



INDUSTRY 5.0: LA VIA CONSAPEVOLE CHE PARTE DAL 4.0

***Aspetti Tecnologici
«Focus 5.0»***

Ing. Andrea Calisti
Senior Industrial Advisor
Business Transformation Expert

Roma, 31 Marzo 2026



CONTENUTI



- Premessa
- Drivers
- Dimensioni
- Tecnologie ed esempi applicativi
- Impatto
- Performance e KPI
- Framework per la «Transizione 4.0 – 5.0»
- Punti di attenzione
- Conclusioni

PREMESSA



Il modello *Industria 5.0* non sostituisce l'*Industria 4.0* ma lo completa introducendo la visione *human centric, resilient, sustainable* che integra tecnologie avanzate con nuovi modelli organizzativi.

Messaggi chiave:

- L'Industria 4.0 ha digitalizzato i processi;
- L'Industria 5.0 integra persone, resilienza e sostenibilità;
- Le imprese che adottano il modello Industria 5.0 migliorano organizzazione, efficienza e attrattività;
- La transizione è un percorso strategico.



DRIVERS



- Sicurezza e benessere;
- Competitività in nuovi mercati;
- Attrazione dei migliori talenti;
- Formazione per competenze in evoluzione;
- Ruolo dell'industria come «solution provider» per le persone e per il pianeta.

Le imprese evolvono da smart factory a responsible, adaptive, human centered factory.



LE TRE DIMENSIONI DI INDUSTRIA 5.0



1. Human Centric

- Centralità della persona nel sistema produttivo;
- Valorizzazione dei talenti ed «empowerment»;
- Controllo umano dei processi;
- Miglioramento di sicurezza, benessere e soddisfazione sul lavoro.



2. Sustainable

- Efficienza energetica;
- Riduzione di sprechi e scarti;
- Economia circolare: inverse manufacturing;
- Rispetto e protezione dell'ambiente.



3. Resilient

- Capacità di adeguamento a shock, crisi e cambiamenti strutturali;
- Tecnologie flessibili e adattabili;
- Sistemi produttivi agili, in grado di garantire continuità e competitività nel lungo periodo.

TECNOLOGIE ABILITANTI



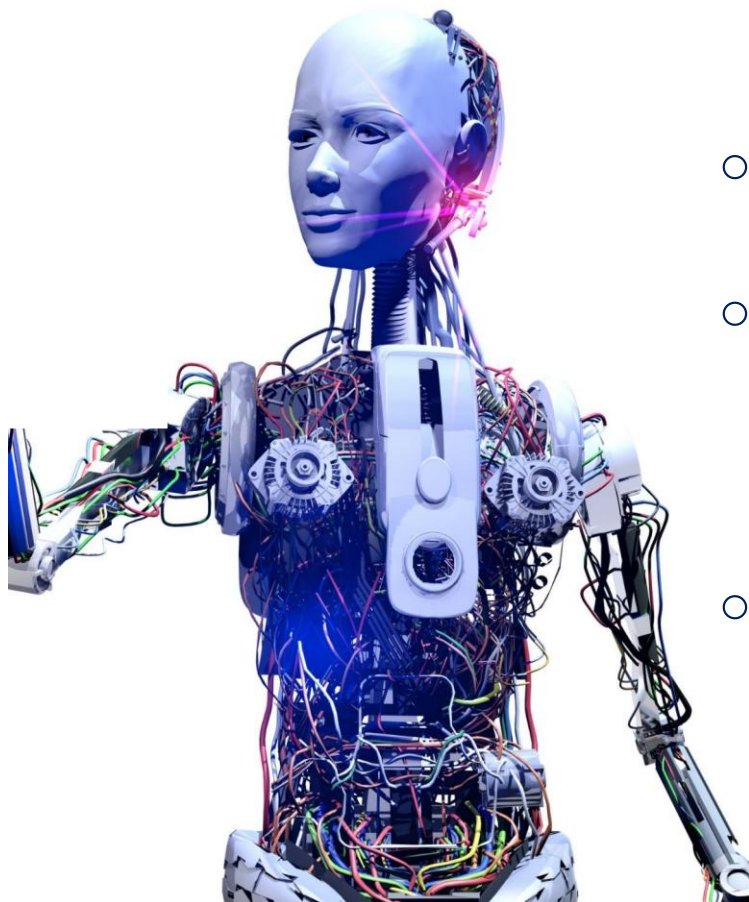
- Nel paradigma 4.0, l'uomo interagisce con la tecnologia in modo reattivo, seguendo logiche automatizzate e processi digitalizzati.
- Con l'avvento dell'Industria 5.0, il ruolo umano si trasforma: da semplice esecutore diventa governatore consapevole, capace di orientare, integrare e valorizzare le tecnologie intelligenti.
- La centralità dell'individuo si riafferma, con un focus su etica, creatività e collaborazione uomo-macchina.

TECNOLOGIE ABILITANTI



- IoT & sensoristica
- Cloud & edge computing
- Robotica industriale
- MES, SCADA, PLM
- Additive manufacturing
- AI generativa e sistemi autonomi
- Cobot (robot collaborativi)
- Digital Twin cognitivi
- XR per training e manutenzione
- Energy management intelligente
- Cybersecurity

TECNOLOGIE ABILITANTI – INTELLIGENZA ARTIFICIALE



- L'I.A. è paragonabile all'energia elettrica: rivoluzionaria e pervasiva.
- L'I.A. non è né buona né cattiva, le conseguenze dipendono dall'utilizzo.
- L'I.A. è uno strumento potentissimo che deve essere gestito e regolamentato con attenzione.

TECNOLOGIE ABILITANTI – INTELLIGENZA ARTIFICIALE



AUTOMAZIONE DEI
PROCESSI

ANALISI DEI DATI

CATENA DI
FORNITURA

MANUTENZIONE

SERVIZIO CLIENTI

MARKETING

TECNOLOGIE ABILITANTI – INTELLIGENZA ARTIFICIALE



Approccio strategico

L'I.A. deve essere introdotta in modo attento e ragionato, partendo da una progettazione che tenga conto delle aree aziendali interessate, della mole di dati disponibili, dei passaggi da effettuare e dei benefici attesi.

Creazione delle basi organizzative

Per dare supporto al processo di introduzione dell'I.A. e governarne la gestione è necessario predisporre un'organizzazione dedicata, creando ruoli specifici e/o adeguando le figure professionali esistenti.

Formazione delle risorse

È necessario predisporre un piano di formazione del personale per diffondere e far comprendere le scelte aziendali legate all'A.I., per colmare lacune culturali sul tema, eliminare malintesi e colmare lacune culturali.



ESEMPI APPLICATIVI

Human–Digital Twin

- Replica digitale dell'operatore per analizzare movimenti, posture e interazioni reali
- Analisi ergonomica basata su dati oggettivi
- Simulazioni avanzate di processi, layout e scenari operativi
- Supporto alla formazione tramite modelli virtuali realistici

Benefici

- Prevenzione dei rischi ergonomici e biomeccanici
- Miglioramento dell'efficacia formativa e dell'apprendimento operativo
- Ottimizzazione delle postazioni di lavoro e dei flussi
- Riduzione degli errori e delle condizioni di stress fisico

Risultato

- Riduzione degli incidenti e degli infortuni
- Aumento della sicurezza e del benessere dell'operatore
- Maggiore produttività e qualità operativa
- Postazioni di lavoro progettate su misura dell'uomo



ESEMPI APPLICATIVI

Manutenzione predittiva avanzata

L'integrazione di Intelligenza Artificiale e Digital Twin consente di monitorare in tempo reale lo stato di macchinari e impianti, anticipando guasti e degradi prestazionali prima che si traducano in fermo impianto.

Benefici

- Riduzione significativa del downtime non pianificato grazie a modelli predittivi basati su dati storici, acquisiti tramite sensori IoT.
- Aumento della vita utile degli asset attraverso interventi mirati e manutenzione condition-based.
- Ottimizzazione dei costi di manutenzione con riduzione di interventi correttivi e sostituzioni premature.
- Maggiore affidabilità e continuità operativa a supporto di produttività, qualità e sicurezza.

Risultato

un sistema manutentivo data-driven che trasforma la manutenzione da centro di costo a leva strategica di performance e sostenibilità.



ESEMPI APPLICATIVI

Collaborazione uomo–macchina per qualità ed ergonomia

L'impiego di robot collaborativi (cobot) nelle operazioni di assemblaggio di precisione consente di affiancare l'operatore umano nelle attività ripetitive e ad alta accuratezza, mantenendo flessibilità e sicurezza.

Benefici

- Riduzione degli errori di assemblaggio grazie a movimenti ripetibili, controllo di forza e integrazione con sistemi di visione.
- Miglioramento dell'ergonomia e della sicurezza con riduzione di posture incongrue, sforzi ripetitivi e affaticamento dell'operatore.
- Aumento della qualità e della costanza del processo anche su lotti piccoli e produzioni variabili.
- Maggiore produttività senza perdita di flessibilità in ambienti ad alta personalizzazione.

Risultato

un processo di assemblaggio più affidabile, sostenibile e centrato sull'integrazione tra uomo e macchine.



ESEMPI APPLICATIVI

Controllo intelligente dei consumi

L'utilizzo di algoritmi per la gestione dell'energia consente di analizzare in tempo reale i profili di consumo, ottimizzando l'uso dell'energia in funzione dei carichi, delle condizioni operative e delle fonti disponibili.

Benefici

- Riduzione dei consumi energetici grazie a modelli predittivi e strategie di ottimizzazione dinamica.
- Integrazione intelligente con impianti fotovoltaici e sistemi di storage per massimizzare l'autoconsumo e ridurre i prelievi dalla rete.
- Bilanciamento automatico dei carichi in funzione di produzione, accumulo e prezzi dell'energia.
- Riduzione dei costi operativi e delle emissioni con miglioramento delle performance ambientali.

Risultato

un sistema energetico adattivo, efficiente e sostenibile.



ESEMPI APPLICATIVI

Formazione Immersiva XR (Extended Reality)

L'adozione di soluzioni di Realtà Estesa (XR) consente di creare ambienti di formazione immersivi e realistici, in cui operatori e tecnici possono apprendere procedure complesse in modo sicuro e controllato.

Benefici

- Riduzione significativa dei tempi di training grazie all'apprendimento esperienziale e alla simulazione di scenari reali.
- Aumento della sicurezza operativa con addestramento su situazioni critiche senza esposizione a rischi reali.
- Migliore sviluppo delle competenze attraverso interazione diretta e ripetizione guidata delle attività.
- Standardizzazione dei processi formativi indipendente da luogo, turno o disponibilità di impianti.

Risultato

una formazione più rapida, efficace e sicura, orientata alla prevenzione degli incidenti e allo sviluppo continuo delle competenze.



ESEMPI APPLICATIVI

Supply Chain Resiliente e Intelligente: prevenzione, adattamento e continuità operativa

L'adozione di strumenti digitali avanzati consente di trasformare la supply chain in un sistema dinamico e resiliente, capace di anticipare e gestire eventi critici lungo l'intera catena del valore.

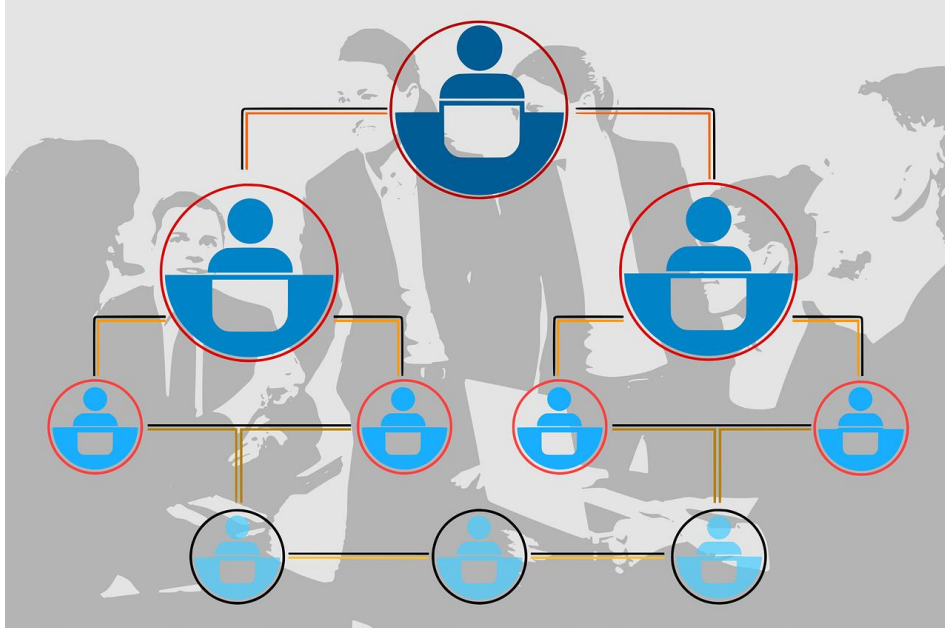
Benefici

- Simulazioni “what if” in tempo reale per valutare l'impatto di interruzioni, ritardi o variazioni di domanda.
- Risk scoring continuo di fornitori e flussi logistici basato su dati operativi, geopolitici e di performance.
- Re-routing automatico dei flussi per garantire continuità di approvvigionamento e riduzione dei tempi di fermo.
- Maggiore visibilità e controllo end-to-end a supporto di decisioni rapide e informate.

Risultato

una supply chain più robusta, flessibile e reattiva, in grado di sostenere la competitività aziendale anche in contesti di elevata incertezza.

IMPATTO: ORGANIZZAZIONE, COMPETENZE E GOVERNANCE



Competenze chiave

- AI literacy
- Data governance
- Cybersecurity
- Project & change management
- Competenze green e ESG

Nuovi ruoli

- AI Operations Manager
- Sustainability Data Officer
- Human Technology Interaction Designer
- Resilience Manager



PERFORMANCE E KPI



- OEE (Overall Equipment Effectiveness)
- Downtime (tempo di fermata)
- Throughput (prodotto per unità di tempo)
- MTBF / MTTR (Mean Time Between Failures / Mean Time To Repair)
- Riduzione consumi energetici
- Riduzione scarti
- Benessere e sicurezza operatori (incidenti, infortuni, near miss)
- KPI ESG (E1, S1, G1)



KPI - ESEMPIO

$$\text{O.E.E. (Overall Equipment Effectiveness)} = A \times P \times Q$$

A = Availability (Disponibilità) = [Run Time] / [Planned Production Time]

Considera gli eventi che determinano interruzioni alla produzione pianificata

P = Performance (Efficienza) = [(Ideal Cycle Time)x(Total Count)]/[Total Run Time]

Considera gli eventi che determinano una riduzione della velocità produttiva rispetto al valore nominale (es. piccole fermate, cicli lenti)

Q = Quality Rate (Qualità) = [Good Count] / [Total Count]

Tiene conto delle perdite di qualità (prodotto difettoso).



KPI - ESEMPIO



E – Environmental (ESRS E1–E5)

Indicatore	Descrizione	Fonte normativa
Emissioni GHG Scope 1, 2, 3	Tonnellate di CO ₂ e per categoria	ESRS E1; GRI 305
Intensità carbonica	Emissioni / fatturato o output	ESRS E1
Consumo energetico totale	kWh per fonte (rinnovabile/non)	ESRS E1; GRI 302
Prelievo idrico	m ³ per fonte e area geografica	ESRS E3; GRI 303
Rifiuti pericolosi e non	Quantità e modalità di smaltimento	ESRS E5; GRI 306
Uso del suolo e biodiversità	Aree impattate/protette	ESRS E4

- CSRD/ESRS (Corporate Sustainability Reporting Directive/European Sustainability Reporting Standards) → obbligatori per soggetti rientranti nel perimetro UE
- GRI (Global Reporting Initiative) → orientati alla rendicontazione con impatto verso gli stakeholder
- ISSB/TCFD (International Sustainability Standards Board/Task Force on Climate-related Financial Disclosures) → orientati al contesto finanziario



KPI - ESEMPIO

S – Social (ESRS S1–S4)

Indicatore	Descrizione	Fonte normativa
Numero dipendenti per genere/contratto	Inclusa forza lavoro non dipendente	ESRS S1; GRI 102
Gender Pay Gap	Differenziale retributivo %	ESRS S1
Tasso di infortuni (LTIFR)	Infortuni per milione di ore	ESRS S1; GRI 403
Ore di formazione pro-capite	Distinte per categoria	ESRS S1; GRI 404
Violazioni diritti umani nella supply chain	Numero e azioni correttive	ESRS S2; GRI 414
Coinvolgimento comunità locali	Investimenti e impatti	ESRS S3

- CSRD/ESRS (Corporate Sustainability Reporting Directive/European Sustainability Reporting Standards) → obbligatori per soggetti rientranti nel perimetro UE
- GRI (Global Reporting Initiative) → orientati alla rendicontazione con impatto verso gli stakeholder
- ISSB/TCFD (International Sustainability Standards Board/Task Force on Climate-related Financial Disclosures) → orientati al contesto finanziario





KPI - ESEMPIO



G – Governance (ESRS G1)

Indicatore	Descrizione	Fonte normativa
Composizione CdA	Genere, indipendenza, competenze	ESRS G1; GRI 405
Politiche anticorruzione	Presenza e applicazione	ESRS G1; GRI 205
Violazioni etiche accertate	Numero e sanzioni	ESRS G1
Remunerazione legata a KPI ESG	% variabile collegata	ESRS G1
Sistema di gestione del rischio ESG	Integrazione nel ERM	ESRS G1; TCFD

- CSRD/ESRS (Corporate Sustainability Reporting Directive/European Sustainability Reporting Standards) → obbligatori per soggetti rientranti nel perimetro UE
- GRI (Global Reporting Initiative) → orientati alla rendicontazione con impatto verso gli stakeholder
- ISSB/TCFD (International Sustainability Standards Board/Task Force on Climate-related Financial Disclosures) → orientati al contesto finanziario

FRAMEWORK PER LA “TRANSIZIONE 4.0-5.0”



1. Assessment di maturità 4.0/5.0

- Tecnologie, processi, competenze.

2. Roadmap strategica

- Quick wins + progetti strutturati.

3. Architettura tecnologica target

- Integrazione AI, cobot, digital twin, ecc.

4. Change management

- Formazione, comunicazione, coinvolgimento.

5. Monitoraggio e KPI

- Dashboard integrata 4.0 + 5.0.



PUNTI DI ATTENZIONE



Integrazione frammentata

- Ecosistemi tecnologici spesso eterogenei e non pienamente interoperabili
- Rischio di silos tra OT, IT e sistemi decisionali
- Necessità di architetture modulari e integrazione progressiva dei dati

Standard aperti

- Adozione di standard aperti per garantire interoperabilità e scalabilità
- Riduzione del lock-in tecnologico verso singoli fornitori
- Facilitazione dell'integrazione di AI, IoT e sistemi legacy

Skill gap

- Carenza di competenze ibride (tecniche, digitali, organizzative)
- Difficoltà nel tradurre il potenziale tecnologico in valore operativo
- Centralità di figure ponte tra tecnologia, processi e persone



PUNTI DI ATTENZIONE



Formazione continua

- Passaggio da formazione episodica a modelli di apprendimento permanente
- Aggiornamento costante su AI, automazione, cybersecurity e data literacy
- Coinvolgimento attivo delle persone nei processi di trasformazione

Governance AI

- Necessità di regole chiare su responsabilità, trasparenza e controllo
- Allineamento a principi etici, normativi e di sicurezza
- Monitoraggio continuo degli impatti organizzativi e decisionali

Approccio graduale

- Implementazione per fasi, con progetti pilota e metriche di valore
- Riduzione del rischio operativo e culturale
- Evoluzione progressiva verso modelli human-centric e sostenibili

CONCLUSIONI



- La 5.0 è un'evoluzione strategica.
- Le tecnologie ci sono, il vantaggio competitivo dipende dalla governance.
- Le imprese che integrano AI, sostenibilità e centralità umana saranno più resilienti e attrattive.
- L'applicazione richiede metodo: assessment, roadmap, competenze.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



info@studiocalisti.it



<https://it.linkedin.com/in/andrea-calisti-71406627>