



società
ceramica
italiana



Research



Industry



Teaching

unibz



Smart Mini Factory
Laboratory for Industry 4.0
unibz

Dual Transformation

La trasformazione digitale
e sostenibile nella produzione

Dr. Erwin Rauch – Matteo De Marchi

10 Dicembre, 2021

Industrial Engineering and Automation (IEA)
Faculty of Science and Technology
Free University of Bolzano, Italy

Presentazione

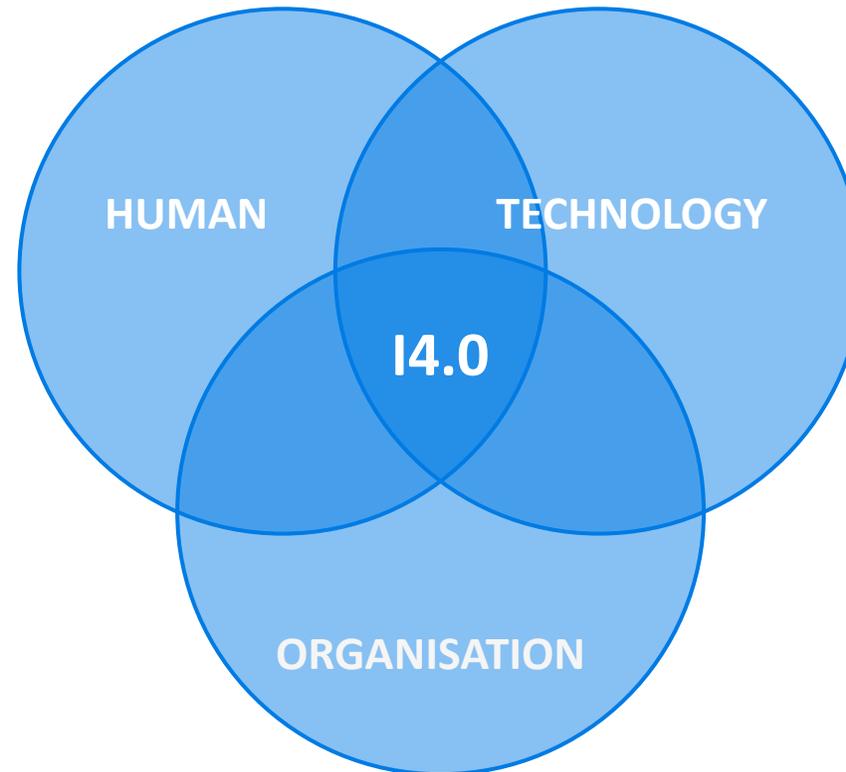
- Laurea in Ingegneria della Produzione e Logistica presso la Libera Università di Bolzano
- Master in Gestione della Produzione presso la TU di Monaco di Baviera, Germania
- Master in Business Administration presso la TUM Business School, Germania
- Dottorato di ricerca nella progettazione di sistemi di produzione presso l'Università di Stoccarda, Germania
- 10 anni di esperienza pratica come Partner Associato nella consulenza manageriale
- Dal 2014 ricercatore e docente presso la Libera Università di Bolzano nel gruppo di ricerca Industrial Engineering and Automation (IEA) - focus su Industria 4.0
- Responsabile del laboratorio Smart Mini Factory per l'Industria 4.0 della Libera Università di Bolzano
- Membro del comitato scientifico di Fraunhofer Italia Research
- Focus group leader White Paper “AI in Manufacturing” – World Manufacturing Forum 2021
- Diversi premi e riconoscimenti per la ricerca in Industria 4.0
- Autore e coautore di oltre 150 pubblicazioni



Progettazione di sistemi di produzione intelligenti e sostenibili

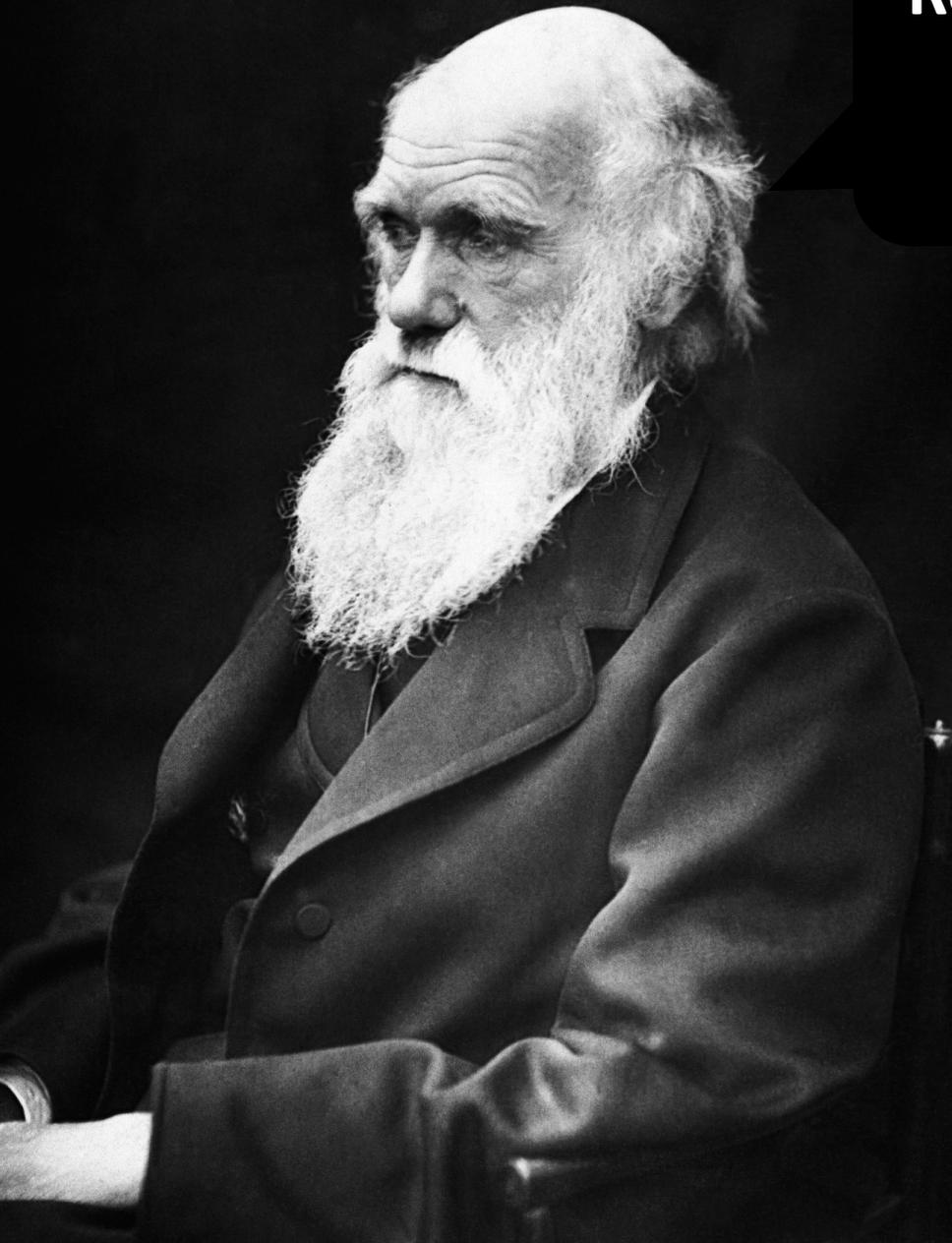
Human | Technology | Organisation

- Produzione incentrata sull'uomo (antropocentrica)
- Produzione socialmente sostenibile
- Qualificazione dei dipendenti nell'industria 4.0



- Digital Twin - pianificazione digitale e virtuale
- Sistemi digitali di assistenza nella produzione
- Collaborazione intelligente uomo-macchina

- Introduzione sostenibile dell'Industria 4.0
- Digitalizzazione della produzione
- Sistemi di produzione bio-intelligenti



Resilienza evolutiva attraverso l'adattamento

“Secondo Darwin, [...] la specie che sopravvive è quella che è in grado di adattarsi e adeguarsi al meglio all'ambiente mutevole in cui si trova.”

Megginson, 'Lessons from Europe for American Business',
Southwestern Social Science Quarterly (1963) 44(1): 3-13, at p. 4.

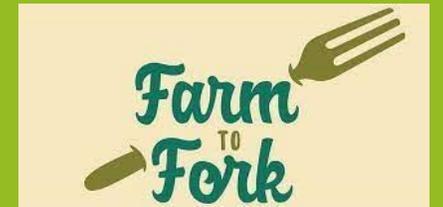
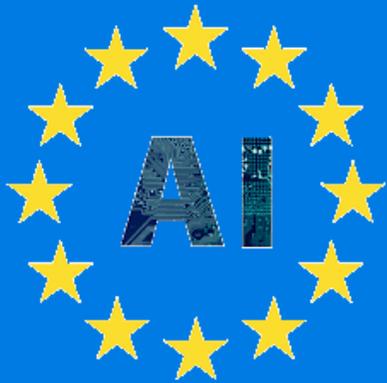


I due megatrend che stanno cambiando attualmente il mondo e l'ambiente delle aziende

Dual Transformation

Digitale

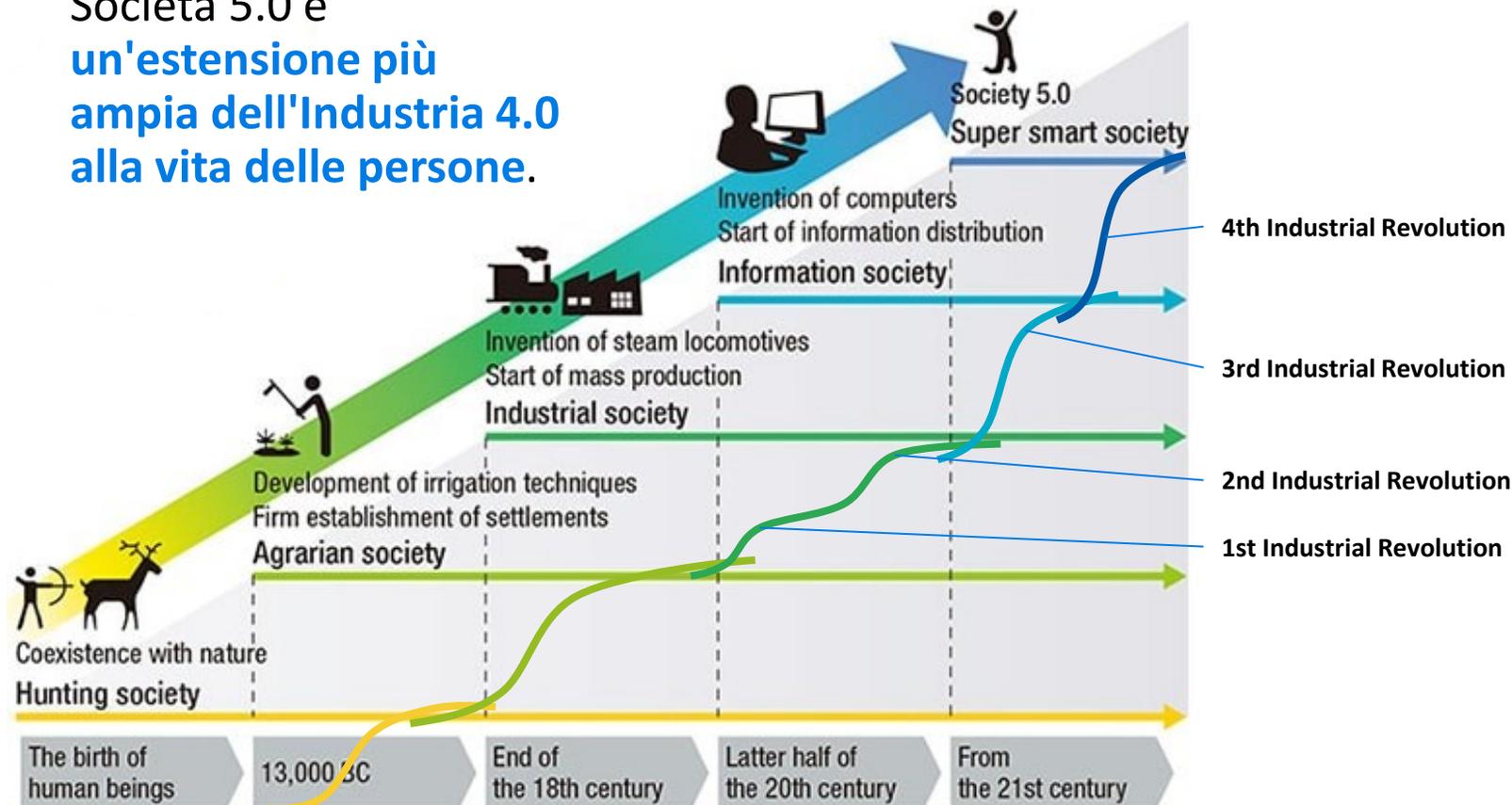
Sostenibile



L'Industria 4.0 sta cambiando/digitalizzando la società

La più importante federazione commerciale giapponese (Keidanren) ha introdotto nel 2016 il termine "**Società 5.0**" come prossima rivoluzione sociale. Obiettivo è una **società centrata sull'uomo incorporando tecnologie avanzate** in diversi settori e attività sociali.

Società 5.0 è un'estensione più ampia dell'Industria 4.0 alla vita delle persone.



Source: <https://www.innovationpost.it/tag/society-5-0/>



Nuove sfide sociali e industriali



Sfide sociali

- **Cambiamento dei valori** della dei consumatori
- Attenzione da parte delle **giovani generazioni** (Friday for Future)
- **Maggiore rilevanza della sostenibilità per la politica** e la ricerca a livello europeo
- Raggiungimento dei **17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs)** introdotti dalle Nazioni Unite
- **Società 5.0** come nuova rivoluzione sociale verso una società sostenibile, intelligente e completamente connessa che **utilizza la digitalizzazione per migliorare** sia la qualità di vita.



Sfide industriali

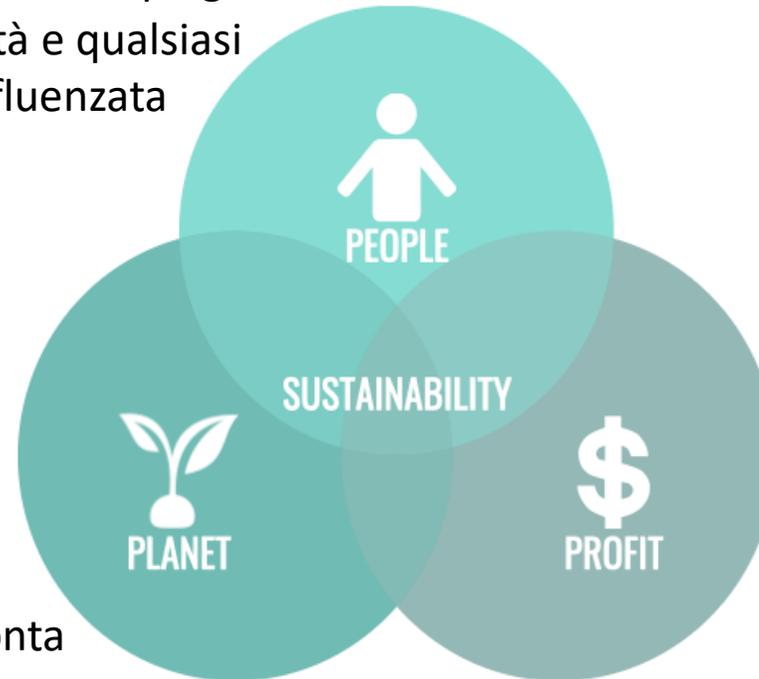
- **Fabbriche e catene di valore eco-intelligenti**
- **Adattamento dei sistemi di produzione tradizionali** a mercati futuri (per esempio l'elettromobilità)
- Trovare **giovani talenti** ben qualificati per affrontare le sfide future verso fabbriche digitalizzate e sostenibili.
- Concentrarsi sul raggiungimento degli obiettivi descritti in **SDG-9, SDG-12 e SDG-13** (Innovazione, produzione e consumo responsabile, clima)
- **Industria 5.0** come un nuovo concetto che descrive un'industria più sostenibile, resiliente e centrata sull'uomo.



In parallelo un cambio di valori orientato alla sostenibilità, cambia l'industria

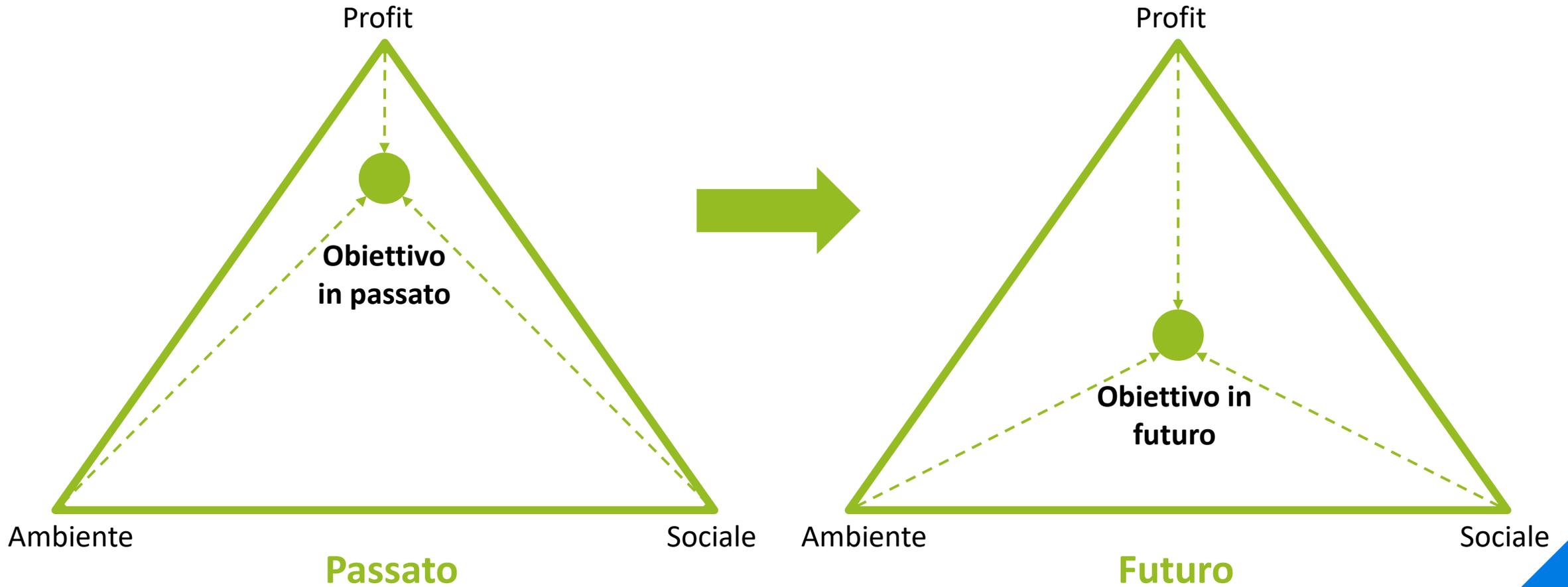
Impatto positivo (negativo) che un'organizzazione ha sui suoi stakeholder più importanti. Questi includono impiegati, famiglie, clienti, fornitori, comunità e qualsiasi altra persona che influenza o è influenzata dall'organizzazione.

Impatto positivo (e negativo) che un'organizzazione ha sul suo ambiente naturale. Questo include la riduzione della sua impronta di carbonio, l'uso di risorse naturali, materiali tossici e così via, ma anche la rimozione attiva dei rifiuti, la riforestazione e il ripristino del danno naturale fatto.



Impatto positivo (e negativo) che un'organizzazione ha sull'economia locale, nazionale e internazionale. Questo include la creazione di occupazione, la generazione di innovazione, il pagamento di tasse, la creazione di ricchezza e qualsiasi altro impatto economico di un'organizzazione.

Cambiamento del mix di obiettivi, dal passato al futuro



Produzione sostenibile

La produzione sostenibile è la creazione di prodotti fabbricati attraverso processi **economicamente** validi che minimizzano gli **impatti ambientali** negativi conservando **l'energia** e le **risorse naturali**.

La produzione sostenibile migliora anche la **sicurezza** dei dipendenti, della comunità e del prodotto.

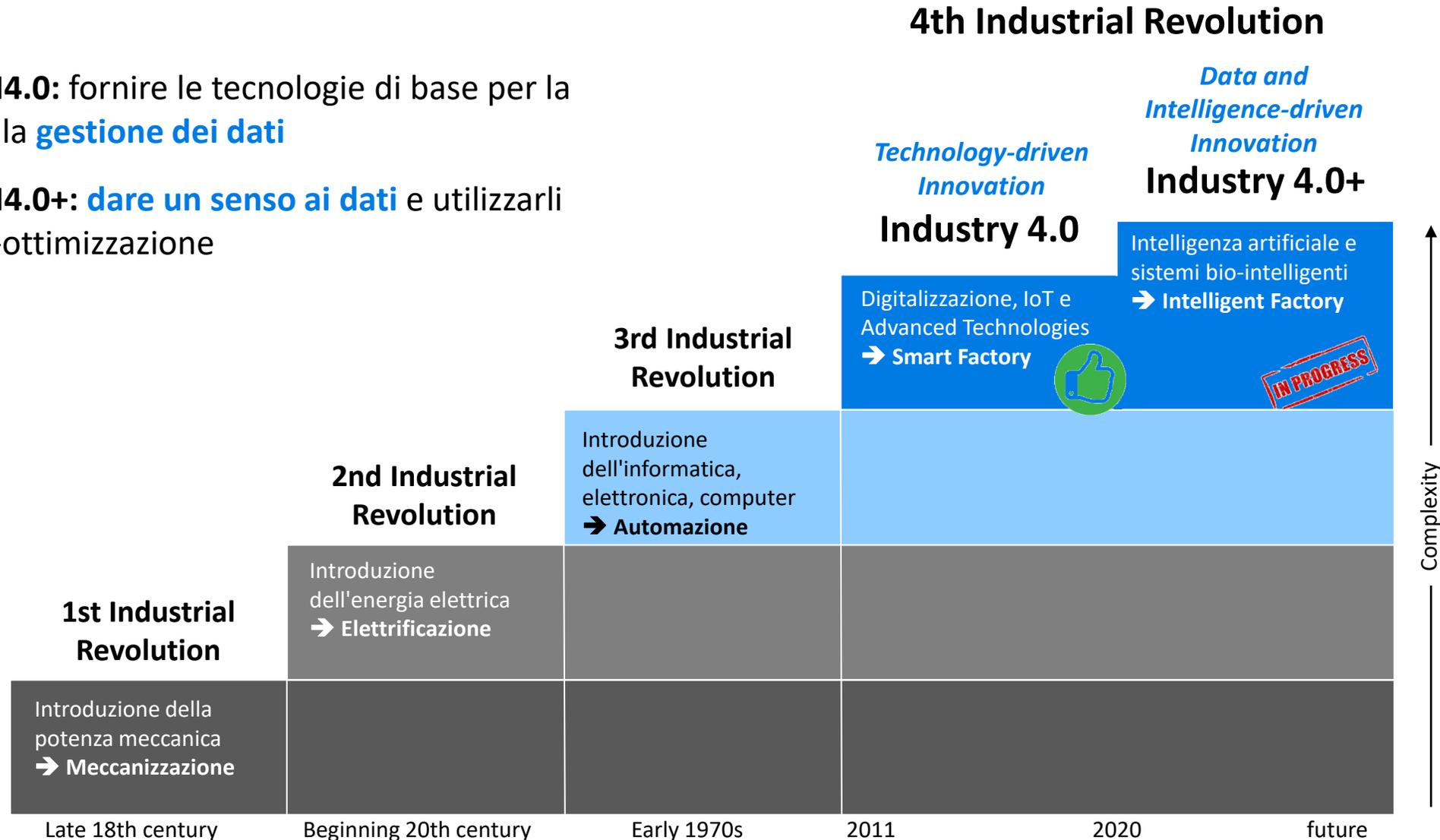
Source: US Environmental Protection Agency



Industria 4.0: una leva non solo per la digitalizzazione, ma anche per la sostenibilità

1° fase di I4.0: fornire le tecnologie di base per la **raccolta** e la **gestione dei dati**

2° fase di I4.0+: **dare un senso ai dati** e utilizzarli per l'auto-ottimizzazione



Smart vs. Intelligent Factory

Definizione

Smart Factory

“un sistema di produzione in grado di applicare delle conoscenze acquisite in precedenza”

- **Raccolta** di una grande quantità di **dati** di alta qualità
- **Scambio di dati** continuo, senza interruzioni
- Gestione di **grandi quantità di dati**
- Elaborazione dei dati in **informazioni più strutturate**

Intelligent Factory

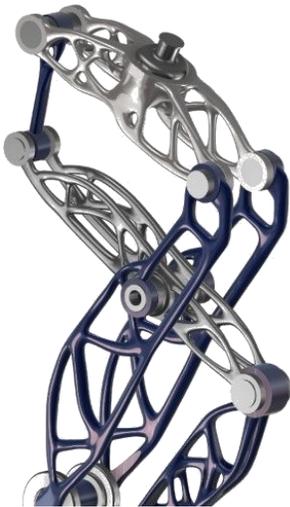
“un sistema di produzione, in grado di acquisire autonomamente nuove conoscenze e di applicarle a fini di auto-ottimizzazione”

- Generazione di **conoscenza** dai dati disponibili
- **Utilizzo dell'intelligenza artificiale** per l'auto-monitoraggio e l'auto-ottimizzazione
- **Imparare dalla natura** attraverso la trasformazione biologica
- Realizzazione di fabbriche più **resilienti** e **sostenibili**

Rauch, E. (2020). Industry 4.0+: A look at the next level of intelligent and self-optimizing factories. Key Note Paper at 3rd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing (DSMIE-2020), June 9-12, 2020, Kharkiv, Ukraine

Applicazioni di Intelligenza Artificiale – Product Design

- AI Generative Design software in grado di **generare rapidamente alternative di design** ad alte prestazioni, ottimizzando parametri quali prestazioni, requisiti spaziali, materiali, metodi di produzione e costi.
- Basato su tecniche AI, il software di progettazione generativa testa e **impara da ogni iterazione cosa funziona e cosa no.**

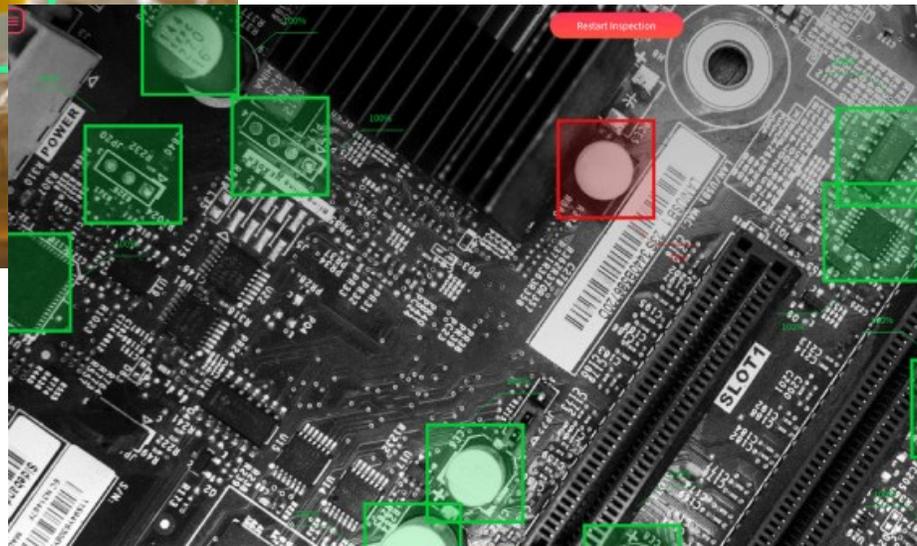
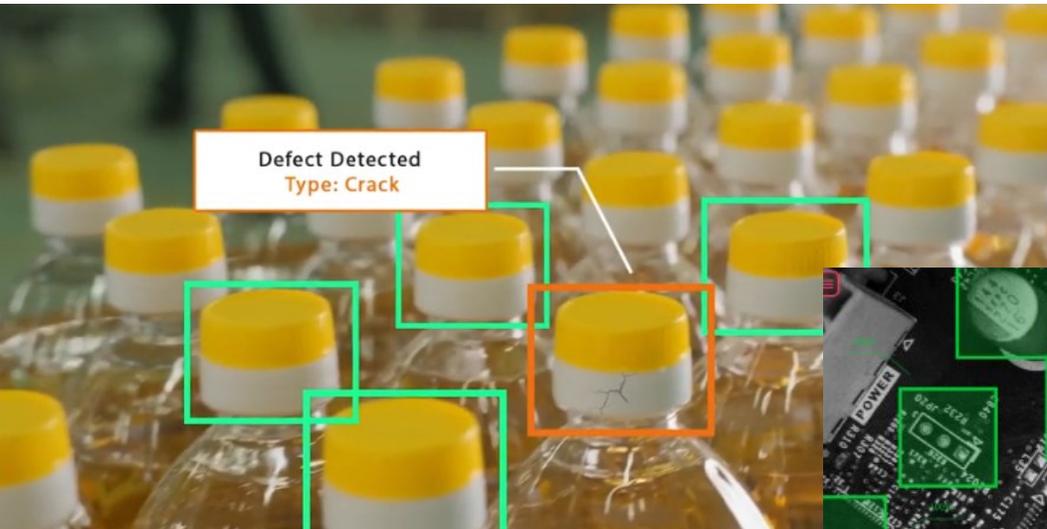


Vantaggi di sostenibilità:

- Minor consumo di materiale
- Componenti più leggeri

Applicazioni di Intelligenza Artificiale – Controllo qualità

- Applicazioni di Machine Learning e Deep Learning per il **controllo automatico della qualità**
- **Computer vision** in combinazione con **set di dati** di addestramento per distinguere tra parti buone e scarti



Vantaggi di sostenibilità:

- Meno trasporti inutili di prodotti finali difettosi
- Dati migliori per risolvere problemi di qualità e quindi meno sprechi di energia

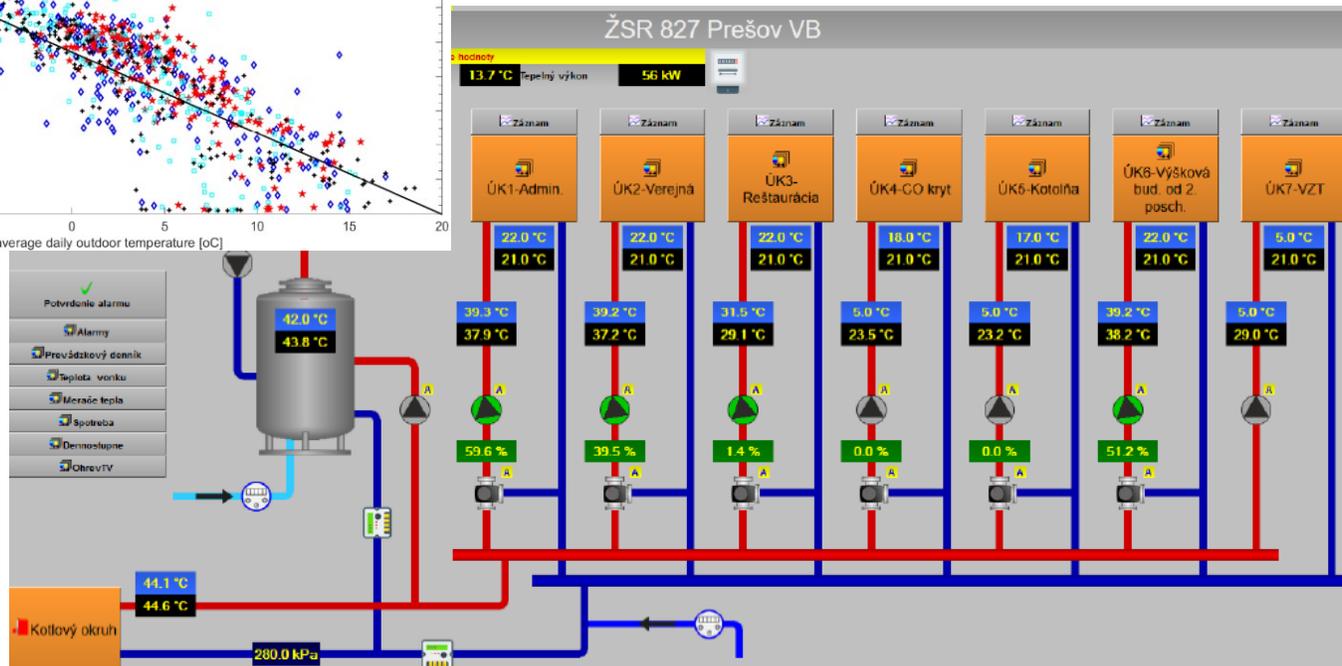
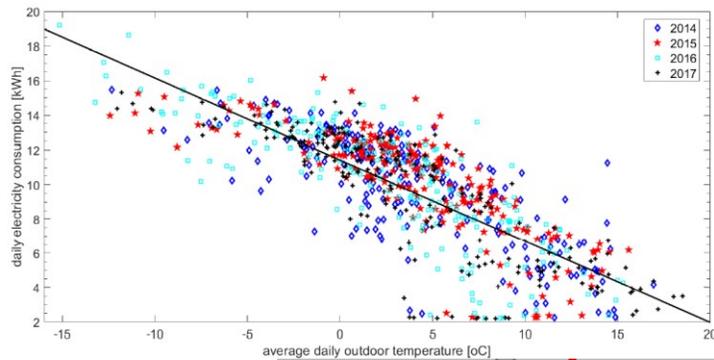
Applicazioni di Intelligenza Artificiale – Cognitive Digital Twin

- Visualizzazione dei dati in tempo reale per un **miglior monitoraggio** della produttività e per individuare le «perdite» energetiche.
- Applicazione della simulazione e dell'intelligenza artificiale per derivare contromisure per **l'auto-ottimizzazione**



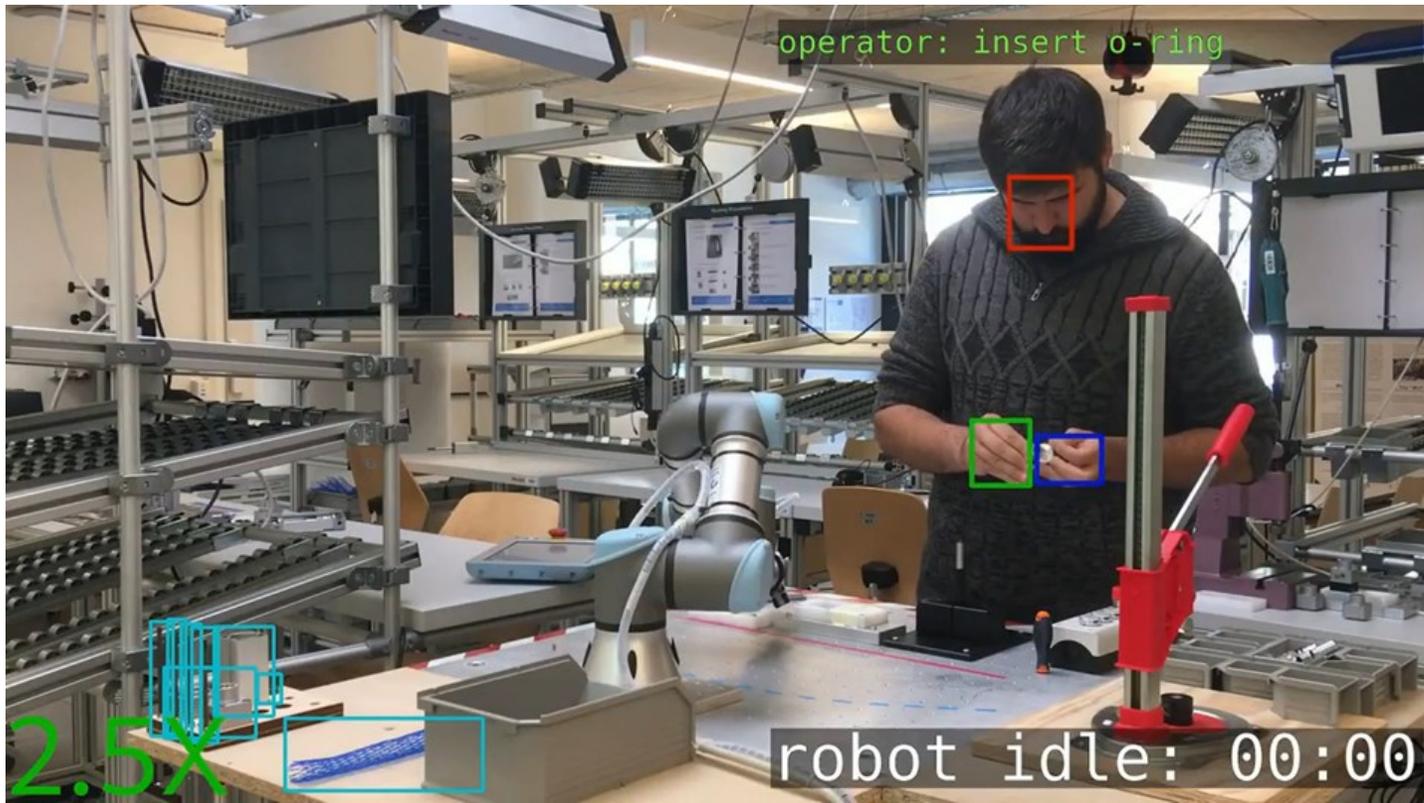
Vantaggi di sostenibilità:

- Trasparenza sul consumo di energia
- Risposta più rapida alle perdite di energia e di produttività



Applicazioni di Intelligenza Artificiale – Assistenza Uomo

- Utilizzo dell'intelligenza artificiale per **prevedere le intenzioni degli operatori** e quindi per ridurre i tempi di inattività della macchina
- **Sistemi intelligenti di assistenza digitale** sotto forma di «production chatbots» per migliorare i processi decisionali in produzione



Vantaggi di sostenibilità:

- Maggiore ergonomia fisica per il dipendente
- Riduzione dello stress mentale

Computer vince a 'Jeopardy! *(John Markoff, NY Times, 11 Feb 2011)*

Abbastanza smart ma sostenibile?

Al cervello
umano
bastano
20 Watt

IBM Watson aveva
bisogno di
85,000 Watt
per battere due giocatori

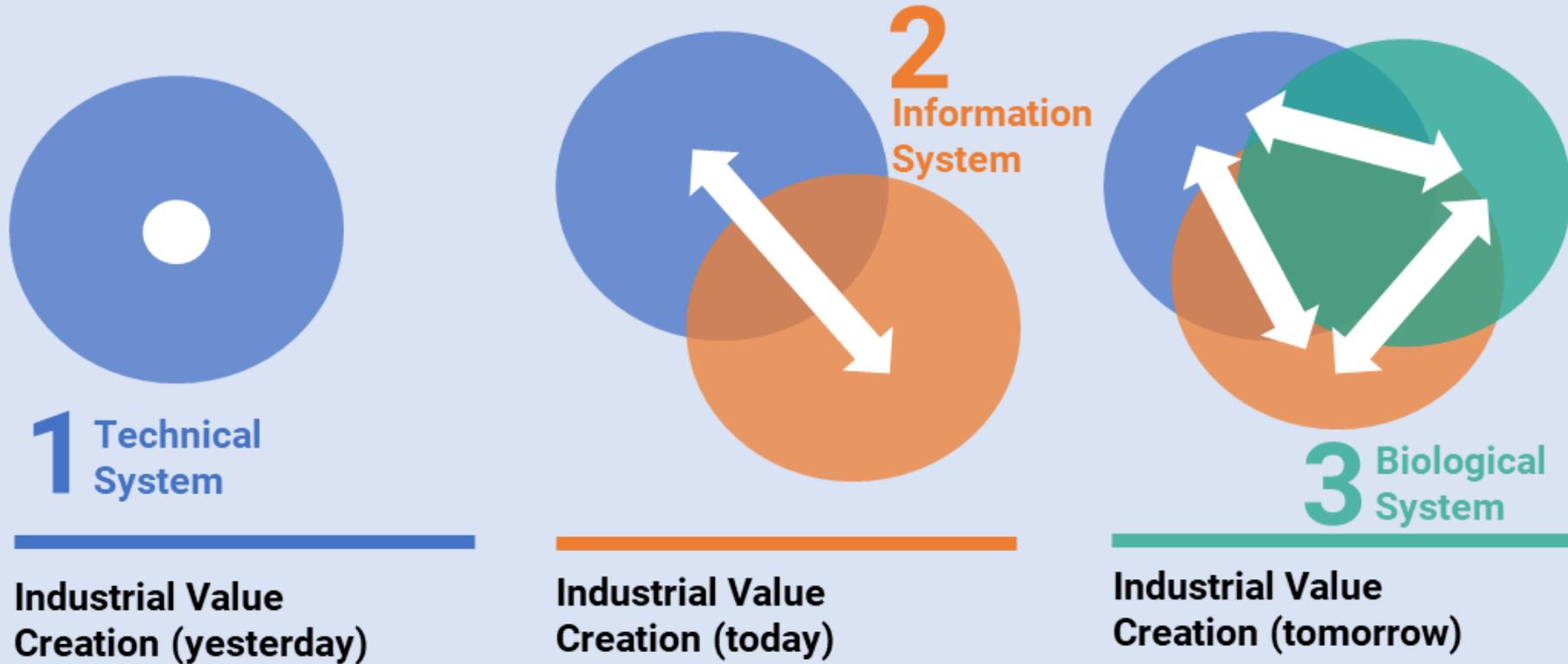
→ **Neuromorphic Computing!**

Le sfide chiave nella ricerca neuromorfica consistono nell'abbinare la **flessibilità** dell'uomo e la **capacità di imparare da stimoli non strutturati** con l'efficienza energetica del cervello umano.

Source: INTEL.com

Creazione di valore industriale nel futuro

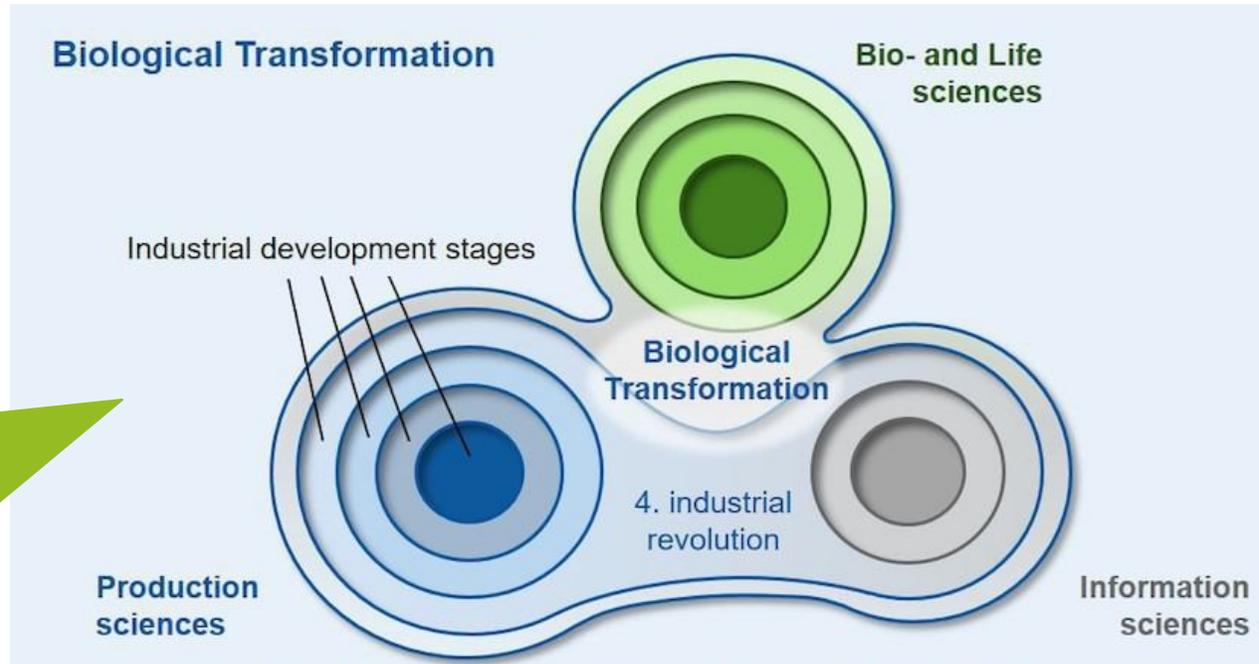
Industrial Value Creation



Ma la Trasformazione Biologica va oltre il Design Biomimetico

Trasformazione Biologica = “L'uso e l'integrazione di principi, materiali, funzioni, strutture e risorse biologiche e bio-ispirate per tecnologie e sistemi di produzione intelligenti e sostenibili con l'obiettivo di raggiungere il loro pieno potenziale”

Source: Miehe, R., Bauernhansl, T., Schwarz, O., Traube, A., Lorenzoni, A., Waltersmann, L., Full, J., Horbelt, J. & Sauer, A. (2018). The biological transformation of the manufacturing industry—envisioning biointelligent value adding. *Procedia CIRP*, 72, 739-743.



Source: Exploratory Research Space at RWTH Aachen

Quando le tecnologie moderne si combinano con abilità che la natura stessa ha perfezionato nel corso di milioni di anni, si parla di Trasformazione Biologica!

La Prossima fase di Industria 4.0 – Innovazione basata su dati e intelligenza

Artificial e Bio-Intelligence

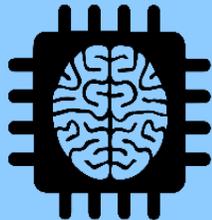
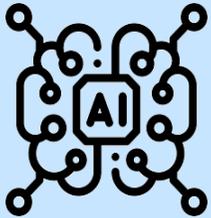
Intelligenza Artificiale

Artificial Intelligence (AI)

Ingegneria della scienza per realizzare macchine intelligenti utilizzando la logica, le regole, gli alberi decisionali e l'apprendimento delle macchine

Machine Learning (ML)

Algoritmi basati su metodi statistici e dati/esperienze strutturate



Deep Learning (DL)

Apprendimento sulla base di reti neurali profonde multistrato, che possono anche elaborare dati non strutturati

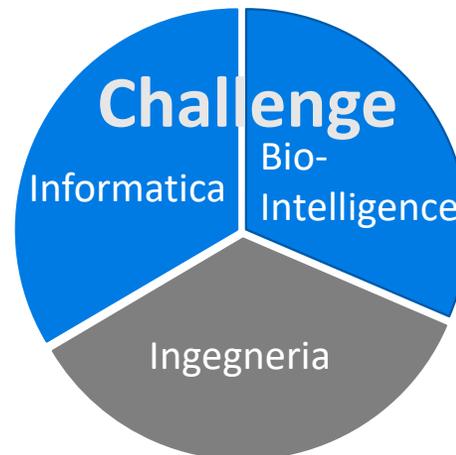
Source: Rauch, Matt (2020)

Bio-Intelligence

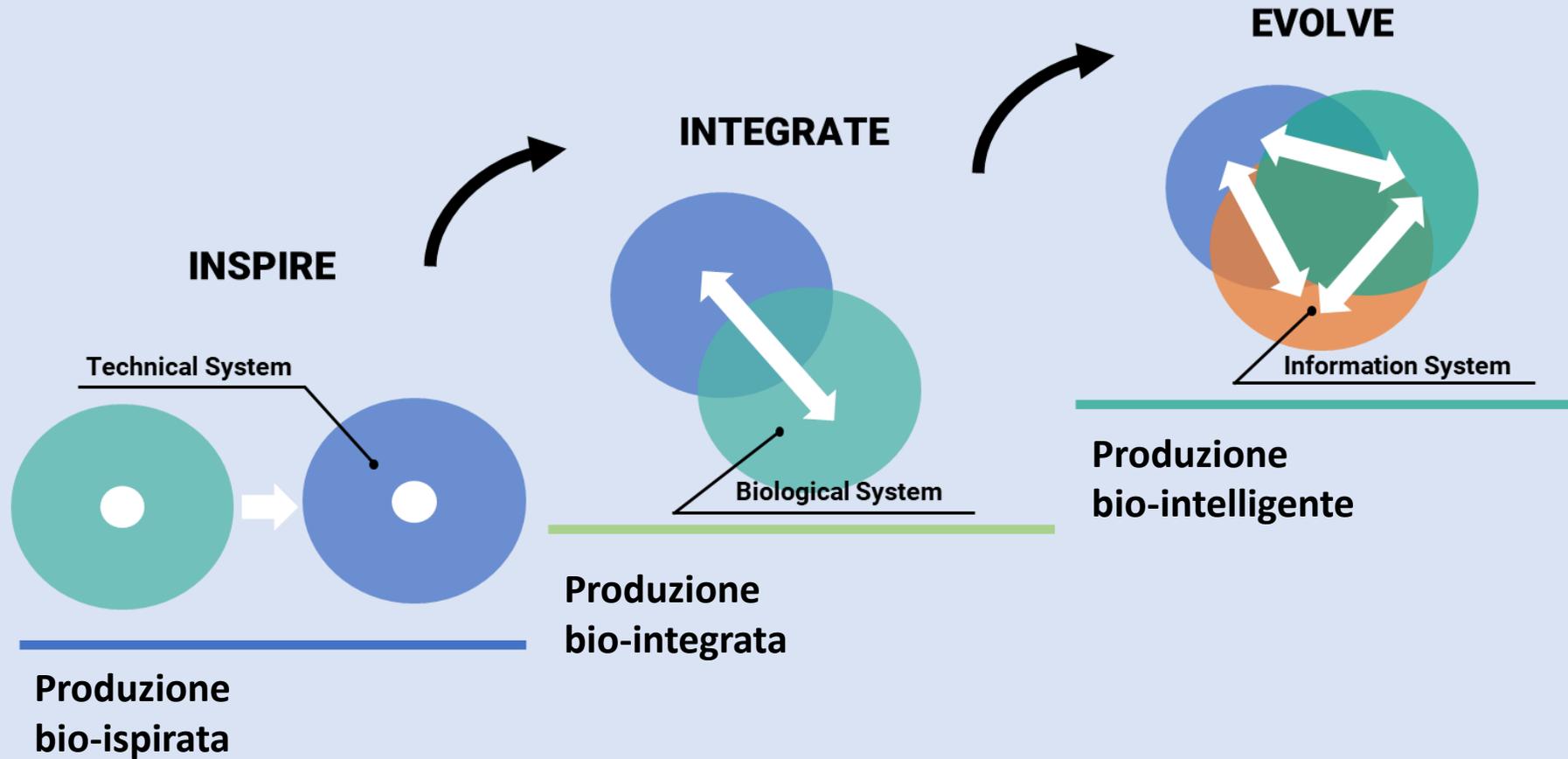


Source: Matt, Riedl, Rauch (2020)

Transfer nella Produzione



Tre fasi di trasformazione biologica nella produzione



Source: adapted from Mieke, R., Bauernhansl, T., Schwarz, O., Traube, A., Lorenzoni, A., Waltersmann, L., Full, J., Horbelt, J. & Sauer, A. (2018). The biological transformation of the manufacturing industry - envisioning biointelligent value adding. *Procedia CIRP*, 72, 739-743.

Imparare dalla natura - Design biomimetico

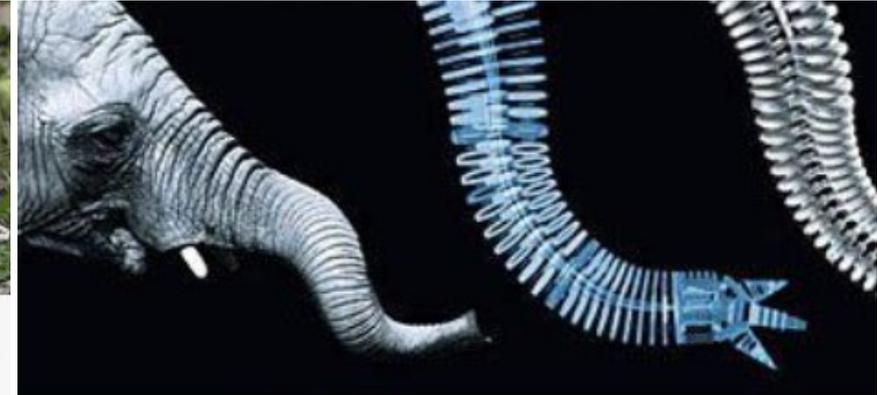
Il «naso» dei treni ispirato al becco dell'uccello martin pescatore



Zaini resistenti con squame sovrapposte come il pangolino



Braccia robotiche ispirate alla proboscide degli elefante

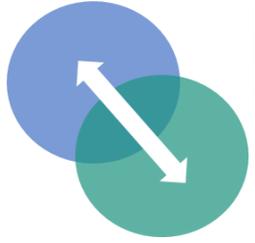


Source: Treehugger

Source: biomimicrynyc.com

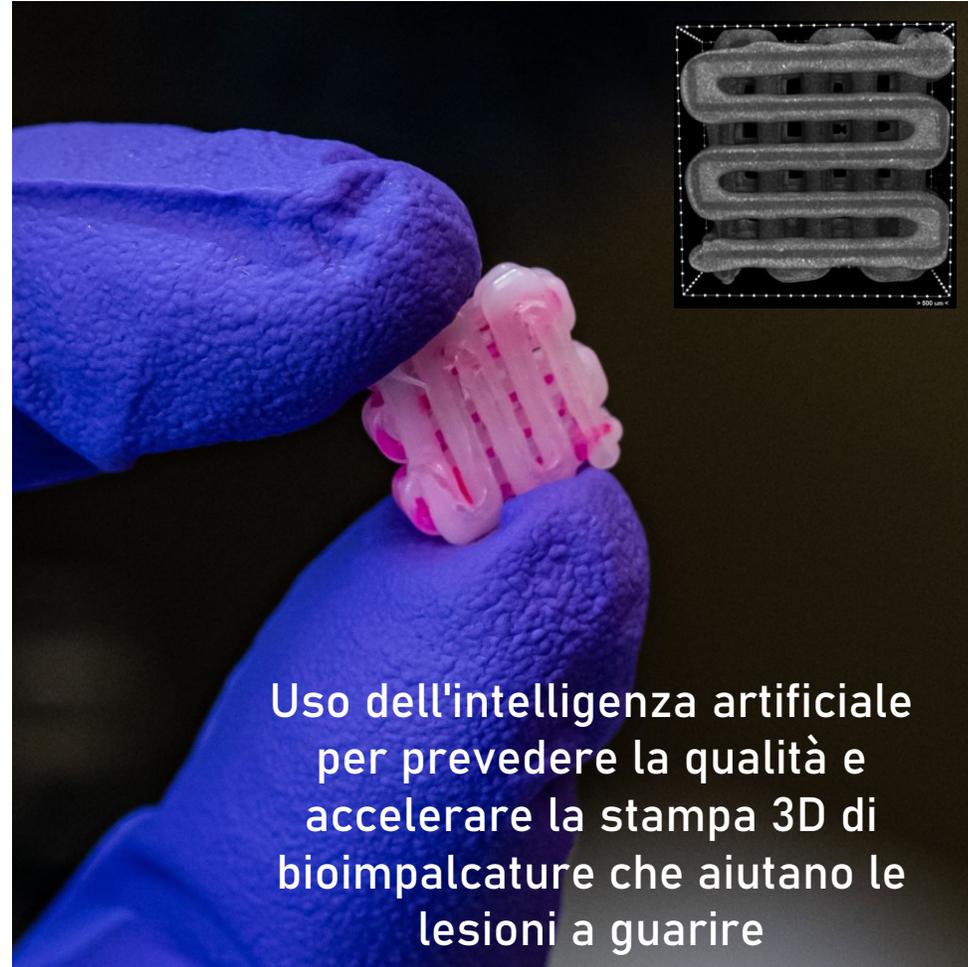
Source: momtastic.com

Esempio di produzione **bio-integrata** e **bio-intelligente**



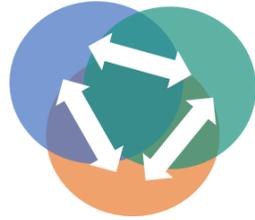
Fluido da taglio a base di microbi come esempio di biointegrazione

Source: <http://www.eng.sun.ac.za/news/biological-transformation-in-manufacturing-direct-integration-of-biological-components-for-machining-ti6al4v/>



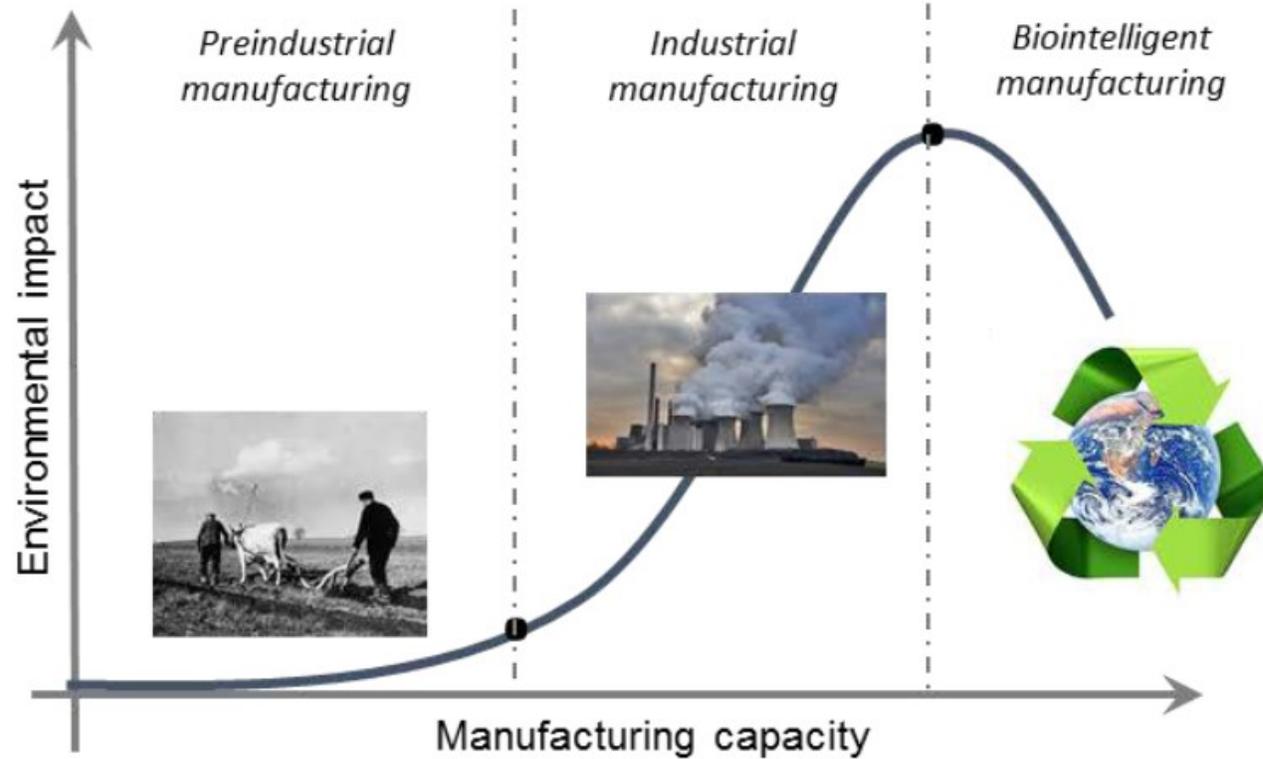
Uso dell'intelligenza artificiale per prevedere la qualità e accelerare la stampa 3D di bioimpalcature che aiutano le lesioni a guarire

Source: <https://3dprint.com/273254/ai-driven-bioprinting-speeds-up-tissue-engineering/>



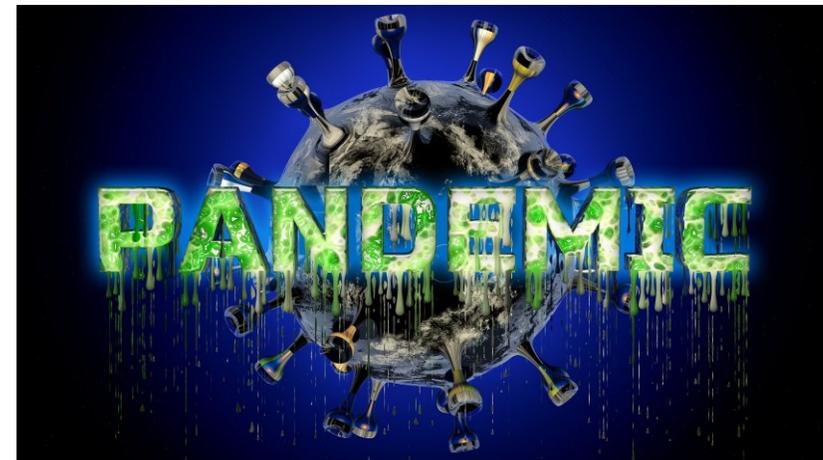
Impatto della produzione (bio-)intelligente sulla **sostenibilità**

Impatto ambientale

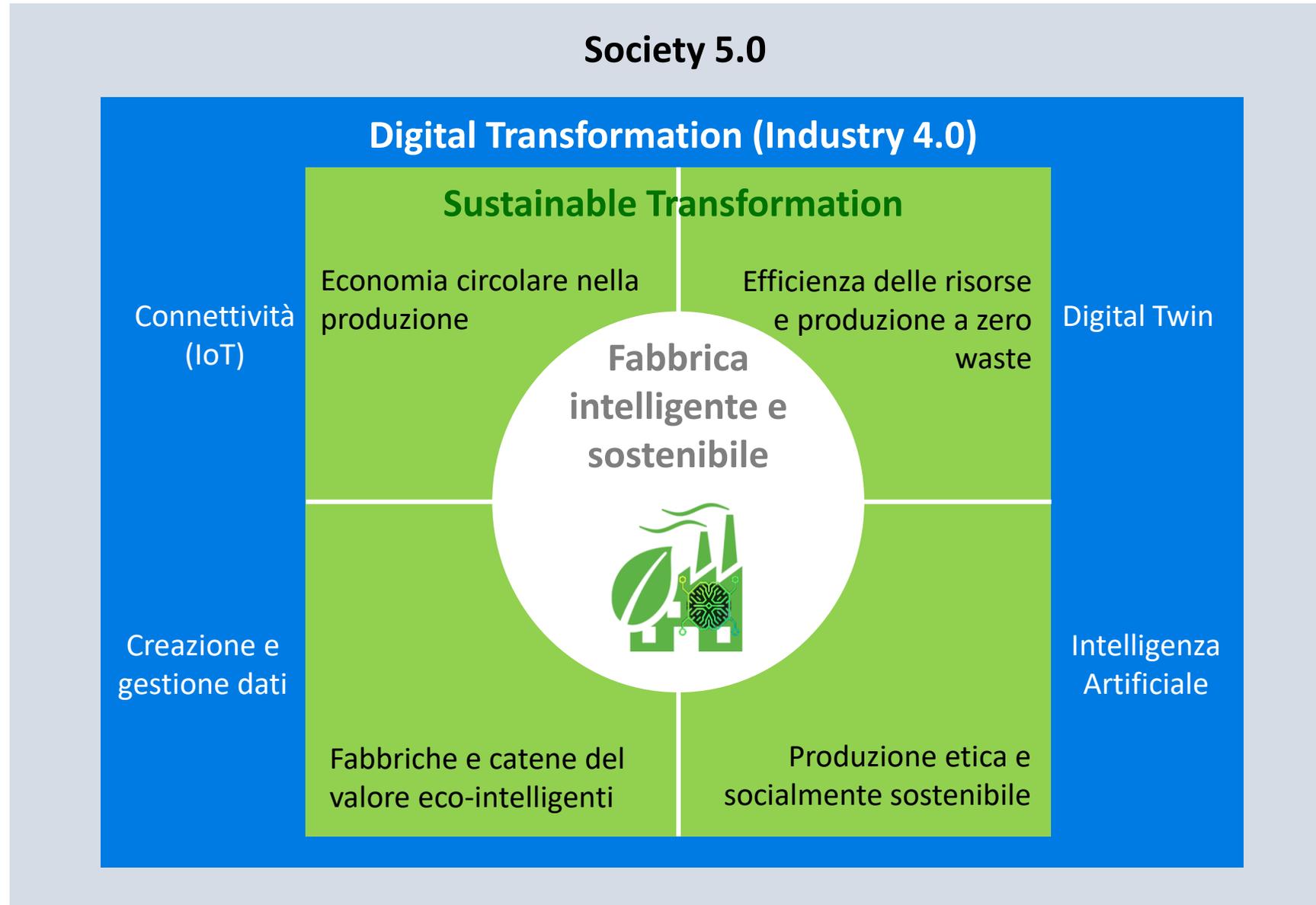


Source: https://www.igb.fraunhofer.de/content/dam/igb/documents/events/2020/Proposal_Sub-Plattform_Bio-Intelligent-manuf_HLG_2019-11-06.pdf

Impatto sulla resilienza



Conclusione – La Trasformazione Duale mira a realizzare fabbriche intelligenti e sostenibili





società
ceramica
italiana



Research



Industry



Teaching

unibz



Smart Mini Factory
Laboratory for Industry 4.0
unibz

Grazie per l'attenzione!

Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Erwin Rauch

Matteo De Marchi

10 Dicembre, 2021

Industrial Engineering and Automation (IEA)
Faculty of Science and Technology
Free University of Bolzano, Italy