dati di mercato e adegua la produzione in funzione della domanda, migliorando così la gestione della supply chain;
- **adeguamento dei volumi produttivi** - le aziende possono aumentare o ridurre la produzione a seconda delle necessità, evitando carenze di prodotti o eccessi di scorte, in via previsionale, grazie all'analisi dei dati di mercato e delle abitudini/preferenze dei consumatori;
- **riduzione degli sprechi** - una produzione più mirata significa meno materiali inutilizzati;
- **capacità di rispondere rapidamente alle variazioni di mercato** - rivelando trend emergenti, l'AI consente alle aziende di modificare la produzione in modo agile, senza tempi di latenza che avrebbero ripercussioni negative sulla competitività.



3.3 Riduzione dei consumi grazie all'Intelligenza Artificiale

Oltre ad aiutare le imprese ad adattarsi in tempo reale alle richieste del mercato, l'Intelligenza Artificiale può estendere il suo raggio d'azione anche alla **gestione dei consumi, garantendo un utilizzo più efficiente delle risorse.**

Un esempio concreto di riduzione dei consumi grazie all'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale in ambito manifatturiero è fornito dal **progetto europeo DEMIN (Digital intelligence for Energy Efficiency in Manufacturing)**, che mira a migliorare l'efficienza energetica delle imprese attraverso l'utilizzo di una piattaforma AI in grado di monitorare e ottimizzare in tempo reale i consumi degli impianti produttivi prevedendo la domanda energetica e regolando automaticamente i macchinari per ridurre gli sprechi.

L'implementazione di questa piattaforma AI ha portato a risultati notevoli:

- **riduzione del 18% nei consumi energetici totali** in un anno, grazie all'ottimizzazione dei processi e alla regolazione automatica dei macchinari;
- **risparmio economico di oltre 200.000 dollari annui**, derivante sia dalla diminuzione dei consumi che dalla riduzione dei costi di manutenzione non programmata.

3.4 Miglioramento della qualità: utilizzare l'AI per il controllo qualità

Oltre al monitoraggio e all'ottimizzazione dei processi produttivi, l'Intelligenza Artificiale può offrire alle imprese manifatturiere un ulteriore salto di qualità, andando a incidere direttamente sulla **qualità del prodotto finale**. In un contesto in cui precisione e affidabilità sono imprescindibili, l'AI si dimostra fondamentale per **elevare gli standard qualitativi lungo tutta la catena produttiva**.

In questo contesto, i sistemi di **visione artificiale** potenziati da algoritmi di Deep Learning sono degli ottimi alleati: questi sistemi, infatti, sono capaci di **analizzare immagini ad alta risoluzione dei prodotti, identificando difetti minimi o anomalie** che potrebbero sfuggire all'occhio umano. Attraverso l'apprendimento automatico, le macchine possono riconoscere pattern complessi e migliorare continuamente la loro capacità di rilevamento, garantendo standard qualitativi sempre più elevati.

Servirsi dell'AI nell'ambito del controllo qualità offre quindi alle aziende importanti e concreti vantaggi.

- **Riduzione del numero di prodotti difettosi immessi sul mercato:** il controllo risulta più accurato e costante, con conseguente diminuzione della probabilità che prodotti di scarsa qualità - o difettosi - raggiungano i clienti. Questo porta a una maggiore affidabilità dei beni e rafforza di conseguenza anche la brand reputation.
- **Miglioramento della soddisfazione del cliente:** un controllo qualità più accurato assicura che i consumatori ricevano prodotti conformi alle loro aspettative, aumentando la fiducia nell'azienda e favorendo la fidelizzazione a lungo termine.
- **Riduzione dei costi associati a resi e rilavorazioni:** individuando e correggendo difetti e anomalie durante la fase produttiva, le imprese possono evitare i costi aggiuntivi legati alla gestione dei resi, alle riparazioni o alla sostituzione dei prodotti. Tutto ciò si traduce in una maggiore efficienza operativa e in un utilizzo migliore delle risorse a disposizione.

Adottare sistemi di visione artificiale nel controllo qualità si rivela, pertanto, un investimento strategico per le imprese manifatturiere, che ne guadagnano in termini di operatività, precisione e customer satisfaction.

3.5 Analisi predittiva del mercato

Quando si parla di applicazioni pratiche dell'AI nel settore manifatturiero, non si può prescindere dall'affrontare il tema dell'**analisi predittiva del mercato**. Tra le varie opportunità offerte dall'applicazione dell'Intelligenza Artificiale, infatti, c'è anche quella di consentire alle aziende di **raccogliere e analizzare vasti volumi di dati per anticipare le tendenze** e i comportamenti dei consumatori.

Aggregando, ad esempio, informazioni provenienti da fonti eterogenee - come **feedback dei clienti, storico delle vendite e attività sui social media** - è possibile creare un database completo utile per portare avanti analisi approfondite allo scopo di prendere decisioni informate - che possono spaziare dalla pianificazione della produzione alle strategie di marketing - assicurando una risposta aderente sia alle dinamiche del mercato che alle aspettative dei clienti.

Un esempio concreto di applicazione dell'AI all'analisi del mercato è quello offerto dallo **stabilimento Bosch**

Rexroth di Homburg, in Germania, che ha fatto ricorso a una linea di assemblaggio intelligente che integra uomo, prodotto e macchina per produrre in maniera meno dispendiosa una vasta gamma di prodotti personalizzati. Utilizzando algoritmi di Machine Learning, l'azienda è in grado di analizzare grandi quantità di dati, identificare schemi e correlazioni e ricavare informazioni preziose per migliorare e semplificare le operazioni di assemblaggio e di manutenzione dei prodotti e rispondere in maniera adeguata alle esigenze degli utenti.

In definitiva, l'analisi predittiva basata sull'AI ha ricadute positive sia sulle risorse sia sull'offerta. Se da un lato, infatti, prevedere la domanda consente una **gestione più flessibile delle risorse**, dall'altro una piena comprensione dei trend di mercato fa sì che vengano sviluppati **beni e servizi in linea con le aspettative** di chi acquista. Questa combinazione di vantaggi permette alle aziende di posizionarsi sul mercato in una posizione favorevole rispetto ai competitor.



Per saperne di più:

- [AI e industria tessile: nuovi processi e tecnologie nel settore moda](#)
- [Controllo qualità abbigliamento](#)
- [Come fare manutenzione predittiva con l'AI](#)
- [Introduzione all'utilizzo di AI e IoT per la manutenzione predittiva](#)

Capitolo 4

Integrazione uomo-tecnologia nell'Industria 5.0

Mentre il panorama industriale continua a evolversi, le tecnologie intelligenti hanno già avviato una trasformazione significativa, portando a una **produzione più mirata e reattiva**. Tuttavia, l'evoluzione del settore non si limita all'efficienza operativa: sta cambiando anche il modo in cui concepiamo il lavoro stesso. Con l'Industria 5.0, infatti, non si tratta più solo di ottimizzare i processi, ma di **ripensare la relazione tra l'essere umano e la macchina**, in un contesto in cui la tecnologia diventa alleata, amplificando le capacità dell'uomo e ridisegnando un nuovo equilibrio tra competenze e tecnologia.

Per rendere concreta, possibile e vantaggiosa questa transizione, è necessario intervenire su più livelli:

- garantendo **ambienti di lavoro sicuri** grazie a tecnologie avanzate;
- **ripensando i ruoli** attraverso l'automazione dei compiti più ripetitivi;
- promuovendo la **formazione continua** per un'efficace collaborazione con le nuove tecnologie.

L'integrazione uomo-tecnologia non solo ottimizza i processi, ma a ben vedere **ridefinisce il valore del lavoro umano**, rendendolo protagonista di una nuova era produttiva.

Scopriamo nel dettaglio i diversi aspetti di questa nuova era industriale.

4.1 Collaborazione sicura tra operatori e tecnologia

La nuova visione del lavoro che caratterizza l'Industria 5.0, che punta a valorizzare la sinergia tra uomo e macchina, impone una riflessione profonda su **come le aziende progettano i propri ambienti produttivi**. Non basta semplicemente introdurre tecnologie all'avanguardia: è necessario che queste si sviluppino all'interno di un contesto in cui **sicurezza, formazione continua e adattabilità** rappresentino pilastri fondamentali per costruire una reale cooperazione produttiva. In quest'ottica, le imprese sono chiamate a **ripensare anche la propria cultura organizzativa**, adottando un approccio che non consideri l'integrazione tra umano e macchina come un'esigenza meramente tecnica, bensì come un valore strategico per il futuro stesso dell'azienda.

Ma come si costruisce un ecosistema realmente sinergico? In primis attraverso l'adozione di alcune best practice fondamentali. Tra queste, spiccano l'**aggiornamento continuo** delle tecnologie e delle competenze, lo sviluppo di **sistemi strutturati di monitoraggio e feedback** – che consentano di intervenire in modo mirato per affinare la collaborazione – e il **maggiore coinvolgimento della componente umana**, che si sentirà più motivata a partecipare attivamente se adeguatamente formata e informata sulle dinamiche aziendali.

In primis, dunque, l'efficacia di questa transizione verso un ambiente di lavoro ibrido, in cui AI e automazione assumono un ruolo sempre più centrale all'interno delle fabbriche, dipende fortemente dalla capacità di **aggiornare costantemente le competenze del personale**. In questo senso, programmi di formazione specifici giocano un ruolo decisivo, aiutando i lavoratori non solo a comprendere il funzionamento delle nuove tecnologie, ma anche a sfruttarne pienamente il potenziale.

Perché la cooperazione sia davvero efficace è fondamentale, inoltre, un ripensamento del **design degli spazi operativi**. Postazioni ergonomiche, esoscheletri robotici e interfacce uomo-macchina intuitive contribuiscono a ridurre l'affaticamento fisico, mentre strumenti come la Realtà Aumentata (AR) offrono un supporto visivo prezioso, migliorando l'accuratezza delle operazioni. In quest'ottica, il design del luogo di lavoro non è più solo una questione estetica o funzionale, ma diventa un fattore cruciale per **garantire il benessere delle persone**, chiamate a interagire con tecnologie sempre più complesse in modo naturale ed efficiente.

La creazione di un ecosistema basato sulla collaborazione tra operatori e macchine intelligenti apre la strada a una vasta gamma di benefici: questo equilibrio, infatti, consente alle aziende di rispondere con maggiore prontezza alle richieste del mercato e, al tempo stesso, di valorizzare le competenze umane, generando **ambienti più dinamici e flessibili**.





4.2 Preparazione della forza lavoro alle nuove tecnologie

Come abbiamo visto, il vero valore della trasformazione in atto risiede nella capacità della forza lavoro di adattarsi a un nuovo ambiente, in cui competenze tecnologiche e capacità umane devono fondersi in modo armonioso e produttivo. L'introduzione delle tecnologie avanzate nell'Industria 5.0 impone, dunque, che i lavoratori acquisiscano o sviluppino maggiormente **competenze nuove**, per poter interagire efficacemente con sistemi come Intelligenza Artificiale, robotica collaborativa e automazione. Questo processo di aggiornamento continuo è indispensabile per permettere alla forza lavoro di adattarsi alle trasformazioni rapide dei modelli produttivi.

Secondo l'OCSE, infatti, entro il 2030 il 63% dei lavoratori dovrà aggiornare le proprie competenze almeno una volta ogni cinque anni per restare al passo con le innovazioni tecnologiche: questo dato sottolinea l'importanza di un impegno costante nella formazione, con l'obiettivo di **equipaggiare i dipendenti con abilità che non riguardino solo l'uso pratico di nuove tecnologie, ma anche la capacità di adattarsi velocemente a nuove circostanze.**

Risulterà quindi determinante e necessario sviluppare **competenze trasversali** che non riguardino solo l'uso di tecnologie specifiche, ma anche la capacità di problem solving, la flessibilità mentale e la collaborazione uomo-macchina.

Per l'Industria 5.0, in particolare, è essenziale che la forza lavoro sviluppi **competenze per gestire l'interazione con i cobot e l'Intelligenza Artificiale**, che vanno dalla comprensione dei principi base di funzionamento delle macchine fino alla capacità di intervenire in caso di necessità, integrando questi strumenti con il lavoro umano.

4.3 Ridefinizione di ruoli e responsabilità nell'Industria 5.0

La sintesi di quanto analizzato finora è presto fatta: **l'Industria 5.0 ridefinisce il lavoro umano, affidando per lo più alle macchine i compiti meccanici e a basso valore aggiunto e consentendo alle persone di concentrarsi su quelli a valore intellettuale e decisionale.**

L'automazione non sostituisce l'uomo, quindi, ma lo libera dalle attività più ripetitive, gravose o pericolose, permettendo un focus su compiti che aumentino il valore apportato all'azienda. In questa evoluzione, i compiti manuali e operativi sono affidati a robot, cobot e sistemi automatizzati, mentre gli esseri umani assumono ruoli di maggiore responsabilità, come la supervisione dei processi, il problem solving, l'analisi dei dati e la progettazione di soluzioni innovative per il miglioramento continuo, come ad esempio l'ideazione di nuovi prodotti personalizzati in base ai gusti dei clienti, combinando competenze tecniche e creatività.

Questa transizione implica la **valorizzazione di quelle competenze umane uniche, come la creatività e l'intelligenza emotiva**, che le macchine non possono replicare. Invece di concentrarsi sul lavoro manuale, i dipendenti possono dedicarsi a innovare e risolvere problemi complessi e l'azienda può ottenere una produttività più alta e promuovere un ambiente di lavoro più sicuro e stimolante. Soltanto ripensando scrupolosamente compiti e responsabilità sarà possibile integrare al meglio le tecnologie all'interno delle fabbriche, assicurando che siano realmente valorizzati sia i macchinari sia l'intelligenza umana e dando vita a un ambiente di lavoro più dinamico ed efficiente.



Per saperne di più:

- [Come viene usata l'intelligenza artificiale nella Fabbrica 5.0](#)
- [Personalizzazione di massa nei processi produttivi con l'AI](#)
- [Introduzione all'utilizzo di AI e IoT per la manutenzione predittiva](#)

Approfondimento

La formazione del personale



Nel contesto dell'Industria 5.0, **formazione e riqualificazione del personale** diventano imperativi strategici per consentire l'integrazione efficace delle tecnologie emergenti, come l'Intelligenza Artificiale (AI) e la robotica collaborativa (cobot). La crescente automazione dei processi e la digitalizzazione dei flussi produttivi richiedono alle aziende di sviluppare programmi formativi, finalizzati a:

- potenziare le competenze tecniche e digitali della forza lavoro;
- sviluppare la **capacità di interagire con sistemi complessi**;
- gestire l'automazione dei processi.

I programmi di formazione devono essere strutturati in **modalità dinamica e modulare**, per rispondere in modo agile e tempestivo alle rapide evoluzioni tecnologiche.

Le competenze richieste non si limitano all'utilizzo delle nuove tecnologie, ma includono anche la capacità di:

- **analizzare e interpretare i dati** generati dai sistemi automatizzati;
- **ottimizzare i processi** decisionali.

È fondamentale che i dipendenti acquisiscano una solida base in ambiti come:

- Machine Learning;
- **analisi predittiva**;
- gestione di sistemi automatizzati;
- **competenze trasversali** orientate al problem solving e alla gestione di situazioni complesse.

Per garantire un'implementazione efficace delle nuove tecnologie, le aziende devono integrare la formazione continua all'interno dei propri processi operativi, utilizzando strumenti come:

- piattaforme di **e-learning**;
- training su **simulatori**;
- soluzioni di **Realtà Aumentata**.

Inoltre, è essenziale l'utilizzo di metodologie di **formazione on-the-job**, che permettano ai dipendenti di applicare immediatamente le competenze acquisite in scenari aziendali reali, ottimizzando il time-to-market delle nuove skills e assicurando l'adattabilità della forza lavoro alle nuove sfide industriali. Le aziende devono quindi integrare la formazione come un **processo costante e non episodico**, utilizzando piattaforme di apprendimento digitale, corsi in modalità blended e simulazioni pratiche per garantire l'acquisizione e l'applicazione diretta delle nuove competenze nei contesti aziendali.

Capitolo 5



Sfide per la sicurezza nell'adozione dell'AI

L'interconnessione tra macchine, sistemi e sensori, insieme alla gestione di grandi quantità di dati, invita le aziende a una nuova sfida: **evolvere costantemente le proprie infrastrutture di sicurezza**. Investire in soluzioni per proteggere i sistemi dalle minacce informatiche - come attacchi ransomware, virus e violazioni di dati - non è solo una necessità, ma un'opportunità per rafforzare la resilienza e l'affidabilità dei processi produttivi.

Una cybersecurity efficace, infatti, non solo salvaguarda i dati e la continuità operativa, ma consente alle imprese di operare con maggiore fiducia e rapidità. In un contesto in cui l'adozione di nuove tecnologie è accelerata, sapere di poter contare su infrastrutture sicure permette alle aziende di sperimentare e adattarsi più velocemente, riducendo tempi di risposta e blocchi operativi. Questo si traduce in **una maggiore agilità**, intesa come capacità di reagire con prontezza ai cambiamenti, cogliere nuove opportunità digitali e trasformare momenti critici in vantaggi competitivi.

5.1 Sicurezza informatica

L'introduzione dell'automazione industriale e dell'**IIoT** ha migliorato l'efficienza, ma ha anche aumentato i rischi di sicurezza informatica. L'interconnessione dei sistemi rende gli impianti e le linee di produzione **vulnerabili a minacce** come malware, ransomware e attacchi DDoS, che possono compromettere sia i dati che l'intera operatività.

Esempi significativi di eventualità di questo tipo includono l'**attacco ransomware a Norsk Hydro nel 2019**, che ha costretto l'azienda a passare a sistemi di backup manuali e ha comportato una parziale interruzione delle linee di produzione, e quello a **Honda nel 2020**, che ha compromesso i sistemi di produzione e causato ritardi nella produzione automobilistica.

Le vulnerabilità derivano spesso da **dispositivi legacy e software obsoleti, che aumentano la superficie di attacco**. Per proteggersi, dunque, le aziende devono implementare **politiche di Cybersecurity robuste**, includendo crittografia dei dati, segmentazione delle reti e aggiornamenti continui dei dispositivi, al fine di ridurre i rischi e difendersi dalle minacce emergenti.

Per meglio inquadrare la portata del fenomeno e la conseguente necessità di adottare politiche di Cybersecurity, è utile partire dai dati. Il report annuale Managed Detection and Response (MDR) di Kaspersky per il 2024 ha evidenziato un **incremento significativo degli attacchi informatici rivolti alle imprese manifatturiere**. In particolare, il settore industriale si posiziona al secondo posto tra i più colpiti, condividendo il 18% degli incidenti registrati insieme alla pubblica amministrazione, e subito dopo il settore IT, che ha subito il 23% degli attacchi.

Lo studio in questione sottolinea l'importanza per le imprese manifatturiere di adottare misure proattive di Cybersecurity, tra cui l'implementazione di tecnologie sofisticate, lo sviluppo di strategie di sicurezza e la formazione continua del personale, per affrontare le crescenti minacce informatiche e proteggere le proprie infrastrutture critiche.

La crescente complessità dei sistemi industriali digitalizzati rende quindi imperativo un **approccio**

di sicurezza multilivello, che integri tecnologie di ultima generazione, come l'autenticazione a più fattori e la microsegmentazione delle reti, per limitare l'accesso ai dispositivi critici e ridurre la propagazione degli attacchi.

Inoltre, l'adozione di **architetture "Zero Trust"** – un modello di sicurezza che non dà mai per scontata l'affidabilità di un utente o di un dispositivo, nemmeno se già all'interno della rete aziendale – rappresenta oggi una delle strategie più efficaci per ridurre i rischi informatici. In pratica, **ogni richiesta di accesso a dati o risorse deve essere verificata, autenticata e autorizzata**, secondo il principio del "mai fidarsi, verificare sempre".

Questo approccio si rivela particolarmente utile in ambienti industriali complessi, dove dispositivi e operatori si connettono da punti diversi e potenzialmente vulnerabili. Con Zero Trust, l'accesso ai sistemi critici è consentito solo in base a criteri ben definiti (identità, posizione, livello di autorizzazione, tipo di dispositivo), limitando così la possibilità di movimenti laterali da parte di eventuali attaccanti che riescano a penetrare nella rete.

Abbinata a sistemi di rilevamento delle minacce in tempo reale, questa strategia consente di individuare tempestivamente anomalie nei flussi di dati, interrompendo potenziali attacchi prima che possano causare danni gravi.

Un'efficace gestione delle vulnerabilità, attraverso l'installazione di "patch" (aggiornamenti software che correggono le vulnerabilità di sicurezza) e backup regolari, e la formazione continua del personale di cui si è ampiamente parlato in precedenza, sono strumenti irrinunciabili per garantire la resilienza delle infrastrutture e la protezione dei dati in azienda.

5.2 Privacy dei dati: proteggere le informazioni sensibili nell'era digitale

Mentre le aziende investono in soluzioni per proteggere le proprie infrastrutture, è fondamentale che queste stesse tecnologie di sicurezza siano estese alla **gestione dei dati raccolti dalle nuove tecnologie** come l'Intelligenza Artificiale e l'Internet of Things.

Questi sistemi, essenziali per il monitoraggio in tempo reale e la manutenzione predittiva, raccolgono enormi quantità di informazioni, dalle performance dei macchinari fino a dettagli operativi riservati. La gestione sicura di questi dati è fondamentale per **proteggere la privacy e la proprietà intellettuale**, nonché per mantenere l'integrità delle operazioni aziendali.

Ad esempio, i sistemi IoT, monitorando parametri come vibrazioni e temperatura, potrebbero **rivelare informazioni sensibili** sulla produzione o sugli schemi di lavoro, mentre i sistemi di visione artificiale, utilizzati per il controllo qualità, potrebbero **raccogliere dati riservati** su design e tecnologie aziendali. In questo contesto, quindi, è necessario adottare tecnologie di protezione come crittografia end-to-end, controlli d'accesso granulari e un monitoraggio costante per **garantire che solo gli utenti autorizzati accedano alle informazioni sensibili**.



Per saperne di più:

- [*NIS2: la nuova frontiera della sicurezza digitale in Europa*](#)
- [*Sicurezza IoT nei sistemi produttivi: sfide e soluzioni nell'era dell'Industria 4.0*](#)
- [*Cybersecurity: proteggi la tua impresa con la guida completa di TeamSystem*](#)
- [*Informativa sulla privacy e consenso al trattamento dei dati personali: gli obblighi per le imprese*](#)
- [*Data Breach: cos'è e cosa fare in caso di violazione dei dati*](#)
- [*Compliance aziendale: cos'è e come automatizzare la conformità normativa*](#)

Conclusioni

L'Intelligenza Artificiale sta progressivamente ridefinendo le fondamenta dell'industria manifatturiera, passando da semplice motore dell'automazione a leva strategica per la costruzione di un nuovo ecosistema produttivo.

In questo numero di TechTrend abbiamo analizzato come, con l'avvento dell'Industria 5.0, il focus si stia spostando verso una **maggiore integrazione tra sistemi intelligenti e forza lavoro umana**, aprendo la strada a modelli produttivi più sostenibili, flessibili e resilienti. Per affrontare questa trasformazione, le imprese dovranno adottare un approccio strutturato, capace di coniugare **innovazione tecnologica, sostenibilità economica e responsabilità sociale**.

La **sicurezza informatica** e la tutela dei dati resteranno centrali: sarà fondamentale dotarsi di strumenti avanzati di difesa, garantire la trasparenza nella gestione delle informazioni e rispettare i vincoli normativi. Allo stesso tempo, l'introduzione di tecnologie intelligenti richiederà investimenti mirati nell'**upskilling** e nel **reskilling** del personale, per valorizzare l'interazione uomo-macchina e massimizzare i benefici dell'automazione.

L'Intelligenza Artificiale potrà anche favorire una **manifattura più sostenibile**, adattando in tempo reale l'uso delle risorse alle effettive esigenze

produttive e riducendo gli sprechi, grazie ad esempio alla produzione su misura. Allo stesso tempo, strumenti come la Realtà Aumentata e la Realtà Virtuale miglioreranno l'interazione uomo-macchina, facilitando la formazione degli operatori e riducendo il rischio di errore umano.

In conclusione, il futuro dell'Industria 5.0 nel settore manifatturiero dipenderà dalla capacità delle imprese di adattarsi a un contesto in rapida evoluzione, investendo in infrastrutture resilienti, formazione del personale e sistemi di governance tecnologica, ovvero strutture e processi che guidano e supervisionano l'introduzione e l'uso consapevole delle tecnologie digitali in azienda. A venire premiate saranno quelle che si riveleranno capaci di **integrare in modo strategico e sostenibile l'AI nel proprio business model**.



In conclusione, il futuro dell'Industria 5.0 nel settore manifatturiero dipenderà dalla capacità delle imprese di adattarsi a un contesto in rapida evoluzione, investendo in infrastrutture resilienti, formazione del personale e sistemi di governance tecnologica, ovvero strutture e processi che guidano e supervisionano l'introduzione e l'uso consapevole delle tecnologie digitali in azienda. A venire premiate saranno quelle che si riveleranno capaci di **integrare in modo strategico e sostenibile l'AI nel proprio business model**.

Fonti

- **Mordorintelligence.it**
<https://www.mordorintelligence.it/industry-reports/industry-4-0-market#:~:text=Nel%202024%2C%20la%20dimensione%20del,%2C%202022%2C%202023%20e%202024>
- **Web.archive.org**
https://web.archive.org/web/20210308173826/https://www.accenture.com/mz-en/_acnmedia/Accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/Accenture-Driving-Unconventional-Growth-through-IIoT.pdf
- **Pwc.com**
<https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/virtual-reality-study.html>
- **Marketsandmarkets.com**
<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/edge-computing-market-133384090.html>
- **Reuters.com**
<https://www.reuters.com/technology/cybersecurity/cyberattacks-cost-british-businesses-55-billion-past-five-years-broker-says-2024-11-25/>
[https://www.reuters.com/business/autos-transportation/vw-says-data-breach-vendor-impacted-33-million-people-north-america-2021-06-11/#:~:text=WASHINGTON%2C%20June%2011%20\(Reuters\),the%20German%20automaker's%20luxury%20brands](https://www.reuters.com/business/autos-transportation/vw-says-data-breach-vendor-impacted-33-million-people-north-america-2021-06-11/#:~:text=WASHINGTON%2C%20June%2011%20(Reuters),the%20German%20automaker's%20luxury%20brands)
- **Time.com**
<https://time.com/7201501/ai-buildings-energy-efficiency/>
- **Mckinsey.com**
<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>
<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>
- **Weforum.org**
<https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>
- **Kaspersky.it**
<https://www.kaspersky.it/about/press-releases/kaspersky-calo-nel-2024-degli-incidenti-informatici-gravi-nel-settore-della-pa-e-dello-sviluppo>
- **Osservatori.net**
<https://www.osservatori.net/comunicato/internet-of-things/industria-4-0-italia/>
- **Cybersecurity360.it**
<https://www.cybersecurity360.it/soluzioni-aziendali/cyber-security-nellindustria-4-0-e-5-0-impatti-e-punti-deboli-da-proteggere/>

Fonti

- **Focusindustria40.com**
<https://www.focusindustria40.com/cybersecurity/>
- **Wikipedia.org**
https://it.wikipedia.org/wiki/Smart_factory
- **Sustainability-success.com**
<https://sustainability-success.com/it/esempi-di-fabbriche-intelligenti-ed-industria-4-0/>
- **Press.bmwgroup.com**
<https://www.press.bmwgroup.com/italy/article/detail/T0308435IT/il-bmw-group-sta-rendendo-i-robot-dedicati-alla-logistica-pi%C3%B9-veloci-e-pi%C3%B9-intelligenti?language=it>
- **Hydro.com**
<https://www.hydro.com/en/global/media/on-the-agenda/cyber-attack/>
- **Forbes.com**
<https://www.forbes.com/sites/daveywinder/2020/06/10/honda-hacked-japanese-car-giant-confirms-cyber-attack-on-global-operations-snake-ransomware/>
- **Bain.com**
<https://www.bain.com/it/about-bain/media-center/press-releases/italy/202322/La-sfida-AI-in-Italia-etica-e-privacy-preoccupano-il-42-per-cento-dei-CEO-e-il-34-per-cento-dei-consumatori>

Glossario dell'AI

Additive Manufacturing (Stampa 3D) - Processo di produzione che permette di costruire oggetti strato dopo strato partendo da un modello digitale.

Analisi predittiva - Tecniche statistiche e algoritmiche per prevedere eventi futuri basandosi su dati storici.

Automazione flessibile - Sistema produttivo che può adattarsi rapidamente ai cambiamenti della domanda grazie a tecnologie intelligenti.

Blockchain - È una tecnologia che permette di **registrare informazioni in modo sicuro, trasparente e immutabile**, come se fosse un registro digitale condiviso tra più partecipanti. Una volta inseriti, i dati non possono essere modificati, e non serve un'autorità centrale per controllarli: tutti i partecipanti hanno una copia aggiornata e possono verificarne la correttezza.

Cloud Computing - È una tecnologia che permette di **utilizzare risorse informatiche – come spazio per archiviare dati, programmi e potenza di calcolo – attraverso Internet**, senza doverle installare o gestire fisicamente sul proprio computer o server. Questo consente alle aziende (e agli utenti) di **accedere a servizi e dati in qualsiasi momento e da qualsiasi luogo**, in modo flessibile, scalabile e spesso più economico rispetto alle soluzioni tradizionali.

Compliance normativa - Aderenza a normative e regolamenti (es. GDPR, ISO 45001) in materia di sicurezza, privacy e diritti dei lavoratori.

Crittografia End-to-End - Tecnologia di protezione che assicura che solo mittente e destinatario possano leggere i dati trasmessi.

Cybersecurity / sicurezza informatica - Insieme di pratiche e tecnologie per proteggere sistemi digitali da attacchi, accessi non autorizzati e furti di dati.

Data Breach - Violazione della sicurezza che porta i criminali informatici ad accedere ed eventualmente anche divulgare dati aziendali riservati.

Deep Learning - Ramo del machine learning che utilizza reti neurali profonde per analizzare dati complessi, come immagini o testo.

Economia circolare - Modello economico che promuove il riutilizzo, il riciclo e la riduzione dei rifiuti nei processi produttivi.

Edge Computing - È un modo di **elaborare i dati direttamente nei dispositivi che li raccolgono**, come sensori o macchine, invece di inviarli a un server lontano. Questo permette di **rispondere più velocemente**, riducendo il tempo di attesa (latenza) e il traffico di rete, ed è molto utile in ambienti come le fabbriche, dove serve prendere decisioni rapide in tempo reale.

Gemello Digitale (Digital Twin) - Replica digitale di un oggetto fisico alimentata da dati reali per simulazioni, manutenzioni e ottimizzazione.

Industrial Internet of Things (IIoT) - Applicazione dell'IoT all'ambito industriale per migliorare processi, efficienza e manutenzione.

Industria 4.0 - Fase della rivoluzione industriale caratterizzata da automazione, interconnessione digitale e uso di tecnologie smart nei processi produttivi.

Industria 5.0 - Evoluzione dell'Industria 4.0 che integra la tecnologia con il valore umano, ponendo l'accento su sostenibilità, inclusività e collaborazione uomo-macchina.

Glossario dell'AI

Intelligenza Artificiale (AI) - Tecnologia che consente alle macchine di apprendere dai dati, prendere decisioni e risolvere problemi in modo simile all'intelligenza umana.

Intelligenza emotiva - Capacità umana di riconoscere, comprendere e gestire le emozioni proprie e altrui, considerata fondamentale nei contesti 5.0.

Internet of Things (IoT) - Rete di oggetti fisici connessi a Internet che raccolgono e scambiano dati.

Machine Learning - Tecnica di AI che permette a un sistema di apprendere dai dati e migliorare le proprie prestazioni nel tempo senza essere esplicitamente programmato.

Manutenzione predittiva - Uso dell'AI e dei dati per prevenire guasti nei macchinari industriali.

Realtà Aumentata (AR) - Tecnologia che sovrappone informazioni digitali al mondo reale tramite dispositivi visivi.

Realtà Virtuale (VR) - Tecnologia immersiva che simula ambienti tridimensionali per interazione, formazione e simulazioni.

Robot Collaborativi (Cobot) - Robot progettati per lavorare a stretto contatto con esseri umani, senza barriere fisiche.

Upskilling / Reskilling - Aggiornamento (upskilling) o riqualificazione (reskilling) delle competenze dei lavoratori per adattarsi alle nuove tecnologie.

Visione Artificiale - Tecnologia che consente a un sistema informatico di "vedere", analizzare e interpretare immagini, spesso con l'ausilio del deep learning.

Zero Trust - È un modello di sicurezza informatica basato sull'idea che **nessun utente o dispositivo – nemmeno quelli dentro l'azienda – debba essere considerato automaticamente affidabile**. Ogni volta che qualcuno cerca di accedere a dati o sistemi, deve essere **verificato e autorizzato**, anche se si è già connesso in passato. Questo approccio aiuta a **prevenire gli attacchi informatici**, perché limita l'accesso solo a chi ne ha davvero bisogno e solo per il tempo necessario.

