



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE  
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale/magistrale Ingegneria Gestionale

Il paradigma dell'Industria 5.0

The Industry 5.0 Paradigm

Relatore:

Tesi di Laurea di:

Antonetti Mattia

A.A. 2023 / 2024

# INDICE

1. INTRODUZIONE
  
2. Verso la rivoluzione
  - 2.1 Prima Rivoluzione Industriale.
  - 2.2 Seconda Rivoluzione Industriale.
  - 2.3 Terza Rivoluzione Industriale.
  - 2.4 Quarta Rivoluzione Industriale.
    - 2.41 Le origini dell'Industria 4.0
    - 2.42 Principali tecnologie dell'Industria 4.0
    - 2.43 Impatti sociali ed etici dell'Industria 4.0
    - 2.44 Opinione Pubblica
    - 2.45 Una nuova struttura
  
3. Società 5.0
  - 3.1 Il ruolo dell'Open Innovation e la co-creazione di valore
  - 3.2 Il ruolo delle aziende
  
4. Industria 5.0
  - 4.1 Tre pilastri per l'Industria 5.0
  - 4.2 Il ritorno del lavoro umano
  - 4.3 Stato attuale dell'Industria 5.0 in Italia
    - 4.31 Transizione 5.0
    - 4.32 Divario digitale
  
5. Conclusioni
  
6. Ringraziamenti

## Bibliografia e Sitografia

1. Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas – Adel, A. (2022).
2. The Role of Open Innovation and Value Cocreation in the Challenging Transition from Industry 4.0 to Society 5.0: Toward a Theoretical Framework - Aquilani, B., Piccarozzi, M., Abbate, T., & Codini, A. (2020).
3. Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth – Davies, R. (2015)
4. Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0 - Fukuda, K. (2020).
5. Industry 5.0, A Human-Centric Solution - Nahavandi, S. (2019).
6. Transizione 5.0, il piano del Governo deprezza il digitale – Agenda digitale
7. Transizione 5.0, decreto in arrivo, aliquote fino al 45% - Innovation post
8. Industria 5.0, Unappa “Ecco come cambiare cultura per un’innovazione sostenibile” – Agenda digitale

## Indice delle figure

Fig.1\_\_[unric.org/it/agenda-2030/](https://unric.org/it/agenda-2030/)

Fig.2\_\_<https://www.strategiaecontrollo.com/it/il-nuovo-scenario-per-l-industria-e-la-societa/>

Fig.3\_\_L’alba dei cobot – La Repubblica

Fig.4\_\_The case for Industry 5.0: Robots work with humans to increase production efficiency, not to replace the human workers (Nahavandi, 2019)

Fig.5\_\_Universal Motion Simulator at Institute of Intelligent systems Research and Innovation, Deakin University. (Nahavandi, 2019)

## 1. **INTRODUZIONE.**

Storicamente per l'essere umano i progressi tecnologici hanno favorito l'evoluzione dei metodi di produzione.

La Prima Rivoluzione Industriale cominciò con lo sviluppo della meccanizzazione: si introduce l'utilizzo dell'elettricità all'interno della catena di montaggio e ci troviamo già all'alba della Seconda Rivoluzione Industriale. Successivamente, vengono implementati macchinari automatici in grado di sostituire gli operai nel loro impiego, ci troviamo dentro la Terza Rivoluzione Industriale. Seguono non poche polemiche, con l'opinione pubblica piuttosto divisa tra chi critica aspramente la volontà di sostituire l'uomo nelle proprie mansioni e chi, specialmente le imprese, si dichiara favorevole all'evoluzione al fine di migliorare il processo produttivo. Nasce, con l'intento di migliorare la relazione tra le suddette parti e mantenendo prestazioni alte, la Quarta Rivoluzione Industriale.

Quest'ultima incontra difficoltà a causa degli effetti economici della pandemia da Covid-19, la guerra in Ucraina e la sempre più crescente consapevolezza del cambiamento climatico. La crisi affrontata dall'Industria ha portato alla luce problematiche fondamentali, mostrando un modello poco consona al rispetto delle dinamiche ambientali e poco attento al benessere dei lavoratori.

È proprio qui allora che si vede la fine di un tunnel, la nascita di un nuovo paradigma industriale che vede nascere la società 5.0.

Ci troviamo di fronte ad una naturale evoluzione rispetto ai modelli precedenti: sono riviste le priorità, c'è volontà di sanare il rapporto tra le parti, auspicando un'ottima produttività e prestazioni pur mantenendo un equilibrio tra sostenibilità economica e ambientale.

Difatti l'obiettivo è di lavorare sugli interessi delle organizzazioni fino a prima orientate al profitto, a discapito di altri fattori altrettanto essenziali.

Il ruolo dell'uomo è di nuovo al centro: è importante definire il suo ruolo all'interno delle aziende, investire affinché le organizzazioni stesse possano affrontare cambiamenti dovuti allo scenario geopolitico.

Dunque, nella nuova Industria 5.0 si determinano le risorse che un'azienda deve possedere per portare avanti un modello sostenibile, costruito sui giusti principi e flessibile al cambiamento.

## 2. Verso la rivoluzione.

L'evoluzione dei processi produttivi nel corso della storia umana è stata determinata dagli sviluppi tecnologici, che promuovono l'aumento delle condizioni di lavoro e dello stile di vita. Tuttavia, la più recente Rivoluzione industriale si discosta da questo modello.

Per esaminare l'argomento della tesi, è necessario delineare il percorso storico di trasformazione delle pratiche industriali per comprendere i cambiamenti che hanno segnato i quadri delle rivoluzioni precedenti.

Difatti analizzeremo brevemente la trasformazione delle industrie dall'1.0 alla 3.0, raccontando del loro impatto sociale, economico, politico, sul commercio e le innovazioni portate da ciascuna, per poi studiare in maniera più approfondita l'Industria 4.0 e 5.0.

- La **Prima Rivoluzione Industriale** è stata un periodo di trasformazione socioeconomica che ha avuto luogo in Gran Bretagna tra la seconda metà del XVIII secolo e la prima metà del XIX secolo. Questo periodo è caratterizzato da importanti cambiamenti nei metodi di produzione, nell'organizzazione del lavoro e nello sviluppo tecnologico.

Le principali caratteristiche della Prima Rivoluzione Industriale includono:

*Trasformazioni nei Metodi di Produzione:* Ci fu un passaggio dall'artigianato e dalla produzione manuale a una produzione su larga scala basata sull'uso di macchine. L'invenzione di nuove tecnologie, come la tessitura meccanica, la filatura meccanica e la macchina a vapore, ha rivoluzionato i processi produttivi.

*Sviluppo della Macchina a Vapore:* La macchina a vapore è stata una delle innovazioni chiave della Prima Rivoluzione Industriale. Invenzioni come quella di James Watt hanno reso possibile l'applicazione dell'energia del vapore alla produzione industriale, sostituendo la forza umana e animale con una fonte di potenza più efficiente.

*Cambiamenti nell'Organizzazione del Lavoro:* Si è verificato un passaggio da forme di lavoro artigianali e agricole a un lavoro più organizzato e specializzato nelle fabbriche. La divisione del lavoro è diventata più accentuata, con le persone che si specializzavano in compiti specifici.

*Aumento della Produzione e dell'Efficienza:* Grazie all'adozione di macchine e processi meccanizzati, la produzione è aumentata notevolmente. Questo ha portato a un aumento dell'efficienza nella produzione di beni.

*Cambiamenti Sociali ed Economici:* Questa trasformazione ha avuto un impatto significativo sulla società, con spostamenti della popolazione dalle aree rurali alle città alla ricerca di lavoro nelle fabbriche. Ciò ha portato a cambiamenti nella struttura sociale e nelle dinamiche economiche.

*Crescita dell'Industria Tessile:* Uno dei settori più influenti durante la Prima Rivoluzione Industriale è stato l'industria tessile. La meccanizzazione della tessitura e della filatura ha accelerato la produzione di tessuti.

*Impatto sulla Economia e Commercio Internazionale:* La Prima Rivoluzione Industriale ha avuto un impatto significativo sull'economia britannica, rendendo il paese un importante centro industriale. Ha anche influenzato il commercio internazionale, con l'esportazione di prodotti manifatturati britannici in altre parti del mondo.

La Prima Rivoluzione Industriale è stata un pilastro fondamentale per gettare le basi per le successive rivoluzioni, segnando un punto di svolta influenzando profondamente la società, l'economia e la politica.

- La **Seconda Rivoluzione Industriale** è un termine che si riferisce a un periodo di rapido sviluppo industriale che ebbe luogo alla fine del XIX secolo e all'inizio del XX secolo, successivamente alla Prima Rivoluzione Industriale. Questo periodo è caratterizzato da ulteriori avanzamenti tecnologici, cambiamenti nella produzione e nello sviluppo economico.

Alcune delle caratteristiche salienti della Seconda Rivoluzione Industriale includono:

*Innovazioni Tecnologiche:* La Seconda Rivoluzione Industriale vide l'introduzione di nuove tecnologie e innovazioni che hanno ulteriormente trasformato i processi produttivi. Tra le principali innovazioni vi sono l'elettificazione, l'uso dell'acciaio, l'invenzione del motore a combustione interna, e lo sviluppo delle linee di montaggio.

*Elettificazione e Motori a Combustione Interna:* L'introduzione dell'elettricità come fonte di energia nelle fabbriche ha consentito una maggiore efficienza nella produzione. Inoltre, l'uso diffuso dei motori a combustione interna ha rivoluzionato il trasporto e l'industria automobilistica.

*Acciaio e Costruzione di Infrastrutture:* La produzione di acciaio in quantità sempre maggiori ha avuto un impatto significativo sulla costruzione di infrastrutture. Ponti, edifici e strutture di trasporto potevano essere realizzati in modo più efficiente e robusto grazie all'uso estensivo dell'acciaio.

*Sviluppo dell'Industria Chimica:* La chimica industriale ha conosciuto notevoli progressi durante questo periodo. L'industria chimica ha prodotto nuovi materiali e sostanze chimiche utilizzate in vari settori, dall'agricoltura alla produzione di beni di consumo.

*Crescita dell'Industria Automobilistica:* Con l'introduzione di motori a combustione interna, la produzione di automobili divenne una delle industrie trainanti della Seconda Rivoluzione Industriale. Aziende come Ford hanno introdotto le linee di montaggio, migliorando notevolmente l'efficienza produttiva.

*Globalizzazione dell'Economia:* Durante la Seconda Rivoluzione Industriale, c'è stato un aumento dell'interconnessione tra diverse economie. Il commercio internazionale è cresciuto, facilitato dai miglioramenti nei trasporti e nelle comunicazioni.

*Cambiamenti Sociali ed Economici:* L'industrializzazione accelerata ha portato a cambiamenti sociali e economici significativi, inclusi nuovi modelli di lavoro, urbanizzazione, e una crescente classe media. Tuttavia, ha anche portato a problemi come le disuguaglianze sociali e le condizioni di lavoro spesso precarie nelle fabbriche.

*Rivoluzioni nei Trasporti:* Il miglioramento dei mezzi di trasporto, come treni e navi a vapore, ha rivoluzionato il commercio e la mobilità. La costruzione di reti ferroviarie e porti ha facilitato gli spostamenti delle merci su lunghe distanze.

La Seconda Rivoluzione Industriale ha segnato un passaggio da una produzione prevalentemente basata sulla meccanizzazione a una più avanzata e diversificata, spianando la strada per i successivi sviluppi tecnologici e industriali del XX secolo.

- La **Terza Rivoluzione Industriale** si concentra principalmente sull'integrazione di nuove tecnologie dell'informazione, delle energie rinnovabili e sulla creazione di una rete energetica intelligente.

Ecco alcune delle principali caratteristiche e temi associati a questa fase:

*Energia Rinnovabile:* Uno degli aspetti chiave della Terza Rivoluzione Industriale è la transizione verso l'utilizzo massiccio di energie rinnovabili, come il solare e l'eolico, al fine di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e mitigare gli impatti ambientali legati all'uso di fonti energetiche tradizionali.

*Internet delle Cose (IoT):* L'integrazione delle tecnologie dell'Internet delle Cose è un elemento fondamentale della Terza Rivoluzione Industriale. Dispositivi connessi e sensori vengono utilizzati per monitorare e gestire in modo più efficiente i processi produttivi, l'energia e altri aspetti dell'industria.

*Smart Grids e Storage dell'Energia:* La creazione di reti elettriche intelligenti (smart grids) consente una distribuzione più efficiente dell'energia elettrica, integrando fonti rinnovabili e gestendo la domanda in modo più flessibile. Inoltre, lo sviluppo



di tecnologie di stoccaggio dell'energia contribuisce a gestire la variabilità delle fonti rinnovabili.

*Fabbricazione Digitale e Stampa 3D:* La Terza Rivoluzione Industriale vede anche l'uso diffuso di tecnologie di fabbricazione digitale, tra cui la stampa 3D. Queste tecnologie consentono la produzione personalizzata, riducono gli sprechi e offrono nuovi approcci alla produzione di beni.

*Economia Collaborativa e Sharing Economy:* L'uso di piattaforme digitali per facilitare la condivisione di risorse, beni e servizi è una componente della Terza Rivoluzione Industriale. Ciò contribuisce a una maggiore efficienza nell'uso delle risorse e alla riduzione dell'impatto ambientale.

*Automazione e Intelligenza Artificiale (IA):* L'automazione avanzata e l'IA giocano un ruolo importante nell'ottimizzazione dei processi produttivi, migliorando l'efficienza e consentendo una maggiore personalizzazione dei prodotti e dei servizi.

*Decentramento dell'Energia e Produzione Locale:* La Terza Rivoluzione Industriale incoraggia la produzione energetica decentralizzata e il concetto di "prosumer", dove i consumatori diventano anche produttori di energia, spesso attraverso l'uso di tecnologie come i pannelli solari installati su edifici.

*Impatti Sociali ed Economici:* Questa fase porta con sé cambiamenti significativi nell'organizzazione del lavoro, nella distribuzione del potere economico e nelle dinamiche sociali. L'adozione di tecnologie avanzate può portare a nuove opportunità, ma anche a sfide, come la disoccupazione tecnologica.

La Terza Rivoluzione Industriale rappresenta una visione di trasformazione profonda nei modelli di produzione, consumo ed energia, orientata per la prima volta verso la sostenibilità ambientale e l'efficienza.

- Per quanto concerne la **Quarta Rivoluzione Industriale (Industry 4.0)** è doveroso approfondire per capire le profonde differenze con la successiva, dove sono nati i

problemi e la conseguente disapprovazione dell'opinione pubblica, su quali principi verte e le novità tecnologiche.

### ***Le origini dell'Industria 4.0:***

Il termine è coniato dal fondatore del World Economic Forum, Klaus Schwab, nel libro del 2016 intitolato appunto "The Fourth Industrial Revolution". In seguito, matureranno esperienze a livello internazionale: Manufacturing USA negli USA, Smart Industry nei Paesi Bassi, in Slovacchia e in Svezia o Industrie du Futur in Francia. Indubbiamente risulta come punto di riferimento l'esperienza tedesca, la più strutturata per via del considerevole anticipo con cui le autorità pubbliche hanno avviato l'iniziativa e della forte sinergia con i leader industriali privati.

Difatti il Governo tedesco nel 2012 aveva inserito l'Industria 4.0 tra i primi dieci progetti della strategia High-Tech, mentre l'anno successivo il Ministero dell'istruzione e della ricerca tedesco ha individuato le priorità della strategia Industria 4.0, dalla standardizzazione alla formazione continua. Convinti che la digitalizzazione dei prodotti e dei servizi potessero consentire alti profitti annuali in termini di efficienza nel settore manifatturiero e la creazione di posti di lavoro, nel 2015 tali impegni vengono istituzionalizzati mediante la creazione di una piattaforma composta da imprese, ricercatori e sindacati e guidata dai Ministri dell'economia e della ricerca.

In Italia nella scorsa legislatura, la Camera dei deputati attiva i propri poteri e sceglie di condurre un'indagine conoscitiva sull'Industria 4.0 in maniera tale da capire quale modello applicare al tessuto industriale italiano. La suddetta indagine viene svolta dalla X Commissione attività produttive ed il relativo documento conclusivo viene approvato all'unanimità nella seduta del 30 giugno 2016.

Obiettivo su cui verte l'indagine, condivisa dal Governo e le forze politiche, è stato quello di concorrere con proposte operative ad una strategia italiana di Industria 4.0 attraverso una migliore definizione del quadro normativo necessario a promuoverne la realizzazione.

Analizzando i punti di forza e di debolezza del sistema industriale italiano circa la sua digitalizzazione, opportunità e rischi, il documento elabora alcune proposte operative per una strategia digitale italiana.

In particolare, l'indagine illustra i pilastri sui quali costruire una strategia Industria 4.0:

- Individuazione degli obiettivi da raggiungere e la conseguente proposta di costituzione di una Cabina di regia governativa.
- Realizzazione delle infrastrutture abilitanti attraverso il piano banda ultra-larga, lo sviluppo e la diffusione delle reti di connessione wireless di quinta generazione, delle reti elettriche intelligenti, dei DIH (Digital Innovation Hubs) e di una pubblica amministrazione digitale.
- Formazione adeguata alle competenze digitali, con una formazione scolastica e post-scolastica che punti a migliorare le competenze digitali diffuse in tutti gli ambiti.
- Ricerca rafforzata sulle novità tecnologiche in ambito universitario e centri di ricerca internazionali.
- Open Innovation, sfruttando l'IoT (Internet delle cose) su un sistema che possa prediligere il Made in Italy,

Il 21 settembre 2016, una volta conclusa l'indagine conoscitiva, viene presentato il Piano Nazionale Industria 4.0 che interessa il periodo 2017-2020. Il Piano, firmato dal Ministro dello Sviluppo Economico Carlo Calenda, prevede un insieme di misure organiche e complementari in grado di favorire gli investimenti per l'innovazione e per la competitività. Attraverso una logica 4.0 sono state rafforzate tutte le misure che si sono rivelate efficaci e, per rispondere pienamente alle esigenze emergenti, ne sono state

previste di nuove. In particolare, come spiegato nel documento ufficiale, Industria 4.0 investe tutti gli aspetti del ciclo di vita delle imprese che vogliono acquisire competitività, offrendo un supporto negli investimenti, nella digitalizzazione dei processi produttivi, nella valorizzazione della produttività dei lavoratori, nella formazione di competenze adeguate e nello sviluppo di nuovi prodotti e processi.

Abbiamo introdotto dunque le sue origini, necessario ora dedicare un approfondimento circa le ***Principali tecnologie dell'Industria 4.0:***

*Intelligenza Artificiale (IA):* L'IA, nata già nella precedente rivoluzione, gioca un ruolo centrale nell'Industria 4.0.

Vengono implementati sistemi di apprendimento automatico, reti neurali e algoritmi avanzati vengono utilizzati per analizzare grandi quantità di dati, automatizzare processi e migliorare la presa di decisioni.

In particolare:

- ✚ Produzione intelligente: Ottimizzazione della produzione, miglior efficienza e riduzione dei costi. I sistemi di produzione intelligenti possono adattarsi dinamicamente alle variazioni nella domanda, anticipare guasti delle macchine e ottimizzare la gestione delle risorse.
- ✚ Manutenzione predittiva: Analisi costante dei dati provenienti dai sensori delle macchine per prevedere quando una determinata attrezzatura avrà bisogno di manutenzione. Ciò consente di pianificare interventi correttivi prima che si verifichino guasti, riducendo i tempi di fermo e i costi di manutenzione.
- ✚ Qualità e controllo del processo: Monitoraggio in tempo reale dei processi di produzione, rilevando anomalie e garantendo la qualità del prodotto. Sistemi di visione artificiale e algoritmi di apprendimento automatico possono identificare difetti o deviazioni dai parametri previsti.

- ✚ Supply Chain e logistica intelligenti: Ottimizzazione della gestione della supply chain, aiutando a prevedere la domanda, ottimizzare gli inventari, migliorare la tracciabilità dei prodotti e ottimizzare le rotte di trasporto.
- ✚ Fabbriche digitali: Abilita la creazione di fabbriche digitali, in cui i processi di produzione sono altamente automatizzati, interconnessi e adattabili. I sistemi intelligenti consentono una produzione su scala più flessibile e personalizzata.
- ✚ Sistemi autonomi e robotica avanzata: L'IA è fondamentale per la realizzazione di sistemi autonomi, come robot industriali e veicoli a guida autonoma, che possono operare in modo sicuro e collaborativo negli ambienti industriali.
- ✚ Analisi dei dati avanzata: L'IA analizza grandi quantità di dati provenienti da diverse fonti, contribuendo a identificare modelli, trend e insight utili per la presa di decisioni strategiche.
- ✚ Apprendimento automatico per la personalizzazione: Nell'Industria 4.0, l'IA può essere utilizzata per adattare i processi produttivi in modo più preciso alle esigenze individuali dei clienti, consentendo una produzione più personalizzata e flessibile.

Internet delle Cose (IoT): La connessione di dispositivi e oggetti alla rete, consentendo loro di comunicare tra loro e con le persone, è un elemento chiave. Ciò consente la raccolta e l'analisi di dati in tempo reale, migliorando l'efficienza e aprendo nuove opportunità.

Big Data e Analytics: La capacità di gestire e analizzare grandi quantità di dati è fondamentale per trarre informazioni significative. Le tecnologie di big data e analytics consentono di estrarre conoscenze utili dai dati raccolti.

Stampa 3D e Fabbricazione Additiva: Queste tecnologie permettono la produzione di oggetti tridimensionali layer per layer, permettendo una maggiore flessibilità nella progettazione e produzione di componenti.

*Robotica Avanzata*: I robot avanzati, inclusi robot collaborativi (cobots), vengono utilizzati in modo sempre più diffuso nei processi industriali per aumentare l'efficienza e migliorare la sicurezza.

*Biologia Sintetica e Nanotecnologia*: Avanzamenti in biologia sintetica e nanotecnologia aprono nuove possibilità nella progettazione di materiali, dispositivi e sistemi, con potenziali impatti in settori come la medicina e l'energia.

*Veicoli Autonomi e Connessione Intelligente*: Lo sviluppo di veicoli autonomi e la connessione intelligente dei mezzi di trasporto sono aspetti chiave per migliorare la mobilità e la logistica.

*Blockchain e Sicurezza Digitale*: La tecnologia blockchain, che fornisce una registrazione distribuita e sicura delle transazioni, è vista come un elemento cruciale per garantire la sicurezza e la trasparenza nelle transazioni digitali.

*Elettrificazione e Mobilità Sostenibile*: La transizione verso veicoli elettrici e la promozione di soluzioni di mobilità sostenibile sono parte integrante della Quarta Rivoluzione Industriale.

### ***Impatti sociali ed etici dell'Industria 4.0:***

La Quarta Rivoluzione Industriale ha portato con sé numerosi impatti sociali ed etici che influenzano diversi aspetti della società.

- ❖ A livello sociale l'automazione e l'introduzione di tecnologie avanzate può portare alla riduzione di posti di lavoro in alcune industrie tradizionali, generando preoccupazioni riguardo alla disoccupazione.

Inoltre, per stare al passo con l'evoluzione sono richieste nuove competenze e la formazione continua diventa essenziale per mantenere la rilevanza nel mercato del lavoro. Diventa una sfida per i lavoratori che devono adattarsi a tecnologie avanzate come l'Internet delle cose (IoT), l'intelligenza artificiale (IA) e la robotica.

Proprio rispetto alla suddetta capacità di adattamento, e anche circa l'accessibilità di tali tecnologie, si possono ampliare le disparità economiche tra paesi e all'interno delle società. Le nazioni e le persone con maggiori risorse possono beneficiare più facilmente delle opportunità offerte dalla quarta rivoluzione industriale.

Infine, l'uso diffuso di sensori e dispositivi connessi può innescare preoccupazioni sulla privacy. La raccolta massiccia di dati può portare a potenziali abusi e richiede un equilibrio tra innovazione e protezione dei dati personali.

- ❖ A livello etico, con l'aumento dell'uso di sistemi basati sull'IA e robot, sorgono questioni etiche riguardo alla responsabilità delle azioni compiute da macchine intelligenti. “Chi è responsabile in caso di errori o danni causati da sistemi automatizzati?” è solo una delle prime questioni sollevate e causa di timore generale.

Inoltre, assicurare l'equità nell'accesso alle tecnologie dell'Industria 4.0 è una preoccupazione etica importante. Garantire che le innovazioni tecnologiche siano distribuite in modo equo per evitare disparità sociali ed economiche.

È una preoccupazione diffusa il possibile impatto ambientale, sulla quale può influire molto l'Industria 4.0, sia in maniera positiva che negativa. Da un lato, le tecnologie avanzate possono contribuire a una gestione più efficiente delle risorse, ma, d'altro canto, la produzione di dispositivi elettronici e il consumo energetico possono portare a nuove sfide ambientali.

Infine, la crescente dipendenza dalla tecnologia può sollevare questioni etiche sulla nostra capacità di gestire una società altamente interconnessa e dipendente dai sistemi automatizzati.

### ***Opinione pubblica:***

È importante capire quale sia l'opinione pubblica circa l'Industria 4.0, per individuare i problemi della stessa, per fare informazione laddove le critiche si

riducano a chiacchiere da bar e fare passi insieme per un'evoluzione più consapevole, produttiva e sostenibile.

Swg ha svolto una ricerca sugli atteggiamenti nell'economia futura (su campione di 1.000 stratificato secondo la struttura sociodemografica del Paese).

Il risultato? Più della metà degli intervistati reputa importante condivisione (64%) e mutualismo (51%). L'indagine evidenzia in generale come negli auspici delle persone l'aspetto sociale sia al centro, con accento sul benessere lavorativo, soprattutto in relazione alla qualità dei contratti, sull'assoluta necessità di pensare agli individui e non più solo ai profitti e sul bisogno, essenziale, di un coinvolgimento attivo dei lavoratori nella vita d'impresa.

Sotto questo punto di vista, la parte della tecnologia può e deve cambiare radicalmente.

Emblematica la risposta di un intervistato: "La tecnologia è un mezzo. Se la metto nell'impresa orientata al sociale può diventare nobile. Se però la metto nell'impresa orientata solo al profitto accresce le disuguaglianze sociali".

Nella medesima intervista viene interpellato anche un direttore scientifico di Swg, tale Enzo Riso, che spiega come nell'opinione pubblica si generi l'effetto Blade Runner e ci sia sostanzialmente paura che possa aumentare la forbice tra ricchi e poveri.

La tecnologia applicata al sistema di produzione genera la paura, nella maggior parte delle persone, che si riduca la possibilità di trovare occupazione all'interno delle aziende e in generale nei settori spinti verso l'automatizzazione, mentre per le singole persone la percezione è positiva.

Chiaramente la preoccupazione colpisce soprattutto chi svolge lavori di bassa e media qualificazione per cui è più facile che vengano sostituiti da macchine e robot. Stando alla ricerca viene alla luce un altro timore, ovvero la perdita di libertà: ciò riguarda la paura di essere perennemente controllati e, come sottolinea l'intervistato Riso, di tendere verso una società dirigista. Naturalmente l'auspicio è differente, che non si accentui la capacità competitiva a discapito delle persone, e che migliori anche lo stare insieme ed essere collegati alla società.



In conclusione, le speranze sono che la tecnologia diventi un'opportunità per migliorare la qualità di vita dei lavoratori, condizioni economiche e competitività del proprio Paese, e non che tolga posti di lavoro e aumenti la differenza tra classi sociali.

### ***Una nuova struttura:***

A causa degli shock che hanno colpito il mondo (Covid-19, conflitto ucraino, crisi ambientale), l'Industria 4.0 non è più in grado di soddisfare gli obiettivi richiesti dalla società.

Dato il cambiamento delle abitudini di vita e le nuove esigenze, l'industria richiede una riprogettazione, concentrandosi su nuovi obiettivi.

È naturale che un paradigma esclusivamente tecnico, incentrato sull'efficienza attraverso la connettività e l'intelligenza artificiale, non possa più essere considerato adeguato. Quello che si osserva è che la dimensione economica non può essere la considerazione esclusiva. Infatti, come si sostiene nell'Agenda 2030, gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile hanno segnalato la necessità di una correzione di rotta in Europa. Si tratta di un piano d'azione del 2015 spinto dalle Nazioni Unite (ONU) che mira a promuovere le persone, la prosperità e l'ambiente. Da seguito ai risultati degli Obiettivi di Sviluppo del Millennio (Millennium Development Goals) che li hanno preceduti, e rappresentano obiettivi comuni: vale a dire, riguardano tutti i Paesi e tutti gli individui senza lasciare indietro nessuno lungo il cammino necessario per portare il mondo sulla strada della sostenibilità.

Come mostrato in foto, presenta 17 obiettivi:



fig.1 – [unric.org/it/agenda-2030/](http://unric.org/it/agenda-2030/)

Al contrario, l'Industria 4.0 si traduce in un modello "winner-takes-all" che genera monopoli e gigantesche disuguaglianze tecnologiche.

Prendendo in considerazione i 17 punti descritti nell'Agenda 2030, è possibile individuare come dovrebbe essere progettata la nuova strategia industriale.

Le carenze di Industria 4.0, secondo Sandrine Dixson-Declève (studiosa della sostenibilità), possono essere riassunte in tre dimensioni:

- 1) Le caratteristiche rigenerative della trasformazione industriale, in modo da abbracciare l'economia circolare e i cicli di retroazione positiva, non come un ripensamento, ma come un pilastro fondamentale della progettazione di interi progetti.
- 2) Una dimensione intrinsecamente sociale, che richiede attenzione al benessere dei lavoratori, alla necessità di inclusione sociale e all'adozione di tecnologie che includano l'inclusione sociale e l'adozione di tecnologie che non sostituiscano, ma piuttosto integrino capacità umane, quando possibile.
- 3) Una dimensione obbligatoriamente ambientale, che porta a promuovere una trasformazione che elimini l'uso di combustibili fossili, promuova l'efficienza energetica, attinga a soluzioni basate sulla natura, rigenerare i pozzi di assorbimento del carbonio, ripristinare la biodiversità e creare nuovi modi di prosperare in rispettosa interdipendenza con i sistemi naturali.

Di conseguenza, l'Unione Europea vede la necessità di una strategia industriale a lungo termine che si concentri sull'economia digitale e a basse emissioni di carbonio, consentendo alle imprese di rimanere competitive.

Questa nuova prospettiva è nota come Industria 5.0.

### 3. **Società 5.0.**

Il Giappone ha avuto un ruolo fondamentale nella definizione di una nuova visione sociale. In effetti, anche la già descritta Industria 4.0 è stata concettualizzata in modo diverso, identificata come Super Smart Society.

È fondamentale sottolineare che l'Industria 4.0 non è l'unica componente che può essere raccomandata per i cambiamenti di paradigma della società. La nuova visione della società riflette alcuni degli ideali introdotti dalle Nazioni Unite con il piano di Obiettivi di Sviluppo Sostenibile.

Il termine Società 5.0 è annunciato per la prima volta dal Governo giapponese, durante il Quinto Piano di Base di Scienza e Tecnologia.

La società 5.0 è una società incentrata sull'uomo, con l'obiettivo di soddisfare i bisogni personali promuovendo l'uguaglianza economica e sociale, facilitando la fusione tra spazio cibernetico e spazio fisico, generando così un miglioramento della raccolta dei dati, che arricchisce la risoluzione dei problemi e la creazione di valore.

Ci sono due componenti essenziali della transizione verso la Società 5.0, ovvero il pensiero manageriale e la cultura giapponese. Infatti, la cultura e le pratiche manageriali illuminano la necessaria collaborazione tra le persone e le istituzioni, creando relazioni meno relazioni meno formali.

Il ruolo dell'individuo è cruciale, la centralità dell'uomo all'interno della nuova società è un vademecum per capire la società 5.0. Mentre, da un punto di vista gestionale, si può indagare la correlazione tra co-creazione di valore e Open Innovation. Quest'ultime sono strutture che si adattano perfettamente a una società antropocentrica, poiché è richiesta la partecipazione degli individui, delle aziende e delle imprese.

### ***Il ruolo dell'Open Innovation e co-creazione di valore.***

Durante la seconda rivoluzione industriale, l'innovazione era compito dei dipartimenti di ricerca e sviluppo. Tuttavia, la nozione di Open Innovation non è nuova; nel 2006, il professor Chesbrough ha migliorato la sua definizione del 2003 (West e Bogers, 2013), caratterizzando il fenomeno come segue:

*“L'innovazione aperta è un paradigma che presuppone che le imprese possano e debbano utilizzare idee esterne e interne, nonché percorsi interni ed esterni verso il mercato, mentre le aziende cercano di far progredire la loro tecnologia.*

*L'innovazione aperta combina idee interne ed esterne in architetture e sistemi i cui requisiti sono definiti da un modello di business.”*

Quindi, secondo la definizione, si può cogliere il senso dell'antropocentrismo all'interno di questa visione manageriale, che può essere adottata per spiegare il funzionamento di una nuova visione della società.

Il punto di partenza è l'assunto che un'azienda da sola ha difficoltà a innovare. Tuttavia, l'Industria 4.0 ha svolto un ruolo fondamentale nel migliorare la comunicazione attraverso le sue innovazioni tecnologiche, stimolando l'adozione dell'OI. Fukuda ha affermato la presenza di un legame tra l'OI e la transizione verso una nuova visione della società, sottolineando la necessità di creare un ambiente che consenta il flusso di informazioni e che funga da incubatore per l'innovazione.

La letteratura conferma quindi il ruolo dell'Industria 4.0 come facilitatore dell'adozione della Società 5.0.

Anche Fukuda ha sottolineato l'importanza della collaborazione tra pubblico e privato per creare un'atmosfera economica e sociale stabile.

Infine, per accettare i processi di OI, il compito deve essere originato e portato avanti da un insieme eterogeneo di attori, come sottolineato da Chesbrough: "La co-creazione è il processo congiunto, collaborativo, concorrente e paritario di produrre nuovo valore, sia materialmente che simbolicamente".

In base alla definizione, è semplice comprendere l'esistenza di un legame tra innovazione aperta e co-creazione di valore, poiché entrambe le prospettive manageriali includono il concetto di collaborazione tra i più diversi attori.

Poiché il luogo in cui si crea il valore è quello in cui si innescano le interazioni, le organizzazioni che seguono questa strategia avranno una performance migliore non solo dal punto di vista economico, ma anche sociale e ambientale, facendo leva sulle capacità dei propri stakeholder.

Pertanto, l'empowerment delle parti interessate è tale da consentire il raggiungimento di un risultato reciprocamente positivo, la cosiddetta situazione win-win.

Tuttavia, la co-creazione di valore non è l'unica strategia manageriale pensata per realizzare la Società 5.0; le attività svolte dalle imprese e/o da altre organizzazioni che coinvolgono gli individui possono anche guidare questo cambiamento.

Esistono alcuni paralleli tra i due approcci, in quanto la co-creazione di valore stimola l'innovazione in tutti i campi, che a sua volta contribuisce a migliorare i processi di OI.

Infine, Kaihara ha optato per il termine sistemi di sistemi per definire il meccanismo virtuoso che spiega il legame tra i sistemi e le imprese e la realizzazione della Società 5.0.

Secondo questo studio, l'inclusività è il facilitatore che, insieme alle tecnologie di Industria 4.0, permette il miglioramento della società.

Il governo giapponese ha lanciato una serie di progetti le cui basi si fondano sul concetto di valore reciproco, generato dalla collaborazione tra il settore pubblico e quello privato, tra l'azienda e il cittadino, e in generale tra i membri che compongono una società (Fukuda, 2019).

Kashiwa-no-ha Smart City: Il compito è stato quello di creare una città che sia rispettosa dell'ambiente, che promuova una vita lunga e sana e l'innovazione industriale.

Città di Tamaki: l'obiettivo era quello di affrontare le aree della città scarsamente popolate e soggette a invecchiamento. La città ha sviluppato, grazie all'Università di Tokyo, un sistema di spostamenti pubblici reattivo e gratuito, con il quale i cittadini anziani non hanno bisogno di contattare un operatore. Il sistema tecnologico è in grado di organizzare percorsi con l'obiettivo di ridurre i costi economici e ambientali, oltre che di migliorare la socialità degli anziani, che possono così partecipare agli eventi della comunità.

Infine, The Agricultural Production Corporation: è stata fondata nella città di Yamamoto, nel 2011, dopo il terribile terremoto che ha devastato l'isola, per rivitalizzare l'industria della città, attraverso la combinazione delle conoscenze e delle competenze degli agricoltori e la precisione della tecnologia.

## Il ruolo delle aziende.

### DALL'INDUSTRIA 4.0 ALLA SOCIETY 5.0



fig.2 - <https://www.strategiaecontrollo.com/it/il-nuovo-scenario-per-l-industria-e-la-societa/>

Le aziende sostengono la transizione diretta verso la società 5.0 attraverso la collaborazione con un insieme eterogeneo di stakeholder, tra cui istituzioni, individui e comunità, nonché università e ricerca che, come dimostra l'esempio giapponese, porta spesso a risultati ottimali.

La Società 5.0 riposizionerà l'umanità al centro delle priorità, e l'uomo diventerà più consapevole dell'importanza di migliorare le proprie condizioni sociali e garantire uno sviluppo a lungo termine.

Questa consapevolezza sarà affidata alla nuova tecnologia, che sarà necessaria per gestire le difficoltà future in modo più efficiente, sicuro ed ecologicamente responsabile.

#### 4. **Industria 5.0.**

Le passate Rivoluzioni industriali hanno sempre dato impulso e forma al cambiamento della società attraverso l'uso di nuove tecnologie e il conseguente miglioramento della qualità della vita, come già detto nei capitoli precedenti.

Tuttavia, la società 5.0 richiede un nuovo paradigma per l'industria che vada oltre il capitalismo neoliberista.

In questo scenario, è l'industria che cerca di adattarsi alla società. Seguendo le orme degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite, i nuovi concetti di sviluppo sociale, come la sostenibilità e la centralità dell'uomo, sono diventati essenziali per gli obiettivi aziendali. Di conseguenza, l'industria è una componente essenziale della società.

La mobilitazione della società a favore dei diritti civili e della conservazione dell'ambiente è aumentata. La solidarietà verso i cittadini ucraini, il movimento Black Lives Matter e la cassa di risonanza creata intorno al discorso di Greta Thunberg hanno verificato questo cambiamento nella società.

L'industria ha ascoltato l'avvertimento e si è resa conto dell'importanza di rifocalizzarsi non solo sull'offerta, ma anche sulla domanda. Ha riconosciuto che la concorrenza si concentrerà non solo sulla riduzione dei costi, ma anche su sfide quali la crescita della ricchezza e la tutela dell'ambiente.

La critica, quindi, dipinge l'Industria 4.0 come un paradigma obsoleto che non può più rispondere alle esigenze della società.

È il capitalismo neoliberista, fondato sul concetto di profitto e sulla supremazia degli azionisti, a essere considerato il fautore di problemi come la disuguaglianza sociale o l'esaurimento delle risorse naturali e i danni ambientali.

Secondo Nahavandi (2019), il paradigma che descrive l'Industria 4.0 non è in grado di considerare i costi umani derivanti dall'ottimizzazione dei processi produttivi.

L'autore, quindi, vede nell'Industria 4.0 la mancanza di una dimensione sociale e anzi prevede che, se nulla cambierà in questo senso, i benefici di Industria 4.0 saranno completamente annullati dalle pressioni politiche e sindacali.



A tal fine, è necessario implementare un nuovo modello che capitalizzi gli insegnamenti e i miglioramenti apportati per superare la crisi pandemica, insieme a un ecosistema industriale iperconnesso basato sui big data, che arricchisca e assorba gli ideali di Industria 4.0 e di sviluppo sostenibile.

Dunque, Industria 5.0 è il nome dato al nuovo paradigma.

A differenza delle rivoluzioni precedenti, l'Industria 5.0 riconosce il ruolo che deve svolgere all'interno della società. L'obiettivo principale per cui è stata concepita è la promozione dello sviluppo sostenibile, in modo che i processi produttivi rispettino l'ambiente e il benessere dei lavoratori.

Pertanto, i concetti di Società 5.0 e Industria 5.0 sono collegati, non solo nel senso di un cambiamento di processi o di metodi di produzione, di tecnologie e di processi o di organizzazione interna delle aziende, ma piuttosto l'avvio di una nuova di una nuova visione economica e sociale.

A sostegno di quanto detto, la Commissione Europea, attraverso i suoi studi, prevede riduzione delle emissioni inquinanti industriali del 25,1%. Queste cifre sono tuttavia subordinate alla trasformazione dell'economia, un cambiamento derivante dall'adozione dei principi fondanti dell'Industria 5.0, tra cui la resilienza e l'efficienza, la sostenibilità, i principi dell'economia rigenerativa e circolare, così come i cambiamenti di governance e di politica e l'adozione di Horizon Europe e dei programmi nazionali di resilienza e ripresa.

In questo senso, la visione dell'Industria 5.0 rappresenta un modello economico che non si basa solo sulla produzione e sul consumo, ma che abbraccia le esigenze della Società 5.0.

La Quinta Rivoluzione Industriale, quindi, si concentra su un concetto che mette al centro il progresso e il benessere dell'uomo, basato sulla riduzione e la riorganizzazione delle abitudini di consumo verso uno sviluppo sostenibile.

Come già detto, l'Industria 5.0 è destinata a fungere da ponte in una transizione volta a superare il modello di capitalismo neoliberale, che prevede la riduzione del primato del profitto a favore degli azionisti.

Riassumendo:

La creazione di Industria 5.0 si è basata sull'improvvisa consapevolezza che l'Industria 4.0 aveva fallito in termini di sostenibilità sociale e ambientale, come sottolineato dall'Agenda 2030.

L'Industria 5.0 cerca quindi di superare i limiti del suo predecessore, concentrandosi maggiormente sui principi di giustizia sociale e sostenibilità ambientale e meno sulle tecnologie adottate al solo scopo di rendere la produzione più efficace ed efficiente dal punto di vista efficiente da un punto di vista puramente economico.

La tecnologia, come verrà discusso in dettaglio più avanti nel corso della tesi, gioca un ruolo importante, ma questa rilevanza non è giustificata dagli effetti generati sull'efficienza economica dei siti produttivi o sull'interconnessione di più reparti o sedi aziendali.

Pertanto, l'Industria 5.0 non è una rivoluzione guidata dalla tecnologia, ma rappresenta piuttosto una trasformazione guidata dal valore, con la tecnologia che ha il compito di facilitare questa rivoluzione, ma con obiettivi più ampi. Anche l'Industria 5.0 non si basa esclusivamente sulla tecnologia, ma su obiettivi e principi che includono la centralità dell'uomo, la sostenibilità e la resilienza.

La tecnologia avrà il compito di facilitare questi principi/obiettivi.

I fattori che sono stati presi in analisi fino a questo punto sono il cambiamento della società (Società 5.0) e il ruolo della tecnologia.

Proprio per questo motivo, la Quinta Rivoluzione Industriale si configura come un fenomeno socio tecnologico, che porta con sé i principi della Centralità Umana in contrapposizione alla Centralità Produttiva che caratterizza l'Industria 4.0.

La nuova visione industriale, e gli obiettivi che porta con sé, sono quindi definiti dalla posizione dell'uomo all'interno dell'impresa, con l'obiettivo di promuovere la vita e il benessere dell'uomo.

È questa, dunque, la chiave di lettura dell'Industria 5.0, nonostante la letteratura sia ancora in fase iniziale e i risultati degli studi siano limitati e meno metodici.

### ***3 Pilastri per l'Industria 5.0.***

#### **1. Human Centricity**

Parte dal presupposto che i processi aziendali debbano essere progettati concentrandosi sul ruolo dell'uomo, sulle sue esigenze e sui suoi benefici.

Si tratta di una rivoluzione umano-centrica proprio perché ha il compito di riportare l'uomo nella produzione, disimpegnandolo dai compiti di routine.

Di conseguenza, da un punto di vista operativo, la centralità dell'uomo richiede che la sua funzione si estenda oltre la gestione convenzionale dei processi a quella di decisore, coadiuvato dalla tecnologia.

A tal fine, si richiama il tema dell'“up-skilling” e del “re-skilling”, considerato cruciale nella cooperazione uomo-macchina.

Allo stesso modo, l'attuale concezione di Industria 5.0 vede il tocco umano nell'industria. Riguarda l'incorporazione dell'IA nelle operazioni supportate dall'uomo, in modo tale da amplificare le capacità del lavoratore.

Si tratta di tecnologia al servizio dell'uomo e non viceversa.

Questo giustifica il concetto di Human Centricity.

Inoltre, l'attuale primo pilastro descrive il passaggio da un progresso la cui forza motrice è la tecnologia a uno in cui la società gioca un ruolo fondamentale e quindi dà importanza ai bisogni umani.

Si può quindi affermare che il fulcro dell'Industria 5.0 è l'equilibrio che si genera tra uomo, macchina, valori, compiti, conoscenze e competenze, che portano a prodotti personalizzati e individualizzati.

Infine, è una priorità dell'Industria 5.0 creare un ambiente di lavoro sicuro e inclusivo, che promuova il benessere fisico e mentale e che agisca come protettore dei diritti fondamentali.

## 2 Sostenibilità

L'industria, per rispettare i confini del pianeta, deve essere sostenibile.

Il compito dell'Industria 5.0 è quindi quello di proteggere l'ambiente e preservare le risorse naturali promuovendo la crescita economica.

Anche in questo caso, l'industria, attraverso l'uso di tecnologie come l'IA e la manifattura additiva, deve puntare a pianificare e definire strategie che favoriscano lo sviluppo della tecnologia basate su parole chiave come riutilizzo, riuso e riciclo delle risorse.

Citando gli studi di Brundtland del 1987, propongono la definizione di sviluppo sostenibile, secondo la quale si definisce tale se permette di soddisfare i bisogni della società attuale senza intaccare la capacità e quindi le risorse della società futura.

Analogamente, discutono l'importanza della logistica inversa, dell'economia circolare e delle catene di fornitura per raggiungere l'obiettivo "zero rifiuti".

Pertanto, ci sono diversi punti all'interno del piano 'Obiettivi di Sviluppo Sostenibile' definiti dalle Nazioni Unite che fanno riferimento alla necessità di una maggiore sostenibilità dell'industria.

È possibile citare alcuni aspetti che si riferiscono al consumo e alla produzione responsabili e all'industria, all'innovazione e alle infrastrutture.

## 3 Resilienza

Questa dimensione si riferisce alle sfide poste dalla pandemia e dalla guerra in Ucraina e a come la società, ma più in particolare l'industria, ha risposto e imparato da questi shock.

La resilienza viene quindi definita come la capacità tipica di un sistema di resistere o reagire rapidamente a determinati fattori esogeni che minano o possono minare il suo corretto funzionamento.

Pertanto, l'Industria 5.0 ha la capacità di gestire le incertezze derivanti da mercati, catene di fornitura, clienti e perfino interi sistemi industriali nazionali, oltre a cambiamenti geopolitici ed emergenze naturali.

Dal punto di vista delle imprese, il concetto di resilienza si traduce in una maggiore agilità e flessibilità nel rispondere alle esigenze dei consumatori.

I sistemi di produzione richiedono la partecipazione dei consumatori nelle fasi di progettazione per aumentare la possibilità di personalizzazione dei prodotti e anticipare così i cambiamenti della domanda di mercato.

Infine, i robot al servizio dei lavoratori vengono adottati per aumentare la flessibilità e ridurre al minimo il time to market.

### ***Il ritorno del lavoro umano.***

La centralità dell'uomo è il concetto centrale dell'Industria 5.0, che presenta un compromesso tra l'integrazione dell'uomo nei processi produttivi e l'automazione al fine di raggiungere gli obiettivi di creazione di valore.

Secondo alcuni studiosi la suddetta integrazione influisce sulla resilienza di un sistema logistico e per questo motivo è necessaria una maggiore attenzione nell'ambito della collaborazione uomo-macchina.

La crescente integrazione della collaborazione uomo-macchina ha ridefinito l'idea di robot, introducendo i robot collaborativi (cobot).

Tuttavia, Kopacek (2018, citato in Kent & Kopacek, 2019) ha descritto la collaborazione uomo-macchina come segue, approfondendo le qualità dei cobot:

*“Per eseguire compiti collaborativi i cobot sono progettati per essere sicuri nei confronti degli esseri umani (utilizzando sensori, limitazione della forza e geometrie più arrotondate rispetto ai robot tradizionali), per essere leggeri (per poter essere spostati da un compito all'altro) e per essere facili da implementare e utilizzare senza competenze di programmazione”*

Infatti, l'Industria 5.0 ridefinisce il concetto di robot, enfatizzando il principio della centralità dell'uomo e introducendo il compagno perfetto del lavoratore umano. Può essere considerato un apprendista, e come tale possiede le competenze necessarie per imparare direttamente dal campo osservando l'attività umana.



fig.3 – L'alba dei cobot (La Repubblica)

Come si evince dalla foto il robot è un collaboratore dell'uomo, aiutandolo a svolgere un lavoro preciso e più confortevole. Nulla viene tolto alle sue competenze, con l'attività umana che può coesistere con i robot, come da definizione di cobot.

Chiunque abbia sperimentato questo nuovo modo di lavorare ha riscontrato una qualità migliore, a partire dal prodotto finito fino al benessere personale. Nell'Industria 5.0 dunque risulta fondamentale investire sui robot, mantenendo i valori per cui l'uomo ritorna ad avere un ruolo centrale per l'azienda e non più ai margini a favore del mero profitto.

Di seguito invece possiamo osservare un esempio di una linea di produzione equipaggiata con un cobot:

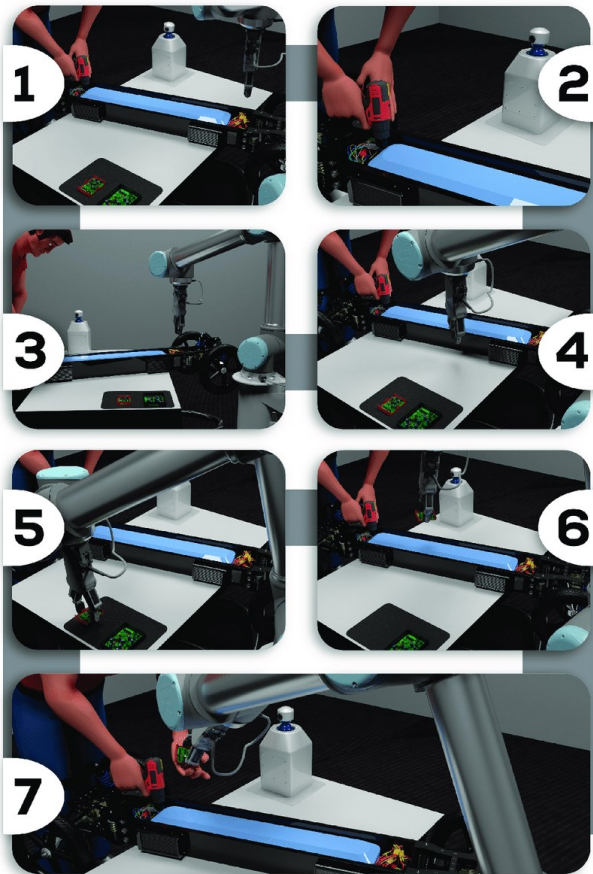


fig.4 - The case for Industry 5.0: Robots work with humans to increase production efficiency, not to replace the human workers (Nahavandi, 2019)

Nell'immagine numero 1 il cobot studia il comportamento del lavoratore.

Nell'immagine numero 2 il cobot, attraverso l'uso della telecamera RGB e dei sensori fNIRS è in grado di generare previsioni sul flusso di lavoro.

Nelle immagini 4 e 5 il cobot inizia ad aiutare l'operaio nel processo di produzione.

La figura 5 mostra il passaggio in cui il cobot aiuta l'operaio, attraverso la selezione e il sollevamento dell'utensile di interesse per l'operaio.

Nelle figure 6 e 7, il cobot consegna all'operaio l'utensile desiderato.

La figura del lavoratore all'interno di un sistema logistico può essere riassunta attraverso il framework di Operator 5.0, nato come evoluzione del suo predecessore Operator 4.0.

La prima definizione di Operatore 5.0 è stata introdotta da Romero & Stahre (2021), come citato in Jafari et al. (2022):

*“Un operatore intelligente e competente che utilizza la creatività umana, l'ingegno e l'innovazione, potenziati dall'informazione e dalla tecnologia, per superare gli ostacoli nel percorso e creare nuove soluzioni frugali, al fine di garantire alle operazioni di produzione una continuità sostenibile e il benessere della forza lavoro in presenza di condizioni difficili e/o impreviste”*

L'Operatore 5.0 si basa sul concetto che la tecnologia non è vista come una minaccia.

Piuttosto, viene percepita come un diretto complemento all'empowerment del lavoratore.

L'Operatore 5.0 si basa sulla promozione di due tipi di resilienza: l'auto resilienza e la resilienza del sistema:

- La prima si riferisce alla salute biologica, fisica, cognitiva e psicologica, nonché alla produttività del lavoratore.
- La seconda, invece, si riferisce allo studio dei metodi volti a mantenere la funzionalità legata alla relazione tra sistemi uomo-macchina.

L'Operatore 5.0 è quindi una dimostrazione di come, a differenza dell'Industria 4.0 incentrata sull'automazione, l'Industria 5.0 reintroduce il lavoratore e lo fa cooperare con le macchine autonome, considerando sia la resilienza che la centralità dell'uomo.

Secondo uno studio della Banca Mondiale del 2019 intitolato "The changing face of work" (Kent & Kopacek, 2019) si evidenzia il sentimento positivo della società nei confronti dell'introduzione della tecnologia sul posto di lavoro.



Secondo lo studio, due terzi della popolazione ritengono che la tecnologia porterà benefici sociali e alla qualità della vita.

Inoltre, per adottare le tecnologie e rendere così efficace la cooperazione tra lavoratori e macchine, è necessario che l'industria faccia grandi investimenti in capitale umano, incubando diversi tipi di competenze (Kent & Kopacek, 2019):

- competenze cognitive avanzate, come la risoluzione di problemi complessi;
- competenze socio-comportamentali come il lavoro di squadra;
- combinazioni di competenze predittive di adattabilità come il ragionamento e l'autoefficacia.

Anche le nuove tecnologie vengono in soccorso in questo senso: attraverso l'adozione della formazione virtuale, le aziende sono in grado di ridurre i costi in termini di tempo, qualità e sicurezza, in quanto non è necessaria l'interruzione dei processi produttivi.

La formazione virtuale è quindi una tecnologia molto importante che assiste le imprese nella formazione di lavoratori qualificati eliminando i rischi per la produttività o la sicurezza dei lavoratori.

Un esempio di formazione virtuale è il simulatore di movimento universale (citato in Nahavandi, 2019), che fornisce un ambiente di formazione sicuro per una serie di professionisti, come ad esempio un ambiente di formazione sicuro per una varietà di professionisti, come autisti, piloti, vigili del fuoco, professionisti del settore medico.

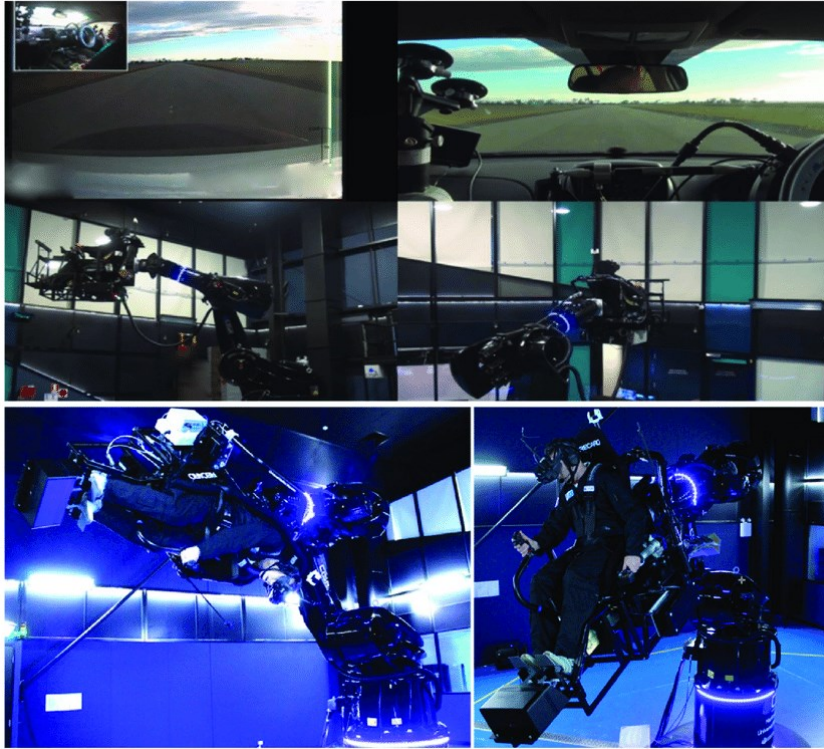


fig.5 - Universal Motion Simulator at Institute of Intelligent systems Research and Innovation, Deakin University. (Nahavandi, 2019)

Di conseguenza, lo sviluppo di nuove tecnologie impone alle aziende la ricerca di individui che sappiano utilizzarle, richiedendo competenze specifiche.

Secondo uno studio Deloitte (Breque et al., 2021), il tema dell'up-skilling e del re-skilling è una questione molto delicata.

Infatti, circa il 70% dei giovani non ritiene di possedere le competenze richieste dal mercato del lavoro.

Di conseguenza, la Comunità Europea ha lanciato le strategie SAM (Sector Skills Strategy in Additive Manufacturing) e SAIS (Skills Alliance for Industrial Symbiosis - a cross-sectoral Blueprint for a Sustainable Process Industry), che hanno portato alla creazione di un'industria di processo sostenibile), che sono stati individuati come un approccio alla formazione più intuitivo e facile da usare, senza requisiti di competenze specifiche.

Tuttavia, secondo Breque et al. (2021), le imprese non saranno in grado di fornire formazione a ogni singolo lavoratore, ma piuttosto le risorse si concentreranno per garantire che i lavoratori abbiano una conoscenza delle tecnologie di IA.

Interessante è la ricerca del World Manufacturing Forum (citata in Breque et al., 2021) che ha individuato l'elenco delle 10 principali competenze che saranno cruciali nell'industria del futuro.

- 1 Alfabetizzazione digitale come abilità olistica per interagire, comprendere, abilitare e persino sviluppare nuovi sistemi di produzione digitale, tecnologie, applicazioni e strumenti.
- 2 Capacità di utilizzare e progettare nuove soluzioni di intelligenza artificiale e analisi dei dati interpretando criticamente i risultati.
- 3 Risoluzione creativa dei problemi in tempi di abbondanza di dati e opportunità tecnologiche nei sistemi di produzione intelligenti.
- 4 Una forte mentalità imprenditoriale che include proattività e capacità di pensare fuori dagli schemi.
- 5 Capacità di lavorare fisicamente e psicologicamente in modo sicuro ed efficace con le nuove tecnologie.
- 6 Mentalità interculturale e disciplinare, inclusiva e orientata alla diversità per affrontare le nuove sfide derivanti da una forza lavoro manifatturiera più diversificata.
- 7 Sicurezza informatica, privacy e consapevolezza dei dati/informazioni per riflettere il rapido aumento dell'impronta digitale della catena del valore manifatturiera.
- 8 Capacità di gestire la crescente complessità di molteplici requisiti e attività simultanee.

- 9 Capacità di comunicazione efficace con gli esseri umani, IT, e sistemi IA attraverso diverse piattaforme e tecnologie.
- 10 Apertura mentale verso il cambiamento costante e capacità di trasformazione che mettono costantemente in discussione lo status quo e avviano il trasferimento di conoscenze da altri ambiti.

Il fenomeno socio-tecnologico dell'Industria 5.0 ha richiesto anche un adeguamento della progettazione organizzativa.

Tuttavia, la Quinta Rivoluzione Industriale prevede l'introduzione di una nuova figura aziendale, il Chief Robotics Officer (CRO). Questo ruolo si concentra sull'identificazione e lo studio del comportamento dei robot nel loro rapporto e nell'interazione con il lavoratore.

Il CRO avrà la responsabilità di prendere decisioni sull'inserimento o la rimozione di macchine/cobot dalla fabbrica. Il processo decisionale si baserà sui principi dell'efficacia e dell'efficienza della produzione per ottenere un miglioramento delle prestazioni, nonché per aumentare la sostenibilità della civiltà umana riducendo le emissioni (Nahavandi, 2019).

Bagdasarov ha esplorato le considerazioni organizzative dell'integrazione uomo-macchina, che possono essere sintetizzate nel seguente elenco:

1. Questioni legali e normative: le difficoltà nella realizzazione di una definizione legale di robot vincolante per le aziende e le organizzazioni. Inoltre, l'identificazione dei tipi di robot che possono essere utilizzati sul posto di lavoro. Infine, le decisioni e le responsabilità che il robot può sostenere.
2. Preferenze personali verso il lavoro con i robot: le preferenze personali possono variare da lavoratore a lavoratore.
3. Problemi psicologici derivanti dalla collaborazione uomo-robot.
4. Implicazioni sociali del co-working uomo-robot: I lavoratori possono avere difficoltà a interagire con robot, chiedendosi se devono rispettare un robot che simula un ruolo di livello superiore a quello del lavoratore.

5. Il cambiamento del ruolo dei dipartimenti delle risorse umane: dovranno identificare e costruire il flusso di lavoro dei robot, in aggiunta alle responsabilità già assegnate.

6. L'evoluzione del ruolo dei reparti di informatica e l'emergere dei reparti di robotica: aumentano le responsabilità dei primi e si creano i presupposti per affidare responsabilità al secondo, per quanto riguarda l'acquisto e la manutenzione dei robot.

7. Problemi etici derivanti dalla collaborazione uomo-robot - status etico dei robot.

8. Preferenza verso i tipi di robot con cui lavorare: considerare la presenza di robot basati sull'apprendimento e di robot basati sulle regole. I primi potrebbero essere più imprevedibili, mentre i secondi sono più limitati nelle capacità di apprendimento.

9. Imparare a lavorare con i robot: come relazionarsi, consentendo così la cooperazione.

10. Atteggiamento negativo verso i robot a causa della riduzione della forza lavoro umana: scontro nelle discussioni tra i sostenitori di due punti di vista diversi, che sostengono che i robot favoriranno la disoccupazione e viceversa.

11. Gli esseri umani in competizione con i robot o i robot che completano gli esseri umani.

Le caratteristiche sopra descritte devono essere considerate cruciali affinché l'Industria 5.0 porti a cambiamenti sostanziali nel mercato del lavoro, con conseguente creazione di posti di lavoro di maggior valore (Kent & Kopacek, 2019).

In effetti, in termini di cella di produzione incentrata sull'uomo, lo spazio di lavoro si espande piuttosto che ridursi.

Gli esseri umani si assumono maggiori responsabilità, dando vita a un ambiente più ampio e leggero, più sicuro di quello precedente.

L'operatore di produzione all'interno della cella di produzione inizia a diventare più coinvolto nel processo di progettazione, consentendo lo sviluppo di prodotti più unici e personalizzati (Kent & Kopacek, 2019).

Si riferisce quindi al maggiore potenziale che le organizzazioni che abbracciano l'Industria 5.0 possiedono per rispondere in modo più appropriato al desiderio di personalizzazione di massa dei consumatori.

Pertanto, si può affermare che il pilastro Human-Centricity dell'Industria 5.0 si concentra sia sui produttori che sui consumatori.

Accenture conferma questa visione, secondo la quale i prodotti commercializzati nell'ambito dell'Industria 5.0 saranno in grado di rispettare le esigenze individuali, grazie all'adozione di una produzione agile, snella, automatizzata, digitale e guidata dai dati.

Alla fine, i prodotti saranno della massima qualità e disponibili a prezzi più accessibili (Kent & Kopacek, 2019), ampliando la base dei consumatori.

Infine, come risultato dell'applicazione dei concetti dell'industria 5.0 nel settore medico, la personalizzazione potrebbe avere un effetto che cambia la vita, come dimostra la realizzazione del pancreas artificiale. Il dispositivo facilita il monitoraggio del livello di zucchero nel sangue, inviando informazioni a un altro dispositivo che può dispensare insulina.

Il livello di personalizzazione viene portato al livello successivo, poiché ai pazienti verrà fornita un'applicazione mobile che tiene traccia dello stile di vita del paziente per offrire il trattamento migliore.

### ***Stato attuale dell'Industria 5.0 in Italia.***

A fine novembre 2023 il PNRR ha revisionato i precedenti programmi che dovevano sostenere le imprese, garantire innovazione, al fine di riformulare obiettivi e risorse. Decretato che l'Industria 4.0 non sia più valida, insieme all'Europa, si parla ora di Transizione 5.0 per la quale sono stati stanziati 6,36 miliardi di euro.

Ci si aspettava potesse vedere luce il nuovo decreto-legge entro la fine dell'anno, dal momento che la maggior parte di quelli di Transizione 4.0 sono scaduti al termine dell'anno ancora precedente, rimanendo senza le risorse previste nel PNRR nella prima versione, ovvero quella presentata a Bruxelles dal Governo Draghi.

Tuttavia, a fine gennaio 2024 sono disponibili solo alcune indiscrezioni sul piano Transizione 5.0, che arriverà a giorni in Consiglio dei Ministri.

### ***Transizione 5.0***

Il nuovo decreto-legge è alle porte e evidenzierà le regole del piano per attuare il nuovo PNRR, in maniera tale da organizzare una ripresa e rivedere la resilienza, essenziale per integrare le modifiche concordate con la Commissione Europea.

Il passaggio dalla Transizione 4.0 è stato più una necessità che un'opportunità, per rispondere alla crisi che ha colpito l'Europa a seguito del conflitto in Ucraina, costringendola a rendersi indipendente dai combustibili fossili russi e accelerando quindi la transizione ecologica.

Nonostante fossero già parecchi anni che a livello internazionale si discuteva il concetto di Società 5.0, come già introdotto nella tesi, il tema è stato messo al centro solo nel 2021 grazie ad uno studio della Commissione Europea, tale "Industry 5.0. Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry".

Ad ora, uno dei pochi progetti concreti risulta essere Sure 5.0 (Supporting the smes Sustainability and Resilience transition towards Industry 5.0 in the mobility, transport & automotive, aerospace and electronics European Ecosystems").

Tuttavia, l'apporto non sarà di grande portata con un investimento di 5 milioni di euro in tre anni, della quale potranno approfittare 1000 piccole e media imprese.

In un certo senso quindi l'Italia potrebbe fungere da apripista, perlomeno in Europa, e sarebbe una rara occasione da sfruttare per mostrare che il nostro Paese può essere leader, applicando un concetto più multidimensionale rispetto all'Industria 4.0.

Le misure che si intende applicare sono contenute nei documenti validati da Bruxelles, con particolare focus sul biennio 2024-25.

Tra le direttive del piano individuiamo misure volte a ridurre i consumi energetici delle aziende.

Le tre principali del piano sono:

1. Acquisto di beni strumentali materiali o immateriali 4.0.
2. Acquisto di beni necessari per l'autoproduzione e l'autoconsumo da fonti rinnovabili (esclusione delle biomasse).
3. Spese per la formazione del personale in competenze per la transizione verde.

Le agevolazioni del piano sono indirizzate alle aziende, con l'obiettivo di incoraggiare pratiche e investimenti che contribuiscano alla riduzione dei consumi energetici e promuovano la sostenibilità ambientale.

Il piano beneficia delle nuove risorse provenienti dal programma RePowerEU, indicando una connessione tra le politiche nazionali e gli sforzi europei per la transizione verde. Le agevolazioni sono temporanee e mirano al biennio 2024-2025, indicando una prospettiva di implementazione a breve termine.

L'accento sulla formazione del personale in competenze per la transizione verde suggerisce un impegno nella promozione di pratiche sostenibili e nell'adattamento alle nuove esigenze del mercato legate alla sostenibilità ambientale.

Altri particolari sono giunti il 31 gennaio 2024 e riguardano le aliquote che, stando a quanto pattuito con l'Unione Europea, saranno almeno tre. Le suddette saranno legate al consumo energetico che dovrà essere almeno il 3% dei consumi totali o il 5% dei consumi del "processo target" dell'intervento di efficientamento.

Per il momento non sono disponibili tutte le condizioni, una delle poche informazioni trapelate suggerisce che potrebbe essere di 50 milioni di euro il tetto massimo degli investimenti.

Inoltre, secondo Il Sole 24 Ore, lo schema presentato in 9 aliquote (in base alla classe di efficienza ottenuta con l'investimento e cifra dell'investimento) sarebbe il seguente:

Per investimenti fino a 2,5 milioni:

classe I: 35%

classe II: 40%

classe III: 45%



Per investimenti tra 2,5 e 10 milioni:

classe I: 15%

classe II: 20%

classe III: 25%

Per investimenti tra 10 e 50 milioni

classe I: 5%

classe II: 10%

classe III: 15%

Doveroso ricordare che l'investimento deve essere conforme a quanto pattuito nel piano Transizione 4.0 (merceologie agevolabili) per accedere all'incentivo.

Inoltre, per questo biennio le aliquote sono le seguenti:

Per investimenti fino a 2,5 milioni: 20%

Per investimenti tra 2,5 e 10 milioni: 10%

Per investimenti tra 10 e 20 milioni: 5%

A partire da qui possiamo calcolare il reale beneficio, applicando la differenza tra l'aliquota che spetta già dal piano Transizione 4.0 e le nuove aliquote del piano Transizione 5.0.

Ovvero:

Per investimenti fino a 2,5 milioni:

classe I: 15%

classe II: 20%

classe III: 25%

Per investimenti tra 2,5 e 10 milioni

classe I: 5%

classe II: 10%

classe III: 15%

Per investimenti tra 10 e 50 milioni

classe I: 0% fino a 20 milioni e 5% sopra i 20 milioni

classe II: 5% fino a 20 milioni e 10% sopra i 20 milioni

classe III: 10% fino a 20 milioni e 15% sopra i 20 milioni

Il progetto dovrà essere certificato “ex ante” e dunque dovrà rispettare i criteri di ammissibilità relativi alla riduzione del consumo totale di energia. Un’ulteriore certificazione “ex-post” verificherà se gli investimenti sono stati effettivamente realizzati in conformità con le disposizioni.

Infine, per quanto concerne la formazione, sono stati destinati 630 milioni di euro, accessibili per le aziende che hanno intenzione di investire. Tuttavia, saranno limitati al 10% del valore del progetto e con un massimale di 300.000 euro.

### ***Divario digitale***

Per quanto riguarda l’Italia, c’è un divario da colmare e la questione diventa urgente se si comincia a parlare di Industria 5.0: l’elevato digital divide che segna ampie fasce della nostra popolazione. Dal rapporto dell’UE sulla digitalizzazione dell’economia e della società, risulta che soltanto il 46% degli italiani possiede le competenze digitali di base, in confronto alla media europea che si aggira attorno al 54%. A seguito di queste statistiche, il PNRR ha stanziato 135 milioni di euro per attuare il piano per la “Rete dei punti di facilitazione digitale” che in linea teorica dovrebbe portare alla realizzazione di 3000 punti. È sicuramente un bel tentativo e rappresenta lo sforzo del Governo nel voler accogliere la Transizione; tuttavia, potrebbe non risultare sufficiente in relazione alla popolazione italiana.

Oltretutto non bisogna dimenticare che il suddetto deficit è spesso accusato dal sistema delle imprese medio-piccole e micro.

Per questo motivo per seguire il modello 5.0 saranno necessari ulteriori sforzi e investimenti, con il contributo di pratiche amministrative che possono agevolare l'attestazione degli obiettivi strategici per lo sviluppo sostenibile e, con i punti di facilitazione digitale, aiutare a colmare il divario digitale tra noi e l'Europa.

Per adeguarci dunque alle direttive dell'Industria 5.0 bisogna evolverci e per farlo è necessario confrontarsi con l'Europa, in maniera costruttiva con le diverse rappresentanze del mondo delle professioni e dell'impresa, consci che l'obiettivo è un importante cambiamento culturale e di paradigma.

## 5. **Conclusioni.**

La ricerca condotta su Industria 5.0 evidenzia un cambiamento significativo nel panorama industriale, in cui la convergenza tra la tecnologia digitale e l'interazione umana ha portato a un nuovo paradigma di produzione e gestione. L'Industria 5.0 rappresenta una fase evolutiva che va oltre l'automazione e la connettività, ponendo l'accento sull'integrazione tra l'uomo e la macchina per migliorare l'efficienza, la flessibilità e la sostenibilità.

Le caratteristiche fondamentali della quinta rivoluzione industriale, come la collaborazione uomo-macchina, la personalizzazione della produzione e la sostenibilità ambientale, delineano un futuro industriale innovativo e orientato al valore. Le applicazioni pratiche dell'Industria 5.0 non solo trasformano i processi produttivi, ma influenzano anche la cultura aziendale, richiedendo una mentalità aperta all'adattamento e alla formazione continua.

Nonostante i benefici evidenti, l'implementazione dell'Industria 5.0 comporta sfide e questioni da affrontare, tra cui la sicurezza informatica, la privacy dei dati e la necessità di nuove competenze professionali. Tuttavia, superare tali sfide può aprire nuove opportunità per le imprese e contribuire a una crescita sostenibile ed equa.

In conclusione, l'Industria 5.0 rappresenta un passo avanti nel modo in cui concepiamo e gestiamo la produzione. La sua adozione richiede una visione olistica e una collaborazione continua tra settori industriali, istituzioni accademiche e governi. Solo attraverso un impegno collettivo possiamo massimizzare i benefici di questo paradigma, contribuendo a plasmare un futuro industriale più efficiente, flessibile e rispettoso dell'ambiente.

## **Ringraziamenti.**

Nessuno l'avrebbe mai detto, perlomeno non io.

Prima di tutti, come mio solito, ringrazio la mia famiglia che rappresenta il valore a cui tengo più di tutti. A partire da mio padre Crescenzo, spero di ripagarti meglio in futuro dei tuoi sforzi, mia madre Monica sempre presente e vicina, mio fratello Marco e mia sorella Claudia per la comprensione e l'aiuto che solo fratelli di sangue possono offrirti.

Venendo al percorso universitario... la prima persona che ho conosciuto è la stessa che mi ha accompagnato durante gli anni a seguire. Parlo di Renato Grassi, conosciuto da tutti come Il Giovane, con cui ho condiviso mille esperienze: a Fermo, poi coinquilini in Erasmus, e siamo rimasti spalla a spalla anche se in città diverse. Non basterebbero le pagine della tesi per raccontarle tutte, ma tu sai.

Insieme a lui, tengo a menzionare Luli, Rosi e Lorenzo, tutti i ragazzi dello Strabone e gli amici di Fermo con cui ho condiviso momenti esilaranti ma anche tristi, tuttavia sempre in gruppo. Senza dimenticarmi di Morad, vicino di casa per un solo anno ma ha lasciato più di quanto potessi immaginare, una delle persone più buone e disponibili conosciute in vita mia.

Per quanto riguarda la parentesi Erasmus, ho conosciuto persone stupende e no, non ci avrei scommesso una lira che avremmo mantenuto il rapporto anche al rientro. Risate infinite con Chicco, mille sketch con Riccardo (dhn), scrocco costante a casa capitale con Danila, Ilaria e Sara, racconti strani al risveglio con Elena e tante altre persone che hanno impreziosito le infinite serate in Spagna.

Un salto in Puglia per ringraziare a cuore aperto Andrea, amico da troppi anni ormai, e suo padre Giovanni per avermi dato una mano con il mio incubo peggiore: Analisi.

Infine, un grazie ai miei amici di sempre per aver sopportato le mie paranoie nonostante molti non sappiano nemmeno com'è fatta un'università: Lorenzo T., Alice, Tiziano, Peppe, Lorenzino, Mattia, Ludovico, Mariolino.

E un grazie speciale a Lorenzo Sichetti, compagno essenziale nelle ultime trasferte per chiudere il percorso, non ho mai conosciuto una persona più superstiziosa di te ma devo dire che alla fine hai avuto ragione tu.