



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"AUTOMAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI
E IMPIEGO DI TECNOLOGIE ABILITANTI:
UNO SGUARDO AL MONDO DELL'INDUSTRIA"**

RELATORE:

CH.MA PROF.SSA DONATA FAVARO

LAUREANDO: GIOVANNI CAREGNATO

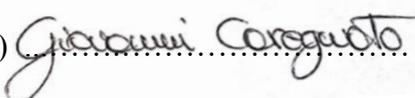
MATRICOLA N. 1221644

ANNO ACCADEMICO 2022 – 2023

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature)

A handwritten signature in black ink, reading "Giovanni Corquato", written over a dotted line.

*Alla mia famiglia,
per avermi sempre sostenuto*

Indice

<i>Introduzione</i>	9
<i>La storia dell'automazione: dagli inizi del Novecento ad oggi</i>	11
1.1 Definizione di “automazione”.....	11
1.2 Dal Fordismo alla Mass customization.....	12
1.3 Impresa 4.0.....	16
<i>I fattori che spingono le imprese ad automatizzare</i>	19
2.1 I vantaggi che derivano dell'automazione.....	19
2.2 L'automazione è vista come conflitto o opportunità?	20
2.3 Automatizzazione e robotica nel contesto italiano.....	24
<i>Le prospettive future dell'automazione: uno sguardo ad AI e robotica</i>	27
3.1 AI e robotica nelle imprese	27
3.2 Automazione e robotica all'interno dei magazzini Amazon.....	29
3.3 Esempi di AI e robotica in altri settori	32
<i>Conclusioni</i>	37
<i>Bibliografia</i>	39
<i>Sitografia</i>	41

Introduzione

Lo scopo di questo elaborato è quello di esplorare nel dettaglio il fenomeno dell'automazione, analizzando il suo percorso storico dagli inizi fino ai suoi sviluppi più recenti quali intelligenza artificiale e robotica, osservando esempi concreti di applicazione e tutte quelle possibili sfide e opportunità che rappresenta per l'industria.

Fin dalle sue prime applicazioni, agli inizi del Novecento, l'automazione si è dimostrata essere un forte fattore di vantaggio per le imprese e per i lavoratori poiché da sistemi semplici e contenuti si è passati a macchine in grado di replicare le mansioni deputate all'uomo.

Le domande che sorgono riguardano le sorti del nostro futuro: le macchine ci sostituiranno? Come si è modificata e come si modificherà l'industria? Quali saranno le prospettive future dell'automazione?

Al fine di affrontare tali questioni e trovare possibili risposte, nel primo capitolo, si analizza la storia dell'automazione, dalle sue origini nel Novecento fino ai giorni nostri: durante il percorso, vengono esaminati concetti come il Fordismo, il Toyotismo, la Mass Customization e infine l'Industria 4.0, che caratterizza l'attualità.

Nel secondo capitolo viene condotta un'analisi approfondita dei molteplici fattori che spingono le imprese ad adottare l'automazione, tenendo conto dei vantaggi e degli svantaggi. Inoltre, si considera la situazione specifica nel contesto italiano.

Infine, nel terzo capitolo, si esaminano gli sviluppi dell'automazione, quali intelligenza artificiale e robotica, all'interno di un'azienda particolare e in diversi settori.

Capitolo 1

La storia dell'automazione: dagli inizi del Novecento ad oggi

1.1 Definizione di “automazione”

Il termine automazione, nel suo significato attuale, è stato utilizzato per la prima volta nel 1952 da John Diebold nella pubblicazione “*Automation: the advent of automatic factory*”.

Il significato del termine viene citato in molteplici pubblicazioni; una di queste, risale al 2006 ad opera del sociologo e professore universitario Luciano Gallino, secondo cui automazione (Butera, 2014, p.3) “indica diverse situazioni in cui il lavoro fisico ed intellettuale umano è sostituito da macchine e da servosterzi meccanici, idraulici, pneumatici, o elettrici che possono eseguire automaticamente sequenze di operazioni”.

Dalla precedente definizione, si può andare a comprendere come l'automazione consista nell'automatizzare una serie di attività o operazioni che altrimenti sarebbero eseguite manualmente dall'uomo.

Vi è però da sottolineare che l'utilizzo di macchinari e tecnologie automatizzate non è generalmente da intendersi come un qualcosa che vada completamente ad eliminare la forza lavoro umana. Come successivamente si andrà a confermare, questa è una concezione errata: l'automazione va a ridurre l'ammontare di lavoro umano, ma quest'ultimo rimane sempre presente sia nella produzione stessa, sia nell'attività di programmazione e regolazione delle macchine.

L'automazione può essere applicata in molteplici settori, tra cui quello manifatturiero, automotive, culinario, fotografico, agricolo, e altri vari.

In questo *paper*, si andrà ad analizzare nello specifico l'applicazione dell'automazione nel settore dell'industria.

In tale settore, l'automazione abbraccia un'ampia gamma di aree. Essa, infatti, coinvolge (Butera 2014): attività umane come guida, controllo, manutenzione, logistica, e così via; progettazione della collaborazione tra uomini e macchine nelle attività correlate, e l'interazione tra di esse attraverso le interfacce e, infine, la progettazione integrata del sistema tecnologico, organizzativo e sociale.

1.2 Dal Fordismo alla Mass customization

La prima volta che nella storia si è osservata l'applicazione pratica di automazione fu nel 1913. Un giovane Henry Ford rivoluzionò completamente il modo di fare fabbrica, andando ad utilizzare macchine utensili e trasportatori all'interno della sua "*Ford Motor Company*".

Nacque dunque quel nuovo concetto di automazione chiamata "*Detroit Automation*": esso consiste in una catena di montaggio in motori e scocche (Butera 2014) costruita da un nastro, detto nastro trasportatore, che scorre portando insieme a sé i vari componenti da assemblare, fino ad arrivare ad ottenere il prodotto finito nell'ultimo step. Questo rappresentò un primo esercizio di flusso automatizzato di fabbricazione e movimentazione dei prodotti.

Lo scopo finale di una catena di montaggio è quello di ottimizzare il lavoro degli operai e ottenere un risparmio di tempo notevole grazie al fatto che ognuno di essi assembla un unico pezzo tramite una serie di movimenti ripetitivi e meccanici.

La catena di montaggio all'interno della Ford Motor Company andava ad abbattere i tempi di produzione del veicolo completo che si abbassarono da dodici ore, a un'ora e mezza.

Henry Ford diventò il padre dell'automobile come mezzo di locomozione di massa grazie alla sua celebre FordT, un'auto pensata per durare nel tempo, senza fronzoli, facile da guidare ma soprattutto economica.

Si passa da una concezione di lavoro dinamico in cui gli operai avevano varie mansioni da svolgere, ad una concezione di lavoro standardizzato nella quale l'operaio svolge un unico compito. In questo sistema, i macchinari sono decisivi.

La produzione Fordista si basa dunque sulla standardizzazione dei propri prodotti: le automobili vengono prodotte in larga scala, grazie alle dimensioni dell'impianto. Più esso è grande, più si riescono a spalmare i costi medi totali fra tutte le unità prodotte. Questo tipo di produzione viene definita economia di scala: si punta dunque a realizzare un vantaggio di costo grazie all'aumento della scala dimensionale che permette di produrre una grande quantità di beni standard. Da qui deriva la sua celebre frase "*Any customer can have a car (Ford T) painted any colour that he wants, so long as it is black*", che tradotta significa "Ogni cliente può ottenere una Ford T di qualunque colore desidera, purché sia nero".

L'impresa fordista non gode di flessibilità, poiché i macchinari e gli operai non lo permettono. Si produce sempre lo stesso tipo di prodotto (standard) ogni giorno.

Notiamo però che, nel momento in cui la domanda di automobili varia, dunque non è più prevedibile, l'impresa fordista si trova davanti a grandi esborsi di denaro. Se la domanda

diminuisce, non si riescono più a spalmare i costi medi sui vari prodotti; se la domanda aumenta e si diversifica, si cade in una diseconomia.

Il modo per affrontare tali problematiche è quello di reagire alla richiesta di flessibilità: iniziare a non produrre più solo prodotti standardizzati ma anche andare incontro alle esigenze del cliente e a ciò che richiede il mercato fabbricando prodotti personalizzati. Si cerca di passare dunque da un'economia dei bisogni, ad un'economia dei desideri.

Intorno agli anni '70 e '80, iniziò sempre di più una fase di crisi e declino della produzione fordista. A questa crisi sono collegati due tipi di fattori: contingenti e strutturali. Un esempio dei primi può essere l'aumento del prezzo del petrolio, l'aumento del costo delle materie prime, la diminuzione del costo del lavoro delle produzioni più semplici e l'aumento dei tassi di interesse.

Il secondo tipo di fattori sono più legati all'avvenimento della rivoluzione tecnologica e al cambiamento della domanda che fa emergere nuove esigenze di consumo.

Nasce quindi un nuovo metodo di organizzazione della produzione all'interno delle fabbriche: il cosiddetto "Toyotismo".

Questo concetto nasce dall'altra parte del mondo, in Giappone, e il nome deriva dal fatto che esso è stato inventato presso la casa automobilistica Toyota.

Il Toyotismo è appaiato al concetto di produzione snella, ossia un sistema di produzione che mira a ridurre, fino ad eliminare, qualsiasi tipo di spreco, mirando alla qualità totale.

Per raggiungere tale scopo, si va a rivoluzionare il layout e l'automazione della tipica impresa americana, andando ad eliminare la catena di montaggio a favore di un modello di "produzione per celle".

Per "cella" si intende un'unità di lavoro ben definita e delimitata in cui ci lavorano uno o più operai, che contiene tutti i macchinari necessari per la produzione di prodotti finiti o semilavorati.

All'interno di questo nuovo concetto di produzione, i lavoratori devono essere multifunzionali per poter maneggiare simultaneamente differenti macchine necessarie alla fabbricazione dei prodotti.

Dunque, il lavoratore non è più fisso e statico in un unico posto aspettando che arrivi il pezzo, ma si muove all'interno della cella.

Inoltre, questo nuovo metodo di produzione va incontro alle esigenze del cliente e del mercato, permettendo la produzione non più di un unico tipo di prodotto alla volta (produzione di massa standardizzata), ma di più prodotti in relazione a quante celle sono presenti nella fabbrica.

Arrivati a questo punto, è importante distinguere l'esistenza di due diverse logiche di produzione (Steinberg 2022), che nascono dall'analisi della programmazione della produzione: la logica "push" e la logica "pull".

La prima, che tradotta dall'inglese significa "spingere", veniva utilizzata nel modello Fordista e consisteva nel gestire i processi in anticipo rispetto al fabbisogno dei clienti. Si cerca dunque di produrre il più possibile per avere sempre il magazzino pieno di scorte, senza sapere se effettivamente verranno vendute o meno. Questa logica è tipica di quelle imprese che utilizzano la produzione di massa.

La logica pull invece, dall'inglese "tirare", consiste nella produzione di lotti solo sulla base di un ordine certo della clientela. Questa logica è tipica dell'impresa Toyotista, che punta alla riduzione di sprechi come scorte inutili in magazzino.

Da qui, dunque, si riesce a percepire la differenza che sta alla base dei due modelli. Il primo costituito da grandi macchinari che producono in serie una grande quantità di prodotti tutti uguali. Il secondo invece, costituito da macchinari di dimensioni ridotte che permettono la produzione di diversi tipi di semilavorati o prodotti finiti.

Con l'invenzione del *transistor*¹ (1947) e quindi con l'avvento della rivoluzione tecnologica, gli sviluppi dell'elettronica e delle scienze informatiche sono diventati sempre più cruciali, poiché hanno portato a un'esplosione qualitativa e quantitativa (Butera 2014) delle innovazioni di controllo automatico in tutti i settori. L'applicazione del *transistor* ai primi calcolatori elettronici portò ad un ampliamento delle capacità di calcolo di quest'ultimo, fornendo il decollo all'industria informatica. Da qui ricordiamo l'invenzione del *personal computer* e quella del microprocessore negli anni Settanta.

Negli ultimi trent'anni del XX secolo, l'automazione ha introdotto grandi rivoluzioni in tutti i tipi di imprese nel manifatturiero andando a trasformare i processi, che fino a prima erano "discontinui, in processi continui" (Butera 2014, p.5). Le nuove innovazioni tecnologiche hanno portato ad un'estensione del "controllo automatico a tutte le macchine operative individuali come macchine a controllo numerico, robot avanzati (CNC, sistemi a controllo numerico), sistemi integrati e robot in sistemi di produzione flessibile (FMS)".²

¹ Il transistor è un dispositivo a semiconduttore utilizzato nell'elettronica che permette di realizzare circuiti. (fonte: Wikipedia)

² Per CNC (controllo numerico computerizzato) si intende l'utilizzo di una tecnologia mecatronica di misurazione e controllo in una macchina atta a modificare la forma e le dimensioni di un oggetto. Un esempio di macchina a controllo numerico può essere un tornio, una fresatrice, una saldatrice o anche una macchina di taglio lamiera. Con FMS (Flexible manufacturing system) viene inteso un sistema di produzione in grado di produrre autonomamente prodotti differenti. Come ripreso dal nome, questo nuovo tipo di automazione nasce per andare incontro alle nuove richieste di flessibilità del mercato. Questo sistema permette quindi di produrre volumi medio-

L'evoluzione di queste nuove tecnologie di produzione e progettazione del prodotto alla cui base vi è l'automazione flessibile, portò, a partire dagli anni '80, una nuova domanda di beni. I clienti iniziarono a richiedere tanti prodotti, sempre più vari tra di loro, e la possibilità di personalizzazione di tali.

Ci si trova dunque davanti ad una nuova questione che pone il problema di riuscire a produrre una grande quantità di prodotti personalizzabili (in larga scala), che vadano incontro alle esigenze richieste dalla clientela. Le imprese puntano a dar vita ad una nuova tecnica di produzione che combina la flessibilità e la personalizzazione dei prodotti, con i bassi costi unitari associati alla produzione di massa. Nasce dunque la *mass customization*: “La personalizzazione di massa mira a fornire prodotti e servizi che soddisfino al meglio le esigenze dei singoli clienti con un'efficienza di produzione quasi di massa”.

Questa strategia viene utilizzata soprattutto in settori come l'abbigliamento, l'arredamento, la tecnologia, l'alimentare e nel settore dell'automobilistica, dove la personalizzazione delle scelte dei clienti può fare la differenza in termini di competitività sul mercato.

Alla base della *mass customization*, vi è la nuova tecnica di produzione definita “produzione modulare”; la produzione modulare è una strategia di produzione che prevede la realizzazione di prodotti a partire da moduli standardizzati, che possono essere combinati tra loro per creare prodotti finali diversi e personalizzati. In questo tipo di produzione, i moduli sono progettati in modo da poter essere assemblati e disassemblati facilmente, permettendo di ottenere una grande flessibilità nella produzione e una maggiore efficienza in termini di costi e tempi.

In questo modo, l'impresa consente di soddisfare le esigenze dei clienti in modo rapido e flessibile, producendo in larga scala e riducendo i costi di produzione. La produzione modulare è inoltre vantaggiosa in termini di sostenibilità ambientale, tema molto combattuto ad oggi, poiché consente di ridurre gli scarti di produzione e di ottimizzare l'uso delle risorse.

Un esempio di *mass customization* potrebbe essere “Nike By You” della multinazionale americana Nike. Questo servizio, accessibile unicamente dal sito www.Nike.com o in alcuni store sparsi per il mondo, permette di progettare e personalizzare i prodotti di Nike, in particolare calzature, per poi acquistarli ed avere un pezzo unico. In questo modo, il cliente diventa il designer dei propri prodotti.

Il servizio venne lanciato nel 1999, e inizialmente era limitato alla sola personalizzazione di calzature da tennis. Ad oggi, il servizio permette di personalizzare circa una quarantina di scarpe

bassi ma di diversa natura fra di loro, in contemporanea; per questo le FMS sono utilizzate in “economie di diversificazione” piuttosto che in economie di scala.

di tutti i generi, partendo dalle scarpe da *running* fino a quelle da calcio: la personalizzazione permette di andare a modificare una vasta gamma di opzioni come il tipo di pelle, il colore, il tipo di suola, il tipo di chiusura, il colore dei lacci e così via.

I clienti possono anche scegliere di personalizzare ulteriormente le scarpe con il proprio nome o iniziali, oppure con un logo o un'immagine personalizzata.

Grazie alla *mass customization*, i clienti possono comprare scarpe personalizzate e su misura, che rispondono alle loro esigenze e preferenze estetiche, senza sostenere un prezzo troppo elevato.

1.3 Impresa 4.0

L'automazione oggi raggiunge il suo massimo sviluppo con l'Industria 4.0.

Il termine "Industria 4.0" è stato pubblicamente utilizzato per la prima volta in Germania nel 2011 da un gruppo di imprenditori tedeschi. Con Industria 4.0 si intende un insieme di sistemi cyber-fisici costituiti da macchine intelligenti, sistemi di storage e impianti di produzione in grado di scambiarsi autonomamente informazioni, innescare azioni e controllarsi a vicenda in modo indipendente. Questo permette di ottenere un forte miglioramento dei processi industriali coinvolti nella produzione, nell'ingegneria, nell'utilizzo dei materiali e nella gestione della catena di approvvigionamento e del ciclo di vita.

Con l'avvento della quarta rivoluzione industriale, dunque, si è andato via via sempre più promuovendo l'uso di tecnologie innovative quali robot avanzati, intelligenza artificiale, tecniche di elaborazione e scambio di dati, *internet of things* e altre tecnologie. L'utilizzo di queste innovazioni, applicate nel concreto all'industria, rende quest'ultima "intelligente"; essa riesce a dialogare meglio con l'uomo e gli permette di analizzare meglio le produzioni e tutti i vari processi all'interno della fabbrica.

L'automazione assume un ruolo cruciale poiché consente di migliorare l'efficienza, la produttività e la qualità dei processi produttivi, grazie all'introduzione di macchine e sistemi sviluppati in grado di operare in modo autonomo e coordinato.

In questo modo, l'Industria 4.0 consente una maggiore personalizzazione della produzione, una riduzione dei costi e dei tempi di produzione, una maggiore flessibilità e adattabilità alle esigenze del mercato.

Stefanini (2022) conferma che l'industria si sta muovendo verso una produzione industriale sempre più automatizzata e interconnessa, caratterizzata da una serie di nuove tecnologie che eliminano i confini tra il mondo fisico e l'Internet.

Le tecnologie emergenti che nel loro complesso costituiscono l'industria 4.0, possono essere suddivise in relazione a cinque capacità primarie. Queste consistono in: saper pensare o ragionare, saper vedere o sentire, saper comunicare o connettersi, saper muovere oggetti fisici e saper trasformare/elaborare i materiali. Vediamo in seguito alcuni esempi per ciascuna di esse:

- Tecnologie che riescono a pensare:

Il miglior esempio di tecnologia che riesce a replicare (e talvolta a superare) il pensiero umano è l'intelligenza artificiale. Per AI³ si intende quell'area dell'informatica che enfatizza la creazione di macchine intelligenti che funzionano e reagiscono come gli umani.

L'AI all'interno dell'industria può essere utile per migliorare l'efficienza e il controllo, la produttività e la competitività all'interno del mercato.

- Tecnologie che riescono a vedere o sentire:

I sensori per la realtà aumentata offrono un buon esempio di tecnologia che riesce a “vedere”: l'utilizzo di tali strumenti consente al lavoratore di osservare il mondo reale con l'aggiunta di immagini o dati generati da un computer, permettendogli di integrare la propria percezione della realtà con tutte le informazioni necessarie quando richiesto. Un altro esempio potrebbero essere i sensori per la realtà virtuale.

- Tecnologie che riescono a comunicare o connettersi:

Il *cloud computing* può fungere da grande piattaforma per l'azienda per archiviare dati, analizzare informazioni e utilizzare applicazioni di caricamento per ottimizzare la catena di produzione, aumentare l'efficienza produttiva e ridurre i costi. Lo scopo è quello di fornire un importante hub per lo scambio di dati e consentendo la condivisione di un pool per archiviare, elaborare e analizzare i dati.

- Tecnologie che riescono a muovere oggetti:

I veicoli a guida autonoma (AGV) sono veicoli senza conducente che si muovono autonomamente seguendo un percorso predefinito, che può essere modificato a seconda delle esigenze. Gli AGV possono migliorare i tempi di transito e la sicurezza; possono inoltre essere utilizzati in ambienti difficili o pericolosi per l'operatore umano, come per esempio in aree con forti temperature o con esposizioni a sostanze chimiche. Altri esempi possono essere robot con braccia meccaniche o droni.

³ *Artificial Intelligence*

- Tecnologie che processano i materiali:

Un esempio di tecnologia che lavora i materiali può essere la stampante 3D: questa permette di produrre un oggetto tridimensionale della forma e grandezza desiderata. La stampante 3D consente di ridurre i tempi e i costi di produzione, poiché diventa possibile creare parti e componenti in modo rapido ed efficiente, eliminando la necessità di processi di produzione tradizionali come stampaggio, fresatura o tornitura.

L'insieme delle tecnologie che combinano al contempo più capacità primarie, costituiscono l'industria 4.0.

Uno dei massimi esponenti di impresa quattro punto zero è sicuramente Tesla; l'impresa statunitense è stata fondata nel 2003 ed è chiamata così in memoria dell'inventore Nikola Tesla. L'azienda nel 2015 venne premiata da Forbes come la più innovativa al mondo; l'azienda utilizza tecnologie avanzate per la produzione dei suoi veicoli elettrici, tra cui l'automazione della produzione e l'Internet of Things (IoT). In particolare, Tesla ha introdotto il concetto di "fabbrica del futuro", in cui le linee di produzione sono gestite da robot e sistemi automatizzati. All'interno delle varie *gigafactory* sparse per il globo, vi sono grandi bracci robotici che spostano i telai delle macchine da un punto all'altro, AGV che trasportano componenti lungo un percorso, e piattaforme che aiutano gli operatori a inserire le varie componenti meccaniche nelle auto.

Tesla utilizza stampanti 3D per creare parti personalizzate e complesse dei suoi veicoli in modo più efficiente rispetto ai metodi di produzione tradizionali.

L'azienda utilizza inoltre la tecnologia cloud per l'elaborazione e l'analisi dei dati generati dai suoi veicoli, il che permette la raccolta di informazioni sulle prestazioni dei veicoli e il miglioramento continuo della progettazione e produzione degli stessi.

Il CEO Elon Musk ha portato Tesla ad essere considerata un'azienda all'avanguardia nella digitalizzazione dell'industria automobilistica dimostrando come la sua azienda sia diventata un importante attore nell'industria 4.0.

Capitolo 2

I fattori che spingono le imprese ad automatizzare

2.1 I vantaggi che derivano dell'automazione

In questa sezione del *paper* si andranno ad analizzare tutti i possibili vantaggi che derivano dall'utilizzo dell'automazione nel contesto aziendale.

Il sempre più marcato bisogno di produrre elevati volumi, mantenendo sempre costante o migliorando la qualità dei prodotti a parità di costi, ha portato ad uno sviluppo repentino dei sistemi automatici grazie ad un continuo investimento da parte delle imprese nel mercato. L'adozione e tale sviluppo delle nuove tecnologie digitali e meccaniche hanno portato ad un rapido cambiamento dello scenario competitivo internazionale.

Qui di seguito si andranno ad analizzare i principali vantaggi che derivano dall'applicazione di automazione nel settore industriale:

- L'automazione ha un impatto importante sulla **flessibilità** produttiva (Pour, 2022); l'automazione industriale permette una maggiore flessibilità nella produzione, facendo sì che le imprese riescano a rispondere alle esigenze del mercato in modo repentino. I macchinari possono eseguire vari tipi di operazioni senza richiedere uno sforzo proibitivo nel passaggio da un'operazione all'altra. Questa capacità dona una forte libertà all'impresa che può scegliere cosa e come produrre (se puntare su una produzione standard, andando ad utilizzare un'economia di scala, oppure una produzione personalizzata, grazie alla flessibilità dell'impianto produttivo). I sistemi automatizzati possono essere facilmente programmabili per adattarsi a diverse configurazioni di produzione.
- L'automazione consente l'aumento della **sicurezza** all'interno dell'impresa. L'automazione industriale può ridurre la necessità di intervento umano in ambienti di lavoro pericolosi o ad alto rischio, abbassando così la possibilità di incidenti o lesioni dei lavoratori. I compiti più impegnativi o pericolosi possono essere affidati alle macchine, sollevando il lavoratore umano da possibili rischi. I robot possono essere progettati per svolgere lavori in ambienti a forte esposizione di temperatura, di rumore

o di radiazioni. Grazie a queste nuove tecnologie, sono state apportate numerose migliorie alle condizioni lavorative del personale umano.

- L'automazione ha un forte impatto sulla diminuzione dei **costi** di produzione. L'impiego di macchine automatizzate può ridurre la dipendenza del lavoro umano in determinate mansioni, permettendo all'impresa di risparmiare su tutti i costi relativi associati come salari, benefici e formazione. L'implementazione dei sistemi industriali automatizzati può richiedere un forte investimento iniziale, ma nel lungo periodo può portare a significativi risparmi di costo.
- L'automazione permette di produrre elevati **volumi** di produzione grazie alle dimensioni dell'impianto: nei periodi antecedenti all'utilizzo di automazione e robotizzazione, l'intero processo produttivo era in mano all'uomo. La capacità produttiva era estremamente ridotta rispetto ad oggi e i tempi di produzione più lunghi. Oggi, maggiore è la grandezza dei sistemi automatici, maggiori saranno i volumi di produzione. L'automazione porta ad un aumento della capacità produttiva, andando ad evidenziare un importante fattore di economicità per l'impresa.
- L'automazione industriale può portare ad un miglioramento della **qualità** totale. L'automazione permette il miglioramento sia della produzione, sia di un più preciso controllo della qualità. La precisione delle macchine porta a ridurre al minimo la variabilità della produzione, andando a ridurre gli scarti. L'utilizzo di sensori automatizzati o di sistemi di visione artificiale permette un miglior rilevamento di difetti e anomalie rispetto all'ispezione umana. Il prodotto che viene ottenuto risulta quindi preciso e di alta qualità.
- L'automazione permette inoltre una maggior "**valorizzazione del capitale umano**": nella maggior parte dei casi, i sistemi meccanici vanno a rimpiazzare quel tipo di lavoro umano che in genere non richiede alcuna *skill* o specializzazione. Il lavoratore, quindi, diventa più propenso ad acquisire nuove competenze o a sviluppare quelle che già ha, per riuscire ad ottenere una qualifica maggiore e un posto lavorativo più sicuro.

2.2 L'automazione è vista come conflitto o opportunità?

Fin dagli inizi della prima rivoluzione industriale, Bellani (2023) afferma che vi era una forte e diffusa paura che l'automazione potesse portare ad una massiccia riduzione dei posti di lavoro. In tempi più recenti, a partire dagli anni Cinquanta del secolo scorso, sono stati condotti vari studi per comprendere la fondatezza o meno di tale pensiero. Gli esperti, in seguito al forte

sviluppo dell'automazione in tutti i vari settori, iniziarono a domandarsi quali sarebbero stati gli effetti che l'automazione avrebbe portato a livello di occupazione, oltre al chiedersi quali sarebbero state le nuove competenze necessarie per lo svolgimento della “moderna” attività lavorativa.

Uno di questi studi, vede come protagonisti il forte governo statunitense insieme agli altri governi dei paesi più sviluppati in quel periodo; intorno all'inizio degli anni Sessanta, si stanziarono buone somme di denaro per condurre varie analisi sugli effetti che l'automazione aveva sulla popolazione lavorativa. Si voleva effettuare un programma di ricerche per analizzare tutti i possibili vantaggi e svantaggi che derivavano dall'utilizzo di queste nuove tecnologie. La società e le varie associazioni sindacali erano in subbuglio per la paura di potenziali conseguenze in termini di disoccupazione e dequalificazione professionale.

Alla fine degli anni Sessanta, il governo americano decretò che l'occupazione non avrebbe avuto ripercussioni negative grazie al fatto che l'automazione era diffusa in piccola scala nell'industria statunitense.

Contrariamente a quanto stimato, intorno alla metà degli anni Settanta, ci fu una rapida estensione dell'automazione in tutti i vari settori del manifatturiero. Questa espansione non portò però ad un calo dei posti di lavoro, ma a un “brusco cambiamento nella composizione professionale della forza lavoro, ossia meno operai e più lavoratori della conoscenza” (Butera 2014). Un effetto positivo a favore del governo e della popolazione (“valorizzazione del capitale umano”).

Durante gli anni Ottanta, per effetto dei cambiamenti che stavano portando il mercato da un'economia dei bisogni ad un'economia dei desideri, i vari imprenditori capirono che il vantaggio competitivo poteva essere dato da una radicale modifica del modo di produrre. L'automazione, dunque, si diffuse ad un ritmo ancora più veloce di quello dell'ultimo decennio e questo portò nuovamente confusione e disordine tra la società.

Come riportato dagli studi di Matysiak (2023), dall'inizio del ventunesimo secolo, una nuova ondata di ansia e preoccupazione dovuta al fatto che i robot possono sostituire la forza lavoro umana, si sta abbattendo sulla popolazione mondiale.

L'utilizzo, da parte delle imprese, di automazione e robotica porta a tutti gli effetti una modifica nel modo di lavorare e delle *skill* richieste. Dagli studi di Acemoglu e Autor (2011), si evince che la maggior parte dei lavori che richiedono compiti routinari, saranno facilmente eliminati o sostanzialmente modificati. Inoltre, nella maggior parte dei trentotto Paesi membri dell'OCSE, è stato stimato che circa il 10-14% dei lavori verranno completamente sostituiti da robot e circa il 25-70% delle mansioni saranno automatizzate.

Sempre Acemoglu (2020), afferma che l'automazione sembra esercitare degli effetti fortemente negativi sull'occupazione o sulle possibilità di un buon guadagno economico, su tutti quei lavoratori con un'istruzione medio-bassa. Questo è dovuto dal fatto che i lavoratori con una bassa specializzazione sono facilmente rimpiazzabili da robot per le mansioni che generalmente svolgono, di facile portata e spesso ripetitive. In questo senso, l'automazione e l'introduzione di robot e macchine intelligenti può ridimensionare l'importanza dell'attività umana riducendola al solo compito di sorvegliare il corretto fluire del processo produttivo.

La questione diventa più generale se si pensa che nel settore dei servizi, combinazioni di tecnologia e robotica (Guarascio 2017, p.9), "consentono la sostituzione di mansioni umane ad alto tasso di complessità". Robot ben programmati stanno già approdando nel mondo del lavoro, andando ad essere utilizzati come operatori di call center o di assistenza post-vendita, anestesisti, redattori di articoli di giornale e molto altro. L'uomo perde dunque quel vantaggio comparativo (Guimaraes 2022) che aveva nei confronti delle macchine, motivando i datori di lavoro a puntare su un'automatizzazione e robotizzazione dei processi.

Un possibile ulteriore problema potrebbe nascere dal fatto che l'automazione possa portare ad un aumento del *gender gap* per quanto riguarda l'occupazione e la differenza salariale; gli studi di Matysiak (2023) e Brussevich (2019) ci portano ad affermare che le donne residenti nei paesi OCSE, possono essere più esposte all'avvenire dell'automazione poiché sono più spesso impiegate in mansioni che sono caratterizzate da compiti routinari.

In aggiunta, il nuovo utilizzo di macchinari e robot intelligenti sembra far aumentare la disparità salariale tra i due generi, andando a beneficiare il genere maschile nelle occupazioni a medio-elevato livello di specializzazione (Aksoy 2021).

Un dato importante e positivo è che negli ultimi anni, la nuova e forte generazione femminile si sta sempre di più focalizzando su lavori che richiedono mansioni *high skill*, allontanandosi sempre di più quindi da tutti quei compiti che richiedono attività standard.

Un ulteriore rischio associato all'utilizzo delle tecnologie dell'automazione nel manifatturiero è dato dal possibile aumento dell'alienazione (Sacchi 2019). È stato dimostrato da uno studio condotto in Germania (Abeliansky 2019), che l'adozione di robot ha avuto un impatto particolarmente negativo sulla salute mentale dei lavoratori e sulla loro produttività. L'adozione delle nuove tecniche manifatturiere ha portato inevitabilmente ad una accelerazione dei ritmi produttivi, andando però ad avere un effetto negativo sulla salute dei lavoratori a causa della continua pressione per il mantenimento di standard produttivi elevati.

Come conseguenza a ciò, gli indici di mortalità dovuti a sostanze stupefacenti e alcol sono aumentati considerevolmente.

La forte diffusione dell'automazione non porta con sé solo problematiche e conflitti. A fronte di questi vari problemi legati all'utilizzo dei nuovi sistemi meccanici, vi sono perlopiù un maggior numero di opportunità che si creano.

Innanzitutto, l'applicazione di automazione e delle nuove tecnologie abilitanti non ha portato solo ad una diminuzione dei posti di lavoro, ma, piuttosto, come dimostrano gli studi di Guimaraes (2022), si è assistito ad un processo di creazione di ulteriori posti di lavoro (negli US) e di conseguenza un incremento del tasso di occupazione della popolazione.

Secondo le previsioni, l'impiego della robotica nelle fabbriche potrebbe generare un ciclo di crescita economica a livello globale, incentivando lo sviluppo di nuovi settori industriali e nuove professioni. Dunque, (Guarascio, 2017, pp. 5) “a fronte di qualcosa che viene rimpiazzato o distrutto, vi è qualcos'altro che viene creato”.

Secondo gli studi di Kessler (2017), l'automazione e la robotica all'interno di un'industria possono portare a due possibili scenari che hanno entrambi l'effetto di aumentare i posti di lavoro. Il primo scenario prevede un abbassamento dei prezzi dei prodotti grazie alla riduzione dei costi della manodopera: ciò comporterebbe un aumento della domanda di mercato, che potrebbe portare ad un aumento del bisogno di lavoratori e quindi ad un aumento del tasso di occupazione. Il secondo scenario, invece, prevede un aumento del profitto aziendale o dei salari, che a sua volta porterebbe ad un aumento degli investimenti e quindi ad un possibile aumento della produttività e dell'occupazione. In entrambi i casi, l'aumento dell'occupazione sarebbe il risultato di una maggiore efficienza e competitività dell'azienda, piuttosto che di una sostituzione della forza lavoro umana con quella robotica.

Un altro importante fattore da considerare è che l'automazione, come affermato da Autor (2015), ha un forte impatto sulla qualità dell'occupazione. L'introduzione di tecnologie abilitanti e di automazione all'interno delle imprese migliora i processi, portando ad un aumento dell'efficienza e dell'ergonomia produttiva. Questo aumento spesso si traduce in un miglioramento delle condizioni lavorative, poiché diminuisce lo sforzo fisico richiesto per le operazioni e si riducono i rischi per la salute. In aggiunta, l'incremento del livello di tecnologia utilizzato nei processi produttivi potrebbe portare alla diffusione di innovazioni organizzative e alla necessità di un continuo aggiornamento delle competenze dei lavoratori. In questo modo, i lavoratori possono concentrarsi su attività ad alto valore aggiunto, lasciando ai robot e alle macchine attività ripetitive e meno qualificate.

Un'ulteriore possibile opportunità può nascere dal fatto che l'automazione riesce ad aumentare la produttività globale (Kessler 2017); negli ultimi anni, si sta verificando un forte calo del tasso di natalità in vari paesi, causando una diminuzione della percentuale di popolazione in età lavorativa. Per riuscire a mantenere il tasso del PIL costante, ogni lavoratore dovrà essere più

produttivo dei lavoratori attuali e migliorare il proprio rendimento. A fronte di tale problematica, l'automazione potrebbe essere una soluzione: secondo vari studi effettuati da McKinsey, l'utilizzo di automazione potrebbe aumentare la produttività globale del 0.8%-1.4% ogni anno, a patto che non vi sia un declino del tasso di occupazione.

Tutti questi fattori fanno pensare ad un proficuo futuro lavorativo per le imprese e i lavoratori.

2.3 Automatizzazione e robotica nel contesto italiano

Dopo un periodo di interruzione causato dalla pandemia, l'automazione è tornata a correre a ritmo serrato, con una crescita molto elevata nell'ultimo biennio. Secondo gli studi condotti nel 2021 dalla Federazione Internazionale della Robotica (IFR), il numero di nuovi robot installati in tutto il mondo ha superato il mezzo milione, registrando una crescita del 31% rispetto al 2020. Con il sostegno di questi dati, si può stabilire che il totale di robot industriali installati nelle fabbriche in tutto il mondo ha superato le 3,5 milioni di unità. La crescita risulta forte e positiva in tutti i principali settori industriali e geograficamente l'andamento è positivo in tutte le aree.

L'Asia si conferma come il mercato più grande per l'installazione di robot industriali: nel 2021 circa il 74% del totale delle nuove implementazioni nel mondo è stato installato in Asia, soprattutto in stati quali Cina, Giappone e Corea.

L'Europa invece si classifica al secondo posto, con un'installazione di circa 84.000 robot (Crisantemi 2022). La crescita risulta molto importante anche in quest'area, registrando un aumento del 24% rispetto agli anni precedenti.

In testa, come primo stato in Europa con un forte sviluppo sui sistemi di automazione, si afferma la Germania, risultando uno dei cinque principali mercati di robot nel mondo, con una quota del 28% del totale delle installazioni in Europa nel 2021.

Il Bel Paese si attesta come seconda realtà europea con il più ampio mercato di robot: il *World Robotics report 2022* attesta che le implementazioni di robot in Italia sono aumentate del 65% rispetto all'anno precedente, raggiungendo le 14.083 unità nel 2021.

Nel corso dello stesso anno, il settore italiano dell'automazione e della robotica ha registrato una crescita significativa (dati ripresi sempre dal World Robotics Report 2022), con la maggior parte delle implementazioni concentrata nei settori dei metalli e dei macchinari. Nel dettaglio (Crisantemi 2022), sono state installate circa 3.000 unità (+44%), che coincide con circa il 21% del totale delle installazioni. Va notato come negli ultimi anni le installazioni in questi due

settori siano notevolmente aumentate, con il settore dei prodotti metallici che ha registrato un aumento del 27% e il segmento dei macchinari industriali un tasso di crescita dell'82%. Rispetto alla situazione del settore automobilistico, invece, si è registrata una diminuzione della domanda del 4% nel corso del 2021. Il totale di robot installati in questo mercato è stato di circa 320 unità (rappresenta una diminuzione del 26%), mentre i fornitori di parti per l'automotive hanno ridotto le loro implementazioni del 13%, con un totale di circa 670 unità. Il settore del *food and beverage* è diventato sempre più un importante mercato per l'installazione dei robot industriali in Italia negli ultimi anni, superando per la prima volta le 1.000 unità implementate nel 2019 e raggiungendo un nuovo picco di 1.200 unità nel 2021 (+18%). Le installazioni di robot nel settore della plastica e dei prodotti chimici hanno rappresentato il 7% del totale delle installazioni in Italia, con un totale di circa 960 unità (con un aumento del 28% rispetto agli anni precedenti). Si tratta di un settore che, nonostante la pandemia, ha continuato a registrare una crescita costante, grazie soprattutto alla necessità di migliorare l'efficienza produttiva e la qualità dei prodotti. In generale, si può notare come tutta l'industria italiana stia investendo sempre di più in questo settore, anche per migliorare la sicurezza sul lavoro. Anche se alcuni settori, come quello dell'industria automobilistica, stanno attraversando un periodo di difficoltà, in generale la tendenza è quella di un aumento delle installazioni di robot, con una crescita che riguarda anche le piccole e medie imprese. La situazione italiana, quindi, sembra essere positiva e in linea con la tendenza globale verso un aumento dell'automazione e della robotica nel mondo industriale.

Un'analisi condotta da Stefanini, Tancredi e Vignali (2022) ha dimostrato che esistono ancora differenze nell'implementazione delle diverse tecnologie abilitanti a livello geografico in Italia. Lo studio si basa su un questionario di trentuno domande, redatto insieme all'Università di Parma e all'ente pubblico INAIL. Le imprese partecipanti sono state circa una settantina e oltre la metà di esse (54.3%) ha dichiarato di utilizzare quotidianamente automazione e tecnologie intelligenti. Il restante 31,4% ha dichiarato che tali tecnologie verranno adottate in un prossimo futuro.

Implementazione tecnologie 4.0 in Italia

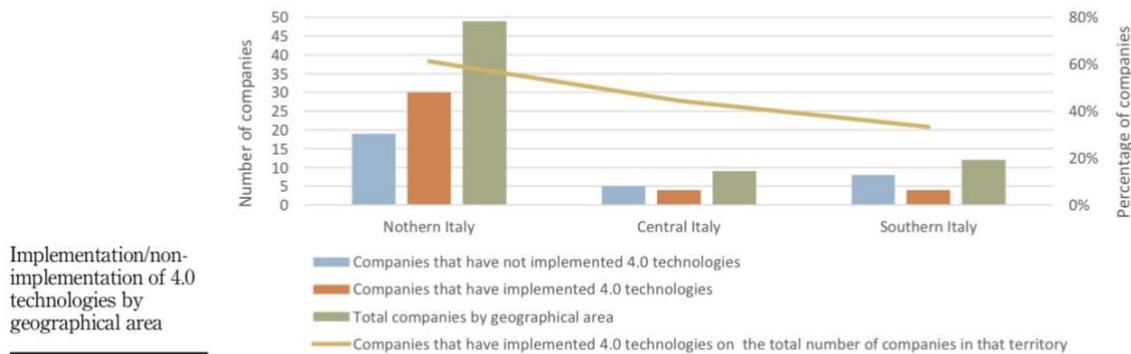


Figura 1.1: rapporto implementazione/non implementazione di tecnologie 4.0 nelle aree Nord, Centro e Sud Italia. Fonte: Industry 4.0 and intelligent predictive maintenance: a survey about the advantages and constrains in the Italian context. (Stefanini R., Tancredi G.P.C.).

La figura 1.1 rappresenta la percentuale di implementazione delle tecnologie 4.0 nelle aziende: come si può osservare, il rapporto (totale aziende che hanno implementato/totale aziende) è alto nel nord Italia, con una percentuale del circa 62%. Il rapporto è di circa il 44% nelle aziende del centro Italia e, man mano che si va verso il sud, il rapporto inizia a scendere arrivando al 33%.

Come affermato da Stefanini (2022), i principali ostacoli delle imprese per l'installazione di tali tecnologie sono rappresentati da una scarsa informazione sulla loro fruibilità, dall'assenza di personale esperto nel settore, dal cospicuo esborso economico necessario per procedere all'acquisto e all'implementazione e, per ultimo, dal fatto che parecchie aziende ancora non percepiscano la necessità di innovare introducendo tecnologie intelligenti. Stefanini riporta che nel complesso le aziende si sono dimostrate interessate ad una futura implementazione delle tecnologie 4.0. Vi è però la necessità di approfondire e migliorare le competenze tecnologiche e manageriali necessarie, aumentare il numero di corsi di formazione e individuare partner industriali qualificati.

Capitolo 3

Le prospettive future dell'automazione: uno sguardo ad AI e robotica

3.1 AI e robotica nelle imprese

L'intelligenza artificiale e la robotica stanno diventando sempre di più i *driver* della trasformazione digitale nelle imprese. Gli studi presentati da Siderska (2020) ci portano ad affermare che l'adozione di queste tecnologie rappresenta una soluzione per facilitare ulteriormente il flusso di lavoro delle organizzazioni, per creare nuovi tipi di prodotto e servizio e per migliorare ulteriormente l'esperienza dei clienti.

Il termine "intelligenza artificiale", nonostante il suo sempre più frequente utilizzo nel contesto odierno, è stato utilizzato per la prima volta nel 1956, il che dimostra a tutti gli effetti che non si tratta di un termine attuale. Durante un convegno sullo sviluppo di sistemi intelligenti tenuto nel New Hampshire, l'informatico americano John McCarthy coniò l'espressione "intelligenza artificiale" per fare riferimento a macchine e processi che imitano la mente umana e prendono decisioni come gli umani (Tlili et al., 2023).

Dal 1956, la definizione di AI ha subito dei mutamenti e il suo significato si è evoluto nel corso del tempo (Crompton 2023). Ad oggi, secondo l'Enciclopedia Treccani, con questa terminologia si indica una disciplina che "studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che consentono di progettare sistemi hardware e sistemi di programmi software atti a fornire all'elaborato elettronico prestazioni che ad un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana".

Per quanto riguarda la disciplina della robotica, indicare le origini del termine risulta pressoché impossibile; questo è dovuto dal fatto che fin dall'antichità, l'uomo ha sempre cercato di progettare prototipi o vere e proprie macchine automatizzate per alleggerire il carico di lavoro e diventare più efficienti. Secondo quanto riportato dall'Enciclopedia Wikipedia, per robotica si intende la "disciplina dell'ingegneria che studia e sviluppa metodi che permettano a un robot di eseguire dei compiti specifici riproducendo in modo automatico il lavoro umano".

Come dalle due definizioni sopraelencate, è importante sottolineare che intelligenza artificiale e robotica non coincidono. L'intelligenza artificiale, infatti, si riferisce alla capacità delle macchine di apprendere e migliorare le loro prestazioni in modo autonomo, mentre la robotica

si riferisce alla progettazione e costruzione di robot fisici che possono svolgere compiti specifici.

La loro applicazione spesso però può essere congiunta: un buon esempio lo si può riscontrare nel settore dell'automotive. Come già osservato nel primo capitolo di questo *paper*, l'industria automobilistica è stata una delle prime a adottare la robotica con la catena di montaggio. Questa, infatti, ha migliorato la produzione nelle fabbriche andando a ridurre i tempi di produzione, diminuire il *throughput time*⁴ e aumentare la qualità dei prodotti finali. L'intelligenza artificiale invece, può essere utilizzata per aumentare ulteriormente la qualità dei processi e dunque degli output finali, attraverso l'analisi dei dati generati da sensori robot per identificare i punti deboli della catena di montaggio e migliorare la progettazione dei prodotti.

Altri esempi si possono riscontrare in aziende che vogliono aumentare l'efficienza della loro logistica: i robot in generale possono anche essere utilizzati per la raccolta, l'imballaggio e la spedizione di prodotti in magazzini e centri di distribuzione. L'utilizzo di intelligenza artificiale può essere osservato anche nel migliorare la pianificazione e l'ottimizzazione delle attività di logistica, ad esempio attraverso l'analisi dei dati di inventario e delle informazioni sulle spedizioni per prevedere le esigenze future e migliorare l'efficienza del processo.

Secondo una prospettiva più ampia, sempre all'interno dell'industria vi sono varie tecnologie che combinano sinergicamente AI, robotica e tutte le altre varie tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0: fra queste, il ruolo più rilevante è coperto da “Big Data”, “Advanced Automation” e “Interfacce Vocali”.

Con il termine “Big Data”, ci si riferisce a (Guarascio 2017, p.8) “supporti materiali ed immateriali che consentono di immagazzinare, elaborare e trasmettere enormi masse di dati che hanno come tecnologia di base l'immagazzinamento dei dati su Ram”. Per megadati si intende dunque un'enorme raccolta di tante piccole informazioni aggregate fra di loro in modo strutturato, che generano informazioni ad alto valore aggiunto (Carrozza 2019). La modalità di raccolta e organizzazione di tali informazioni deve essere il più possibile simile al modo di ragionare umano, in modo tale che si possa poi sfruttare al massimo l'AI nel momento in cui si va a svolgere attività di *mining* ed estrazione delle informazioni utili.

Per quanto riguarda l'“Advance Automation”, ci si vuole riferire alla creazione di robot che hanno capacità ergonomiche, di apprendimento e di risoluzione dei problemi mai pensati prima, basate sulla tecnologia di base come la robotica, l'intelligenza artificiale e l'apprendimento automatico. Uno dei massimi esempi di Advance Automation è rappresentato dai robot collaborativi (chiamati anche “cobot”, che deriva dall'inglese e sta per “collaborative robot”).

⁴ Tempo necessario per produrre il numero totale di input

Questi robot sono progettati per lavorare in modo sicuro e collaborativo con gli esseri umani e vengono impiegati in diversi compiti industriali, quali l'assemblaggio, la saldatura, la movimentazione di materiali e molte altre attività.

L'ultimo rilevante utilizzo delle tecnologie sopracitate che combinano l'applicazione di AI e robotica nell'industria lo si individua con le Interfacce vocali. Secondo Guarascio (2017), con tali tecnologie si intendono tutti quei dispositivi che aumentano le capacità umane attraverso il riconoscimento vocale o la realtà aumentata. Tali tecnologie possono essere integrate in robot, che diventano così capaci di comprendere e rispondere ai comandi vocali degli utenti. In questo modo, i robot diventano più accessibili e il loro utilizzo diventa più semplice.

Un fattore chiave da tenere in considerazione è che per introdurre con successo nuove tecnologie in un'organizzazione è essenziale che le aziende garantiscano una formazione tempestiva ed efficace del personale, in modo che la perfetta integrazione tra macchinari e dipendenti sia possibile. Per massimizzare i benefici delle nuove tecnologie, è dunque importante dotarsi di personale competente nell'utilizzo dei macchinari, poiché nelle mani di operatori inesperti possono risultare addirittura dannosi per l'efficienza dell'azienda.

3.2 Automazione e robotica all'interno dei magazzini Amazon

Amazon, fondata nel 1994 dall'imprenditore Jeff Bezos, è una delle maggiori aziende al mondo attive nell'e-commerce ed è riconosciuta come la più grande internet company del pianeta. Inizialmente nata come libreria, nei primi anni di attività, il piano aziendale non prevedeva di ottenere profitti. Tuttavia, dopo la *Bolla delle Dot-com*⁵, Amazon riesce a resistere e comincia ad ottenere i suoi primi profitti aziendali. Grazie ad una serie di buoni investimenti e alla diversificazione dell'offerta, i ricavi hanno continuato ad essere positivi negli anni a seguire, tanto che nel 1997 Amazon fa il suo ingresso nel mercato azionario americano. Successivamente, nel 2005, entra nell'indice azionario statunitense S&P 500, del quale fanno parte le aziende a maggior capitalizzazione.

I risultati continuavano ad arrivare tanto che, negli ultimi mesi del 2018, l'azienda raggiunge un valore di capitalizzazione di mille miliardi di dollari, diventando così la seconda impresa mondiale a raggiungere tale risultato.

⁵ *Bolla speculativa tra gli anni 1997-2000*

Lo sviluppo di Amazon lo si può osservare ulteriormente dal numero di dipendenti: come dichiarato dall'azienda, sono circa oltre 1.622.000 i dipendenti presenti in tutte le varie sedi sparse per il mondo.

Nello specifico, in Italia, il numero di dipendenti ha raggiunto le 17.000 unità, risultando come una delle aziende che ha creato più posti di lavoro nella Penisola negli ultimi dieci anni. Per quanto riguarda le sedi, come dichiarato nel sito aboutamazon.com, in Italia sono circa 50 quelle attive. La prima sede logistica aperta nel Bel Paese è stata in Emilia-Romagna, a Castel San Giovanni. Con il susseguirsi degli anni, Amazon ha implementato altre sedi concentrate soprattutto nella zona Centro-Nord del Paese.

All'interno dei magazzini Amazon, si può osservare come l'automazione e la robotica abbiano modificato completamente il modo di lavorare.

Nello specifico, in questa sezione del *paper*, si andrà a fare riferimento al funzionamento del polo logistico di Amazon a Novara, aperto nel 2021, ad oggi considerato uno dei magazzini più automatizzati e robotizzati del mondo.

L'impegno di Amazon verso l'innovazione e la sostenibilità ambientale si manifesta fin da subito osservando l'esterno: l'azienda offre ai propri dipendenti e visitatori la possibilità di ricaricare i propri veicoli grazie alle ottanta colonnine elettriche situate nel parcheggio. Queste sono completamente gratuite grazie alla presenza di un grande impianto fotovoltaico erogatore di energia utile al loro funzionamento, energia che viene utilizzata anche per l'intero *plant*.

Non appena si entra nel magazzino, si possono osservare grandi contenitori contenenti tutti i materiali *D.P.I.*⁶ già usati dai dipendenti che vengono poi riciclati quasi in toto (95%).

Il processo di stoccaggio dei materiali inizia non appena questi arrivano in magazzino grazie alla presenza di nastri trasportatori. La loro funzionalità è quella di trasportare i prodotti dall'area di scarico merci fino alle stazioni di caricamento del magazzino automatizzato. Qui, dopo il login da parte di un operatore, la postazione e tutti i vari scanner si accendono. Il processo di stoccaggio avviene grazie alla presenza dei robot "Proteus". Dalle dichiarazioni rilasciate dal sito "AboutAmazon.com", questi sono robot *AGV*⁷ completamente autonomi utilizzati per spostare scaffali contenenti fino a mezza tonnellata di prodotti da un punto all'altro del magazzino. Funzionano a batteria e sono dotati di un gran numero di telecamere utili a leggere i codici QR segnati sul pavimento in modo tale da riuscire sempre a seguire rotte già stabilite e programmate.

⁶ Scarpe, giacche, cappelli con il frontino, ...

⁷ L'acronimo *AGV* sta per *Automated Guided Vehicle*; ci si riferisce a veicoli robot principalmente utilizzati per la movimentazione di prodotti all'interno di uno stabilimento industriale (fonte Wikipedia).

Tali robot, che hanno una forma molto simile a quella dei robot aspirapolveri che si trovano nelle comuni abitazioni, hanno la capacità di infilarsi sotto gli scaffali nei quali posizionare i prodotti per lo stoccaggio, sollevarli e portarli all'operatore umano.

Quest'ultimo, dopo aver ricevuto i prodotti dal nastro trasportatore, va ad inserirli nei cassetti dell'apposito scaffale avvicinatogli da Proteus secondo specifiche informazioni. Il posizionamento dei prodotti nello scaffale dipende dagli scanner che analizzano il prodotto in mano all'operatore, capiscono l'eventuale posizione ottimale all'interno dello scaffale o la non congruità del prodotto in base alle sue caratteristiche dimensionali. Vi è anche un gioco di colori poiché nel momento in cui lo scanner riesce a riconoscere che il prodotto non è adatto per quel determinato cassetto, si accendono delle luci viola appositamente per indicarlo.

La seconda fase è la cosiddetta "fase di picking", cioè il processo di prelevare i prodotti dagli scaffali mobili nel momento in cui si riceve un ordine. Inizia quindi il processo di preparazione degli ordini, che saranno poi spediti ai clienti.

Per inciso, Amazon, oltre ad accogliere e ad ascoltare tutti i vari consigli e miglioramenti da parte dei dipendenti, tiene molto alla sicurezza di ciascuno: i sistemi di D.P.I. da utilizzare sono molti ed innovativi, ma soprattutto si punta all'ergonomia. I corsi di sicurezza sono mirati ad individuare le soluzioni migliori per le esigenze psicofisiche dei lavoratori: Amazon dichiara infatti che per poter raggiungere i prodotti che si trovano nei cassetti in alto dello scaffale, bisognerebbe usare le scalette sempre a portata vicino alla postazione, se invece il prodotto dovesse trovarsi in basso, bisognerebbe effettuare uno squat.

La penultima fase è quella dell'impacchettamento dei prodotti, i quali arrivano nella postazione dell'operatore grazie a dei nastri trasportatori. Appena le ceste arrivano, vi è un lettore che riconosce i prodotti che stanno all'interno e un *bar scanner* che suggerisce al dipendente il tipo di scatola da utilizzare. Lo stesso accade anche con gli ordini multipli; l'operatore dopo essersi loggato nella postazione, prende gli oggetti multipli da uno scaffale e uno scanner gli indica la busta da utilizzare. Il tutto è possibile grazie al fatto che il sistema riconosce le forme e le dimensioni dei prodotti.

In ultimo, l'operatore dopo aver impacchettato e scansionato il prodotto, lo posa su un altro nastro trasportatore. Questo lo trasporta fino ad una stazione dove un braccio robotico riesce a singolarizzarli, ovvero girarli e posizzarli in modo consono per poi rimetterli precisi in un *cross belt sorter*⁸ che scorre all'interno di tutto il magazzino. Da qui, grazie a questo nastro, i pacchi vengono inseriti nei contenitori e inizia il viaggio verso le case dei clienti.

⁸ Sistema di smistamento basato su un nastro trasportatore incrociato.

Il braccio robotico citato è una tecnologia automatizzata chiamata “Cardinal”: questa è stata implementata principalmente per (Amazon Staff 2022) ridurre lo spostamento di pacchi pesanti e ridurre i movimenti di torsione e rotazione dei dipendenti, con conseguente minor rischio di infortuni e lesioni. Cardinal è un robot che utilizza l’Intelligenza Artificiale e la visione computerizzata: queste tecnologie permettono alla macchina di selezionare i pacchi, sollevarli, leggerne l’etichetta e poi posizionarli con precisione nel nastro trasportatore o in uno scaffale trasportato da Proteus.

3.3 Esempi di AI e robotica in altri settori

Nel tempo, l’automazione è diventata sempre di più una forza motrice che, come già analizzato precedentemente, porta le imprese ad essere complessivamente più efficienti e produttive. La sua applicazione va oltre il tradizionale settore dell’industria: in questo paragrafo, infatti, si andranno ad analizzare ulteriori possibili esempi di automazione e tecnologia in altri settori, per comprendere come questa nuova tendenza stia modificando le imprese in tutti i vari ambiti.

Fra i settori principali in cui si possono trovare applicazioni di tecnologia (come A.I. e robotica) vi sono quello dell’istruzione e dell’educazione, quello fotografico, quello alimentare (e culinario) e altri ancora. In questa sezione di *paper* si andrà a fare un focus su quelli appena citati.

Nel settore dell’istruzione e dell’educazione, una delle prime applicazioni di tecnologia la si può osservare con l’I.T.S.⁹: questa applicazione rappresenta un tipo di sistema di insegnamento svolto tramite l’uso di computer. Il sistema mira a clonare il comportamento e le indicazioni di un docente umano, grazie alla capacità del computer di rispondere in modo corretto tramite l’utilizzo di tecnologie intelligenti e database. Il sistema di tutoraggio intelligente è generalmente usato per replicare i vantaggi che derivano da un insegnamento individuale e personalizzato, in contesti in cui altrimenti si avrebbe un insegnamento uno-a-molti (come una lezione in aula) oppure uno-a-nessuno (ad esempio nel momento dei compiti a casa).

Altri utilizzi di tecnologia a supporto degli apprendimenti possono essere individuati in quei sistemi che utilizzano AI. Un esempio può essere osservato nell’impresa svedese “Lexplore” che ha sviluppato un sistema che combina intelligenza artificiale e sensori di movimento degli occhi per rilevare il disturbo da dislessia negli studenti (Tuomi 2018), oppure in altri sistemi

⁹ La sigla sta per *Intelligent Tutoring System*, ovvero sistema di tutoraggio intelligente

ancora, sempre basati sull'AI, che riescono con successo ad individuare il disturbo da deficit di attenzione/iperattività (ADHD).

Un ulteriore esempio si può riscontrare nella nuova interfaccia di intelligenza artificiale ChatGPT¹⁰: gli studi di Tlili (et al, 2018) dimostrano come ChatGPT vada oltre la sua funzione primaria di imitazione di una conversazione umana. Questa nuova tecnologia, infatti, riesce a creare letteralmente cose nuove, come una poesia, una storia o un romanzo, a risolvere problemi e quesiti e a tradurre istantaneamente frasi e testi. Risulta essere una buona fonte di informazioni dato che nel suo database vi sono un gran numero di libri, articoli di giornale, forum, pagine web. Può quindi potenzialmente essere un buon supporto all'apprendimento per ottenere informazioni aggiuntive o ricevere assistenza, se usato nel modo corretto. Vi sono però dei contro da sottolineare: primo fra tutti il fatto che in alcune situazioni le risposte possano mancare di contesto oppure essere errate o non verificate. Inoltre, come già accaduto a New York, il Dipartimento dell'Istruzione ha proibito l'uso di ChatGPT perché andava a ledere la capacità creativa e di immaginazione degli studenti che lo utilizzavano per copiare durante i compiti. È importante dunque prendere in considerazione gli aspetti negativi di questa tecnologia andandola ad usare con consapevolezza.

Per quanto riguarda il settore fotografico e di *videomaking*, l'utilizzo di sistemi di IA può portare a nette migliorie nel settore. In *primis*, vi sono alcuni programmi che riescono a migliorare la qualità delle immagini intervenendo su un determinato parametro (p.p.i.¹¹). Questo permette di aumentare la risoluzione delle foto rendendole meno sgranate. Un altro grande passo avanti è costituito da tutti quei sistemi di editing e montaggio video per la creazione di contenuti videografici. Con un semplice *click*, questi software riescono in autonomia a svolgere quanto richiesto. Ciò permette ai produttori di risparmiare tempo e denaro, oltre al fatto di ottenere il risultato ottimale e personalizzato semplicemente scrivendo e inviando le giuste diciture all'AI.

Un'ulteriore tecnologia che sta spopolando nell'ultimo periodo è Midjourney; questo è un programma di AI che genera immagini da una semplice dicitura testuale. Nel 2022, grandi testate giornalistiche come "The Economist", o "Corriere della Sera" in Italia, hanno utilizzato questo programma per creare la copertina di alcuni loro volumi. Anche nel mondo dei social network si possono trovare spesso immagini create con Midjourney: è importante quindi prestare attenzione perché fotografie di personaggi noti o meno, che potrebbero sembrare

¹⁰ ChatGPT è un'interfaccia di intelligenza artificiale conversazionale che utilizza l'elaborazione del linguaggio naturale (NLP), che interagisce in modo realistico e persino "risponde alle domande a botta e risposta, ammette i propri errori, contesta le premesse errate e rifiuta richieste inappropriate". (Fonte Tlili et al. 2023)

¹¹ Pixel Per Pollice

realistiche, in realtà sono create da un computer. Questa tecnica è chiamata deepfake¹² ed è spesso utilizzata per creare fake news, truffe e satira. È dunque quindi importante prestare attenzione e valutarne l'autenticità prima di trarre conclusioni o condividerle nel web.

Nel settore alimentare l'automazione e la robotica si sono diffuse molto velocemente negli ultimi anni. Sono varie le imprese che utilizzano automazione per la produzione e la lavorazione degli alimenti: in questo modo, la miscelazione, la cottura e altre varie attività si automatizzano, migliorando l'efficienza produttiva e andando a diminuire il rischio di contaminazione dei prodotti. Anche nel settore e del Food&Beverage¹³, vi sono alcuni locali che stanno sperimentando l'utilizzo di robot per svolgere alcune mansioni come la preparazione dei piatti o la consegna ai tavoli. In alcuni fast-food americani sta nascendo l'idea di cucina robotizzata: sono stati implementati dei bracci robotici per la preparazione di hamburger che riescono a cuocere il prodotto e a inserirlo nel panino. Il processo richiede più tempo di quanto lo richiederebbe uno chef umano, ma in un breve futuro tramite miglioramenti e aggiornamenti potrebbe non ricoprire più solo un ruolo di aiuto-cuoco. Un altro esempio potrebbe essere "Mark-Shark", il primo robot al mondo a gestire in autonomia un cocktail bar. Aperto a Milano nel 2019, questa innovativa idea di bartending robotico, consiste in due braccia robotiche che simultaneamente riescono a shakerare il drink e anche a versarlo: et voilà.

Da menzionare anche la nuova possibilità di produrre cibo tramite l'utilizzo di stampanti 3D; secondo gli studi di Blutinger (et al, 2023), il *food printing* è un processo per la produzione di prodotti alimentari fisici e tridimensionali basati su un modello computerizzato.

Questo, è ancora in una prima fase di crescita ma il potenziale è molto elevato: il 3D printing nasce per andare a combattere problemi di etica animale, problemi ambientali e di mancanza di cibo.

Nello specifico, citando come esempio la carne, il fondatore di Novameat Giuseppe Scionti in un'intervista negli studi di Repubblica Tv¹⁴, ha dichiarato che il vero scopo è quello di produrre qualcosa che ha il sapore, l'apparenza e la consistenza della carne, senza incorrere in tutti gli effetti collaterali degli allevamenti intensivi.

Ulteriori vantaggi potrebbero derivare dal fatto che utilizzando la stampante 3D si ridurrebbe lo spreco di cibo e il consumatore potrebbe calibrare meglio il proprio apporto alimentare e/o calorico.

¹² Il deepfake è una tecnica per la sintesi dell'immagine umana basata sull'intelligenza artificiale, usata per combinare e sovrapporre immagini e video esistenti con video o immagini originali, tramite una tecnica di apprendimento automatico. (Fonte: Wikipedia)

¹³ Settore noto anche come "Ho.Re.Ca" che rappresenta l'acronimo di Hotel, Ristoranti e Bar

¹⁴ Fonte "Così nasce una bistecca in 3D: lo stampo e l'assaggio negli studi di Repubblica" (2019)

Dal lato opposto, essendo questi cibi poveri di proteine e fibre, ed essendo progettati per suscitare un'ottima sensazione di croccantezza, di gusto e di sensazioni, potrebbero creare dipendenza nel consumatore per il fatto di essere talmente elaborati da produrre un'eccessiva quantità di dopamina nell'organismo. Tali alimenti contengono anche una quantità elevata di fosfati dannosi per gli organi e le ossa.

Conclusioni

L'evoluzione dell'industria è stata caratterizzata da notevoli cambiamenti nel corso del tempo grazie all'implementazione dell'automazione: processi e tecnologie che fino a metà anni '90 erano impensabili, sono diventati normalità nell'Industria 4.0 dei giorni nostri. Amazon rappresenta un grande esempio di queste innovazioni. Siamo testimoni di un cambiamento senza precedenti.

Tuttavia, per quanto riguarda l'impatto che l'automazione ha avuto sulla società, non è ancora possibile dare con certezza una risposta. A fronte di varie problematiche che sono sorte, si sono create grandi opportunità che il settore dell'industria, e non solo, sta cercando di sfruttare appieno. L'obiettivo che bisognerà porsi sarà quello di trovare una sinergia tra macchine intelligenti e lavoratori.

Gli sviluppi futuri dell'automazione si presentano promettenti; questi offrono grandi possibilità e permettono di velocizzare e modificare completamente il modo di lavorare: il ruolo delle imprese sarà quello di continuare a investire e adattarsi ai continui cambiamenti che richiede il mercato. D'altra parte, i lavoratori dovranno dare continuità alle loro competenze, continuando a valorizzarle, per rimanere aggiornati e poter ricoprire ruoli sempre più incisivi.

(Parole: 9987)

Bibliografia

Aaronson, D. and Phelan B., 2017. *Wage Shocks and the Technological Substitution of Low-Wage Jobs*. *The Economic Journal*. 129.

Abeliansky, A. L., & Beulmann, M. 2019. *Are they coming for us? Industrial robots and the mental health of workers*. *CEGE Discussion paper N. 379*.

Acemoglu, D., Autor, D., 2011. Chapter 12 - Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings. *Handbook of Labour Economics, Vol. 4*, pp. 1043-1171.

Acemoglu, D., Restrepo, P., 2020. *Robots and jobs: evidence from US labor markets*. *J. Polit. Economy* 128 (6), 2188–2244.

Aksoy, C. G., Ozcan, B., & Philipp, J. 2021 *Robots and the gender pay gap in Europe*. *European Economic Review*, 134.

Araz Zirar, Syed Imran Ali, Islam N., 2023. *Worker and workplace Artificial Intelligence (AI) coexistence: Emerging themes and research agenda*, *Technovation, Volume 124*.

Autor, H.D., 2015. *Why are there still so many Jobs? The History and Future of Workplace*. *Journal of Economic Perspectives, Vol. 29, No.3*, pp. 3-30.

Bessen J. E., 2016. *How Computer Automation Affects Occupations: Technology, Jobs, and Skills*. *Boston Univ. School of Law, Law and Economics Research, Paper No. 15-49*.

Blutinger, J.D., et al., 2023. *The future of software-controlled cooking*. *Npj, Science of Food* 7, 6.

Brusseovich, M., Dabla-Norris, E., & Khalid, S. 2019. *Is technology widening the gender gap? Automation and the future of female employment*. *IMF Working Papers, 19/91*.

Brynjolfsson E., McAfee A., 2011. *Race against the machine*. *Digital Frontier, Lexington, MA*.

Butera F., 2014. *Note sulla storia dell'automazione. Dall'impatto sociale dell'automazione alla progettazione congiunta di tecnologia, organizzazione e sviluppo delle persone*. *Studi Organizzativi*. 129-149.

Carrozza, M.C., et al., 2019. *AI: profili tecnologici. Automazione e Autonomia: dalla definizione alle possibili applicazioni dell'Intelligenza Artificiale*. *BioLaw Journal, Rivista di BioDiritto*. N.3/2019.

Çigdem, S., Meidute-Kavaliauskiene, I., Yildiz, B. 2023. *Industry 4.0 and Industrial Robots: A Study from the Perspective of Manufacturing Company Employees*. *Logistics*.

Crompton, H., Burke, D., 2023. *Artificial Intelligence in higher education: the state of the field*. *International Journal of Education, Technology in Higher Education*.

Dottori, D., 2021. *Robots and employment: evidence from Italy*. *Economia Politica*, 38, 739-795.

Frohm, J., 2008. *Levels of automation in production system. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, Chalmers University of Technology, Department of Product and Production Development.*

Gong, Q., 2023. *Machine endowment cost model: task assignment between humans and machines. Humanit Soc Sci Commun 10, 129.*

Guarascio D., e Sacchi S., 2017. *Digitalizzazione, Automazione e futuro del lavoro. Roma: INAPP.*

Ivanov, S. and Webster, C., (2022), "Restaurants and robots: public preferences for robot food and beverage services", *Journal of Tourism Futures, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print., pp. 1-11.*

Lyu, Y. et al., 2022. *Communication in Human–AI Co-Creation: Perceptual Analysis of Paintings Generated by Text-to-Image System. Applied Sciences.*

Matysiak A., Bellani D. e Bogusz H., 2023. *Industrial Robots and Regional Fertility in European countries. European Journal of population 39, 11.*

Pollock F., 1957. *Automation, a study of its economic and social consequences. 1° ed. New York: Publishers.*

Pour, M. A., Johansen, K., 2022. *Deployment of Additive Manufacturing and Robotics for Increasing Flexibility in Production. School of Engineering in Jonkoping, Department of Industrial Product Development, Production and Design.*

Shufei Li et al., 2023. *Proactive human–robot collaboration: Mutual-cognitive, predictable, and self-organising perspectives. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Volume 81.*

Siderska, J., 2020. *Robotic Process Automation – a driver of digital transformation? Engineering Management in Production and Services, 12(2), pp. 21-31.*

Stefanini R., Tancredi G.P.C., Vignali G. and Monica L. 2023. *Industry 4.0 and intelligent predictive maintenance: a survey about the advantages and constraints in the Italian context. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 29, No. 5, pp. 37-47.*

Steinberg, M., 2022. *From Automobile Capitalism to Platform Capitalism: Toyotism as a prehistory of digital platforms. Organization Studies, 43(7), pp. 1069–1090.*

Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M.A. et al., 2023. *What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. Smart Learn. Environ.*

Tuomi, Ilkka, 2018. *The impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education. Policies for the Future, Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R & punie, Y., Publication office of the European Union, Luxembourg.*

Van Reenen, J., 1997. *Employment and Technological innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms, Journal of Labour Economics. Vol. 15, no. 2, Pp. 255-284.*

Sitografia

http://www.ecolavservice.com/archivio/LEVOLUZIONE_DELLA_ROBOTICA_AZIENDALE_I_PRO_E_I_CONTRO828.asp

<https://it.wikipedia.org/wiki/Amazon.com>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Automazione>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Robotica>

<https://qz.com/904285/the-optimists-guide-to-the-robot-apocalypse>

<https://www.aboutamazon.com/news/operations/10-years-of-amazon-robotics-how-robots-help-sort-packages-move-product-and-improve-safety>

<https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-introduces-sparrow-a-state-of-the-art-robot-that-handles-millions-of-diverse-products#:~:text=NewsOperations-,Amazon%20introduces%20Sparrow%E2%80%94a%20state%20of%20the%20art,handles%20millions%20of%20diverse%20products&text=Sparrow%20is%20Amazon's%20new%20intelligent,advancement%20to%20support%20our%20employees.>

<https://www.focus.it/tecnologia/digital-life/amazon-consegna-dal-cielo>

<https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/i-robot-ci-ruberanno-davvero-il-lavoro>

<https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/prima-cheesecake-stampata-in-3d>

<https://www.innovationpost.it/tecnologie/robotica/la-robotica-torna-a-correre-35-milioni-i-robot-industriali-installati-nel-mondo-e-in-italia-la-crescita-e-del-65/>

<https://www.innovationpost.it/tecnologie/robotica/velocita-sicurezza-e-qualita-i-benefici-offerti-da-robotica-e-automazione-secondo-mckinsey/>

<https://www.mise.gov.it/it/notizie-stampa/100-milioni-per-la-digital-transformation-delle-pmi>

https://www.robosiri.it/wpcontent/uploads/2021/07/Il_settore_della_robotica_in_Italia_nel_2020_estratto.pdf

<https://www.theguardian.com/technology/2015/dec/31/erica-the-most-beautiful-and-intelligent-android-ever-leads-japans-robot-revolution>

<https://www.theguardian.com/technology/2017/jan/05/japanese-company-replaces-office-workers-artificial-intelligence-ai-fukoku-mutual-life-insurance>

<https://www.youtube.com/watch?v=3IzRtwu4saU>

<https://www.youtube.com/watch?v=AmmEbYkYfHY>

<https://www.youtube.com/watch?v=IMPbKVb8y8s>

https://www.youtube.com/watch?v=iSt6d_CFJzY

https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf?_gl=1*12c4yak*_up*MQ..&gclid=EAIaIQobChMIgvqi_J62_gIVDQB7Ch1s_QXwEAAYASAAEgIUmPD_BwE