



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
FACOLTÀ DI ECONOMIA “GIORGIO FUÀ”

---

Corso di Laurea Magistrale in Economia e Management

**INDUSTRIA 4.0: VERSO UNA RINASCITA  
ECONOMICA E CULTURALE**

INDUSTRY 4.0: TOWARDS AN ECONOMIC  
AND CULTURAL RENAISSANCE

Relatore:

Chiar.mo Prof. Sergio Branciarì

Tesi di Laurea di:

Giorgio Giovagnoli

Anno Accademico 2019 – 2020

# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>CAPITOLO 1</b>	<b>5</b>
<b>L'INDUSTRIA 4.0 COME DRIVER DI INNOVAZIONE</b>	<b>5</b>
<b>1.1 INDUSTRIA 4.0: STORIA ED EVOLUZIONE TECNOLOGICA</b>	<b>5</b>
1.1.1 <i>Cronologia delle rivoluzioni industriali</i>	6
<b>1.2 LE TECNOLOGIE DI SUPPORTO ALL'INDUSTRIA 4.0</b>	<b>10</b>
1.2.1 <i>I sistemi avanzati di produzione</i>	11
1.2.2 <i>Additive Manufacturing</i>	13
1.2.3 <i>Realtà aumentata</i>	15
1.2.4 <i>Simulazione</i>	17
1.2.5 <i>Integrazione</i>	19
1.2.6 <i>Internet of Things</i>	22
1.2.7 <i>Cloud</i>	24
1.2.8 <i>Cybersecurity</i>	27
1.2.9 <i>Big data Analytics</i>	29
<b>1.3 I MIGLIORAMENTI ATTESI NEI CONTESTI INDUSTRIALI</b>	<b>31</b>
1.3.1 <i>Le potenziali criticità</i>	36
<b>1.4 UNO SGUARDO ALLO SCENARIO EUROPEO E ITALIANO</b>	<b>40</b>
1.4.1 <i>Il sistema Italia nell'implementazione del 4.0</i>	43

<b>CAPITOLO 2</b>	<b>49</b>
<b>LA CENTRALITÀ DELL’UOMO NELL’INDUSTRIA 4.0</b>	<b>49</b>
2.1 <i>IL DIGITALE COME NUOVO AMBIENTE DI LAVORO</i>	49
2.2 <i>NUOVI SCENARI NEL MONDO DEL LAVORO</i>	51
2.3 <i>LA TECNOLOGIA RIMODELLA LE COMPETENZE RICHIESTE</i>	60
2.4 <i>IL NUOVO RAPPORTO TRA CAPITALE UMANO E CAPITALE</i>	
<b>TECNOLOGICO</b>	<b>65</b>
2.4.1 <i>Un approccio etico all’intelligenza artificiale: le linee guida dell’UE</i>	69
2.4.2 <i>I principi e le raccomandazioni dell’OCSE</i>	74
2.4.3 <i>Trasformazione digitale: un’organizzazione a prova di futuro</i>	76
<b>CAPITOLO 3</b>	<b>83</b>
<b>IL PERCORSO 4.0 PER UNA RINASCITA ECONOMICA</b>	<b>83</b>
3.1 <i>“TRANSIZIONE DIGITALE”: DA OPZIONE A NECESSITÀ</i>	83
3.2 <i>IL PERCORSO PER UNA DIGITALIZZAZIONE AZIENDALE</i>	85
3.2.1 <i>Il management come driver del cambiamento</i>	86
3.2.2 <i>Analisi della maturità digitale di un’impresa</i>	88
3.2.3 <i>Definizione degli obiettivi e individuazione dei KPI</i>	90
3.2.4 <i>Investire in formazione, cambiamento culturale e comunicazione</i>	92
3.2.5 <i>Adottare una logica di rete</i>	94
3.2.6 <i>Garantire la sicurezza informatica</i>	95
3.3 <i>UN APPROCCIO NUOVO ALLA GENERAZIONE DEL VALORE</i>	97

<b>3.4 VIAGGIO TRA LE AZIENDE ITALIANE: QUATTRO ESEMPI DI DIGITALIZZAZIONE</b>	<b>99</b>
3.4.1 <i>Le “lighthouse manufacturers” italiane</i>	100
3.4.2 <i>Loccioni: un esempio di automazione, modularità e governance allargata</i>	103
3.4.3 <i>Pirelli: un esempio di riorganizzazione</i>	105
3.4.4 <i>Pasta di Gragnano: innovazione tecnologica per un prodotto artigianale</i>	109
3.4.5 <i>Un quadro di sintesi delle realtà aziendali presentate</i>	110
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>117</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>123</b>
<b>Sitografia</b>	<b>126</b>

## **INTRODUZIONE**

Nel 2020 la pandemia da Covid-19 ha innescato una crisi sanitaria, economica e sociale come non si vedeva dalla fine della Seconda Guerra Mondiale e ha inasprito problemi già esistenti. In relazione a questa situazione che stiamo vivendo, il fondatore e presidente esecutivo del World Economic Forum, Klaus Schwab parla della necessità di modellare il corso della quarta rivoluzione industriale in modo da preservare le conquiste fatte negli ultimi settantacinque anni e da beneficiare pienamente di tutto il potenziale offerto dalle nuove tecnologie. Infatti, se da un lato l'emergenza legata al Covid-19 sta mettendo in ginocchio i sistemi economici a livello globale, dall'altro ci dimostra la necessità di puntare in modo responsabile sull'innovazione e la tecnologia. La gestione della pandemia ha evidenziato il potere delle tecnologie digitali in ogni aspetto della nostra vita, ha indicato con chiarezza che le imprese che avevano intrapreso il percorso dell'Industria 4.0 hanno potuto garantire una continuità produttiva attraverso una gestione dell'attività in remoto. In questa fase così delicata, è prioritario quindi definire le strategie per la ripartenza, comprendere quale ruolo potranno avere le nuove tecnologie e il paradigma Industry 4.0 nella definizione di un nuovo futuro, in che modo potranno cioè determinare una rinascita economica e culturale del Paese.

L'obiettivo di questo lavoro è spiegare come il paradigma Industry 4.0 possa aiutare le imprese italiane a crescere in un mercato sempre più interconnesso, capire come possa rappresentare un'occasione di modernizzazione del sistema Italia attraverso un'organizzazione dei processi di produzione basati su tecnologie capaci di comunicare autonomamente tra di loro, lungo la catena del valore. Si tratta di un modello di impresa basato sulla digitalizzazione, l'integrazione e la connettività dei processi produttivi, un modello di "smart factory" che può apportare benefici in termini di efficienza, sicurezza e flessibilità. Per poter gestire il potenziale di questa trasformazione, le imprese devono quindi leggere l'attuale contesto storico con un atteggiamento aperto al cambiamento, orientato alla ricerca di opportunità, un atteggiamento cioè imprenditoriale indispensabile per abbracciare il modello di produzione 4.0. La realizzazione di un'organizzazione a "prova di futuro" richiede però un vero salto culturale in cui la chiave di volta è rappresentata dall'assoluta centralità dell'individuo e dell'intelligenza umana. La società economica e politica dovranno quindi garantire che la quarta rivoluzione industriale sia incentrata sulla persona e diventi fonte di responsabilità, la libertà d'innovazione e di impresa non possono infatti mettere in discussione la libertà dell'uomo ed il suo potere decisionale.

In particolare, il presente elaborato cerca di rispondere a tre importanti quesiti:

- Perché il paradigma 4.0 rappresenta ora una necessità e non una semplice scelta lungimirante.

- Come evitare un tecno determinismo che può distruggere il potere decisionale dell'uomo.
- In che modo realizzare questa trasformazione e ottenerne così i benefici.

Il lavoro è strutturato in tre capitoli. Il primo affronta il tema della quarta rivoluzione industriale e delle nove tecnologie abilitanti, rappresentanti i pilastri del 4.0, attraverso l'analisi di diversi contributi, con lo scopo di comprendere le potenzialità, i miglioramenti attesi nei contesti industriali e le criticità che potrebbero manifestarsi nei processi operativi di un'azienda. Viene inoltre esaminato il Sistema Italia nell'implementazione del 4.0 con un breve focus sull'attuale scenario europeo.

Nel secondo capitolo l'analisi continua secondo un approccio solo apparentemente filosofico, ma in realtà è calato nella quotidianità perché osserva la rapida digitalizzazione del nostro tempo con uno sguardo critico, considerando le implicazioni etiche che potrebbero derivare da un impiego non responsabile delle tecnologie. La quarta rivoluzione non deve cioè portare alla robotizzazione dell'intera umanità, mettendo a repentaglio aspetti tradizionali della nostra esistenza, come il lavoro, la comunità, l'identità, ma deve essere uno strumento per modellare la futura società in linea con i più profondi valori umani. Vengono quindi analizzati diversi temi tra loro correlati: il ruolo dell'uomo all'interno di una smart factory, i nuovi scenari lavorativi con le necessarie competenze e le nuove abilità

richieste, le specifiche regolamentazioni messe in atto dall'Unione Europea e dall'OCSE in quanto la vera sfida di questo paradigma produttivo è mantenere il ruolo prominente dell'uomo. Non sono le tecnologie a imporre le traiettorie di sviluppo, ma è l'uomo con la sua autonomia decisionale, con le sue scelte etiche, responsabili e consapevoli a creare le condizioni per una cultura orientata all'innovazione e alla digitalizzazione.

L'approccio seguito nel terzo capitolo è soprattutto di carattere pratico in quanto vengono presentate delle indicazioni sulle azioni che un'azienda deve compiere per capire quanto sia pronta ad avviare un progetto di implementazione del paradigma Industria 4.0 o a muoversi verso la digitalizzazione. Vengono inoltre analizzate quattro realtà aziendali italiane, che a prescindere dalla dimensione, dal fatturato, dalla tipologia di settore in cui operano e dalla posizione geografica, stanno già affrontando con successo le sfide poste dalla quarta rivoluzione industriale, offrendo così spunti e suggerimenti da poter trasferire ad altre realtà aziendali.

Il lavoro si conclude con delle personali riflessioni su tre priorità ritenute indispensabili per rilanciare il Paese.



# **CAPITOLO 1**

## **L'INDUSTRIA 4.0 COME DRIVER DI INNOVAZIONE**

### **1.1 INDUSTRIA 4.0: STORIA ED EVOLUZIONE TECNOLOGICA**

Il termine Industry 4.0 è stato ufficialmente utilizzato la prima volta nel 2011 alla fiera di Hannover ed è stato coniato nell'ambito di un progetto del governo tedesco che prevedeva investimenti per promuovere l'informatizzazione del sistema produttivo nazionale. In seguito, visti i risultati ottenuti a livello produttivo dalla Germania, il modello ha ispirato numerose iniziative europee ed il termine Industria 4.0 si è diffuso anche a livello internazionale. In Italia il termine è apparso ufficialmente solo nel 2016, nel documento Piano Nazionale Industria 4.0 2017-2020. Industria 4.0 è quindi l'espressione sintetica usata per identificare la profonda e irreversibile trasformazione digitale in atto nell'attuale sistema produttivo e socioeconomico, "un processo generato da trasformazioni tecnologiche nella progettazione, nella produzione, nella distribuzione di sistemi e prodotti manifatturieri"<sup>1</sup>. Industria 4.0, economia digitale, fabbrica intelligente, sono tutti aspetti per descrivere un processo in corso: la trasformazione delle modalità con le

---

<sup>1</sup> Camera dei deputati. Servizio studi XVIII Legislatura, 7 Luglio 2020

quali si realizza una produzione automatizzata e interconnessa, si offrono servizi, si organizza la rete commerciale, si crea un ambiente di lavoro in cui sistemi di produzione fisici e virtuali interagiscono in maniera flessibile, realizzando nuovi modelli operativi. L'obiettivo è quello di mettere insieme le performance di impresa, l'attenzione verso i consumatori e la sostenibilità generale. Si tratta quindi di un nuovo paradigma di produzione e di distribuzione basato sulla digitalizzazione, l'informazione, l'integrazione e la connettività estesa dei processi produttivi, un modello di "smart factory" (fabbrica intelligente) del futuro, caratterizzata da migliori condizioni di lavoro, maggiore produttività e qualità degli impianti. Automazione e interconnessione sono quindi le parole chiave su cui dovrà basarsi il processo di trasformazione delle aziende per entrare a pieno titolo nella Quarta rivoluzione industriale.

Per cogliere la portata di questa rivoluzione è utile però richiamare le precedenti, evidenziando le innovazioni tecnologiche che le hanno caratterizzate ed il loro impatto sui modelli di business delle imprese.

### *1.1.1 Cronologia delle rivoluzioni industriali*

La prima rivoluzione industriale ha interessato un arco di tempo compreso tra il 1670 e il 1840 circa coinvolgendo principalmente i settori tessile, metallurgico ed estrattivo. Ciò comportò un radicale cambiamento del contesto socioeconomico che, da sistema agricolo-artigianale, divenne industriale. L'invenzione della

macchina a vapore di Watt e la realizzazione del sistema ferroviario permisero infatti di meccanizzare la produzione, all'insegna di una maggiore velocità e potenza.

La seconda rivoluzione, iniziata alla fine del diciannovesimo secolo e terminata agli inizi del ventesimo, rappresenta la successiva generazione energetica, legata all'utilizzo dell'elettricità prima e del petrolio poi, che permisero di incrementare ulteriormente i livelli di meccanizzazione e di produzione. Gli elementi propri del nuovo modello di business furono la catena di montaggio ad opera di Henry Ford e la produzione di massa.

La terza rivoluzione industriale, iniziata negli anni Settanta, si è caratterizzata per una forte spinta all'innovazione tecnologica ed il conseguente sviluppo economico e sociale. È spesso definita "rivoluzione digitale" o "informatica" in quanto ha usato l'elettronica e le innovazioni tecnologiche informatiche, come i personal computer e la rete internet, per aumentare ulteriormente i livelli di automazione, rendendo i sistemi di produzione sempre meno dipendenti dalla manodopera diretta.

All'inizio del ventunesimo secolo, l'arrivo e la grande diffusione dell'informatica e dell'elettronica hanno incrementato ulteriormente i livelli di automazione tanto in ambito produttivo quanto in quello organizzativo, segnando progressivamente l'inizio della Quarta rivoluzione industriale che ha investito non solo il processo produttivo, la sua efficienza e produttività, ma ha anche trasformato

il funzionamento di intere catene del valore consentendo una crescente integrazione dell'impresa con le reti di fornitura, a monte, e con i clienti, a valle, con una rivisitazione anche profonda dei modelli di business e degli approcci al mercato.

Diversamente dalle tre rivoluzioni industriali passate, la quarta non è trainata dall'avvento di una specifica tecnologia, ma è figlia della congiunzione di più tecnologie, alcune esistenti, altre del tutto nuove, che ora possono lavorare insieme. Inoltre, rispetto alle rivoluzioni precedenti, quella in atto si caratterizza non tanto per migliorare i macchinari e gli impianti produttivi di una singola fabbrica, quanto per rendere quest'ultima più intelligente, considerando l'intero ciclo di vita del prodotto, dalla fase di progettazione e sviluppo, fino a quella di eliminazione e riciclo. Il punto più interessante da analizzare è come questa digitalizzazione dei processi industriali possa effettivamente aiutare le imprese a fornire concretamente le risposte alle sfide competitive, proponendo anche nuovi modelli di business.

Per definire questo periodo, Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee, entrambi docenti del Massachusetts Institute of Technology, hanno introdotto la famosa espressione *the second age machine* che è anche il titolo di un loro libro pubblicato nel 2014<sup>2</sup>. I due studiosi spiegano infatti che il mondo sta vivendo un momento cruciale, poiché l'impatto delle tecnologie digitali si manifesterà “con tutta la sua forza” attraverso l'automazione e la realizzazione di “cose senza precedenti”. Figlia

---

<sup>2</sup> E. BRYNJOLFSSON, A. MCAFEE, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W.W. Norton & Company, New York, 2014

della rivoluzione in atto è quindi l'Industria 4.0 in quanto è composta di macchine completamente interconnesse tra loro, che dialogano le une con le altre ed effettuano auto-diagnostica e manutenzione preventiva. Industria 4.0 travalica il singolo macchinario e la singola impresa: l'innovazione non sta nell'introdurre un macchinario all'avanguardia dal punto di vista tecnologico, ma sta nel sapere combinare diverse tecnologie (tecnologie abilitanti) così da integrare il sistema di fabbrica e le filiere produttive dando vita ad un sistema connesso in cui macchine, persone e sistemi informativi collaborano fra loro per realizzare prodotti, servizi ed ambienti di lavoro più intelligenti.

Nell'infografica sottostante ecco la road map che riassume le 4 tappe evolutive della storia industriale.



**Figura 1** - Le quattro rivoluzioni industriali. Fonte: MIS

## 1.2 LE TECNOLOGIE DI SUPPORTO ALL'INDUSTRIA 4.0

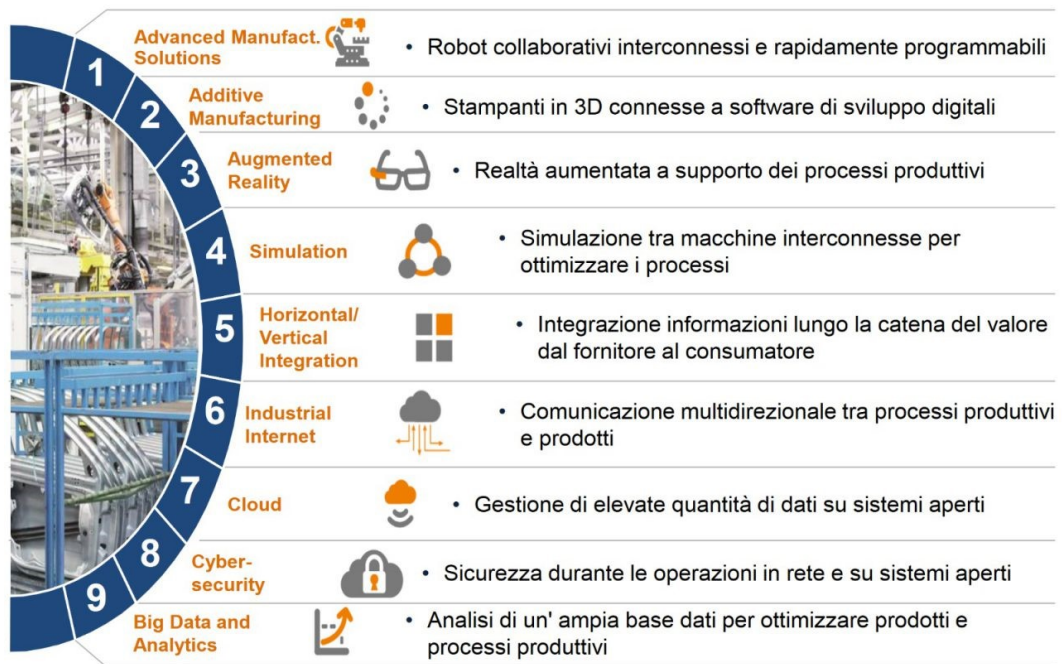
Industria 4.0 non riguarda lo sviluppo di nuove tecnologie, quanto l'applicazione e la combinazione di tecnologie esistenti capaci di operare congiuntamente. Secondo analisi condotte dalla BCG-Boston Consulting Group, al centro della nuova rivoluzione industriale si trovano nove pilastri tecnologici, cioè le tecnologie abilitanti o KET (Key Enable Technologies) definite dalla Commissione Europea come tecnologie “ad alta intensità di conoscenza e associate ad elevata intensità di R&S, a cicli d'innovazione rapidi, a consistenti spese di investimento e a posti di lavoro altamente qualificati. Rendono possibile l'innovazione nei processi, nei beni e nei servizi in tutti i settori economici e hanno quindi rilevanza sistematica<sup>1</sup>.” Le KET hanno cioè rilevanza sistemica perché alimentano il valore della catena del sistema produttivo e hanno la capacità di innovare i processi, i prodotti e i servizi in tutti i settori economici dell'attività umana.

Un prodotto basato su una tecnologia abilitante utilizza tecnologie di fabbricazione avanzate e accresce il valore commerciale e sociale di un bene o di un servizio. Spesso il dibattito ha presentato Industria 4.0 solo nelle sue componenti più “spettacolari”, quasi fantascientifiche: ma le tecnologie abilitanti possono

---

<sup>1</sup> Commissione Europea (2012), *Una strategia europea per le tecnologie abilitanti – Un ponte verso la crescita e l'occupazione*, Bruxelles, pag.3

entrare nella vita quotidiana di una piccola o media impresa, e aiutarla a trasformare i suoi processi di gestione e di produzione.



**Figura 2** – Le tecnologie della fabbrica digitale. Fonte: MISE

### 1.2.1 I sistemi avanzati di produzione

I sistemi di produzione avanzati sono dei sistemi interconnessi e modulari che permettono flessibilità e performance, rappresentabili da robot autonomi e da macchine intelligenti. I robot autonomi sono robot antropomorfi e mobili che sono in grado di cooperare tra loro e con gli uomini. Vengono definiti “creature meccaniche che possono funzionare autonomamente”, “creature” perché capaci di attuare il processo di decision making in modo autonomo con percezione, azione e

ragionamento, “meccaniche” perché sono assemblate dall’uomo. Il sistema di controllo di cui sono dotati i robot autonomi antropomorfi, permette loro di cooperare in sicurezza con l’uomo. La stessa cosa vale per i robot mobili, che grazie a laser scanner, telecamere e CPU, sono in grado di spostarsi autonomamente e arrivare a destinazione evitando ostacoli anche mobili. Tutto questo è diventato possibile grazie a dei sensori sempre più potenti ed intelligenti, capaci di gestire i movimenti dei robot evitando collisioni, riuscendo a capire le mosse da compiere attraverso l’imitazione delle azioni dei colleghi umani: l’operatore “fa fare un giro” della fabbrica al robot e questi, attraverso il sistema di scansione e un software per la generazione di mappe costruisce in automatico, sulla sua CPU, una mappa della fabbrica stessa.

La caratteristica principale che differisce dalla robotica tradizionale è il vantaggio di avere una collaborazione reale con l’umano nello stesso spazio lavorativo e, inoltre, la possibilità di poter imparare direttamente sul campo le lavorazioni da compiere, avendo come maestro l’operatore della linea di produzione. I nuovi robot sono inoltre facilmente (ri)programmabili: non è necessario che intervengano tecnici ed esperti programmatori, ma spesso lo stesso operatore di linea può “insegnare” al robot il movimento da fare e la forza con cui eseguirlo. È evidente che in questo scenario competitivo caratterizzato da una sempre maggiore spinta alla personalizzazione richiesta dai clienti, la possibilità di



riprogrammare facilmente i robot per adattarli velocemente ad una domanda molto variabile, diventa un enorme vantaggio per le aziende.

Per macchine intelligenti si intende macchine contraddistinte da una grande capacità di adattarsi alla variabilità del contesto produttivo. In queste macchine l'interazione con l'uomo è spinta al massimo e si esprime in due modi: attraverso la restituzione di dati che possono essere impiegati in modo proficuo per applicazioni di data analytics e attraverso l'interfaccia uomo-macchina. Quest'ultima può essere impiegata non solo per dare informazioni all'operatore sullo stato della macchina, sulla sua produttività, sulla qualità del prodotto in uscita, ma anche per dare istruzioni visuali all'operatore circa i controlli che periodicamente devono essere compiuti.

L'uomo può quindi trarre vantaggio da questa collaborazione, occupandosi dello sviluppo, dell'addestramento e della gestione delle diverse applicazioni.

### *1.2.2 Additive Manufacturing*

Con il termine manifattura additiva s'intende il processo di fabbricazione per deposizione di strati di materiale liquido, solido o in polvere. È una tecnologia che permette di produrre componenti mediante un approccio completamente diverso rispetto alle tecnologie tradizionali, ovvero mediante l'addizione successiva di strati di materiale partendo da un modello digitale. L'uso dell'additive manufacturing è molto recente, ma l'approccio di costruire componenti mediante strati additivi risale

a molti anni fa, come nel caso delle piramidi degli antichi egizi che sono state costruite posando enormi blocchi di pietra uno sopra l'altro facendo in modo che ogni strato avesse una base minore di quello sottostante, rappresentando così una delle più straordinarie applicazioni di manifattura additiva ante litteram. La nascita delle moderne tecnologie additive risale al diciannovesimo secolo con la topografia..

Nell'era contemporanea la tecnologia per stampare oggetti 3D, a partire da dati digitali, fu brevettata nel 1986 e commercializzata nel 1988, sotto forma di stampante tridimensionale. Inizialmente, sul finire degli anni Ottanta, tale tecnologia ha iniziato a diffondersi con la finalità di realizzare più rapidamente prototipi. In seguito, la possibilità di raggiungere attraverso l'impiego di tecnologie produttive additive tolleranze di costruzione più contenute e di utilizzare materiali con caratteristiche meccaniche migliori, hanno portato il prototipo a diventare "funzionale", cioè parte di un oggetto più complesso. In virtù della progressiva riduzione dei costi, la manifattura additiva non viene più considerata come una semplice tecnologia di prototipazione rapida, ma come una vera e propria tecnologia produttiva per la realizzazione di componenti e prodotti finiti. In questo modo, permette di ottenere numerosi vantaggi, digitalizzando una parte del processo produttivo. Con un semplice file, la stampante è in grado di realizzare in tempo reale un prototipo abbattendo il "time to market".

Con l'Additive Manufacturing, vi è un'innovazione sostanziale in termini di geometrie e funzionalità dei prodotti, di tipologia dei materiali utilizzati (plastiche, leghe metalliche, polimeri, vetri, ceramiche), di consumi energetici, di costi di produzione e di organizzazione logistica. La velocità di deposizione delle macchine additive non è comparabile con la velocità delle macchine tradizionali. Le prime non possono sostituirsi alle seconde nella realizzazione di serie contraddistinte da grandi volumi, mentre risultano un'alternativa valida per la produzione di piccole e medie quantità e per la realizzazione di prodotti che richiedono un elevato grado di personalizzazione. In termini generali per volumi di produzione ridotti conviene affidarsi all'additive manufacturing, mentre per volumi di produzione maggiori è conveniente utilizzare produzioni di massa. Per mercati di nicchia, dove si producono pochi prodotti altamente specializzati, le tecnologie additive sono più vantaggiose e consentono un margine di guadagno più elevato.

D'altra parte, per prodotti standardizzati l'opzione "produzione di massa" sfrutta le economie di scala e riduce drasticamente il costo marginale.

### *1.2.3 Realtà aumentata*

La realtà aumentata è una tecnologia relativamente recente e in continua evoluzione che consente l'arricchimento della realtà mediante l'aggiunta di informazioni virtuali che sono rilevabili dall'utilizzatore in tempo reale. Si riesce

così ad aumentare la possibilità di percezione da parte dell'utilizzatore stesso e a migliorare la sua interazione con l'ambiente circostante.

Occorre non confondere la realtà aumentata con la realtà virtuale. La prima sfrutta elementi già presenti nell'ambiente per ottenere una conoscenza più approfondita di determinati elementi, la seconda invece, utilizza le tecnologie digitali per ricreare un ambiente completamente artificiale.

Le prime applicazioni di realtà aumentata si hanno in Boeing all'inizio degli anni Novanta. A partire da quel momento la realtà aumentata è stata applicata con successo a tutti gli stadi del processo industriale: progettazione, produzione, post-vendita e manutenzione. Nei contesti industriali, l'AR rivela la sua massima utilità dove sono richiesti grossi volumi di informazioni, da gestire in poco tempo e con un alto grado di precisione, ovvero nell'esecuzione di quelle attività che sono caratterizzate da un basso grado di ripetitività e/o da un alto grado di complessità.

Le tecnologie di AR contribuiscono anche a snellire le fasi di design di un prodotto, spiegare il funzionamento di macchinari complessi o difficilmente accessibili, formare in totale sicurezza il personale in contesti rischiosi per la salute e l'incolumità. Un esempio classico di realtà aumentata è dato dai cosiddetti HUD, ossia gli Head Up Display, che permettono ai piloti di aerei di ottenere una serie di informazioni aggiuntive.

Sviluppata in primis per applicazioni di natura ludica, tale tecnologia si sta ora affacciando sempre più nel mondo industriale. Due sono le componenti chiave che

la caratterizzano: da un lato la strumentazione hardware, quasi sempre rappresentata da dispositivi indossabili, cioè visori specifici, come ad esempio gli occhiali, e dall'altro le applicazioni software, in grado di sovrapporre alla realtà percepita una serie di informazioni aggiuntive. Il principio fondante della tecnologia è proprio la sovrapposizione di informazioni a quanto già percepito dall'utente.

Nell'ambito industriale l'utilizzo della realtà aumentata per attività di set-up e manutenzione arricchisce quanto l'operatore vede con frecce, testi, etichette, sequenze animate al fine di consentirgli un'immediata comprensione del posizionamento della parte da sostituire e della corretta modalità di sostituzione. Tale applicazione della realtà aumentata riguarda principalmente settori in cui l'efficacia della manutenzione è critica, come per esempio i settori aerospaziale e automotive, e sistemi produttivi per i quali i tempi di fermo impianto per manutenzioni e set-up devono essere il più possibile ridotti.

#### *1.2.4 Simulazione*

La simulazione è la creazione di modelli matematici che ci aiutino a comprendere il funzionamento di fenomeni naturali o artificiali. Oggi i progressi dell'informatica e della ricerca ci permettono di creare un modello virtuale di tutto ciò che si trova in una fabbrica in modo da poter studiare come ottimizzare al meglio ogni processo. La simulazione al computer consente agli ingegneri di indagare la complessità dei sistemi, effettuare variazioni di configurazione, simulare variazioni

nelle strategie operative e verificare le conseguenze organizzative. Grazie ad essa, il progettista può esaminare i modelli sin dalle prime fasi del ciclo di sviluppo, identificare preventivamente le cause dei guasti, applicare velocemente modifiche progettuali. I software di simulazione abbattano i costi di sviluppo dei prodotti, permettendo ai progettisti di sperimentare l'uso di diversi materiali e di alternative progettuali per creare un prodotto ottimizzato dal punto di vista dei costi e del layout fisico.

La simulazione può riferirsi a due ambiti principali: la progettazione del prodotto e la progettazione/gestione del processo di produzione del prodotto medesimo. Con riferimento alla simulazione di processo, essa è finalizzata ad anticipare, attraverso la sperimentazione sul modello stesso, il comportamento del sistema simulato e, di conseguenza, la sua performance con riferimento a diverse condizioni (numero di risorse, layout, politiche di gestione dei materiali ecc.). Tali sperimentazioni consentono al decisore di identificare quale configurazione e modalità di gestione dei flussi garantiscono il miglior comportamento. Simulare digitalmente i processi permette quindi di ridurre al minimo l'esigenza di realizzare dei prototipi, di ottimizzare le scelte, identificare i possibili problemi di performance e sviluppare delle soluzioni preventive. L'industria 4.0 sfrutta i vantaggi offerti dalla generazione del cosiddetto digital twin: un modello di simulazione sincronizzato con il sistema fisico in quanto alimentato con dati

provenienti dal campo in tempo quasi reale.<sup>2</sup> In questo modo è possibile sviluppare una nuova modalità di pianificazione della produzione, adatta a contesti affetti da alta variabilità e che richiedono tempi brevi di adattamento.

Con riferimento alla progettazione del prodotto, le tecniche di simulazione permettono di cogliere diversi vantaggi: riducono il numero di prototipi e di stampi, quindi il tempo di sviluppo del prodotto, migliorando al tempo stesso la progettazione dell'attrezzatura e la qualità del prodotto da realizzare, riducendo gli scarti di materiale.

La simulazione quindi non solo permette di ottenere dati o informazioni dai modelli, ma anche di abilitare nuove forme di collaborazione mediante cui i progettisti possono passare i loro modelli agli analisti al fine di eseguire simulazioni più avanzate.

### *1.2.5 Integrazione*

L'integrazione promossa nell'ambito di Industry 4.0 è caratterizzata da due dimensioni: una esterna o orizzontale e l'altra interna alla fabbrica o verticale. Per integrazione esterna s'intende l'integrazione tra fornitori e clienti che ha l'obiettivo di rendere più efficiente e più efficace l'intera rete di fornitura. In questo caso è necessario che tutti gli attori della supply chain siano disposti a collaborare. Di

---

<sup>2</sup> R. SECCHI, T. ROSSI, *Fabbriche 4.0*, Guerrini Next, Milano, 2018, p.54.

conseguenza la tecnologia diventa un mezzo per raggiungere in modo concreto la collaborazione auspicata. Prima di implementare gli strumenti software è necessario stabilire le prassi di collaborazione all'interno della rete, rafforzando la fiducia e allineando gli obiettivi dei diversi attori della filiera.

Con riferimento alla dimensione interna o verticale, s'intende sia la comunicazione reciproca tra le macchine e le apparecchiature della fabbrica, sia la comunicazione e la condivisione di informazioni, all'interno dell'azienda, ma in maniera trasversale rispetto alla struttura gerarchica della stessa. Se le macchine che compongono una linea fossero integrate, la singola macchina sarebbe in grado di adattare il proprio comportamento ai comportamenti reali comunicati dalle macchine a monte e a valle nella linea di produzione. Ciò porterebbe a dei vantaggi, in termini di cambio di produzione più brevi, in minori perdite di tempo e in qualità superiore.<sup>3</sup> Un sistema può dirsi integrato verticalmente se riesce a coinvolgere più soggetti, a partire dalle linee di produzione fino al management. In questa maniera le informazioni attraversano velocemente tutti i soggetti coinvolti, riducendo i tempi morti che intercorrono tra l'acquisizione di dati e il momento decisionale, tutti i reparti aziendali possono avere accesso a dati di produzione e logistici, rendendo l'intero sistema produttivo molto flessibile e capace di adeguarsi rapidamente alle esigenze del mercato.

---

<sup>3</sup> R. SECCHI, T. ROSSI, *op.cit.*, p. 57.



La supply chain di un'azienda moderna è fatta di un gran numero di interazioni complesse che l'ERP (Enterprise Resource Planning) tradizionale non è in grado di gestire. Oggi le supply chain sono reti estese e non più flussi lineari, un ERP adatto a questo scenario deve fare da piattaforma comune per i partecipanti a queste reti. Tra i vantaggi dell'ERP c'è il fatto che esso elimina la necessità di ridigitare i dati nei diversi software utilizzati dall'impresa, tutte le informazioni sono sempre a disposizione perché le diverse funzionalità aziendali vengono integrate in questo unico sistema. Questo comporta una diminuzione di errori, dovuti all'inserimento di dati inesatti e contrastanti tra loro, il tutto nell'ottica primaria di mantenere e potenziare i rapporti dell'azienda con l'esterno, che si tratti di fornitori o clienti, lavorando costantemente sulle nuove esigenze tecnologiche, senza trascurare i propri stakeholder, ovvero tutti quei soggetti che concorrono a determinare il successo di un business. L'azienda, organizzata con questa modalità, riesce a fare di sé un sistema aperto, in cui il dialogo tra tutti i comparti operativi e il mondo esterno risulta un flusso continuo, uno scambio costante di input e output, in cui operare evitando sprechi e scorte eccessive di magazzino. Nell'industria 4.0 non si può più pensare di gestire il proprio business a comportamenti stagni: modernità significa integrare l'intero sistema informativo aziendale in un'unica soluzione efficiente.

### *1.2.6 Internet of Things*

L'espressione "Internet of Things" attribuita a Kevin Ashton, ricercatore presso il MIT (Massachusetts Institute of Technology), viene utilizzata per descrivere un sistema dove Internet viene connesso al mondo fisico tramite una rete di sensori. Anche se si tratta di un neologismo, si parla di questi concetti dalla nascita di Internet e del web, fatto di "cose" e non di righe di codice ("things, not strings").

Al centro della tecnologia IoT c'è un semplice concetto: ogni dispositivo deve essere identificato tramite un indirizzo IP e deve poter scambiare dati senza l'intervento umano. Oggi l'Internet delle cose è un insieme di tecnologie digitali che spaziano dai tag RFID alla rete di sensori, dalle superfici touch alla realtà aumentata, un vero e proprio ecosistema dove macchine, impianti, sensori, dispositivi, apparecchiature e persone condividono e scambiano dati e informazioni.

Il tag RFID su un'attrezzatura permette a questa di essere automaticamente identificata e ciò consente di mostrare all'operatore un video che illustra come compiere l'attività di set-up. Questo riduce sia la possibilità di errore durante l'attività di approntamento della macchina, sia il tempo necessario per eseguire l'operazione. L'IoT trova sempre più consenso e rappresenta un'importante occasione di sviluppo. Le applicazioni di questa tecnologia stanno interessando un ampio numero di settori: domotica, robotica, avionica, industria automobilistica, biomedicale, monitoraggio in ambito industriale, telemetria, reti wireless di sensori,

telematica e telecontrollo. Recentemente la diffusione del concetto di Internet of Things ha spinto ad estenderne il significato di connettività estesa ricorrendo al termine Internet of Everything. In campo industriale si parla anche di Industrial Internet of Things per indicare un aggregatore di macchinari, sistemi e reti intelligenti, quindi la connessione alla rete di tutto quanto popola la fabbrica, come i componenti dei prodotti, le persone che operano sul processo tramite dispositivi indossabili, le risorse produttive e le attrezzature.

Una delle caratteristiche che rendono l'IoT più interessante per l'Industria 4.0 è la possibilità di poter utilizzare, a basso costo, come punto di accesso ai dati di fabbrica, dispositivi dotati di connessione internet che appartengono alla vita di tutti i giorni, come smartphone e tablet. Anche tecnologie come bar-code e QR-code possono assolvere alla funzione di portare oggetti fisici all'interno di una rete informativa. In particolare, il QR-code sta trovando sempre più spazio all'interno delle fabbriche in quanto consente di "immagazzinare" un numero elevato di dati e di diversa tipologia come link, immagini, testi e può essere facilmente rilevato da dispositivi portatile come smartphone e tablet.

Anche le tecnologie indossabili (Wearable Technologies) promettono un'eccellente integrazione con l'IoT offrendo all'operatore la possibilità di lavorare a mani libere, mentre consulta tramite smart glass la documentazione di servizio o mentre monitora mezzi sensorizzati avvisando di guasti o soste non previste. Occorre però considerare anche le sfide ed i problemi aperti relativi all'IoT; infatti

con l'aumento del numero e della varietà dei dispositivi, sarà sempre più necessario garantire l'interoperabilità tra soluzioni di fornitori diversi, sia in fase di sviluppo e configurazione sia nella gestione degli oggetti intelligenti. Non va poi dimenticato che affinché l'Internet delle cose sfrutti appieno il proprio potenziale, i dispositivi connessi dovranno essere in grado di alimentarsi autonomamente. C'è poi il tema delle competenze e della formazione, infatti a ritardare la diffusione dell'IoT, sono le attuali carenze software e di networking, legate soprattutto alla scarsa sicurezza e alle scarse competenze nel settore.

L'Internet of Things ha le potenzialità di migliorare il lavoro nelle imprese ed i servizi in ambito sociale e permette di indirizzare in modo più preciso ed efficace temi come sostenibilità, sicurezza, efficienza e gestione delle risorse.

#### *1.2.7 Cloud*

Il cloud computing è definito come un “modello che consente l'accesso in rete diffuso, dedicato, su richiesta ad un gruppo di risorse configurabili dotate di capacità di elaborazione, reti, server, applicazioni e servizi, che possono essere rapidamente forniti con un minimo sforzo di gestione con il provider di servizi”.<sup>4</sup> Questo ambito tecnologico permette quindi l'archiviazione, il prelievo e la gestione

---

<sup>4</sup> P. MELL, T. GRANCE, *The NIST definition of cloud computing*, 2011

dei dati da una piattaforma condivisa fra più utenti dotati delle opportune credenziali di accesso.

La tecnologia Cloud nell'industria è importante perché facilita un maggiore controllo all'interno dell'impianto di produzione, consentendo applicazioni remote di manutenzione predittiva e preventiva. Inoltre, il servizio Cloud promuove lo sviluppo di un'architettura distribuita, rendendo possibile la digitalizzazione dell'impresa e l'accesso ai dati in qualsiasi parte del mondo e da ogni dispositivo. I servizi Cloud offrono agli utenti una serie di funzioni, tra cui: E-mail, archiviazione, backup, recupero dati, creazione e test di app, analisi di dati, streaming audio e video, distribuzione di software su richiesta. All'interno del paradigma Industry 4.0, il Cloud è essenziale all'integrazione dei dispositivi connessi e dei repository dei dati aziendali, per esempio ERP.

Il cloud computing è contraddistinto da cinque caratteristiche: essere disponibile "a scaffale", per cui il potenziale cliente può acquistare il servizio in base alle proprie necessità, in sostanza senza interazione con il fornitore; l'ampio accesso, le funzionalità cloud computing sono disponibili in rete e accessibili in ogni momento tramite meccanismi standard che promuovono l'uso da parte del cliente di piattaforme eterogenee; condivisione delle risorse, capacità di memorizzazione e di elaborazione del provider sono riunite per servire più utilizzatori; elasticità, la capacità è scalabile a seconda della domanda, cioè le prestazioni offerte possono essere incrementate o diminuite in base a necessità o

richieste specifiche; misurabilità del servizio, possibilità di controllo e di ottimizzazione dell'utilizzo di risorse a disposizione, in maniera del tutto autonoma.

Il cloud computing è offerto secondo tre modelli di servizio: IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service), SaaS (Software as a Service). La differenza è relativa alla tipologia di servizio erogabile. SaaS, secondo il quale al cliente, che non controlla né gestisce l'infrastruttura cloud, è data la possibilità di utilizzare le applicazioni del provider in esecuzione su un'infrastruttura cloud e le applicazioni sono accessibili da diversi client tramite un'interfaccia; PaaS, secondo il quale il cliente non controlla né gestisce l'infrastruttura cloud di base, ma ha il controllo sulle applicazioni e sulla loro configurazione, per la quale può sfruttare linguaggi e strumenti resi disponibili dal fornitore del servizio; IaaS, per cui il cliente, ha controllo sui sistemi operativi, sull'archiviazione dei dati e sui componenti del network e può sfruttare la capacità di elaborazione e archiviazione utilizzando il proprio sistema operativo e le proprie applicazioni. L'erogazione del servizio avviene solitamente secondo tre diversi modelli:

- Private Cloud, in cui i servizi e le infrastrutture sono mantenuti in una rete privata. Sono di solito all'interno di data center di un'azienda, ma possono anche essere forniti da un provider di terze parti attraverso Internet. L'infrastruttura è usata esclusivamente dalla società proprietaria del cloud privato.

- Public Cloud, in cui i servizi e le infrastrutture vengono forniti attraverso Internet da un provider, quindi l'infrastruttura è aperta agli utilizzatori e gestita tipicamente da un'università, un'organizzazione aziendale o governativa.
- Hybrid Cloud, che rappresenta un mix tra Public e Private Cloud, in cui due o più infrastrutture cloud coesistono e sono legate dalla possibilità di scambiare dati e applicazioni.

Il cloud computing può quindi modificare radicalmente il modo di lavorare e di condividere informazioni.

#### *1.2.8 Cybersecurity*

Cybersecurity è sinonimo di sicurezza informatica, ovvero delle tecnologie utili a proteggere PC, sistemi informatici ed elettronici da attacchi che possono portare alla perdita di dati ed informazioni. L'inclusione di sistemi di IoT in produzione e la loro apertura di tali sistemi verso l'esterno hanno reso fondamentale la protezione da cyber-attacchi. Questi, infatti, potrebbero compromettere sia la disponibilità degli stessi sistemi IoT, sia la loro integrità, fondamentale per prevenire malfunzionamenti che potrebbero arrecare danni a persone, macchinari e prodotti. Una modalità per garantire la sicurezza è quella di perseguire l'isolamento dei nodi critici dal resto della rete informativa.

Un'altra possibilità è quella di ricorrere alla crittografia per proteggere i dati che riguardano una particolare attività e ai quali sarebbe controproducente limitare l'accesso. Inoltre, può essere frequentemente monitorata l'integrità del sistema passibile di cyber-attacchi attraverso l'invio di report di attestazione dello stato di affidabilità degli applicativi stessi oppure attraverso hardware.

Il successo di Industria 4.0 è legato alla pervasività delle tecnologie ICT e del cyberspazio, quindi delle reti che integrano macchine e persone. Proteggere i dati, le macchine, i programmi, i prodotti, le persone deve allora rientrare in una strategia allargata, in cui convergono sistemi di monitoraggio, sistemi di videosorveglianza, telecontrollo, antiintrusione. Garantire un adeguato livello di sicurezza è condizione necessaria e abilitante perché la tecnologia, nel suo continuo progresso, possa continuare a rivestire un ruolo sostenibile, efficace ed efficiente. Anche in Italia la sensibilità delle aziende nei confronti della cybersecurity sta aumentando, non solo tra le grandi organizzazioni o quelle maggiormente esposte come le banche e le società finanziarie, ma anche nel mondo della sanità, della pubblica amministrazione, nelle PMI e nelle infrastrutture di telecomunicazioni, energetiche ed industriali.

Il piano Industria 4.0 porta con sé la possibilità di fare investimenti tecnologici ottenendo importanti benefici fiscali. Ciò produce effetti positivi, come una spinta verso l'innovazione e il ricorso alla cybersecurity ne è sicuramente beneficiata.



Assistiamo in generale ad una crescita di investimenti con importanti ricadute anche culturali.

### *1.2.9 Big data Analytics*

I Big Data riguardano il volume dei dati digitali disponibili nell'ambiente individuale, fisico e industriale a partire da sensori, macchinari, infrastrutture IT, dispositivi mobili. Il Data Warehousing Institute ha proposto nel 2010 un modello generalmente accettato, detto "delle 3V", che evidenzia le caratteristiche peculiari dei Big Data: volume, varietà e velocità.<sup>5</sup> Oggi tale modello è stato arricchito dalle variabili di Veridicità e Variabilità e per questo si parla di 5V.

La mole estesa in volume, varietà e velocità dei dati generati dalle risorse che popolano la fabbrica deve essere gestita con strumenti adeguati, in modo da ottenere un elevato livello di efficienza. I Big Data Analytics riguardano quindi il processo relativo alla raccolta e all'analisi dei big data per ottenere informazioni utili al business. A tal proposito è fondamentale la competenza degli analytics per trasformare i dati grezzi in informazioni di valore per i decision maker aziendali. L'analisi dei dati è condotta solitamente in accordo a tre approcci, descrittivo, predittivo e prescrittivo, complementari tra loro. L'approccio descrittivo è da utilizzare per comprendere ciò che sta accadendo oppure è appena accaduto.

---

<sup>5</sup> A. MARTIN, *Industria 4.0, sfide e opportunità per il made in Italy*, Editoriale Delfino, Milano, 2019, p.49

L'approccio predittivo prende in considerazione dati storici ai quali applica algoritmi statistici, come la regressione, ai fini di predire comportamenti futuri. L'approccio prescrittivo va oltre la previsione di comportamenti futuri, fornendo al decisore informazioni su possibili scenari, scelte ed effetti ottenibili nei diversi casi, basate su algoritmi di ottimizzazione.

Le applicazioni di Big Data possono essere orientate al cliente (customer experience), al business (comprensione del mercato) o alle aziende (controllo dei processi operativi). Tecnologie fondamentali per lo sviluppo dei Big Data sono il cloud computing e il machine learning. Quest'ultima è una disciplina strettamente affine all'intelligenza artificiale che prende le mosse dagli studi sul pattern recognition e sulla teoria dell'apprendimento computazionale. Le tecnologie del machine learning segnano un cambio di passo nel modo in cui i Big Data vengono gestiti e analizzati. Grazie ad esse le imprese possono effettuare analisi descrittive e predittive, ottenendo il massimo valore dai propri dati, sia storici che in tempo reale.

I Big Data consentono controlli di sicurezza adattivi basati sul rischio e su modelli di auto-apprendimento. In questo scenario garantire la riservatezza, l'integrità e l'autenticità dei dati è una sfida particolarmente complessa: è infatti estremamente difficile determinare il valore dei dati da proteggere, poiché anche dati non sensibili e irrilevanti possono rivelare informazioni preziose una volta note le correlazioni. Per limitare i rischi connessi alla conservazione di dati è auspicabile

attenersi ad alcune fondamentali best practice: selezionare i dati da mantenere, controllare l'accesso ai dati conservati, verificare il dimensionamento delle misure di sicurezza, gestire l'intero ciclo di vita dei dati.

### 1.3 I MIGLIORAMENTI ATTESI NEI CONTESTI INDUSTRIALI

Le aziende che intraprendono con determinazione la strada della digitalizzazione dei processi industriali potranno conseguire indubbi benefici e rivitalizzare il sistema produttivo a condizione che sappiano cogliere le varie opportunità utili per migliorare le performance associate ai fattori competitivi e alla crescita. In termini di benefici attesi si parla di:

- **Produttività:** un processo di produzione più efficiente può essere conseguito riducendo i tempi di set up, (tempo necessario per adattare, sostituire utensili, attrezzature in ordine alle lavorazioni da eseguire), i costi, i fermi macchina e la probabilità di errori. La digitalizzazione può cioè massimizzare l'utilizzo di asset produttivi, monitorare in tempo reale le condizioni di funzionamento di tali risorse, evidenziare eventuali stati di fermo che possono essere comunicati agli operatori per un immediato ripristino delle condizioni operative. Il concetto è produrre quantità maggiori utilizzando meno materie prime e meno energia, ciò consente non solo di raggiungere una maggiore produttività ed efficienza delle risorse, ma anche di creare le condizioni per una produzione sostenibile.

- **Velocità:** una maggiore velocità può essere raggiunta attraverso una maggiore sincronizzazione delle attività produttive e logistiche in quanto è possibile verificare lo stato e la posizione delle attrezzature, ordinare in modo automatico i beni in esaurimento, compiere transazioni in relazione allo stato effettivo delle consistenze di magazzino, dare direttamente istruzioni agli operatori sui percorsi da compiere, in modo da ottimizzare i tempi. Inoltre, una maggiore velocità può essere ottenuta anche nel passaggio dal prototipo alla produzione in serie, grazie ad un'efficace integrazione tra progettazione e produzione, cioè attraverso tecnologie innovative che riducono i tempi di set up e accelerano i tempi di go-to-market.
- **Integrazione delle filiere e delle catene di fornitura e subfornitura:** tali integrazioni determinano miglioramenti nei sistemi di approvvigionamento e nella logistica, una più efficiente gestione del magazzino e degli ordini, un'ottimizzazione dei rapporti con i fornitori all'interno di ecosistemi collaborativi. Si può affermare infatti che industria 4.0 non significa solo introdurre macchinari all'avanguardia dal punto di vista tecnologico, ma saper combinare diverse tecnologie in modo da integrare il sistema fabbrica e le filiere produttive interessate, in un sistema connesso.
- **Innovazione di prodotto:** cioè rivisitazione in chiave smart di molti prodotti, sviluppo di nuovi modelli di servizio e di una nuova modalità di

risposta al mercato, passaggio più rapido dal prototipo al prodotto. Le nuove tecnologie di produzione, quali additive manufacturing o stampa 3D, offrono infatti numerose possibilità di personalizzare i prodotti senza incidere negativamente sui costi di produzione e, di conseguenza, sui prezzi di vendita, ma con un'intensificazione del coinvolgimento del cliente sin dalle prime fasi di ideazione. In questi casi è molto utile l'uso di piattaforme che possono aggregare clienti e fornitori, in una logica di ecosistema. Il cliente quindi non solo viene “servito” in maniera più veloce ed efficiente, ma addirittura collabora con l'azienda in fase di progettazione e in alcuni casi il prodotto finale viene personalizzato ad hoc.

- **Sostenibilità:** cioè riduzione dei consumi energetici e dell'uso di materie prime, delle emissioni, con conseguente riduzione dell'impatto ambientale sull'intero ciclo di vita del prodotto. L'introduzione delle tecnologie abilitanti non solo conduce ad una progressiva riduzione dell'impiego di risorse, grazie all'uso di sensori che monitorano costantemente la produzione, ma può rendere il mondo più sostenibile, le persone potranno accedere a beni e servizi a costi più ragionevoli e in maniera più responsabile.
- **Sicurezza:** una migliore interazione e “agilità” di interfaccia uomo-macchina porta ad una riduzione di errori e infortuni e ad un miglioramento della sicurezza dell'ergonomia del luogo di lavoro.

- **Disponibilità di tutte le informazioni in tempo reale:** le nuove soluzioni tecnologiche possono consentire di scambiare, in tempo reale, dati e informazioni sulle capacità produttive di un elevato numero di aziende. In tal modo diventa possibile sia identificare nuovi partners sia integrarsi maggiormente con quelli con cui già si collabora in modo da ridurre i costi e i lead time.
- **Competitività del prodotto:** il prodotto diventa più competitivo grazie a maggiori funzionalità derivanti dall'Internet delle cose.
- **Flessibilità:** le aziende, passando dalla produzione di massa alla personalizzazione di massa, cioè ad una produzione su misura del cliente, possono rispondere a richieste specifiche e dinamiche da parte di una clientela sempre esigente, riuscendo a coniugare la produzione in piccoli lotti e la capacità di risposta ai bisogni di nicchia, con i vantaggi di costo derivanti dalla produzione su larga scala. Nello stesso impianto di produzione si potrà realizzare una varietà di diversi prodotti grazie alla possibilità di configurare rapidamente le macchine e di adattarsi alle esigenze specifiche fornite dal cliente.

Non si può però parlare dei benefici legati all'innovazione tecnologica senza soffermarsi su una nuova frontiera della fabbrica digitale, quello della servitizzazione, traduzione del termine inglese *servitization*, che indica il processo di trasformazione del modello di business, da una prospettiva

prodotto-centrica ad una prospettiva cliente-centrica, in cui il servizio rappresenta la componente fondamentale. Un prodotto quindi non viene più proposto o venduto da solo, ma è erogato in combinazione con un servizio o venduto come servizio possibilmente personalizzato. Grazie soprattutto alle tecnologie Internet of Things (IoT), Cloud e Big Data è possibile attuare un ripensamento del modello di business sfruttando così le diverse opportunità dell'*Industry 4.0*. Il prodotto-servizio comporta indubbi vantaggi sia per il cliente che per il produttore:

- *Diversificazione dell'offerta*: il prodotto-servizio si può distinguere in base a diversi fattori, l'utilizzo da parte del cliente, le ore di disponibilità, il rendimento garantito. L'attenzione non è più posta esclusivamente sull'acquisto del bene, ma sul valore d'uso del prodotto.
- *Unicità dell'offerta*: il prodotto-servizio ha caratteristiche uniche, non copiabili almeno nelle stesse identiche forme, perché legato alla creatività di uno specifico ambito, nel quale il ruolo dell'uomo emerge come determinante ed esclusivo.
- *Fidelizzazione del cliente*: fattore legato alla capacità di fornire sempre il servizio concordato o addirittura con livelli superiori, con politiche di manutenzione predittiva che possono essere ottenute solo grazie al controllo puntuale del sistema. La creazione di rapporti stabili con la clientela, sulla base di feedback ripetuti nel corso del tempo, favorisce

poi la crescita della reputazione aziendale e quindi dell'immagine sul mercato.

- *Aumento dei redditi* dovuti sia ad introiti addizionali associati alla vendita dei servizi, sia al fatto che i servizi hanno, generalmente, margini di profitto maggiori rispetto ai prodotti.

In linea generale, gli effetti che questa rivoluzione può avere sul processo produttivo, sono essenzialmente quattro:

- Un cambiamento delle aspettative dei clienti: conoscere i loro bisogni ed i loro comportamenti è utile per pianificare le strategie di marketing e di vendita. Molte persone potranno accedere a beni e servizi a costi più ragionevoli e, quindi, potranno usufruirne in maniera più sostenibile e responsabile.
- La creazione di nuove partnership e di forme di collaborazione innovative.
- Un miglioramento dei prodotti e dei servizi attraverso strumenti digitali.
- La trasformazione dei modelli operativi in modo da operare più rapidamente e con maggiore flessibilità.

### *1.3.1 Le potenziali criticità*

Le tecnologie dell'Industria 4.0 creano le condizioni per l'ideazione di prodotti e servizi, ma aprono anche la strada a nuove criticità e sfide da risolvere. Tra gli



effetti più pericolosi per il tessuto industriale italiano si riscontrano i cyber-attacks, la difficoltà di fare sistema, l'occupazione ed i costi.

L'espansione delle tecnologie interconnesse comporta indubbiamente un aumento dei rischi in termini di integrità dei dati. Tali rischi non possono più essere gestiti in relazione ad un singolo stabilimento industriale o ad una sola unità commerciale in quanto con il 4.0 la produzione industriale diventa automatizzata e interconnessa e la catena del valore è sempre più integrata. Perciò un eventuale attacco alla sicurezza informatica determina ingenti danni sia a livello economico che di reputazione in tutto il sistema. Un cyber attack in ambito Industria 4.0 rappresenta infatti un impatto rovinoso che può riguardare il possesso di informazioni sensibili e/o del know-how rappresentante il competitive advantage aziendale, il deterioramento dei prodotti, il danneggiamento dei sistemi e apparecchi, il fermo-macchina della produzione. È importante quindi comprendere queste minacce per attuare misure preventive e per progettare adeguate contromisure che abbassino o azzerino il livello di rischio. La prima sfida è quella di prendere coscienza che la protezione di reti e sistemi, in una fabbrica 4.0, è ormai indispensabile. Il passo successivo è quello di inserire la security tra i requisiti di sistema per chi progetta, sviluppa, usa e mantiene tali sistemi. La cybersecurity, mai come oggi, è una questione di formazione, competenze professionali, investimenti e responsabilità. In Italia, la sensibilità delle aziende nei confronti della cybersecurity sta aumentando anche se tale mercato è trainato ancora dalle grandi

imprese. Nel 2019 il quadro delle PMI, in relazione a tale problematica, era molto eterogeneo: oltre la metà si dichiarava inconsapevole dei problemi e adottava soluzioni di base, mentre poco meno del 20% si poteva definire matura, con competenze e strumenti adeguati. La strada da fare è quindi molto lunga, occorre soprattutto una maggiore diffusione della cultura della sicurezza informatica tra le imprese.

Un'ulteriore criticità riguarda la difficoltà della struttura industriale nazionale di fare sistema, di unirsi per sviluppare progetti comuni. Klaus Schwab evidenzia la mancanza, “a livello globale, di una narrativa condivisa, coerente e oggettiva attraverso cui definire le opportunità e le sfide della quarta rivoluzione industriale”.<sup>6</sup> L'obiettivo è quello di creare una visione comune, basata su un lavoro sinergico di vari settori, dal mondo industriale a quello istituzionale, riducendo soprattutto quella caratteristica individualista propria di molte PMI. Occorre quindi una nuova prospettiva culturale in quanto all'innovazione tecnologica deve essere affiancata l'innovazione strategica del modello di business, un nuovo modello che permetta alle PMI italiane di operare congiuntamente per fornire un prodotto competitivo, introducendo soluzioni che consentono a tali imprese di re-interpretare il loro ruolo, impattando lungo tutta la filiera produttiva. Industria 4.0 non è solo tecnologie

---

<sup>6</sup> K. SCHWAB, *La quarta rivoluzione industriale*, Franco Angeli, Milano 2016, p. 22

abilitanti, ma è anche una questione di cambiamento organizzativo, la leva forse più difficile da manovrare.

Tra le potenziali criticità del 4.0, quella occupazionale appare la più preoccupante, perlomeno nel breve periodo. I timori sugli effetti che la tecnologia può avere in termini occupazionali non sono certo una novità. Nel 1931, l'economista John Maynard Keynes parlava di una disoccupazione tecnologica dilagante “dovuta alla nostra scoperta dei mezzi per economizzare l'uso delle braccia”.<sup>7</sup> Il timore delle perdite significative di posti di lavoro che consegnerà a tale digitalizzazione è reale. Molte attività lavorative, in particolar modo quelle caratterizzate da mansioni ripetitive e manuali, sono già state automatizzate. Altre occupazioni andranno incontro alla stessa sorte, in quanto la capacità degli strumenti informatici in termini di elaborazione dei dati continua a crescere in maniera esponenziale. Tutto ciò rischia quindi di allargare le disuguaglianze tra i paesi sviluppati e le altre nazioni.

Un ultimo aspetto da prendere in considerazione è quello dei costi. La digitalizzazione di un'azienda comporta certamente notevoli investimenti che vanno dall'acquisto delle nuove tecnologie all'integrazione con altri sistemi informativi, dai costi per la formazione del personale agli interventi necessari per rafforzare o progettare il proprio modello di business. Attualmente in Italia hanno

---

<sup>7</sup> J. M. KEYNES, *Economic Possibilities for our Grandchildren, in Essays in Persuasion*, Harcourt Brace, New York 1931.

investito soprattutto le grandi imprese, poco le medie, pochissimo le PMI che sono invece l'ossatura del sistema imprenditoriale ma che purtroppo hanno una limitata capacità di risorse finanziarie ed una scarsa consapevolezza del potenziale insito nelle nuove tecnologie. Fare però previsioni sui costi e sui risparmi attesi non è così semplice. Non ci sono studi e dati che documentino costi e benefici del nuovo paradigma in maniera quantitativa. I costi dipenderanno dal settore, dallo stato attuale del parco macchine, dalla presenza o assenza di altri sistemi informativi e dalla capacità dell'azienda di gestire le sue risorse umane ed il cambiamento. Secondo Klaus Schwab "i maggiori beneficiari della quarta rivoluzione industriale saranno quindi coloro in grado di garantire capitale intellettuale o fisico, ossia innovatori, investitori e azionisti".<sup>8</sup>

Quanto appena affermato chiama in causa la necessità e l'importanza di specifici interventi statali.

#### **1.4 UNO SGUARDO ALLO SCENARIO EUROPEO E ITALIANO**

La rivoluzione del 4.0 ha reso lo scenario internazionale sempre più competitivo attraverso innovazioni radicali con molteplici effetti su tutti i settori dell'economia e sul nostro modo di vivere, lavorare e comunicare. Per tale motivo il paradigma di Impresa 4.0 negli ultimi anni ha trovato spazio sulle scrivanie di

---

<sup>8</sup> K. SCHWAB, *op. cit.*, p.27.

tutti i governi delle principali economie mondiali, che hanno deciso di approcciarlo in modo differente, in funzione delle specificità e peculiarità dei rispettivi tessuti industriali.

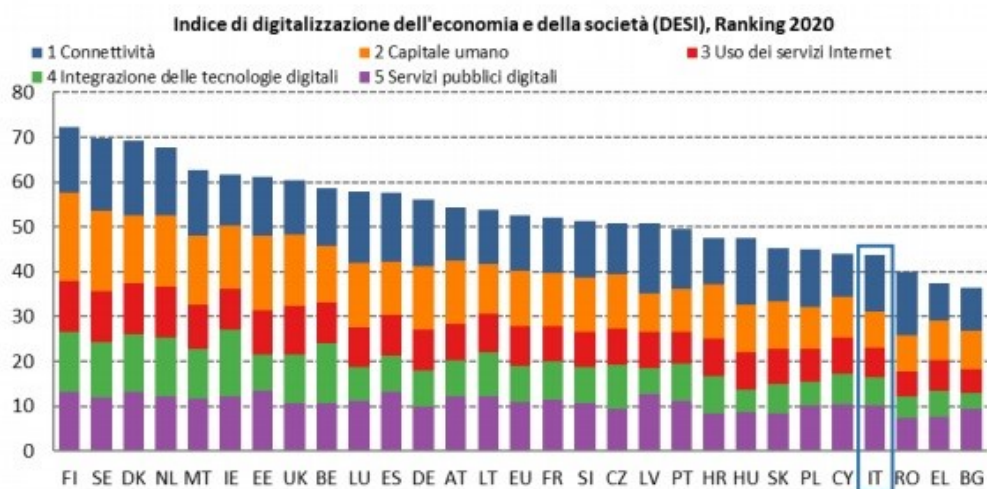
I diversi governi nazionali hanno cioè messo in campo interventi diretti attraverso vari piani di sviluppo nazionale, iniziative di innovazione e programmi di investimento mirati, al fine di sfruttare i vantaggi derivanti dallo sviluppo e dall'implementazione delle nuove tecnologie e di guidare le aziende nel processo di trasformazione. Possiamo far riferimento a due principali modelli di sviluppo, quello europeo e quello statunitense aventi un denominatore comune: la creazione di sistemi con un'alta integrazione tra macchine, oggetti e persone. Questi modelli si differenziano però per due aspetti: quello europeo fornisce uno standard comune al quale tutte le aziende possono far riferimento per lo sviluppo delle tecnologie adeguate e si concentra soprattutto sull'ottimizzazione del settore manifatturiero; il modello statunitense punta invece a migliorare le attività che riguardano i servizi, definendo piattaforme pensate per realizzare l'interconnessione degli oggetti e ha come tecnologia di riferimento l'IoT.

La commissione europea ha istituito all'interno della programmazione 2021-2027 un nuovissimo programma, Europa Digitale, il cui obiettivo è quello di potenziare la trasformazione digitale dell'Europa a vantaggio di tutti i cittadini e delle imprese.

Dal 2015, la Commissione Europea monitora inoltre la competitività digitale degli Stati membri ed i relativi progressi attraverso l'indice di digitalizzazione dell'economia e della società (DESI). Tale indice è articolato in cinque componenti, che misurano rispettivamente la connettività, l'utilizzo di internet, le competenze digitali del capitale umano, il livello di integrazione delle tecnologie digitali ed i servizi pubblici digitali. L'indice DESI 2020 rileva che in termini di digitalizzazione, esistono disparità notevoli tra gli Stati membri e tra i diversi settori: l'Italia è in 25° posizione su 28 Stati membri dell'UE, davanti solo a Romania, Grecia e Bulgaria.

Il punteggio italiano è di ben 9 punti inferiori alla media UE (43,6 vs 52,6) in quanto, nel nostro Paese, persistono carenze significative nell'ambito della digitalizzazione delle imprese, nell'uso di servizi pubblici digitali, nella formazione del capitale umano e soprattutto nel campo delle competenze digitali della popolazione. A trainare la transizione verso il digitale sono soprattutto le grandi imprese dei paesi nordici, Finlandia, Svezia e Danimarca, tutte e tre intorno ai 70 punti. Spagna (57,5) e Germania (56,1) ottengono un punteggio sopra la media europea, mentre la Francia (52,2) è in linea.

	Italia		UE
	posizione in classifica	punteggio	punteggio
DESI 2020	25	43,6	52,6
DESI 2019	23	41,6	49,4
DESI 2018	25	36,2	46,5



**Figura 3** – Rapporto DESI 2020; Fonte: Commissione Europea

#### 1.4.1 Il sistema Italia nell'implementazione del 4.0

Nel nostro Paese, Industria 4.0 viene intesa, a livello governativo, come un'occasione unica di crescita e di modernizzazione, una via per aumentare la dimensione delle imprese, far emergere una nuova classe imprenditoriale, far crescere nuovi investimenti e nuove competenze. Vi è quindi una forte consapevolezza sull'importanza di mantenere il passo con il cambiamento. Ciò nonostante, esistono alcune criticità che rendono il passaggio alla fabbrica digitale

molto complicato. Innanzitutto, il tessuto imprenditoriale italiano è caratterizzato dalla presenza preponderante di aziende di dimensione medio-piccola, il che significa scarsa disponibilità finanziaria e, talvolta, difficoltà nel reperire i capitali necessari dagli istituti di credito. Un'ulteriore complicazione è generata dalla scarsa diffusione, su gran parte del nostro territorio, della cosiddetta banda larga, necessaria per garantire le connessioni affidabili e veloci richieste dal processo di digitalizzazione.

Dall'indagine Istat "Digitalizzazione e tecnologia nelle imprese italiane" pubblicata il 13 agosto 2020, emerge inoltre che solo il 3,8% delle imprese italiane raggiunge la "maturità digitale" intesa come "investimento in infrastrutture digitali non come obiettivo a sé, ma come condizione per ottimizzare i flussi informativi all'interno dell'impresa, con effetti positivi in termini di efficienza e competitività".<sup>9</sup> In tale contesto è fondamentale quindi l'intervento delle Istituzioni, le quali devono letteralmente accompagnare le imprese nella loro trasformazione digitale attraverso riforme che lo agevolino. In Italia l'attenzione, a livello politico, nei riguardi della digitalizzazione dell'economia e della società, è presente soprattutto dal 2016, anno in cui il Governo vara il Piano Nazionale Industria 4.0 o Piano Calenda (dal 2018 diventato Piano Nazionale Impresa 4.0) con lo scopo di

---

<sup>9</sup> Cfr. ISTAT, *Digitalizzazione e tecnologia nelle imprese italiane*, Roma, 13 agosto 2020



supportare la quarta rivoluzione industriale ed accompagnare le aziende italiane a digitalizzare i processi produttivi.

All'interno del Piano sono previsti incentivi e misure di finanza agevolata (iper e super ammortamento, fondo di garanzia pubblica, credito di imposta R&S). Le detrazioni fiscali per gli investimenti in beni strumentali (cioè super e per ammortamento) sono state tra le misure più significative del piano e si sono dimostrate efficaci nello stimolare gli investimenti. Tuttavia, tali misure sono state utilizzate principalmente dalle medie e grandi imprese, soprattutto per investimenti in beni materiali (cioè macchinari) piuttosto che immateriali.<sup>10</sup>

Nell'anno 2019 è stato poi istituito un nuovo Ministero per l'innovazione tecnologica e la digitalizzazione (MID), con funzioni di coordinamento che ha messo a punto la strategia "Italia 2025", un piano quinquennale che pone la digitalizzazione e l'innovazione al centro di "un processo di trasformazione strutturale e radicale del Paese".<sup>11</sup> Per quanto riguarda la digitalizzazione delle imprese, il governo ha rinnovato il Piano Nazionale "Impresa 4.0" e ha lanciato il piano "Transizione 4.0", con una maggiore attenzione all'innovazione, agli investimenti verdi e alla partecipazione delle PMI.

---

<sup>10</sup> Cfr. ISTAT, rapporto Annuale 2019; dati preliminari forniti dal MISE e lettera del Ministro dello Sviluppo Economico Patuanelli a "Il Sole 24 ore", 18 dicembre 2019 in Ministero dello Sviluppo Economico

<sup>11</sup> Commissione Europea, Digital Economy and Society Index 2020.

Nel marzo 2020 il governo ha varato poi il Fondo Nazionale Innovazione, che ha una dotazione finanziaria di partenza di 1 miliardo di euro. Con la legge finanziaria 2020, il Ministero dello sviluppo economico (MISE) ha stanziato inoltre 7 miliardi di euro per il nuovo piano “Transizione 4.0”, firmato dal Ministro dello Sviluppo economico Stefano Patuanelli, che facilitano l’accesso delle PMI al credito d’imposta per investimenti in beni strumentali, ricerca, sviluppo e innovazione e aumentano del 40% il numero delle imprese beneficiarie. Il nuovo credito di imposta previsto dal Piano Transizione 4.0 sostituisce dal 2020 le misure disponibili in precedenza, tra cui iper-ammortamento e super ammortamento. Questa trasformazione ha lo scopo di ampliare in modo significativo “la platea dei potenziali beneficiari”.<sup>12</sup> Poiché gli investimenti nelle tecnologie devono essere accompagnati dallo sviluppo delle competenze in materia, il piano sottolinea anche la necessità della formazione del personale, nell’ambito delle tecnologie necessarie per la trasformazione digitale delle imprese, con particolare attenzione ai settori che caratterizzano il Made in Italy.

Nel corso dell’attuale legislatura e con il decreto Crescita 22 Giugno 2020, sono state inoltre rifinanziate, prorogate e riformate una serie di misure ascrivibili al Piano Nazionale Industria 4.0, programma di interventi di sostegno all’innovazione tecnologica del tessuto imprenditoriale italiano, già adottato nella

---

<sup>12</sup> Cfr. *Lettera del Ministro dello Sviluppo Economico Patuanelli*, op.cit.

precedente legislatura. È stata rifinanziata e potenziata la Nuova Sabatini favorendo, in particolare, gli investimenti per acquistare i cosiddetti “beni strumentali”, ovvero i beni destinati all’implementazione della tecnologia nei processi produttivi e amministrativi aziendali.

In seguito alla pandemia da Coronavirus che ha colpito l’Italia a fine febbraio 2020, con un forte impatto economico dovuto alla chiusura totale delle attività dal 10 Marzo al 18 Maggio, il Governo ha introdotto una serie di misure per il sostegno ai singoli e alle imprese. Nell’ambito degli Stati Generali dell’economia, un vertice di dieci giorni voluto dal premier Conte a giugno 2020 a Villa Doria Pamphilj a Roma, il presidente del Consiglio ha annunciato la nuova versione del piano Impresa 4.0, “Vareremo una nuova versione di Impresa 4.0, si chiamerà Impresa 4.0 plus ed avrà incentivi consistenti per una spinta ulteriore alla digitalizzazione delle imprese, per quelle che investono in robotica e adottano anche l’intelligenza artificiale”.

La politica ha quindi pianificato misure concrete, accogliendo le richieste delle imprese e del nuovo contesto economico. Ora è necessario che tutti gli altri attori facciano sistema intorno a questi nuovi indirizzi di politica industriale, favorendo investimenti e formazione.

Vincere la partita contro i competitor mondiali è possibile: servono cooperazione, scambio di best practice e competenze



## **CAPITOLO 2**

# **LA CENTRALITÀ DELL’UOMO**

## **NELL’INDUSTRIA 4.0**

### **2.1 IL DIGITALE COME NUOVO AMBIENTE DI LAVORO**

I fattori della quarta rivoluzione industriale sono le nuove tecnologie, la presenza di nuove professionalità e la diversa concezione del lavoro e della sua organizzazione. Dagli anni 2000 il diffondersi delle tecnologie digitali si è rivelato sicuramente il principale driver dello sviluppo di nuove forme di organizzazione di lavoro. Si sono diffusi shared office, coworking space e altre soluzioni che consentono di lavorare da casa o in luoghi distanti dalla fabbrica e dall’ufficio. Inoltre, nell’anno 2020, che rimarrà nella storia per una crisi senza precedenti, causa pandemia COVID 19, la tecnologia ha dimostrato di essere il pilastro principale per sostenere le imprese attraverso il lavoro da remoto, funzioni più agili e servizi sempre più digitali. Orari, luoghi e spazi di lavoro stanno sempre più mutando. Stiamo assistendo al progressivo aumento di forme di remote working. La presenza fisica all’interno delle fabbriche sembra essere destinata a ridursi grazie alla possibilità di controllare le varie fasi del ciclo produttivo anche a distanza.

Il paradigma dell’Industria 4.0 sta quindi modificando il modo di lavorare, l’organizzazione delle imprese e le professionalità. La digital transformation, per

essere tale, deve essere però accompagnata da un cambiamento socioculturale all'interno dell'azienda in quanto non è sufficiente una semplice adozione di nuove tecnologie per dare una dimensione digitale ad un ambiente di lavoro.

Con la Quarta Rivoluzione Industriale, l'informatica non si limita infatti a trasferire alla macchina delle istruzioni, ma diventa un vero e proprio ambiente di lavoro dove l'uomo opera fianco a fianco con “colleghi digitali” e ciò gli consente di concentrarsi su attività di maggior valore. Entro il 2021, la società mondiale International Data Corporation, IDC, specializzata in ricerche di mercato e servizi di consulenza nei settori ICT e dell'innovazione digitale, prevede che il contributo dei “digital coworker” – i colleghi digitali – aumenterà del 25% poiché molte attività saranno automatizzate e migliorate dalle tecnologie.

Le caratteristiche di un ambiente di lavoro digitale sono essenzialmente tre: la connettività, la comunicazione e la collaborazione. L'ambiente di lavoro digitale è quindi uno spazio sia virtuale che fisico, flessibile, intelligente e collaborativo, un ambiente condiviso con le macchine, con le componenti di automazione avanzata e con tutti gli stakeholder che, a vario titolo, interagiscono nel sistema produttivo, controllato in parte anche da remoto. Il lavoro non è più un'attività confinata ad un luogo specifico, ma consiste nella capacità di essere produttivo ovunque, un ambiente di lavoro digitale consente quindi alle persone di svolgere le proprie mansioni in modo facile ed efficace ovunque si trovino. L'ambiente digitale obbliga alla coesistenza, in un unico sistema industriale, di tutti i livelli funzionali

dell'azienda, che devono però essere capaci di interagire fra loro. In queste nuove forme organizzative più cooperative è fondamentale un'ampia diffusione delle informazioni tecniche e gestionali, condizione indispensabile per ottimizzare i tempi di lavoro, realizzare un incremento dei risultati, una riduzione dei costi per le aziende ed una maggiore flessibilità per le persone. Occorre cioè ripensare i modelli di business per renderli più sostenibili, promuovere la digitalizzazione per favorire il lavoro da remoto e ridurre costi e sprechi. Questa nuova organizzazione del lavoro, che promuove la collaborazione uomo-macchina, abilita quindi nuove competenze ed esperienze e supporta un ambiente non limitato dal tempo o dallo spazio. La completa integrazione delle fasi e dei processi, il loro controllo in un unico ambiente di supervisione, richiedono pertanto un'organizzazione trasparente, condivisa, cooperativa, senza barriere, in cui è fondamentale la centralità dell'uomo. Nell'annuale riunione a Davos del World Economic Forum (WEF) del 2016, Klaus Schwab, ha affermato che “La quarta ondata di globalizzazione deve essere human-centered, inclusiva, sostenibile”.

## **2.2 NUOVI SCENARI NEL MONDO DEL LAVORO**

La società, il lavoro, il mondo che abbiamo conosciuto per decenni, tutto sta cambiando ad una velocità esponenziale. All'entusiasmo associato agli aspetti positivi del cambiamento si accompagna però una serie di preoccupazioni, relative principalmente alle conseguenze che le innovazioni tecnologiche possono avere sul

mercato del lavoro. In particolare, gli esperti parlano di “disoccupazione tecnologica” con riferimento alle ricadute negative sull’occupazione, dovute all’automazione di alcuni processi (produttivi e non) che tipicamente sono realizzati da persone.<sup>1</sup>

Il dibattito relativo alla disoccupazione tecnologica ha evidenziato la presenza di due posizioni contrapposte. Da un lato sono in molti a prevedere che scompariranno posti di lavoro, specie alcune mansioni più ripetitive, in favore delle nuove tecnologie, con rilevanti impatti sociali e politici. L’altra posizione afferma che l’occupazione verrà riequilibrata dalla nascita di nuovi mestieri, qualitativamente superiori, dove il livello di competenza richiesto sarà decisamente maggiore. Quindi l’automazione da una parte elimina posti non qualificati, mansioni ripetitive e standardizzate, dall’altra crea impieghi più qualificati: i robot non sostituiscono gli esseri umani, ma li affiancano e trasformano il mercato del lavoro. In tal senso, si è espresso anche il “Rapporto sullo sviluppo mondiale 2019: Cambiamenti nel mondo del lavoro”, in cui si evidenzia come, seppur in alcune economie avanzate e paesi a medio reddito, l’avvento dei robot stia causando la perdita di posti di lavoro nel settore manifatturiero, e le professioni che si basano su mansioni di routine facilmente “codificabili” siano più soggette all’automazione, la tecnologia offre opportunità per creare nuovi posti di lavoro, aumentare la

---

<sup>1</sup> Si confronti sull’argomento: E. MCGAUGHEY, *Will Robots automate your job away? Full Employment, Basic Income, and Economic Democracy*, University of Cambridge, March 2018.



produttività e fornire servizi pubblici più efficienti. Attraverso l'innovazione, la tecnologia genera nuovi settori, lavori e aree di competenza.<sup>2</sup>

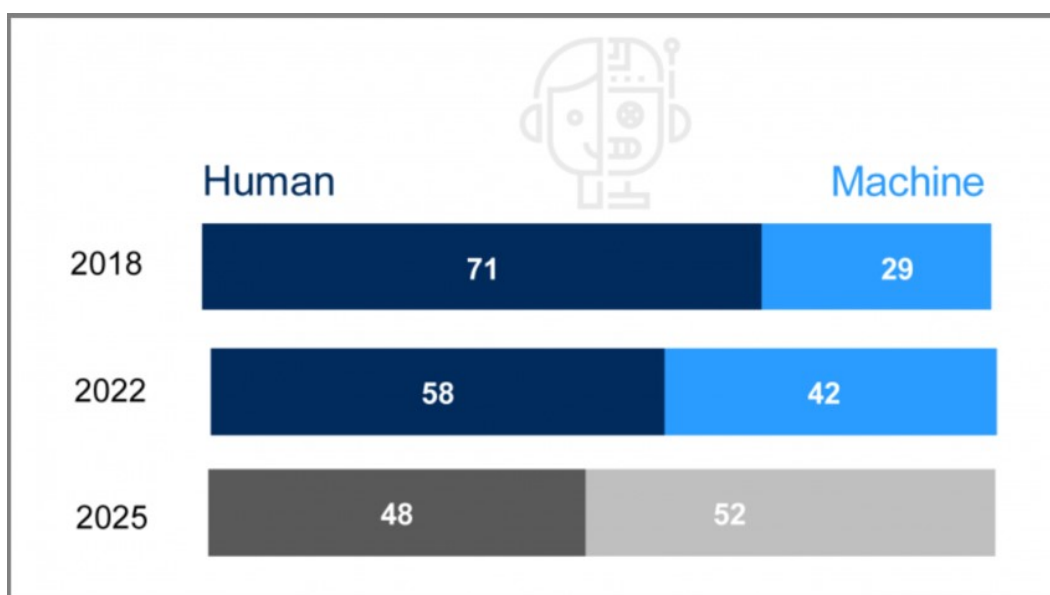
Non ci sarà quindi una perdita netta di posti di lavoro, ma una compensazione, un calo nella domanda di determinate figure professionali e un aumento di altre figure lavorative. I progressi tecnologici cambiano il modo di lavorare, ma non diminuiscono l'offerta complessiva di lavoro. Il ciclo produttivo industriale è interessato infatti da notevoli cambiamenti: la progettazione si avvale di nuovi sistemi che favoriscono una gestione condivisa del progetto attraverso un gruppo di lavoro allargato alla produzione e ai feedback della clientela. La produzione è sempre più personalizzata nella logistica, nei magazzini, i robot sostituiscono gli uomini nella manipolazione di carichi pesanti. Si modifica quindi la fisionomia dell'operatore di un'impresa 4.0: da addetto all'operatività di un macchinario al ruolo di supervisore, di impostazione di cicli, di verifica della rispondenza della produzione ai requisiti dati, di risoluzione di eventuali bug nei sistemi informatici.

Dai dati raccolti dal World Economic Forum e rilasciati nel report *Future of Jobs*, già nel 2018 si prevedeva che entro il 2022 il 42% del lavoro sarà gestito dalle macchine, mentre il 58% dagli uomini. In termini di ore di lavoro totali, oggi nessuna attività di lavoro viene ancora eseguita prevalentemente da macchine o algoritmi, cioè da un insieme ordinato di istruzioni usate per risolvere problemi o

---

<sup>2</sup> Rapporto sullo sviluppo mondiale 2019, *Cambiamenti nel mondo del lavoro*, Gruppo della Banca Mondiale, Washington DC, Marzo 2019.

svolgere un'attività. Il trend è destinato però a crescere a favore dell'adozione di sistemi meccanizzati, tanto che, sempre entro il 2022, diverse attività, tra cui l'elaborazione dei dati e la trasmissione di informazioni, saranno svolte per il 62% dalle macchine con un aumento del 16% rispetto al 2018. Questo è l'andamento previsto per il tasso di automazione:



**Figura 4** – Tasso di automazione.

Fonte: World Economic Forum Future of Jobs Report 2018

Il World Economic Forum (WEF) afferma inoltre che i profili professionali destinati a soddisfare la crescente domanda nel periodo fino al 2022 sono:

- Cloud Security Architect, Cloud Architect/Cloud Solution Architect, Cloud Computing Consultant, Cloud Computing Strategist.
- Cyber Security Consultant, Cyber Security Architect, Cyber Security Project Manager.
- Big Data Architect, Big Data Scientist, Big Data Specialist.
- IoT Consultant, Architecture Mobile & IoT Solutions Engineer, IoT Software Engineer.
- Robotics & Automation Manager, Robotics System Engineer e Robotics Engineer.
- Artificial Intelligence Software Engineer, Artificial Intelligence System Engineer.

Inoltre, segnala un aumento della domanda di vari ruoli specialistici, completamente nuovi, legati alle più recenti tecnologie emergenti: specialisti dell'intelligenza artificiale, specialisti dei big data, esperti di automazione dei processi, analisti della sicurezza delle informazioni, specialisti della user experience, progettisti dell'interazione uomo-macchina e ingegneri robotici. Fin da ora c'è bisogno di figure esperte di meccanica, clouding, internet of things, intelligenza artificiale, logistica di largo consumo: a fronte dei 75 milioni di posti di lavoro in via di estinzione fino al 2022, arriveranno nuove occupazioni per 133 milioni di persone. Le aziende avranno quindi sempre più bisogno,

all'interno del proprio organico, di profili tecnici, arricchiti di competenze informatiche e digitali.

## The Jobs Landscape in 2022

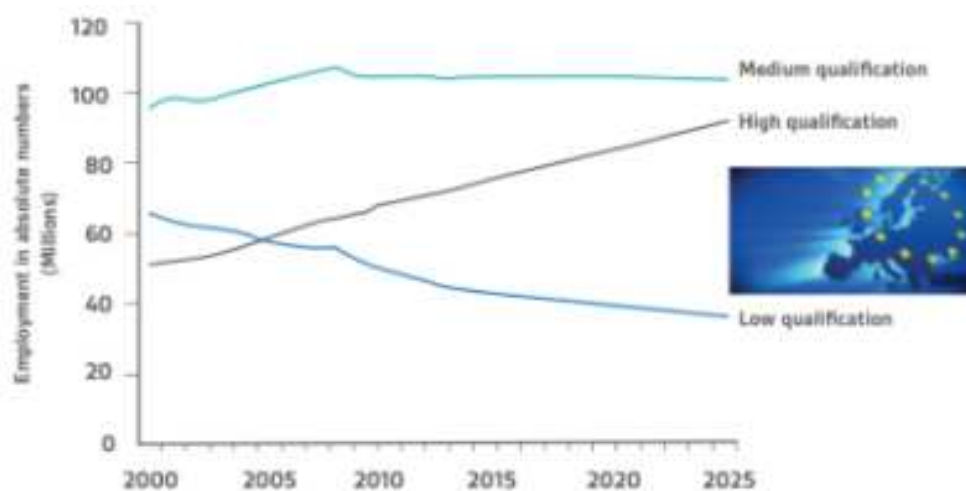


Source: Future of Jobs Report 2018, World Economic Forum

**Figura 5** – The Jobs Landscape in 2022. Fonte: Future of Jobs Report

In linea con le previsioni del World Economic Forum anche il Centro europeo per lo sviluppo della formazione professionale prevede, nell'arco di tempo che arriverà al 2025, la creazione di nuovi posti di lavoro per ruoli e professioni a elevata qualificazione e una diminuzione significativa di quelli a bassa

qualificazione.



Fonte Cedefop, Citi Research

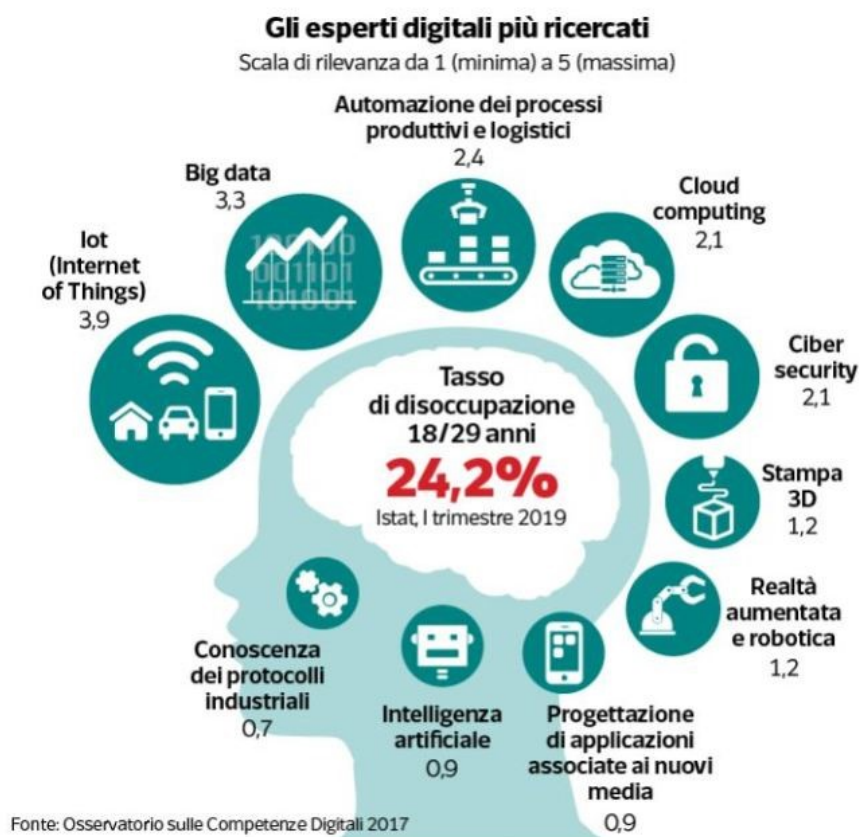
**Figura 6** – Andamento dell’occupazione per livelli di competenza. Fonte: Cedefop e Citi Research per l’Europa

Un recente Report, presentato a Davos nel gennaio 2020, dal titolo “*Jobs of tomorrow, mapping opportunity in the new economy*”, illustrando lo scenario mondiale dell’industria e del lavoro 4.0, evidenzia che solo quest’anno, grazie al digitale, a livello mondiale si attendono sei milioni di nuovi posti di lavoro, ma ad una condizione: i lavoratori devono formarsi e maturare nuove competenze, hanno cioè bisogno di allineare il cosiddetto skillset. Per le imprese è quindi importante introdurre competenze digitali adeguate: a tale scopo, il 3 agosto 2020, la ministra dell’innovazione Paola Pisano, ha firmato il decreto d’adozione del piano che punta

ad azzerare il divario che l'Italia ha con il resto d'Europa, sulle competenze ICT (Information and Communication Technology). È importante inoltre far evolvere anche le competenze digitali già presenti in azienda. Occorre dare ai lavoratori un'identità digitale e dotarli di strumenti che permettano loro di svolgere il lavoro in maniera più smart. Sono le persone che ridisegnano i processi, ma devono saper comprendere le potenzialità delle nuove tecnologie.

Per essere in grado di gestire l'ondata di innovazione, occorrono cioè nuove competenze e conoscenze, si parla di “reskilling imperative”: sarà fondamentale formare e aggiornare i lavoratori affinché possano essere in grado di gestire il cambiamento del lavoro ed il progresso tecnologico. Pertanto, l'automazione non distruggerà il mercato del lavoro, ma lo ridisegnerà, per questo è importante investire nel capitale umano affinché i robot non ci rubino il lavoro. Quindi oggi la vera sfida sta nella capacità di governare i cambiamenti. Certamente le nuove tecnologie muteranno in modo drastico la natura del lavoro: oltre alla creazione di nuove figure professionali, cambierà anche la visione del lavoro, con orari più flessibili e con la possibilità sempre più concreta di operare a distanza. Da qui la necessità di interventi massicci sulla scuola per la creazione di nuove competenze professionali, quindi, come per le altre rivoluzioni, il segreto per non rimanere schiacciati è saper gestire il cambiamento, adeguare le competenze alle esigenze dell'economia e della società. Nuove competenze e lavoratori ben istruiti sono essenziali per un'attuazione ed un funzionamento ottimali delle nuove tecnologie.

È importante che l'Europa e soprattutto l'Italia siano in grado di affrontare questa sfida che oggi si gioca su scala globale, è necessario quindi aggiornare le politiche in materia di istruzione per rafforzare le competenze digitali.



**Figura 7** – Le figure professionali più ricercate.

Fonte: Osservatorio sulle Competenze Digitali 2017

### **2.3 LA TECNOLOGIA RIMODELLA LE COMPETENZE RICHIESTE**

In uno scenario di luci ed ombre sul mondo del lavoro, specie sull'aspetto occupazionale, peraltro tipico di tutte le rivoluzioni, vi è l'assoluta certezza che le nuove tecnologie stanno cambiando la natura del lavoro, ed i primi risultati di questa rivoluzione tecnologica sono già visibili. Il punto su cui è necessario concentrarsi riguarda quindi la modalità con cui gestire questo cambiamento, per far sì che tali tecnologie abbiano un impatto positivo anche sul mondo occupazionale. Le tecnologie di ultima generazione devono quindi aiutarci a governare questa rivoluzione, trasformandosi da obiettivi di mercato, a strumenti concreti per il benessere dell'uomo, perché i diritti umani sono universali, compreso il diritto di condividere il progresso scientifico – tecnologico ed i suoi benefici. In un futuro prossimo, i lavori a basso rischio di automazione saranno quelli che necessitano di competenze sociali e creative, di capacità decisionali in situazioni di incertezza e di abilità nello sviluppo di idee originali.

Per sfruttare le opportunità economiche offerte dalla digitalizzazione, è prioritario investire nel capitale umano, in particolare è necessario concentrare l'attenzione e gli investimenti sul tema della formazione e delle competenze dei lavoratori, in quanto il concetto stesso di competenza, come intreccio di sapere, saper fare e capacità di mobilitare conoscenze e abilità, ha in sé caratteristiche difficilmente sostituibili dalla tecnologia. La nuova idea di lavoro che già si profila si basa infatti su conoscenza, responsabilità dei risultati e richiede competenze sia



tecniche che sociali. Accanto alle hard skills, con le quali si fa riferimento ad abilità e conoscenze tecnico scientifiche, facilmente quantificabili e misurabili in quanto dimostrabili, ad esempio, attraverso titoli di studio, certificati ed esperienze lavorative, nell'era del lavoro 4.0 sono particolarmente importanti le cosiddette soft skills, o competenze trasversali, le sole in grado di fare realmente la differenza nel mercato del lavoro, in quanto comprendono quelle capacità e qualità personali che una persona acquisisce durante tutto l'arco della vita e che incidono sulla sfera personale e lavorativa. Si tratta di quelle competenze che le macchine non potranno mai possedere. L'uomo potrà distinguersi dalle macchine investendo quindi su nuovi valori e competenze come l'immaginazione, la creatività e l'empatia.

Molti lavori oggi e molti altri nel prossimo futuro, richiedono competenze specifiche che combinano abilità tecnologiche, capacità di risoluzione dei problemi e pensiero critico, con competenze trasversali quali la capacità di lavorare in gruppo, di comunicare, di interfacciarsi con gli altri membri del team, di analizzare e risolvere problemi, di condividere dati e risultati. I lavori richiederanno sempre più competenze trasversali e interconnesse.

Il WEF, in "Future of Jobs Report 2020" indica le 10 migliori competenze per il 2025, necessarie per rimanere nel mercato del lavoro. Si tratta essenzialmente di competenze trasversali che possono essere raggruppate in quattro categorie:

- 1. Capacità cognitive e di risoluzione di problemi**, cioè capacità di sviluppare un pensiero caratterizzato da precisione di analisi, valutazione e

gestione di situazioni anche complesse e di elaborare strategie e soluzioni innovative:

- Pensiero analitico e innovazione
- Risoluzione di problemi complessi
- Pensiero critico e analisi
- Creatività, originalità e iniziativa
- Ragionamento, risoluzione dei problemi e ideazione

**2. Capacità organizzative e di autogestione**, cioè capacità di gestire il cambiamento, di rispondere a situazioni nuove e impreviste, disponibilità alla riqualificazione e all'aggiornamento permanente per affrontare in maniera intelligente e veloce la variazione dei compiti e delle mansioni:

- Apprendimento attivo e strategie di apprendimento
- Resilienza, tolleranza allo stress, flessibilità

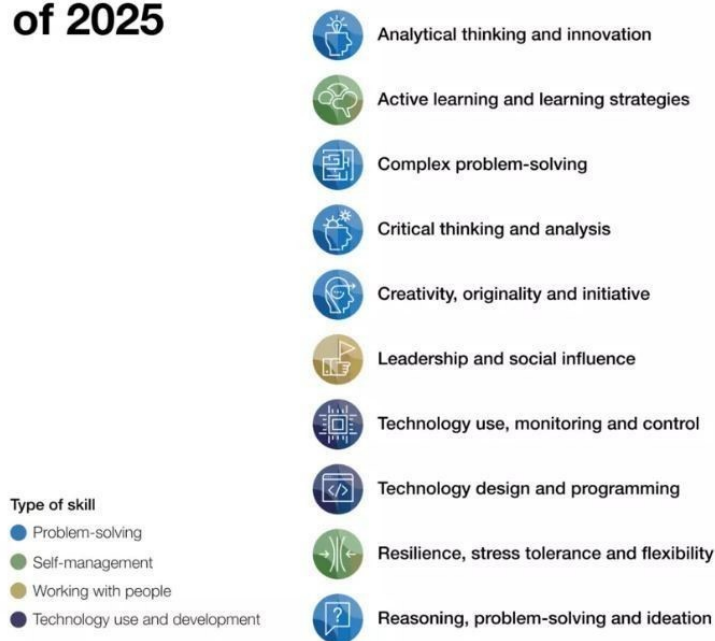
**3. Capacità di lavorare con le persone**, di relazionarsi in un team creando una sinergia per il raggiungimento di un obiettivo comune valorizzando tutti i componenti:

- Leadership e influenza sociale

**4. Capacità di utilizzo delle tecnologie e di progettazione tecnologica:**

- Uso, monitoraggio e controllo della tecnologia
- Progettazione e programmazione tecnologica

## Top 10 skills of 2025



Source: Future of Jobs Report 2020, World Economic Forum.

**Figura 8** – Le 10 migliori competenze per il 2025

Fonte: Future of Jobs Report 2020, World Economic Forum

Come esposto nella riunione annuale del Forum economico mondiale (2018), entro il 2022, il 42% delle competenze di base necessarie per svolgere i lavori esistenti cambierà ed almeno il 54% dei lavoratori richiederà una riqualificazione dinnanzi agli effetti dell'innovazione tecnologica.<sup>3</sup> Gli attuali profili professionali dovranno quindi sviluppare competenze necessarie a padroneggiare le nuove

<sup>3</sup> Cfr. *The Future of Jobs Report 2018*, World Economic Forum, Svizzera.

tecnologie e a rispondere alla diversa divisione del lavoro tra macchine e uomini. Il mondo dell'industria deve perciò affrontare l'emergenza della riqualificazione, anche attraverso iniziative governative. Inoltre, secondo il WEF, per evitare maggiori disuguaglianze, problemi di opportunità di lavoro e tensioni sociali, l'idea di "lifelong learning", formazione durante tutto l'arco di vita, deve diventare il tassello fondante nel mondo dell'istruzione, della formazione e del lavoro. Occorre garantire a tutti i lavoratori il diritto alla formazione e all'apprendimento permanente. L'investimento in innovazione tecnologica e in capitale umano rappresenta quindi la combinazione vincente, un punto di forza per le realtà nazionali che solo così saranno in grado di creare un ciclo dinamico di crescita e di ampliamento delle opportunità lavorative.

Per evitare un'eccessiva "disumanizzazione" del lavoro e ancor più evitare ingenti perdite di posti di lavoro, l'uomo deve continuare ad avere un ruolo centrale all'interno di Industria 4.0. Per le imprese è quindi importante introdurre competenze digitali adeguate, ma un impegno altrettanto grande va dedicato alla valorizzazione del capitale umano: il focus si sposta quindi al rapporto tra nuove tecnologie ed esercizio dell'autonomia da parte dell'operatore nello svolgimento del proprio lavoro. In questo nuovo rapporto "uomo-macchina", l'intento è quello di riportare l'essere umano al centro della scena e di considerare la tecnologia come un mezzo utile, non un obiettivo, per scalare mercati e ottenere profitti.

## **2.4 IL NUOVO RAPPORTO TRA CAPITALE UMANO E CAPITALE TECNOLOGICO**

La diffusione delle tecnologie digitali e la loro progressiva applicazione ai contesti produttivi sono le leve della rivoluzione industriale in cui siamo oggi immersi. La trasformazione digitale sta infatti diventando sempre più pervasiva nella vita delle persone, delle aziende e della società. È una trasformazione che certamente richiede di formare nuove competenze specialistiche, ma soprattutto di cogliere che si tratta di un cambiamento culturale profondo. John Elkann afferma che la portata “disruptive” della rivoluzione in atto, deve investire i contesti economici, politici e organizzativi, ma non le persone che dal progresso devono poter trarre utilità e beneficio. Per questo è necessario agire per tempo, limitando gli impatti sociali del cambiamento e mettendo nella giusta luce gli innegabili vantaggi.<sup>4</sup>

Martin Kenney e John Zysman scrivono che i big data, il cloud e gli algoritmi non ci impongono traiettorie di sviluppo. Siamo noi, con le nostre scelte di applicazione di queste tecnologie che inventiamo il nostro futuro. Questo significa non lasciarsi imbrigliare da un ingovernabile tecno-determinismo, ma spostare il focus d’attenzione dalle macchine all’uomo. L’individuo, quindi, deve diventare il punto di riferimento costante rispetto all’evoluzione sempre più veloce della

---

<sup>4</sup> Cfr. K. SCHWAB, *op. cit.*, prefazione

tecnologia e dell'intelligenza artificiale, che ne rimane al servizio. In questa ottica, la rivoluzione digitale non può essere interpretata come un fatto essenzialmente tecnologico, ma i processi di digitalizzazione sono i risultati di scelte politiche, economiche, sociali e tecniche. “Industria 4.0 non è una “rivoluzione delle macchine”: è un processo guidato da scelte e decisioni, articolate su diversi livelli fra la sfera politica e quella economica, con intersezioni significative”.<sup>5</sup> È necessario quindi riaffermare l'importanza dei decisori politici nell'intero processo, in modo da gestire adeguatamente le nuove forze di questo complesso sistema. Riconoscendo la centralità dell'uomo e non della macchina, si considera la tecnologia un supporto e non un sostituto dell'uomo.

Questo nuovo rapporto uomo-macchina si deve concretizzare in un modello di *collaborative industry* cioè in una vera e propria strategia aziendale che consente di migliorare produttività ed efficienza aziendali valorizzando gli specifici punti di forza propri di questa collaborazione, con l'obiettivo di creare un futuro nel quale l'uomo continui ad avere un ruolo centrale. Lo stesso economista statunitense, Michael Porter, parlando di Human Machine Interface, non era convinto che in futuro l'intelligenza artificiale renderà obsolete le decisioni umane. “Noi uomini abbiamo capacità uniche e non sostituibili. Sappiamo adattarci ad ogni situazione, istante per istante. Combinando le differenti capacità umane ed artificiali,

---

<sup>5</sup> A. SALENTO, *Industria 4.0 oltre il determinismo tecnologico*, TAO Digital Library, Bologna, 2018, p.11.

riusciremo a generare molto più valore rispetto a quello che ciascuna delle due componenti potrebbe creare da sola”.<sup>6</sup> La relazione tra uomo e macchine intelligenti può trasformarsi quindi in una reale partnership facendo lavorare in sinergia la creatività e la passione umana con l’efficienza, la velocità e l’automazione delle macchine. In questa positiva relazione, il capitale umano deve poter esercitare le proprie specifiche competenze tra cui pensiero critico, intelligenza emotiva, negoziazione e flessibilità e svilupparne di nuove, correlate all’adozione dell’innovazione. Infatti, nella nuova industria devono unirsi due mondi: da un lato l’intelligenza umana, che è insuperabile e la sua capacità manuale che rende ogni lavoratore indispensabile, dall’altro l’evoluzione del sistema digitale e dell’intelligenza artificiale, sia dal punto di vista meccanico che gestionale. Da questa logica collaborativa ci si aspettano oggi le maggiori opportunità per aumentare la produttività e inserire una reale innovazione nella produzione, garantendo allo stesso tempo ai lavoratori maggiore sicurezza e un più elevato grado di soddisfazione.

All’intelligenza delle nuove macchine deve quindi corrispondere un incremento dell’autonomia e delle competenze dei lavoratori. La fabbrica 4.0 è il contesto principale in cui realizzare questa importante conciliazione tra esercizio dell’autonomia dell’operatore e alti livelli di efficienza produttiva. Dove questa

---

<sup>6</sup> W. RUFFINONI, *Italia 5.0 un nuovo umanesimo per rilanciare il paese*, Mondadori, Milano, 2019, p.99

opportunità è sfruttata, i benefici in termini di efficienza e benessere organizzativo sono evidenti e diffusi. “È il sistema cyber-fisico, infatti, che richiede l’autonomia dell’operatore per poter esprimere pienamente le potenzialità produttive”.<sup>7</sup> Allo stesso tempo qualunque analisi della fabbrica 4.0 rileva che la richiesta di autonomia del sistema ha un carattere selettivo: l’autonomia è richiesta in alcune fasi e attività di lavoro e non in altre; è concessa ad alcune figure più che ad altre; è distribuita in modo disomogeneo nelle diverse unità organizzative. Le macchine non devono andare comunque mai oltre il ruolo di strumenti e la figura del lavoratore deve continuare ad essere primaria.

Poiché le tecnologie di Intelligenza Artificiale stanno progredendo a passo spedito, gli economisti si interrogano da tempo su quali strumenti attivare per impedire che l’evoluzione della società verso una probabile economia a minore intensità di occupazione, non si traduca in un impoverimento della popolazione, situazione che richiederebbe di “redistribuire” la ricchezza considerando che la maggior parte di questa verrà prodotta dalle macchine. Quindi alle tematiche socioeconomiche, si affiancano questioni etiche sullo sviluppo e l’evoluzione delle nuove tecnologie e dell’intelligenza artificiale. Ci si interroga da tempo sul “potere degli algoritmi”, dei big data, dell’intelligenza artificiale, domandandosi se l’abilità di un sistema tecnologico di risolvere problemi o svolgere compiti e attività tipiche

---

<sup>7</sup> M. RINALDINI, *Autonomia della fabbrica 4.0*, TAO Digital Library, Bologna, 2018, p.75



della mente umana, potrà riuscire a determinare la superiorità del cervello delle macchine su quello dell'uomo.

A mettere in guardia dai rischi dell'intelligenza artificiale è stato anche il fisico Stephen Hawking che già nel 2014 l'ha definita una minaccia per la sopravvivenza dell'umanità.<sup>8</sup> Sorprende anche il monito venuto da un imprenditore di successo come Elon Musk che già nel 2017, alla riunione dei governatori degli Stati Uniti, affermava che "l'intelligenza artificiale è il più grande rischio cui la nostra civilizzazione si trova a far fronte", Elon Musk ha proposto come rimedio più idoneo a questa minaccia quello di una regolamentazione specifica, ovvero una regolamentazione proattiva. "L'AI è uno di quei rari casi in cui diventa necessario essere proattivi anziché reattivi, perché una regolamentazione reattiva in materia di AI potrebbe giungere troppo tardi". In particolare, ha evidenziato i rischi occupazionali dovuti a decisioni basate sulle elaborazioni dell'intelligenza artificiale. Questi timori possono apparire eccessivi, ma sono preoccupazioni da non sottovalutare per non lasciare tecnologie e mercato senza freni.

#### *2.4.1 Un approccio etico all'intelligenza artificiale: le linee guida dell'UE*

L'IA, come complesso di algoritmi sempre più sofisticati, sta andando avanti su molti fronti importanti tanto che ci si chiede quali sfide e quali opportunità si presenteranno nel futuro prossimo. Ci si chiede cosa potranno fare o non fare le

---

<sup>8</sup> J. ROY CELLAN, *Hawking: AI could end human race*, BBC News, 2 Dicembre 2014

macchine, i robot, quale sarà il ruolo dell'intelligenza artificiale e se riuscirà mai ad eguagliare le capacità umane nella maggior parte delle attività, quali saranno le responsabilità delle macchine intelligenti, in grado cioè di auto-apprendere, auto-correggersi, auto-valutare e auto-decidere senza l'intervento dell'uomo. A tal proposito appare sempre più urgente la necessità di introdurre un quadro etico e giuridico in modo tale che lo sviluppo tecnologico possa realizzarsi senza limitare e condizionare le libertà dell'uomo. Etica e diritto devono cioè intervenire in difesa della libertà di ognuno di noi. Infatti, l'intelligenza artificiale può trasformare certamente il nostro mondo in positivo: può portare benefici all'intera società e all'economia, ma può creare anche nuove sfide per il futuro del lavoro e sollevare questioni giuridiche ed etiche. Per affrontare le diverse situazioni e sfruttare al massimo le opportunità offerte dall'IA, nell'aprile 2018 la Commissione Europea ha pubblicato una comunicazione dal titolo "L'intelligenza artificiale per l'Europa" che pone l'essere umano al centro dello sviluppo dell'IA – un'IA antropocentrica.<sup>9</sup> L'8 aprile 2019 la Commissione Europea ha poi pubblicato un elenco di requisiti che consentono di anteporre l'aggettivo – *Trustworthy* – al termine *Artificial Intelligence*. In particolare, sono stati individuati sette requisiti fondamentali che le applicazioni di IA dovrebbero rispettare per essere considerate affidabili.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Commissione Europea, *L'intelligenza artificiale per l'Europa*, Bruxelles, 2018.

<sup>10</sup> Commissione Europea, *Creare fiducia nell'intelligenza artificiale antropocentrica*, Bruxelles, 2019

- **Intervento e sorveglianza umani:** i sistemi di IA devono essere sorvegliati da personale umano, garantendo un utilizzo conforme ai diritti fondamentali della persona e ponendo al centro il benessere dell'utente;
- **Robustezza tecnica e sicurezza** dei sistemi di controllo contro possibili operazioni illecite;
- **Riservatezza** e governance dei dati;
- **Trasparenza**, cioè necessità di garantire la tracciabilità dei sistemi e di dimostrare i processi e le operazioni compiute dall'algorithm;
- **Diversità ed equità**, cioè i sistemi di intelligenza artificiale dovrebbero tenere conto delle abilità e delle capacità umane garantendone a tutti l'accessibilità;
- **Accountability**, cioè responsabilità di controllo per evitare impatti negativi e violazioni dei diritti fondamentali;
- **Benessere sociale ed ambientale**, con la garanzia di uno sviluppo sostenibile.

Per la Commissione Europea, il termine Trustworthy è una dimensione prioritaria dell'intelligenza artificiale che può definirsi affidabile se fondata su tre principi cardine:

- **Liceità:** assicurare cioè un quadro etico e giuridico adeguato, basato sui valori dell'Unione e coerente con la Carta dei diritti fondamentali dell'UE;

- Etica: essere cioè fondata su importanti principi e valori etici, cioè rispetto della dignità umana, l'autonomia, la prevenzione del danno, l'equità e la chiarezza;
- Robustezza e affidabilità: sia dal punto di vista tecnico che di inserimento nel tessuto sociale poiché una scarsa padronanza della tecnologia potrebbe causare potenziali danni.

Il documento della Commissione è fondato sulla convinzione che l'intelligenza artificiale possa realmente essere vantaggiosa solo se sostenuta dalla fiducia della società. Pertanto, la dimensione etica della stessa non può essere considerata un complemento accessorio, ma la base su cui fondare lo sviluppo di un'intelligenza artificiale "antropocentrica", al servizio del bene comune. Lo scopo del documento è quello di prevedere che i sistemi di deep learning cioè di modelli di apprendimento ispirati alla struttura ed al funzionamento del cervello biologico e, quindi della mente umana, siano, da un punto di vista tecnico, rispettosi della legge e dei valori etici, tenendo in considerazione l'ambiente sociale. Nel documento si ribadisce la necessità di investire sullo sviluppo dell'AI, soprattutto per fini produttivi, ma a patto che si tengano presente i principi etici e giuridici che stanno alla base del sistema europeo: l'uomo resta al centro, la robotica e l'AI sono concepiti in funzione collaborativa. Priorità, dunque, alla dignità e alla libertà dell'uomo, la cui autonomia deve sempre prevalere su quella artificiale. A questo scopo deve essere garantito il potere di supervisione da parte dell'uomo sulla macchina, così da

poterne limitare le decisioni anche perché queste, a differenza dell'uomo, nonostante le molteplici abilità, non sono esseri consapevoli, non hanno coscienza di se stessi, ma sono soltanto un insieme di algoritmi, sempre più sofisticati.<sup>11</sup> Quindi anche lo sviluppo di questi deve essere guidato dalle importanti regole comunitarie in materia di protezione dei consumatori, al fine di salvaguardare i loro dati personali e la loro privacy. La volontà dell'Unione, che emerge dalle linee guida etiche, è quella di non rendere eccessivamente invasive le nuove tecnologie pur riconoscendo che l'intelligenza artificiale migliora i prodotti, i processi e i modelli aziendali in tutti i settori economici.<sup>12</sup>

Per favorire lo sviluppo e la diffusione di un'IA etica e affidabile in tutta l'economia dell'UE, con vantaggi per tutta la società, il 19 febbraio 2020 la Commissione Europea ha pubblicato il “Libro bianco sull'intelligenza artificiale: un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia”. Il documento presenta le indicazioni per sfruttare positivamente le opportunità offerte dall'Intelligenza Artificiale, mettendola sempre al servizio delle persone e non viceversa, limitando i vari aspetti problematici. Due sono le parole chiave del documento: eccellenza e fiducia. Il termine “eccellenza” si riferisce al quadro strategico necessario per allineare gli sforzi a livello europeo, nazionale e regionale al fine di realizzare un

---

<sup>11</sup> Cfr. Y.N. HARARI, *Homo Deus. Breve storia del futuro*, Saggi Bompiani, Firenze, 2017.

<sup>12</sup> Commissione Europea, *Piano coordinato sull'intelligenza artificiale*, Bruxelles, 2018.

“ecosistema di eccellenza” che coinvolga più settori, dalla ricerca all’innovazione, fino a coinvolgere piccole e medie imprese.<sup>13</sup>

Il termine “fiducia” si riferisce alla costruzione di un “ecosistema di fiducia”, indispensabile per garantire il rispetto delle norme dell’UE e per dare ai cittadini la fiducia di adottare applicazioni di IA, alle imprese e alle organizzazioni pubbliche la certezza del diritto necessaria per innovare, utilizzando l’IA. La Commissione sostiene con forza un approccio antropocentrico.

#### 2.4.2 *I principi e le raccomandazioni dell’OCSE*

L’organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE), nel 2019, ha riunito i 36 paesi membri insieme ai 6 non membri (Argentina, Brasile, Colombia, Costa Rica, Perù e Romania) per affrontare il tema di una gestione responsabile delle nuove tecnologie, nel rispetto dei diritti umani e dei valori democratici e per promuovere lo sviluppo di un clima di fiducia intorno al tema dell’intelligenza artificiale. L’obiettivo è fissare degli standard condivisi e non attendere passivamente la diffusione e il dominio delle tecnologie sull’uomo.

In particolare, l’OCSE ha fissato cinque principi come priorità imprescindibili per tutelare gli interessi delle persone coinvolte<sup>14</sup>:

---

<sup>13</sup> Commissione Europea, *White Paper on Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust*, Bruxelles, 2020, p.4.

<sup>14</sup> Per un approfondimento si veda OECD, *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*, 2020.

1. **Benefici:** l'intelligenza artificiale deve portare benefici ai popoli e al pianeta, provocando crescita inclusiva, sviluppo sostenibile e welfare.
2. **Diritti:** rispettare leggi, diritti umani, valori democratici e diversità. Inoltre, dovrebbe consentire l'intervento umano ove necessario, a garanzia di una società giusta ed equa.
3. **Trasparenza:** i sistemi di intelligenza artificiale devono operare in trasparenza per avere una chiara comprensione del loro funzionamento.
4. **Monitoraggio continuo:** i suddetti sistemi devono sempre funzionare in modo sicuro e i potenziali rischi dovranno essere continuamente valutati e gestiti.
5. **Responsabilità:** le organizzazioni e gli individui che sviluppano, distribuiscono o gestiscono sistemi di intelligenza artificiale sono responsabili del corretto funzionamento e del rispetto dei principi fissati.

Coerentemente con i principi sopra elencati, l'OCSE ha elaborato anche cinque raccomandazioni rivolte ai responsabili delle politiche nazionali.

1. Investire nella ricerca e nello sviluppo per stimolare un'innovazione affidabile.
2. Promuovere ecosistemi di intelligenza artificiale per condividere dati e conoscenze.

3. Creare un ambiente politico che favorisca lo sviluppo e l'utilizzo dell'AI.
4. Fornire alle persone le competenze necessarie per beneficiare dei vantaggi che derivano dall'utilizzo dell'intelligenza artificiale e prepararle alla trasformazione del mercato del lavoro.
5. Promuovere la cooperazione internazionale per un'intelligenza artificiale affidabile, favorendo la condivisione di informazioni e lo sviluppo di norme per una gestione responsabile di tutte le nuove tecnologie.

Pur non essendo giuridicamente vincolanti, si spera che tali raccomandazioni siano un punto di riferimento globale per le politiche nazionali e internazionali.

#### *2.4.3 Trasformazione digitale: un'organizzazione a prova di futuro*

L'avanzamento dell'IA cioè dei sistemi che mostrano un comportamento intelligente analizzando il proprio ambiente e compiendo azioni per raggiungere specifici obiettivi, ha il potenziale di migliorare molto la nostra vita sociale ed economica. Quanto più ci affidiamo alla tecnologia, tanto più è importante che essa sia robusta e degna di fiducia nel fare quello che vogliamo che faccia. Per questo



“dobbiamo diventare più proattivi che reattivi e investire nella ricerca sulla sicurezza mirata a far prevenire il verificarsi anche di un solo incidente”.<sup>15</sup>

Nonostante il programma di lavoro sia ancora lungo, non possiamo però ignorare gli innegabili vantaggi e i benefici che l'economia nazionale ha ricevuto dalle tecnologie proprio nei primi mesi del 2020, durante lo stop improvviso imposto dall'emergenza sanitaria causata dalla pandemia da Covid-19. Le tecnologie 4.0 hanno svolto un importante ruolo in un periodo in cui tutti, persone e imprese, hanno aumentato l'uso del digitale per lavorare e comunicare. La pandemia da Covid-19 ha impattato infatti sulla quasi totalità delle aziende italiane, ma il 60% ha saputo reagire alla crisi grazie agli investimenti introdotti da tempo in nuove tecnologie.<sup>16</sup> Per organizzare in qualche modo le attività delle aziende, sono stati introdotti strumenti utili al distanziamento sociale: piattaforme per la gestione da remoto di riunioni e meeting, tecnologie di design per ridisegnare in ottica di sicurezza i nuovi spazi della fabbrica 4.0, sistemi virtuali che consentono il controllo da remoto di attività operative, piattaforme di simulazione del processo produttivo per lo sviluppo dell'intero prodotto. Un'importante opportunità è stato inoltre il cosiddetto smart working, che ora deve essere considerato “come una sfida trasformativa e non temporanea, destinata a identificare nuove modalità dei tempi

---

<sup>15</sup> M. TEGMARK, *Vita 3.0 Esseri umani nell'era dell'intelligenza artificiale*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2018, p.129.

<sup>16</sup> OSSERVATORIO MECSPE NAZIONALE, II TRIMESTRE 2020.

di lavoro e metriche delle prestazioni per molte mansioni e diversi settori.”<sup>17</sup>

Nonostante le industrie richiedano sempre una presenza umana per gestire le macchine e movimentare le materie prime e i prodotti finiti, le tecnologie abilitanti di Industria 4.0 hanno comunque fornito un importantissimo contributo per rendere possibile il funzionamento delle fabbriche e della logistica con un minimo di personale. Grazie alle tecnologie è stato anche possibile gestire con velocità le diverse criticità, in molti casi la velocità è stata l’elemento differenziante nella pandemia, perché molte industrie hanno avuto l’esigenza di modificare i prodotti, i processi produttivi o addirittura il mercato di riferimento. La pandemia ha accelerato l’automazione di molte fabbriche e le tecnologie sono state un valido sostegno nella gestione dell’attività lavorativa, tanto che oggi il processo di digitalizzazione è considerato non solo un importante vantaggio, ma una vera necessità per ripartire e garantire la continuità del lavoro. Dopo l’emergenza sanitaria, l’Industria 4.0 non sarà più considerata una leva per migliorarsi, ma una modalità indispensabile per sopravvivere: grandi aziende e PMI dovranno far parte di un ecosistema digitale oppure saranno destinate a scomparire. Si passerà dal concetto di “transizione digitale”, all’obbligo di “essere digitali” nella nuova normalità. Per paradosso l’emergenza Covid-19 può costituire una spinta in avanti,

---

<sup>17</sup> Relazione del presidente Bonomi all’Assemblea di Confindustria, *Il coraggio del futuro. Italia 2030-2050*, Roma, 29 Settembre 2020.

verso l'automazione, sia per le aziende grandi che per quelle piccole, sempre nel rispetto dei principi e dei valori etici che riconoscano la centralità dell'uomo.

Di fronte a dispositivi sempre più intelligenti, come personal assistant smart, chatbot e robot collaborativi, ribadendo l'importante centralità dell'uomo nell'interfaccia con la macchina considerata funzionale e di supporto, è indispensabile realizzare un sistema dinamico, capace di adattarsi al comportamento mutevole dell'altro, come è stato ben spiegato nella seconda edizione della Digital week di Milano: "Il Gps, per esempio, il navigatore satellitare, ricalcola la strada se l'umano decide di non seguire il suo percorso. Il sistema è programmato sul try and train e non su un comando rigido. E questo lo rende accettabile". Bisogna quindi progettare e costruire sistemi che proteggano il libero arbitrio, che costruiscano fiducia attraverso la sperimentazione, sistemi insomma di cui siamo disposti a riconoscere l'intelligenza se si adattano a noi. Resta all'uomo il potere delle capacità interpretative e decisionali, della relazione, della visione, dell'indirizzo da dare alle tante tecnologie a disposizione. Le competenze tecnico-digitali devono diventare patrimonio diffuso, ma da sole non bastano per far funzionare la fabbrica digitale. L'uomo deve essere preparato e allenato alla gestione del digitale e delle sue implicazioni nel nuovo contesto economico che ha nuove regole ed è interconnesso con nuovi modi di fare business e di trarne profitto.

Se l'uomo resta al centro di questo sistema dinamico, egli sarà anche il maggiore fruitore dei vantaggi offerti dalle nuove tecnologie. Infatti, la tecnologia

impiegata nel modo più giusto e consono può portare ad un miglioramento non solo della vita aziendale ma anche di quella dell'individuo-lavoratore. I benefici più rilevanti di questa collaborazione uomo-macchine sono:

- Robotica collaborativa: il lavoratore potrà essere alleggerito nelle sue attività di routine, ed essere impiegato in compiti che hanno un maggiore impatto sull'azienda, cioè in ruoli di controllo e di supervisione, migliorando anche la sua qualità di vita;
- Realtà virtuale: i software elaborano i progetti, gestiscono le linee di produzione verificando quindi l'idea umana, rendendola sempre più efficiente;
- Sicurezza: la creazione di macchine sempre più efficienti e sicure, rendono il lavoro più veloce e privo di rischi, in particolare in quei luoghi dove la presenza umana è indispensabile ma problematica per la sicurezza; la tecnologia ci permette quindi di mantenere alti i livelli di sicurezza per i lavoratori;
- Rielaborazione delle strutture produttive: l'interfaccia uomo-macchina provoca un impulso alle strategie di produzione. L'efficienza degli elementi tecnologici determina una riduzione dei costi, degli sprechi e dei tempi, una maggiore competitività e soddisfazione da parte dei clienti con una relativa crescita aziendale. In questo modo le risorse potranno essere impiegate per nuove forme di sviluppo e di ricerca.

Per far sì che questi benefici siano fruibili da tutti, è necessario però risolvere alcuni importanti aspetti:

- Rendere i sistemi di IA futuri più robusti di quelli odierni, ciò significa risolvere problemi tecnici relativi a sicurezza e controllo;
- Aggiornare i sistemi giuridici nazionali e internazionali perché siano più equi ed efficienti e perché siano al passo con la rapidità di mutamento del sistema digitale;
- Aumentare la produttività grazie all'automazione senza lasciare le persone prive di reddito o di un lavoro. Quindi, oltre a migliorare i processi produttivi, i prodotti ed i modelli di business, puntare anche al miglioramento delle condizioni di vita dell'uomo.

La realizzazione di un ecosistema digitale moderno, innovativo e socialmente condiviso rappresenta quindi un asset strategico per favorire e sostenere l'evoluzione del sistema economico, sociale e culturale del Paese, un volano di sviluppo e occupazione.



## **CAPITOLO 3**

### **IL PERCORSO 4.0 PER UNA RINASCITA ECONOMICA**

#### **3.1 “TRANSIZIONE DIGITALE”: DA OPZIONE A NECESSITÀ**

In Italia, l’attenzione verso i temi dell’industria 4.0 e delle nuove tecnologie è notevolmente aumentata durante tutto il 2020, in seguito alla pandemia da Covid 19 che ha accelerato una crisi economica già in atto portando, a livello globale, pesanti conseguenze sociali ed economiche. “Siamo ora chiamati a ripartire con maggiore qualità, a valorizzare e non subire fenomeni come la globalizzazione e la digitalizzazione dell’economia”, sono le parole del presidente Sergio Mattarella in occasione del tradizionale messaggio per la Festa dei Lavoratori, parole pronunciate in un periodo molto particolare, con un Paese in lockdown per combattere la pandemia e con la lotta alla malattia ancora in corso. L’impatto a lungo termine del Covid-19 è diventato sempre più evidente e ora sappiamo che la discontinuità causata dalla pandemia rappresenta una minaccia e, al tempo stesso, un’opportunità in quanto ha messo in luce debolezze e problemi esistenti, ma ha anche accelerato un percorso di digitalizzazione dal quale non si deve tornare indietro. Questo evento imprevisto ha evidenziato infatti che la tecnologia fa parte della soluzione e non del

problema, e che per le imprese è importante avere processi digitali flessibili, in grado di garantire la business continuity. L'emergenza sanitaria ha accentuato infatti il valore strategico delle reti digitali e delle tecnologie 4.0 per gestire una riorganizzazione dei processi produttivi in linea con le nuove misure di sicurezza.

È fondamentale “innovare il processo produttivo”, cioè implementare anche nel nostro Paese il paradigma Industry 4.0 che si sta affermando universalmente. “L'Italia non può permettersi di non investire nell'innovazione produttiva e quindi anche nella digitalizzazione aziendale che la proietta verso il futuro” con il rischio di rimanere al palo della competizione.<sup>1</sup> Le aziende, e tra queste le PMI, hanno ora la possibilità di diventare più competitive grazie alla trasformazione digitale. È chiaro che non esiste un modello univoco di trasformazione, ma ogni singola azienda deve progettare un proprio percorso a livello tecnologico, informatico, organizzativo, gestionale e di controllo dei processi di produzione. La trasformazione digitale non è infatti una semplice adozione di nuove tecnologie, ma è un processo che richiede un approccio culturale orientato al cambiamento in quanto coinvolge tutto il sistema aziendale, aiuta cioè ogni impresa a “ridisegnare” l'offerta del proprio business, per questo è necessario un percorso che non si limiti alla produzione, ma che coinvolga tutti i reparti.

---

<sup>1</sup> M.ROSSI, M.LOMBARDI, *La fabbrica digitale*, Tecniche nuove, Milano, 2017, p.161



### **3.2 IL PERCORSO PER UNA DIGITALIZZAZIONE AZIENDALE**

Rendere digitale un'azienda richiede un impegno diverso dal semplice aggiornamento tecnologico in quanto l'obiettivo è quello di creare una vera cultura digitale interna in grado di guidare l'organizzazione verso nuove opportunità di business e di realizzare vantaggi competitivi. La trasformazione digitale di un'azienda non riguarda quindi singoli processi, ma interessa tutto il capitale umano dell'organizzazione. Il percorso è molto complesso e ad oggi non esistono delle linee guida da seguire, dei modelli preconfezionati o delle liste di controllo per manager e dirigenti, ma soltanto una serie di approcci e metodologie da adottare in relazione alla diversità e alla molteplicità di possibili obiettivi, cioè in base alle necessità di ogni singola azienda.

I principali aspetti che possono aiutare a pianificare uno scenario di interventi organico, indispensabile per realizzare una digital transformation sono:

1. La leadership del management, inteso come driver del cambiamento.
2. La mappatura della maturità digitale dell'impresa.
3. La definizione degli obiettivi e dei KPI.
4. La formazione, il cambiamento culturale e la comunicazione.
5. L'adozione di una logica di rete.
6. La sicurezza informatica.

### 3.2.1 *Il management come driver del cambiamento*

Il percorso per l'affermarsi del paradigma Industria 4.0 determina un diverso approccio al lavoro e ad un nuovo concetto di leadership, ridefinito dalla centralità delle persone e da una nuova cultura aziendale. Il management deve “tracciare il percorso del cambiamento tecnologico, organizzativo e gestionale impegnandosi nella costruzione di un modello di azienda digitalizzata”.<sup>2</sup> È necessaria una leadership riconducibile a quella convocativa, che supporti tutto il processo e che crei un vero gioco di squadra tra i diversi stakeholder coinvolti.

In particolare, il management deve:

- Individuare le persone cui affidare la gestione della digitalizzazione. È necessaria quindi una mappatura delle competenze presenti all'interno dell'azienda per creare una squadra capace di guidare il cambiamento e di implementarlo ad ogni livello della struttura, con il sostegno e l'appoggio del consiglio di amministrazione. È indispensabile che il gruppo di lavoro sia rigorosamente interdisciplinare e che i protagonisti dispongano del necessario know how tecnologico, progettuale e produttivo.
- Definire l'organizzazione e gli strumenti con cui implementare la Fabbrica Digitale nell'ottica di una razionalizzazione e semplificazione

---

<sup>2</sup> M. ROSSI, M. LOMBARDI, *op.cit.*, p.164

che punti ad un percorso di massima ottimizzazione delle attività, dei processi, delle metodiche di organizzazione e di gestione.

- Garantire le risorse adeguate e pianificare l'investimento.
- Partecipare in prima persona alla pianificazione della digitalizzazione aziendale, indicando tempi, modalità, investimenti e tipo di rischio che intende assumere nel proprio segmento di business.
- Svolgere una continua opera di sensibilizzazione, presso tutti i livelli aziendali, sulla necessità, sui processi, sui metodi e sugli obiettivi da perseguire. Tutto l'organico aziendale deve essere coinvolto in questo processo di trasformazione.



Le responsabilità del management aziendale

Un aspetto essenziale per il successo della trasformazione digitale è la capacità di leadership dei manager: una leadership carismatica, capace di “costruire l’ambiente necessario a che il proprio team possa dare il massimo, attuando metodologie di lavoro collaborativo e di co-creazione”<sup>3</sup>, che abbia quindi la capacità di comunicare le priorità, assicurare i finanziamenti e superare gli ostacoli in quanto le tecnologie possono aiutare a realizzare una trasformazione solo se l’organizzazione è pronta ad accoglierle.

### 3.2.2 *Analisi della maturità digitale di un’impresa*

Per valutare in anticipo quanto un’azienda sia pronta ad affrontare, gestire e guidare la trasformazione digitale, occorre innanzitutto analizzare una serie di fattori – tecnologici, strategici, organizzativi, produttivi e di filiera – con lo scopo di fotografare la sussistenza delle condizioni che possono facilitare o frenare il processo di trasformazione. Una visione chiara del presente è la base da cui partire per individuare le aree di miglioramento e per fissare degli obiettivi concreti e chiari su cui concentrare le risorse e gli investimenti senza esporre l’azienda alla dispersione di forze e capitali. Per la mappatura della maturità digitale, i Punti Impresa Digitale (PID) delle Camere di Commercio offrono alle micro, piccole e

---

<sup>3</sup> D. CARDILE, G. MAYER, P. MODER, *Trasformazione digitale, strategie e strumenti per le PMI del futuro*, EGEA, Milano, 2017, p.48.

medie imprese (MPMI) un servizio gratuito per la valutazione del proprio livello di digitalizzazione. Sono state predisposte due metodologie di analisi:

- SELFI 4.0: autovalutazione, tramite questionario online, che l'impresa può realizzare in completa autonomia collegandosi al Portale Nazionale dei PID. Al termine dell'attività l'impresa riceve un report che riassume i livelli di digitalizzazione raggiunti in ciascun processo/area oggetto di valutazione.
- ZOOM 4.0: valutazione guidata con il supporto di un Digital Promoter del PID che effettua, direttamente con l'impresa, una ricognizione più approfondita dei processi produttivi al fine di fornire indicazioni sui percorsi di digitalizzazione più opportuni da avviare. Al termine dell'attività l'impresa riceve un report con indicazione del livello di digitalizzazione ottenuto in ciascun processo oggetto di analisi e suggerimenti in merito alle tecnologie e/o alle strutture tecnologiche specializzate alle quali rivolgersi per implementare le soluzioni consigliate.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Punto Impresa Digitale – Camere di Commercio D'Italia,  
<https://www.puntoimpresadigitale.camcom.it/>

### *3.2.3 Definizione degli obiettivi e individuazione dei KPI*

La pianificazione di una “transizione 4.0” deve partire dall’impegno condiviso di ricercare un percorso di massima ottimizzazione delle attività, dei processi e delle metodiche di organizzazione e gestione. È importante quindi avere chiari gli obiettivi su cui concentrare le risorse e gli investimenti. Alcune ipotesi di possibili obiettivi possono essere:

- Aumento dell’efficienza produttiva, inteso come taglio dei costi di produzione oppure come continuità di esercizio degli impianti e dei macchinari, per garantire tempi di consegna certi ed evitare costi di mancata produzione.
- Miglioramento della qualità, inteso ad esempio come aumento di conformità del prodotto-servizio ai requisiti attesi dal cliente.
- Miglioramento dell’assistenza introducendo concetti di manutenibilità programmata, svolta il più possibile da remoto, grazie alle maggiori capacità di dialogo e di connettività di macchine connesse in una rete di assistenza.
- Misurazione del grado di soddisfazione del cliente: le piattaforme possono garantire un intenso flusso informativo alimentando processi di progettazione e di R&D.

- Riduzione del time to market garantendo sempre qualcosa in più al mercato e ai clienti e alzando l'asticella dell'utilità marginale dei prodotti.
- Personalizzazione dell'offerta con la possibilità, per il cliente, di pianificare le caratteristiche del prodotto.

Ogni azienda stabilirà poi le tempistiche di raggiungimento dei propri obiettivi in funzione della complessità di questi ultimi, di un'attenta valutazione del costo/beneficio, delle urgenze di mercato, dello studio della concorrenza e della maggiore o minore rilevanza del gap tecnologico che dovrà colmare. Anche le relative tecnologie abilitanti dovranno essere scelte in funzione degli obiettivi prefissati e secondo valutazioni razionali di investimento.

Una trasformazione digitale di successo può avvenire solo quando, per ogni passo del percorso, si misura la performance degli strumenti e delle tecnologie introdotte nel raggiungere gli obiettivi di business, si valuta in maniera obiettiva e analitica tutte le attività.<sup>5</sup> Quindi, una volta definiti gli obiettivi, è necessario individuare gli indicatori chiave di prestazione (KPI, Key Performance Index) fondamentali per una stima definita e misurabile delle prestazioni aziendali, per valutare il progresso nel conseguimento degli obiettivi strategici e operativi, per

---

<sup>5</sup> D. CARDILE, G. MAYER, P. MODER, *op.cit.*, p.126

avere cioè una misura dell'efficacia dell'azione intrapresa e per comprendere cosa, dove e come correggere.

OBIETTIVI	TECNOLOGIE								
	Robotica	Additive manufac.	Realtà aumentata	Simulazione	Integrazione	IoT	Cloud	Cybersecur.	Big Data
Efficienza ciclo produttivo									
Aumento qualità									
Assistenza post vendita									
Soddisfazione del cliente									
Riduzione time to market									
Personalizzazione offerta									

Matrice tecnologie abilitanti-obiettivi in un progetto di fabbrica digitale

### 3.2.4 Investire in formazione, cambiamento culturale e comunicazione

Il cuore della digital transformation sono le persone, cioè una forza lavoro informata, consapevole del vantaggio derivante dall'utilizzo di nuove tecnologie (in termini di sicurezza, semplificazione dei processi, velocità di produzione ecc.) e in grado di realizzare concretamente i cambiamenti della trasformazione digitale, che non subisca quindi una decisione drastica che potrebbe tradursi in senso di inadeguatezza. Parlare di digitale non significa parlare soltanto di tecnologia, ma significa anche affrontare la dimensione culturale, sociale ed economica dell'essere



umano. Non è sufficiente quindi, per un'azienda, avere la giusta tecnologica, l'organizzazione deve anche diffondere una cultura aziendale che sostenga il cambiamento coinvolgendo tutto il capitale umano dell'impresa. Il processo di trasformazione può risultare più efficace se tutte le risorse umane hanno l'opportunità di collaborare, quindi di vivere il cambiamento non come un rischio, ma come un'opportunità per l'azienda e per se stesse. Le probabilità di successo risultano essere maggiori se le persone sono allineate ai nuovi obiettivi e sono coinvolte nelle varie iniziative. Accedere alla digitalizzazione significa poter contare su persone preparate, quindi parte integrante del processo di "transizione 4.0" è la formazione del personale che all'interno dell'impresa dovrà affrontare il cambiamento, dovrà cioè essere preparato ad utilizzare le nuove tecnologie e a modificare il proprio approccio al lavoro. Ogni addetto deve avere competenze informatiche ed essere in grado di adattarsi con elasticità ai diversi cicli di innovazione, possedere competenze hard e soft, trasversali oltre che verticali, superando quella divisione a "silos organizzativi" cioè di aree verticali distinte per competenza, tipica del lavoro predigitale. Senza le soft skill e senza la disponibilità all'apprendimento continuo e costante, nessuna innovazione può essere accolta positivamente.

Il percorso verso l'industria 4.0 deve quindi iniziare da alcune tappe di estrema importanza: dalla mappatura delle competenze disponibili in azienda, per capirne il fabbisogno, alla valorizzazione del capitale umano già presente, al fine di progettare

un piano di formazione di lungo periodo per le professionalità richieste e, se necessario, assumerle dal mercato, attuare inoltre in modo costante una efficace condivisione delle informazioni che metta al centro l'elemento chiave, in grado di fare la differenza: la persona.

### *3.2.5 Adottare una logica di rete*

Nell'industria 4.0 lo sviluppo e la realizzazione di prodotti e servizi va oltre gli stabilimenti fisici e si concretizza in moltissime direzioni. Questo fa sì che i collegamenti tra le diverse organizzazioni della filiera diventino sempre più ricchi, densi e costanti, creando i presupposti per alleanze, collaborazioni e interoperabilità di procedure e istruzioni operative. L'azienda dovrà creare e consolidare rapporti solidi di partnership con chi detiene le tecnologie di interesse strategico, dovrà integrare dati e processi con le aziende partner. I dati sono parte della catena del valore, la loro gestione deve essere quindi integrata con tutto il processo produttivo, cioè con i diversi reparti e idealmente con i partner esterni, in modo da essere fruibili, nel tempo e nel luogo in cui servono, da coloro che ne sono autorizzati. L'utilizzo di nuove tecnologie permette quindi ai vari dipartimenti aziendali di scambiarsi informazioni utili al fine di migliorare il rapporto con il cliente, è necessario però garantire la loro riservatezza rispetto a chi non contribuisce alla realizzazione del business aziendale. Quindi, data la mole e l'importanza del flusso continuo di dati che viaggia attraverso le reti, è necessario che questi siano sempre

più protetti, in modo che non possano essere utilizzati contro l'azienda. Ciò richiede politiche e procedure di controllo su tutti i dati provenienti dalla linea di produzione e diretti verso vari dispositivi, nel rispetto delle normative in tema di data protection, primo fra tutti il Regolamento Europeo per la protezione dei dati personali (GDPR, General Data Protection Regulation).<sup>6</sup>

Controllare l'integrità dei dati e tenere conto della possibilità che l'algoritmo, per quanto ben costruito, possa sbagliare, sono due importanti elementi per poterli sfruttare al meglio.

Risulta comunque, ancora una volta, centrale il ruolo dell'uomo nel controllo e nell'utilizzo che farà dei dati stessi.

### *3.2.6 Garantire la sicurezza informatica*

In ogni progetto di Impresa 4.0, la cybersecurity deve essere una priorità assoluta. Un hacker potrebbe introdursi nella rete aziendale con pesanti danni alle procedure, ai brevetti, alle pratiche produttive, al know how, ai dati dei clienti, al sabotaggio degli impianti, al boicottaggio.

Per evitare danni socioeconomici e interruzione dell'attività lavorativa, è importante prevedere un risk assessment in modo da avere una visione completa e

---

<sup>6</sup> Cfr. Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 Aprile 2016 relativo alla protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali

generale dei possibili rischi che potrebbero presentarsi nelle diverse aree e adottare conseguentemente adeguate misure preventive di sicurezza.

Il sistema di sicurezza informatica aziendale dovrebbe poi essere verificato nella sua operatività a intervalli regolari, con esercitazioni, stress test e vere e proprie simulazioni di attacchi di pirati informatici: è necessario simulare e prevenire le emergenze con il coinvolgimento del management e di tutto il personale, adeguatamente formato. Il sistema di sicurezza aziendale non è più un problema che riguarda solo chi opera nell'IT aziendale, ma deve impegnare tutte le persone che lavorano nell'azienda. Il Governo prevede un rafforzamento degli incentivi e forti defiscalizzazioni per chi investe nelle tecnologie emergenti con obiettivi precisi come la cybersecurity, a partire dal mese di gennaio 2021.

È necessario inserire la security tra i requisiti di sistema per chi progetta, sviluppa, usa e mantiene tali sistemi. Il concetto di “security by design” (ovvero che il progetto di un qualsiasi sistema sia impostato in funzione della sicurezza, già dentro al codice o ai componenti) dovrebbe essere presente in ogni fase del ciclo di vita del sistema. Un approccio di questo tipo comporta il fatto di progettare sistemi predittivi e reattivi, che riescono ad anticipare le minacce e ad attuare piani di intervento efficaci e tempestivi.

Garantire la sicurezza è dunque condizione necessaria e abilitante perché la tecnologia, nel suo costante progresso, possa continuare a rivestire un ruolo sostenibile, efficace ed efficiente.

### 3.3 UN APPROCCIO NUOVO ALLA GENERAZIONE DEL VALORE

Le specifiche scelte che ogni azienda dovrà fare, variano in funzione del contesto di mercato e delle caratteristiche particolari della singola impresa, tuttavia ci sono cinque aree cruciali che è necessario coprire per entrare in modo credibile in questa “nuova normalità” post-pandemia.<sup>7</sup>

- *Cultura*: la coscienza e la conoscenza di questo tumultuoso cambiamento sociale ed economico, costituiscono due capisaldi imprescindibili per collocare l’azienda nel nuovo contesto e per ridefinire la sua missione. La differenza, ancora una volta, la fanno le persone, la loro professionalità e la loro capacità di cogliere il potenziale del cambiamento in atto.
- *Automazione*: la trasformazione digitale inevitabilmente passa attraverso la tecnologia per l’automazione di processi ripetitivi e standardizzati all’interno della catena. L’obiettivo è far leva sulle tecnologie per ottimizzare i processi interni in modo da concentrare le risorse nelle attività di maggior valore aggiunto e nella definizione di nuovi modelli di business o in nuovi prodotti che meglio rispondono alle esigenze dei clienti.

---

<sup>7</sup> D. CARDILE, G.MAYER, P.MODER, *op.cit.*, p.182

- *Apertura:* è fondamentale definire programmi che consentono di sviluppare ecosistemi di valore sfruttando competenze e lavoro esterno all'azienda. Questa collaborazione può assumere varie forme: si va da modelli di automazione dei processi collaborativi come le piattaforme digitali, a forme di coworking o di partnership su specifiche aree di lavoro o di sviluppo, sfruttando le potenzialità di community verticali.
- *Integrazione:* la trasformazione digitale passa attraverso la digitalizzazione dei processi informativi pertanto occorre sviluppare modelli di integrazione più rapidi ed efficaci tra le funzioni sia interne alla catena del valore (funzioni di ricerca, sviluppo, produzione) sia esterne all'azienda. Integrazione vuol dire anche permettere alle diverse componenti del business di scambiarsi informazioni, apprendere con maggiore rapidità, condividere i risultati di vari test di mercato fornendo al consumatore finale un prodotto/servizio completo, senza alcuna interruzione.
- *Modularità:* un'azienda deve saper agire in modo modulare, garantendo da un lato il massimo livello di flessibilità, e dall'altro la possibilità di valutare quali pezzi della propria catena del valore possano essere affittati ad altri business o possano essere alla base di un nuovo modello. La modularità dei business connessi migliora l'esperienza del

cliente finale, creando nuove opportunità e nuovi modelli di business utili all'azienda.

Nella fase della ripartenza post-pandemia le tecnologie e il paradigma Industria 4.0 dovranno perciò “rappresentare il principale volano di investimenti per la modernizzazione del sistema industriale e l'evoluzione dei modelli di business”.<sup>8</sup> in quanto, già nell'emergenza, il largo utilizzo dello smart working così come di molte tecnologie digitali, hardware e software intelligenti per la manutenzione predittiva di macchine poste a distanza, la gestione dei processi e il controllo qualità, si sono mostrati strumenti fondamentali per attenuare l'impatto delle misure di contenimento.

### **3.4 VIAGGIO TRA LE AZIENDE ITALIANE: QUATTRO ESEMPI DI DIGITALIZZAZIONE**

L'emergenza da Covid 19 ha portato in tutto il mondo una crescente incertezza economica, costringendo molte aziende a ragionare sulla trasformazione della struttura organizzativa oltre che produttiva. In questo contesto, la produzione viene considerata un ottimo punto di partenza per realizzare una “nuova normalità” e le aziende capaci di adottare e integrare le tecnologie che caratterizzano la Quarta Rivoluzione Industriale, sono quelle che si trovano nella posizione migliore per

---

<sup>8</sup> *Il coraggio del futuro. Italia 2030-2050*, Executive Summary, Confindustria, Roma, 2020.

superare con successo questa tempesta. Esistono diverse realtà aziendali, anche italiane, che hanno già affrontato con successo la sfida posta dalla quarta rivoluzione industriale: si va da aziende che stanno applicando gli elementi tecnologici del paradigma Industry 4.0 per migliorare i propri processi produttivi, ad aziende che usano tali elementi per innovare i propri prodotti, fino ad imprese che hanno ampliato il proprio portafoglio prodotti/servizi e quindi i propri mercati di sbocco. Industria 4.0 è ora più che mai un'occasione unica di crescita e modernizzazione del nostro Paese e le imprese che hanno già intrapreso questo percorso possono costituire dei modelli di riferimento, possono cioè mettere a disposizione nuovi strumenti e idee per affrontare al meglio le difficoltà. Molte sono le eccellenze tecnologiche che caratterizzano il nostro Paese, riportiamo ora alcuni esempi applicativi soffermandoci su come ogni azienda abbia definito il proprio progetto di Industry 4.0 e con quale approccio tale progetto è stato gestito.

#### *3.4.1 Le “lighthouse manufacturers” italiane*

Il Global Lighthouse Network, (progetto del World Economic Forum) ha analizzato un campione preselezionato di oltre 1000 stabilimenti di vari settori manifatturieri, sparsi in tutto il mondo, con lo scopo di condividere le migliori pratiche e sviluppare nuovi approcci al successo futuro. Il progetto ha identificato 44 fabbriche, fra le più avanzate al mondo, che hanno mostrato la loro leadership nell'adozione e nell'integrazione delle tecnologie d'avanguardia, tra cui AI,



l'Internet delle cose e analisi dei big data. Le manufacturing Lighthouse individuate costituiscono una rete di 16 stabilimenti-faro che hanno un obiettivo comune: essere punti di riferimento dei modelli di produzione più indicati per avviare un nuovo “motore” di crescita economica mondiale, segnare cioè la rotta dell'innovazione, offrire alle altre aziende una guida utile nell'affrontare sfide concrete.<sup>9</sup> Secondo il report “Fourth Industrial Revolution: Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing”, pubblicato dal World Economic Forum insieme a McKinsey nel dicembre 2019, tra le 16 fabbriche “campioni del mondo” di Industria 4.0, cioè le “lighthouse manufacturers”, ben due sono in Italia: Rold, a Cerro Maggiore, e Bayer, a Garbagnate, due realtà inserite tra colossi come Johnson & Johnson, BMW, Schneider Electric, Sandvik Coromant, Siemens, Haier, Bosch, e Foxconn, il produttore cinese di componenti per i device elettronici di Apple, Sony e Amazon. “Le fabbriche faro si trovano in aziende grandi e piccole, in tutti i settori e in tutte le regioni. Piuttosto che sostituire gli operatori con macchine, le fabbriche-faro stanno trasformando il lavoro per renderlo meno ripetitivo, più interessante, diversificato e produttivo”, spiega Helena Leurent, responsabile dell'iniziativa Shaping the Future of Production System al World Economic Forum.

Il gruppo Rold è una PMI italiana che conta circa 250 dipendenti, con quasi sessant'anni di esperienza nel mondo della manifattura; nata come azienda

---

<sup>9</sup> *Fourth Industrial Revolution Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing*, World Economic Forum, 2019

produttrice di componenti per elettrodomestici, oggi parla al mondo dell'industria anche in una nuova veste di fornitore di tecnologia e di system integrator. Rold è stata l'unica azienda media italiana ad essere indicata tra le “fabbriche-faro” del futuro per la sua capacità di adottare, integrare e applicare sistematicamente le tecnologie di digital manufacturing al fine di migliorare produttività e qualità, nel contesto di una piccola impresa, collaborando con fornitori di tecnologie e università. Dal 2012 Rold ha avviato la propria trasformazione digitale, che si è evoluta grazie ad una piattaforma IoT (SmartFab) in grado di connettere esseri umani, macchine e informazioni, facilitando il monitoraggio e la gestione dei dati provenienti dagli impianti di produzione e rendendoli accessibili in real time, su dispositivi fissi, mobili e wearable. In seguito, l'utilizzo della piattaforma è stato proposto come prodotto-servizio ai clienti, per gestire da remoto, lavatrici e lavastoviglie. La maggiore efficacia totale dell'impianto (miglioramento dell'11% dell'Overall Equipment Effectiveness) ha generato, nel 2017, un aumento del fatturato del 7/8%, raggiungendo i 40 milioni di euro. L'obiettivo dell'azienda va oltre il miglioramento dei conti in quanto le soluzioni digitali e di automazione hanno lo scopo di fornire il massimo supporto agli operatori per massimizzare la produzione e per migliorare la loro soddisfazione, riconoscendo la centralità della persona.

Il sito Bayer di Garbagnate, nato nel 1946, è specializzato nella produzione e nel confezionamento di farmaci in forma solida, quali compresse e microcapsule

sia per il mercato italiano che per quelli esteri. I punti di forza che hanno premiato il gruppo Bayer di Garbagnate sono le soluzioni digitali, l'utilizzo dei dati adottati per raggiungere significativi sviluppi produttivi e l'approccio che mira a valorizzare le risorse, mettendo al centro le persone e la sostenibilità.

La leva vincente di questa impresa è stata la visione di un cambiamento basato su 4 pilastri: collegamento in rete in tempo reale di persone, macchine, dispositivi, attrezzature e oggetti per la gestione intelligente dei sistemi produttivi, sperimentazione, customer focus e collaborazione con una community di fornitori e clienti a loro volta avanzati nell'adozione di tecnologie Industria 4.0, cioè è stata premiata l'innovazione non solo del sistema di produzione, ma dell'intera value chain, in termini di proposta di valore al cliente (nuovi prodotti, nuovi servizi, più personalizzazione, lead time più brevi).

#### *3.4.2 Loccioni: un esempio di automazione, modularità e governance allargata*

Loccioni è un'impresa marchigiana che da oltre cinquant'anni lavora per portare nel territorio un nuovo modello imprenditoriale fondato su lavoro e conoscenza, integrazione di idee, persone e tecnologie, nello sviluppo di sistemi automatici di misura e controllo, una mission declinata con l'analisi e l'uso di big data, dell'intelligenza artificiale e attraverso l'applicazione delle più innovative tecnologie dell'Industria 4.0.

L'impresa si definisce la "sartoria tecnologica delle Marche" per l'impegno volto a realizzare soluzioni studiate su misura per le singole aziende, sistemi robotici integrati per il controllo della qualità, del prodotto e del processo. I clienti sono grandi imprese leader nei loro mercati di riferimento ed il raggio di azione è globale, come testimoniato dai progetti realizzati in ben 50 paesi. I settori di riferimento sono l'automotive e l'elettrodomestico, l'energetico, il medicale, l'ambiente e l'aerospaziale. L'impresa ha saputo cogliere la sfida dell'industria 4.0 sviluppando sistemi modulari, interscambiabili, dotati di intelligenza e in grado di riconfigurarsi rapidamente, realizzando soluzioni caratterizzate dall'uso di sensoristica avanzata, dall'analisi dati in real-time e dalla robotica. I principi di flessibilità e modularità nella produzione, propri del paradigma dell'industria 4.0, sono declinati e inclusi nel sistema robotico modulare progettato e realizzato dalla Loccioni. Tale sistema robotico modulare consiste in quattro principali moduli interconnessi, ognuno è dotato di una propria intelligenza e può agire autonomamente: una base robotica modulare, un braccio antropomorfo, un sistema di guida dell'end effector basato su stereo visione e una serie di strumenti su di esso collocati che cambiano a seconda del compito che si deve svolgere. L'architettura modulare e interscambiabile del sistema robotico garantisce la riconfigurazione e l'adattabilità rapida di ogni modulo, in modo da permettere lo svolgimento di compiti e applicazione molto differenti tra loro.

Il controllo qualità avviene attraverso il processo di raccolta dati, just in time, lungo le linee di produzione, mentre il prodotto viene assemblato. I dati provenienti dai vari sensori vengono analizzati non solo per verificarne la qualità, ma anche per verificare la conformità del processo di produzione. Il controllo di qualità arriva a monitorare ogni singolo pezzo evidenziando le eventuali discrepanze dal modello ideale e aggregando i dati provenienti da diverse parti del processo.

Nell'impresa Loccioni, lo sviluppo di soluzioni innovative è alimentato da un modello di open innovation che integra le competenze dell'impresa con quelle possedute da clienti, fornitori, centri di ricerca e altri stakeholder, un modello che riconosce sempre la centralità della persona. L'azienda è diventata un'open company mantenendo l'equilibrio tra due leve differenti: l'apertura dei confini dell'organizzazione e la revisione dei processi interni accompagnata da un'ampia diffusione della cultura dell'innovazione. Le linee guida di Loccioni sono: impresa bene comune, organizzazione orizzontale, offerta di soluzioni personalizzate e rapporti basati sulla fiducia.

### *3.4.3 Pirelli: un esempio di riorganizzazione*

Pirelli è un'azienda dalle profonde radici italiane, un brand riconosciuto in tutto il mondo per le sue tecnologie all'avanguardia, la sua capacità di innovazione e la qualità dei suoi prodotti. Con una presenza commerciale in oltre 160 Paesi, è tra i principali produttori mondiali di pneumatici e di servizi a questi collegati. Nei

segmenti di gamma alta del gruppo, si colloca Pirelli Tyre, caratterizzata da un alto contenuto tecnologico e da elevate performance prestazionali: realizza anche prodotti affini agli pneumatici, i cavi in acciaio “Steelcord” impiegati nella struttura dei moderni pneumatici radiali.

La leva del processo di digitalizzazione, iniziato nel 2014, è la necessità di una nuova organizzazione a supporto della trasformazione digitale, in funzione degli obiettivi strategici di business. La spinta a questo importante cambiamento nasce da due riflessioni:

- Un elevato livello di digitalizzazione del mercato consumer, dovuto alla nascita di piattaforme che ridefiniscono la catena del valore e al conseguente cambiamento delle abitudini del consumatore.
- Una difficile integrazione con la cultura aziendale da parte delle persone che vengono dall'esterno.

A partire da questa ultima riflessione, l'azione si focalizza sull'individuazione di talenti interni, permeati di cultura Pirelli, e sull'inserimento di specialisti verticali per specifiche posizioni in seno alla nuova unità di lavoro.

Nasce così un'azienda nell'azienda, un team allargato di lavoro strutturato secondo tre direttrici:

- Un'area in data science e analytics per migliorare gli attuali processi produttivi.

- Un'area focalizzata sul Cyber Tyre, lo pneumatico intelligente in grado di dialogare con l'auto e le applicazioni sviluppate ad hoc. Pirelli è la prima azienda al mondo del settore a sviluppare pneumatici che interagiscono con la rete 5G, Cyber Tyre rileva e trasmette informazioni sul manto stradale al veicolo e a quelli vicini, attraverso la rete.
- Un'area considerata incubatore di progetti innovativi, veri laboratori di lavoro permanenti composti da membri del team della trasformazione e professionisti di altre unità, gruppi di lavoro interfunzionali, guidati da regole di agile working che lavorano su stream di nuovi progetti, con il chiaro scopo di accelerarne la realizzazione.

Per superare le resistenze, viene usata una strategia molto efficace: restituire valore all'interno dell'azienda, in tempi rapidi, sui processi e le attività esistenti. Un cambiamento organizzativo cui ha fatto seguito di pari passo quello culturale, reso possibile da un profondo impegno nella Ricerca e Sviluppo che opera attraverso un modello di totale "Open Innovation". Nel 2019, Pirelli ha investito in attività di Ricerca e Sviluppo il 6,1% dei propri ricavi da prodotti High Value. Il gruppo ha anche stipulato una serie di accordi di collaborazione nel campo della Ricerca & Sviluppo con fornitori, produttori auto e università, un esempio il progetto Total Efficiency 4.0, sviluppato da Pirelli in collaborazione con il Politecnico di Milano e la PMI Telco Srl.

La forza di Pirelli risiede inoltre nelle proprie persone, provenienti da Paesi diversi e con competenze eterogenee. Una diversità che viene incoraggiata da Pirelli, che riconosce l'eccellenza delle specializzazioni individuali e attrae e valorizza giovani talenti. Per consentire ai suoi 31.600 dipendenti di esprimere appieno il loro potenziale, Pirelli offre continuamente programmi di formazione, favorendo la collaborazione interfunzionale, garantendo lo scambio di competenze pratiche e teoriche fra i vari Paesi e sostenendo l'introduzione delle più evolute procedure aziendali. Gli elementi che permeano questa cultura sono il dialogo interno ed esterno, l'attitudine all'innovazione non più del solo prodotto, ma della modalità di approccio costruttivo con gli stakeholder, tra cui ambiente e continuità.

I risultati qualitativi, raccolti fin da subito, sono: maggiore produttività a livello di processo, e di qualità, a livello di prodotto, velocità di adattamento dei partecipanti, nuove metodologie di lavoro applicate, realizzazione di una nuova infrastruttura digitale che sovrintende all'intero processo riuscendo ad integrare, in modo intelligente, tutte le fasi, capace cioè di dialogare con tutti i macchinari coinvolti nel processo di produzione di pneumatici, di imparare e di correggere eventuali difetti, a partire dai dati ricevuti dai sensori con cui interagisce.

Per la multinazionale Pirelli, l'innovazione non è quindi solo tecnologia: è sostenibilità, ricerca e sviluppo, rispetto per l'ambiente, cura delle persone, consapevolezza dell'inscindibilità tra dimensione economica, sociale ed ambientale.



#### *3.4.4 Pasta di Gragnano: innovazione tecnologica per un prodotto artigianale*

La fabbrica di Gragnano (Napoli) produce pasta da tre generazioni, con i dettami ed i segreti dell'alta tradizione di famiglia. L'azienda nasce nel 1976 quando il padre degli attuali titolari, Mario Moccia, rilevò un famoso pastificio di Gragnano, da tempo in crisi, impegnandosi in prima persona al rilancio non solo dell'impresa, ma anche dell'intero settore. L'arte della pasta si tramanda di padre in figlio e la mission della nuova generazione, che guida attualmente la fabbrica, è creare una connessione tra antiche tradizioni artigianali e innovazioni tecnologiche.

Da luglio 2016, la Fabbrica della pasta di Gragnano ha introdotto delle soluzioni innovative studiate appositamente della Zuccheti:

- Un software che, collegato ad una rete di sensori, monitora e modula l'intero processo produttivo che va dall'approvvigionamento delle materie prime, alla consegna del prodotto finito. Con questa tecnologia è possibile avere una tracciabilità molto efficiente, controllare cioè in modo automatico e in tempo reale, la qualità degli ingredienti, la temperatura e l'umidità dell'impasto e dell'ambiente circostante, elementi di assoluta importanza per ottenere un prodotto che rispetti i canoni artigianali di un tempo. Tutti i dati sono a disposizione degli operatori e sono rappresentati tramite un'interfaccia intuitiva.
- Un robot antropomorfo inserito nel processo di confezionamento, in grado di collaborare fianco a fianco con gli addetti al packaging e di

imparare direttamente sul campo le mansioni da eseguire, riducendo tempi di lavoro ed esigenze di spazio. L'automatizzazione del reparto di confezionamento avvenuta attraverso l'inserimento del braccio antropomorfo, pur conservando tutta la forza lavoro, permette di perfezionare il compito dell'operatore il cui ruolo rimane però centrale.

L'azienda ha anche lavorato sulle competenze, accompagnando i lavoratori in questo percorso di digitalizzazione che richiede una formazione adeguata e un aggiornamento continuo.

L'automazione del processo di produzione, unita ai canoni dell'artigianalità hanno permesso al prodotto di raggiungere altissimi standard di qualità, tracciabilità e logistica in una realtà in cui la produzione si sposa quotidianamente con ricerca e sviluppo tecnologico.

#### *3.4.5 Un quadro di sintesi delle realtà aziendali presentate*

Le esperienze italiane di Industria 4.0 prese in considerazione mettono in evidenza come l'innovazione e il progresso tecnologico siano una strada possibile per definire una nuova normalità in tutto il territorio nazionale. Infatti, a prescindere dalla loro posizione geografica, dalla loro dimensione e dal loro settore di appartenenza, le realtà aziendali presentate credono nella trasformazione digitale del manufacturing e stanno vivendo da protagonisti i vantaggi positivi che ne derivano. La scelta di considerare aziende di dimensioni diverse permette di

comprendere come tutte le realtà, a prescindere dal fatturato o dal numero di dipendenti, possono avvantaggiarsi dell'Industry 4.0 e dalle nuove tecnologie per una propria crescita. Le realtà aziendali presentate evidenziano un quadro di strategie e approcci all'Industria 4.0 caratterizzato da molti aspetti in comune. In particolare, si possono rilevare:

- *Open innovation*: la realizzazione del paradigma 4.0 è parte di un ecosistema, nessuna azienda, indipendentemente dalle sue capacità e dimensioni, è in grado di innovarsi efficacemente da sola, ma, per meglio competere sul mercato, oltre a valorizzare le risorse interne, deve ricorrere anche a idee, soluzioni, strumenti e competenze tecnologiche che arrivano dall'esterno. Per questo il modello dell'open innovation è al centro delle scelte strategiche, di medie e grandi imprese. Ne sono testimonianza, grandi imprese come L'Oréal, Pirelli, Bayer che collaborano con enti e figure esterne, quali università, centri di ricerca, startup, fornitori di tecnologie e imprese clienti, con l'obiettivo di implementare nuove tecnologie e opportunità di business, riducendo anche rischi e costi. Un esempio molto interessante, in considerazione delle differenze sia dimensionali che di struttura manageriale, è inoltre quello di Rold che, grazie ad una collaborazione con Samsung, ha sviluppato l'innovativa piattaforma Rold Smartfab. Le sinergie che si sono attivate tra queste realtà, incubatori di progetti,

università e startup che hanno sviluppato soluzioni ad alta tecnologia, rappresentano un valore aggiunto per la crescita sul mercato.

- *Sistemi gestionali e tecnologici di alto livello*: la trasformazione digitale può essere uno dei più importanti driver di crescita anche per le medie e piccole imprese, ossatura della nostra economia, che hanno un'opportunità in più rispetto a quelle di grandi dimensioni, cioè la capacità di reinventarsi, di essere elastiche e di cogliere in breve tempo le opportunità che i mercati offrono. Ne è esempio la Fabbrica della pasta di Gragnano, che pur continuando a lavorare rigorosamente in maniera artigianale, vanta il supporto delle più moderne tecnologie, un esempio di come la digitalizzazione di un'impresa non ne annulli il tratto distintivo che ha decretato il suo successo nel tempo. In relazione a questo aspetto, anche il gruppo Rold, pur caratterizzato da una struttura manageriale tipicamente familiare, ha saputo introdurre nella sua organizzazione criteri gestionali e tecnologie di altissimo livello, adeguando costantemente i propri standard a quelli delle migliori imprese internazionali.
- *Customer focus*: un denominatore comune alle realtà aziendali presentate è il customer focus in quanto al centro del loro approccio aziendale vi è sempre il cliente. Per sottolineare questa dimensione, l'impresa Loccioni si definisce una "sartoria tecnologica" in quanto

progettazione, sviluppo e distribuzione di prodotti e servizi sono allineati con i bisogni attuali e le esigenze future dei clienti. Questa necessità di considerare in modo particolare le esigenze dei clienti, oltre che di migliorare il prodotto attraverso l'analisi dei relativi dati, ha permesso a tutte le realtà aziendali considerate di instaurare un solido rapporto di fiducia con il cliente e di massimizzare le performance aziendali in un orizzonte di lungo periodo.

- *Modelli produttivi digitali*: tutte le realtà aziendali presentate, pur con sfumature diverse in funzione delle specificità dei rispettivi sistemi produttivi, hanno adottato un'estesa sensorizzazione sui vari macchinari, un sistema avanzato di rilevazione, gestione e analisi dati in tempo reale, un sistema integrato costituito di sensori e software che monitorano e modulano l'intero processo produttivo. In relazione a questo aspetto grandi imprese, come Pirelli e Loccioni, e medie imprese, come Rold e Pasta Gragnano, effettuano continuamente una sistematica attività di raccolta dati dal campo che vengono poi utilizzati sia per le verifiche in tempo reale, con conseguente adattamento della produzione da parte degli operatori, sia per analisi successive e attività di problem solving. Associate a queste tecnologie, vi è poi l'automazione e l'impiego di robot antropomorfi, ormai quasi onnipresenti nella realtà di una smart factory, capaci di lavorare in

stretto contatto con le persone, contribuendo ad incrementare la produttività e l'efficienza dell'azienda e riaffermando quei principi di economia lean di risparmio di costi, risorse e di miglioramento della qualità.

- *Coordinamento organizzativo e centralità della persona*: rileggendo le aziende rispetto a queste variabili, emerge l'interfunzionalità dei team che, a seconda del contesto, coinvolgono e valorizzano persone che esprimono funzioni diversificate. Il loro cambiamento organizzativo si basa sull'idea di una comunicazione efficace e trasparente, in modo che tutti i dipendenti conoscano i progetti su cui stanno lavorando e vedano la trasformazione come un'opportunità e non come un pericolo, in quanto l'automazione non toglie posti di lavoro, ma anzi li riqualifica. A tale scopo Pirelli e Rold organizzano programmi di formazione permanente, favorendo la collaborazione interfunzionale, garantendo lo scambio di competenze pratiche e teoriche. Inoltre, l'azienda Rold ha seguito fin dall'inizio un approccio inclusivo creando tra i lavoratori la consapevolezza di quanto fosse necessario passare alle tecnologie digitali. Un fattore che ha contribuito in modo significativo al successo del progetto è stato quindi il coinvolgimento, avvenuto fin dall'inizio, di tutti i dipendenti che sono stati resi partecipi a vari livelli della rivoluzione che si stava preparando in azienda. Il percorso di

trasformazione digitale ha comportato anche il reskilling di una buona parte del personale, attraverso una attività di coaching che ha riconosciuto sempre la centralità della persona e ha considerato la tecnologia come uno strumento per potenziare le capacità dell'operatore umano, non per sostituirlo.

La lettura delle realtà aziendali presentate, evidenzia come la digital transformation sia un processo che include una serie di cambiamenti tecnologici, organizzativi, culturali e manageriali. Oggi più che mai la digitalizzazione può permettere alle aziende di essere protagoniste del futuro e di superare la crisi economica, potenziata anche dalla pandemia da Covid-19. Se questo è lo scenario in essere del paradigma Industria 4.0, è altrettanto vero che la chiave di volta è rappresentata dall'assoluta centralità dell'individuo e, quindi, dell'intelligenza umana, intesa come la capacità di affrontare le mutevoli e veloci trasformazioni che caratterizzano il nostro tempo e di dare una risposta alla crisi innescata dalla pandemia.





## CONCLUSIONI

L'analisi e lo studio delle variabili affrontate in questo lavoro confermano che la trasformazione digitale è la condizione essenziale per una ripresa economica del nostro Paese. Il paradigma Industria 4.0 deve diventare quindi parte integrante della cultura aziendale e determinare le scelte strategiche sia all'interno dell'organizzazione sia nei rapporti con l'esterno.

Oggi più che mai le imprese del terzo millennio devono saper cogliere le importanti opportunità legate al paradigma 4.0, e per questo devono saper leggere l'attuale contesto storico senza adottare una tattica di adattamento, ma impostando una strategia di anticipazione delle sfide. Quindi, se la pandemia da Covid-19 ha accelerato una crisi economica già in atto, facendola diventare una crisi epocale, non si tratta più di decidere il "se", ma il "come" mettersi in discussione al fine di progettare e non subire il futuro.

La crisi sanitaria rappresenta sicuramente un acceleratore per l'implementazione di tecnologie e processi innovativi a livello internazionale, è quindi necessario che le imprese italiane sappiano cogliere questa sfida. In particolare, alla luce di quanto esposto nelle pagine precedenti, le mie riflessioni si focalizzano sulle seguenti priorità, indispensabili per rilanciare il Paese.

**L'importanza di parlare di etica e di un nuovo umanesimo industriale nell'ambito del paradigma 4.0.** I cambiamenti e le trasformazioni della quarta rivoluzione industriale stanno producendo grandi opportunità, ma anche inevitabilmente enormi rischi. Considerando la velocità dei progressi in atto nel mondo tecnologico e l'allargamento dei limiti possibili nello sviluppo dell'intelligenza artificiale delle macchine, ritengo che sia indispensabile affrontare la questione anche secondo un approccio etico. In questo contesto, il raggio d'azione dell'etica non va riferito certamente al solo universo astratto fatto di principi e regole, ma riguarda il quotidiano e si traduce in quelle norme di comportamento che considerano la persona il fine dei benefici offerti dallo sviluppo tecnologico e mai il mezzo per raggiungere un fine.

L'innovazione tecnologica deve essere messa al servizio dell'essere umano: è questa l'idea che può far cambiare marcia all'Italia verso un "nuovo Umanesimo". Gli uomini corrono il rischio di perdere il loro valore economico se separano l'intelligenza dalla coscienza: la libertà d'innovazione e di impresa non possono cioè cancellare la libertà dell'uomo ed il suo potere decisionale. Un tema certamente non nuovo e più volte sollevato da studiosi e parti sociali anche dal passato, ma che oggi richiede sforzi adeguati allo sviluppo esponenziale delle tecnologie abilitanti. Sono in questa direzione tutte le regolamentazioni delle nuove tecnologie, la definizione di un quadro giuridico di riferimento, le raccomandazioni prese a livello

europeo e dai vari organismi internazionali in relazione a importanti tematiche quali responsabilità, privacy, tutela dei dati sensibili.

L'uomo del terzo millennio deve riuscire a governare lo sviluppo tecnologico sempre più rapido, affermando la sua centralità. L'espressione "l'uomo al centro dello sviluppo tecnologico" non deve essere però un auspicio o uno slogan, ma un programma di lavoro in quanto l'automazione dei vari processi deve poter migliorare tutte le aree del lavoro e della vita, cercando un equilibrio tra uomo e tecnologia, infatti le innovazioni tecnologiche sono innanzitutto strumenti realizzati dall'uomo e per l'uomo. Il ruolo dell'innovazione è quello di produrre senso, valori e lavoro per tutti, e non valore per pochi.

**L'importanza di una modifica strutturale del modo di fare impresa.** Come più volte sottolineato nelle pagine precedenti, parlare di digitale non significa parlare solo di tecnologia, ma equivale a parlare di un nuovo approccio che, alla luce delle funzionalità abilitate dalle nuove tecnologie, cambia in maniera profonda il modo di fare impresa. Le tecnologie abilitanti hanno impatti su tutta la catena del valore e influiscono sui diversi componenti del business: progettazione, organizzazione, produzione, promozione, distribuzione, comunicazione. Come dimostrato dal piccolo campione delle realtà aziendali considerate, occorre un atteggiamento profondamente imprenditoriale, aperto al cambiamento e alla sperimentazione. Non è più sufficiente il singolo imprenditore visionario, è

indispensabile un'organizzazione aperta, veloce, capace di mettersi in gioco: occorre realizzare un modello di filiera interconnesso in cui le imprese operano congiuntamente per fornire un output competitivo. La parola chiave del paradigma 4.0 è quindi l'interconnessione: essere un'azienda 4.0 significa riuscire ad integrare le attività che hanno un'influenza reciproca, sia tra di loro che con i soggetti che compongono la catena del valore. Elementi fondamentali, ma che non hanno futuro se trascendono dal valore della persona, dal ruolo del lavoratore, dal suo coinvolgimento motivazionale, dal suo bagaglio di saperi e conoscenze.

**L'importanza di coltivare nuove competenze e di aprirsi alla collaborazione.** Il modello di Industria 4.0 non trasforma solo la dimensione tecnologica e i modelli di business, ma richiede, come evidenziato dalle precedenti argomentazioni, nuove competenze. I programmi formativi che dobbiamo attuare fin da subito dovranno essere capaci di educare le persone lungo tutto il corso della loro vita, secondo il principio del "Lifelong Learning". Per entrare davvero nel mondo del digitale, le PMI devono imparare a concepire l'aggiornamento costante non più come un'opzione alla quale dedicare una parte residuale del budget, magari celandolo sotto l'etichetta di ricerca e sviluppo, ma come una condizione indispensabile per imparare i nuovi linguaggi universali della Data Economy. Una stretta relazione tra imprese, università, centri di ricerca, start up e partner

tecnologici può stimolare la ricerca applicata, accelerare il processo di trasferimento del know-how e la formazione permanente.

La cooperazione, in quanto capacità esclusivamente umana di operare per un obiettivo comune, può favorire la condivisione di esperienze e competenze, in modo tale che l'acquisizione dei risultati generati possano essere usati nella pratica industriale. A fianco del ruolo fondamentale svolto da una forte leadership capace di rilanciare la cultura del digitale e l'etica aziendale, è indispensabile il ruolo della politica. Negli ultimi anni, anche a livello governativo, sono state prese misure concrete per sostenere le PMI nel processo di trasformazione digitale, ciò ha permesso anche a piccole realtà aziendali di intraprendere con successo il percorso dell'innovazione. La politica ha adottato numerose iniziative in ambito digitale anche per far fronte alla crisi Covid-19, un pacchetto di misure volte a rispondere all'aumento del consumo di servizi di comunicazione elettronica e di traffico di rete. Gli investimenti da mettere in campo sono però ancora imponenti considerato che, tra i Paesi dell'UE, l'Italia è al 25° posto dell'indice europeo di digitalizzazione (DESI). Le priorità su cui concentrare le politiche per una rinascita del Paese sono diverse:

- Sostenere la ricerca, l'innovazione, lo sviluppo tecnologico e la sicurezza delle infrastrutture digitali su tutto il territorio nazionale.
- Realizzare una copertura di rete capillare: è necessario garantire su tutto il territorio nazionale la disponibilità del servizio di banda ultralarga assicurando

un'altissima velocità di connessione e scambio dati. Secondo la Commissione UE e la Banca Mondiale, ad un aumento del 10% di penetrazione della banda larga corrisponde un punto e mezzo di PIL.

- Continuare a supportare le PMI in quanto una struttura finanziaria fragile e una dimensione media spesso rappresentano dei gap nell'intraprendere un percorso di rinnovamento: tutte le aziende devono diventare più resilienti e interiorizzare rapidamente il concetto "Every company must be a Tech Company."

## Bibliografia

BRYNJOLFSSON E., MCAFEE A., *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W.W. Norton & Company, New York, 2014.

CAMERA DEI DEPUTATI. Servizio studi XVIII Legislatura, 7 luglio 2020

CARDILE D., MAYER G., MODER P., *Trasformazione digitale, strategie e strumenti per le PMI del futuro*, EGEA, Milano, 2017.

COMMISSIONE EUROPEA (2012), *Una strategia europea per le tecnologie abilitanti. Un ponte verso la crescita e l'occupazione*, Bruxelles.

COMMISSIONE EUROPEA, *Creare fiducia nell'intelligenza artificiale antropocentrica*, Bruxelles, 2019

COMMISSIONE EUROPEA, Digital Economy and Society Index 2020

COMMISSIONE EUROPEA, *L'intelligenza artificiale per l'Europa*, Bruxelles, 2018

COMMISSIONE EUROPEA, *Piano coordinato sull'intelligenza artificiale*, Bruxelles, 2018.

COMMISSIONE EUROPEA, *White Paper on Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust*, Bruxelles, 2020.

CONFINDUSTRIA, *Il coraggio del futuro. Italia 2030-2050*, Executive Summary, Roma, 2020.

*Fourth Industrial Revolution Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing*, World Economic Forum, 2019

Future of Jobs Report 2018, World Economic Forum, Svizzera.

Future of Jobs Report 2020, World Economic Forum, Svizzera.

HARARI Y. N., *Homo Deus. Breve storia del futuro*, Saggi Bompiani, Firenze, 2017.

ISTAT, *Digitalizzazione e tecnologia nelle imprese italiane*, Roma, 13 agosto 2020.

ISTAT, rapporto Annuale 2019; dati preliminari forniti dal MISE e lettera del Ministro dello Sviluppo Economico Patuanelli a “Il Sole 24 ore”, 18 dicembre 2019.

KEYNES J. M., *Economic Possibilities for our Grandchildren*, in *Essays in Persuasion*, Harcourt Brace, New York 1931.

MARTIN A., *Industria 4.0, sfide e opportunità per il made in italy*, Editoriale Delfino, Milano, 2019.

MCGAUGHEY E., *Will Robots automate your job away? Full Employment, Basic Income, and Economic Democracy*, University of Cambridge, March 2018.

MELL P., GRANCE T., *The NIST definition of cloud computing*, 2011.



OECD-ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*, 2020.

OSSERVATORIO MECSPE NAZIONALE, II TRIMESTRE 2020.

Rapporto sullo sviluppo mondiale 2019, *Cambiamenti nel mondo del lavoro*, Gruppo della Banca Mondiale, Washington DC, marzo 2019.

Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 relativo alla protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali

Relazione del presidente Bonomi all'Assemblea di Confindustria, *Il coraggio del futuro. Italia 2030-2050*, Roma, 29 settembre 2020.

RINALDINI M., *Autonomia della fabbrica 4.0*, TAO Digital Library, Bologna, 2018.

ROSSI M., LOMBARDI M., *La fabbrica digitale*, Tecniche nuove, Milano, 2017.

ROY CELLAN J., *Hawking: AI could end human race*, BBC News, 2 dicembre 2014.

RUFFINONI W., *Italia 5.0 un nuovo umanesimo per rilanciare il paese*, Mondadori, Milano, 2019.

SALENTO A., *Industria 4.0 oltre il determinismo tecnologico*, TAO Digital Library, Bologna, 2018.

SCHWAB K., *La quarta rivoluzione industriale*, Franco Angeli, Milano 2016.

SECCHI R., ROSSI T., *Fabbriche 4.0*, Guerrini Next, Milano, 2018.

TEGMARK M., *Vita 3.0 Esseri umani nell'era dell'intelligenza artificiale*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2018.

### **Sitografia**

- [www.puntoimpresadigitale.camcom.it](http://www.puntoimpresadigitale.camcom.it)
- [www.bayer.com/it/it/italia-home](http://www.bayer.com/it/it/italia-home)
- [www.rold.com](http://www.rold.com)
- [www.loccioni.com](http://www.loccioni.com)
- [www.fabbricadellapastadigragnano.com](http://www.fabbricadellapastadigragnano.com)
- [www.pirelli.com](http://www.pirelli.com)