



Corso di laurea in Strategic Management
Cattedra di Business Modeling And Planning

I cambiamenti nel business model delle aziende nel settore
Automotive a seguito dell'implementazione di tecnologie di
Intelligent Process Automation

RELATORE
Prof. Donato Iacovone

CORRELATORE
Prof. Paolo Boccardelli

CANDIDATO
Francesco Moncelli
Matr. 763941

A.A. 2023 – 2024

Indice

| | |
|--|-----------|
| <i>Glossario</i> | 7 |
| Cap.01 Introduzione | 9 |
| 1.1 Evoluzione IA, trend di crescita e sfide (implicazioni etiche) | 11 |
| 1.2 RPA | 13 |
| 1.3 IPA | 14 |
| 1.4 Settore automotive | 15 |
| Cap.02 Revisione della letteratura | 17 |
| 2.1 Intelligenza Artificiale | 18 |
| 2.1.1 Definizione di Intelligenza Artificiale | 18 |
| 2.1.2 Evoluzione storica della tecnologia | 19 |
| 2.1.3 Distribuzione geografica dello sviluppo della tecnologia | 20 |
| 2.1.4 Descrizione della tecnologia..... | 24 |
| 2.1.5 Importanza dei Big Data..... | 25 |
| 2.1.6 Principali settori in cui viene applicata l’Intelligenza Artificiale | 25 |
| 2.1.7 Opportunità dell’Intelligenza Artificiale | 28 |
| 2.1.8 Sfide dell’Intelligenza Artificiale | 29 |
| 2.2 Robotic Process Automation | 32 |
| 2.2.1 Definizione di Robotic Process Automation | 32 |
| 2.2.2 Tipologie di RPA | 33 |
| 2.2.3 Settori di applicazione della tecnologia..... | 34 |
| 2.2.4 Benefici..... | 34 |
| 2.2.5 Sfide..... | 37 |
| 2.3 Intelligent Process Automation | 39 |
| 2.3.1 Definizione di Intelligent Process Automation..... | 39 |
| 2.3.2 Caratteristiche della tecnologia | 40 |
| 2.3.3 Descrizione della tecnologia..... | 42 |
| 2.3.4 Benefici..... | 43 |

| | |
|---|------------|
| 2.3.5 Sfide..... | 44 |
| 2.4 Il settore Automotive | 46 |
| 2.4.1 Definizione | 46 |
| 2.4.2 Trend del settore | 49 |
| 2.4.3 Evoluzione storica del settore..... | 51 |
| 2.4.4 Cambiamenti nel business model | 53 |
| 2.4.5 Focus sulla sostenibilità..... | 57 |
| 2.4.6 Digital transformation: come sta pervadendo il settore? | 58 |
| 2.4.7 Lo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale nel settore Automotive | 59 |
| 2.4.8 Robotic Process Automation nel settore Automotive | 62 |
| 2.4.9 Intelligent Process Automation nel settore Automotive | 63 |
| 2.4.10 Guida autonoma..... | 66 |
| Cap.03 Metodologia di ricerca | 68 |
| 3.1 Interviste dirette | 68 |
| 3.2 Questionario | 72 |
| Cap. 04 Risultati e discussione..... | 76 |
| 4.1 Impatto di Intelligenza Artificiale, RPA e IPA nelle aziende Automotive italiane..... | 77 |
| 4.2 Elementi di valutazione per la scelta dell'implementazione dell'Intelligent Process Automation | 81 |
| 4.3 Gli impatti dell'IPA sul capitale umano | 83 |
| 4.4 La necessità di formazione per i dipendenti del settore Automotive | 86 |
| 4.5 Guida autonoma | 87 |
| 4.6 L'approccio degli ingegneri meccanici del futuro all'Intelligent Process Automation..... | 88 |
| 4.7 Opportunità e criticità dell'Intelligent Process Automation secondo gli intervistati..... | 100 |
| 4.8 Breve riepilogo sui risultati ottenuti | 104 |

| | |
|--|-----|
| <i>Cap.05 Conclusioni</i> | 107 |
| 5.1 Impatto dell'IPA sul business model delle aziende del settore Automotive .. | 111 |
| 5.2 Limiti delle analisi | 112 |
| 5.3 Considerazioni finali | 113 |
| <i>Bibliografia</i> | 115 |
| <i>Statista</i> | 123 |
| <i>Sitografia</i> | 123 |
| <i>Allegati</i> | 123 |
| Allegato 1 | 123 |

Indice delle figure

| | |
|---|----|
| • Figura 1: Stima crescita del mercato dell'AI; Statista (2021)..... | 12 |
| • Figura 2; Stima crescita mercato della RPA; Statista (2020) | 14 |
| • Figura 3; Adozione di Intelligenza Artificiale a livello globale: Statista (2023) | 21 |
| • Figura 4; Paesi leader nell'investimento in R&D a livello globale: Statista (2023) | 22 |
| • Figura 5; Stima degli esperti rispetto ai paesi che apporteranno le innovazioni in AI più impattanti nel periodo 2022-2025: Statista (2023)..... | 22 |
| • Figura 6; Numero di "AI companies" fondate nel periodo 2013-2021 e nel 2021: Statista (2023)..... | 23 |
| • Figura 7; L'impatto dell'Intelligenza Artificiale nei principali settori (stima al 2035): Statista (2023) | 26 |
| • Figura 8; Impatto dell'Intelligenza Artificiale sulla forza lavoro nel periodo 2020-2023 | 27 |
| • Figura 9; Opinione dei cittadini statunitensi riguardo l'impatto sul mondo del lavoro dell'AI: Statista (2023) | 31 |
| • Figura 10; Revenues derivanti dalla produzione di autoveicoli a livello globale, tra il 2019 ed il 2022, con una stima per il 2023: Statista (2023)..... | 47 |

- Figura 11; Stima della produzione globale di veicoli a motore dal 2000 al 2022: Statista (2023)..... 48
- Figura 12; Vendita globale di veicoli a motore dal 2015 al 2022: Statista (2023) 48
- Figura 13; Classificazione dei maggiori player nel mercato in base alle revenue del 2021: Statista (2023)..... 49
- Figura 14; Lato destro del Business Model Canvas del business model tradizionale del settore Automotive: Brandtner (2020) 55
- Figura 15; Ateneo di appartenenza degli intervistati 90
- Figura 16; Importanza assegnata dagli studenti a RPA e AI nel settore Automotive 91
- Figura 17; Percentuale di studenti che vede il proprio percorso di carriera indirizzato verso l'Automotive 92
- Figura 18; Tabella di Contingenza che mette in relazione la preoccupazione nei confronti della sostituzione del lavoro umano da parte di tecnologie IPA con chi vede il settore Automotive come principale percorso di carriera lavorativa 93
- Figura 19; Test del Chi-quadrato riferito all'analisi presente in figura 18..... 94
- Figura 20; Test di regressione per studiare la relazione tra livello di preoccupazione per la sostituzione del lavoro umano e la preparazione fornita dagli atenei universitari su tematica IPA 96
- Figura 21; Tabella di contingenza e relativo Chi-quadrato per studiare la relazione tra preoccupazione rispetto alla sostituzione del lavoro umano e aver avuto opportunità di svolgere tirocini nel settore Automotive 98
- Figura 22; Tabella di contingenza e relativo Chi-quadrato per studiare la relazione tra preoccupazione rispetto alla sostituzione del lavoro umano e aver affrontato tematiche relative all'IPA nel proprio corso di studi 100
- Figura 23; Vantaggi dell'IPA (tabella)..... 101
- Figura 24; Vantaggi dell'IPA (grafico)..... 102
- Figura 25; Svantaggi dell'IPA (tabella)..... 103
- Figura 26; Svantaggi dell'IPA (grafico)..... 103

Glossario

A

AI: Intelligenza Artificiale

C

CAD: Computer Aided Design

CAM: Computer Aided Manufacturing

I

IoT: Internet of Things

IPA: Intelligent Process Automation

R

RPA: Robotic Process Automation

S

SPSS: Statistical Package for Social Science

Cap.01 Introduzione

All'interno dell'industria Automotive, due innovazioni stanno rivoluzionando l'intero panorama produttivo: l'Intelligenza Artificiale e l'automazione dei processi, ovvero la Robotic Process Automation (RPA). La loro implementazione e combinazione, che sta portando alla diffusione dell'Intelligent Process Automation, sta ridefinendo i confini della produzione, della manutenzione e dell'esperienza del cliente verso un futuro di straordinaria efficienza e competitività.

L'Intelligenza Artificiale, in particolare, è l'innovazione tecnologica che sta caratterizzando la Quarta Rivoluzione Industriale e che sta tracciando il corso del futuro economico ed industriale a livello globale.

Uno degli aspetti più sorprendenti riguarda la possibilità di aggiornare e migliorare, anche in maniera radicale, tecnologie già estremamente evolute, come nel caso della Robotic Process Automation (RPA) giungendo all'Intelligent Process Automation (IPA), che potenzialmente permette enormi miglioramenti in qualsiasi settore a livello sistemico.

Risulta, pertanto, fondamentale analizzare l'impatto sui modelli di business di queste innovazioni nei vari processi aziendali, con una visione d'insieme su un settore come l'Automotive, caratterizzato dalla ricerca costante di efficientamento dei costi.

In particolare, il perimetro di ricerca si focalizzerà principalmente sui cambiamenti nel *manufacturing*, fornendo inizialmente una rassegna tramite letteratura scientifica per poi approfondire tramite ricerca diretta di informazioni attraverso interviste e questionari.

L'intento di questo elaborato è mirato a risolvere un gap emerso dalla revisione della letteratura; infatti, dopo un'analisi della letteratura scientifica si riscontra la necessità di un approfondimento più analitico riguardo il cambiamento di business model in seguito all'implementazione di tecnologie di questo tipo, in modo da coglierne vantaggi e debolezze in una visione sistemica, considerando anche gli effetti sul capitale umano.

L'attenzione è rivolta, in particolare, al settore Automotive, caratterizzato dall'alta intensità tecnologica e dalla costante ricerca di efficienze.

In particolare, si cercherà di rispondere alla seguente domanda di ricerca:

“Vista l'alta intensità di investimenti in R&D e la costante ricerca di efficienze operative che caratterizzano il settore automotive, quali sono gli effetti dell'implementazione

dell'Intelligent Process Automation (IPA) sul business model delle aziende e sulla gestione delle risorse umane?''.

Inoltre, sono state sviluppate le seguenti ipotesi da dimostrare con l'analisi dei dati provenienti dalla sezione della metodologia:

H1: Allo stato attuale della tecnologia, l'implementazione dell'Intelligent Process Automation (IPA) permette di generare efficienze produttive significative in termini di riduzione di costi, tempi di produzione e margini di errore.

H2: Le risorse umane all'interno dei reparti produttivi sono riuscite ad adattarsi al progresso tecnologico in questo ambito, considerando anche la ridefinizione dei ruoli e delle competenze. Si riscontra path dependence nelle classi di età più avanzate.

H3: Chi sta per entrare in questi anni nel settore, si pensi a studenti universitari, accoglie più favorevolmente queste implementazioni digitali.

L'analisi sarà quindi relativa a due aspetti principali: gli effetti sul business model in termini di efficientamento dei costi e sul capitale umano.

Alla base di questo processo vi è la revisione della letteratura riguardo i vari temi trattati al fine di fornire una visione di insieme ed esaustiva delle caratteristiche delle tecnologie e del settore in esame.

Sarà poi fornita un'analisi della metodologia utilizzata per produrre dei risultati meritevoli di discussione sull'argomento.

Gli strumenti di ricerca diretta utilizzati in questo elaborato sono principalmente due: interviste dirette a due ingegneri del settore, con l'obiettivo di comprendere le dinamiche di evoluzione della tecnologia nel settore, e la somministrazione di un questionario a studenti di ingegneria meccanica in tre atenei italiani, che permetterà l'analisi delle percezioni degli ingegneri del futuro riguardo queste tecnologie.

Saranno poi tratte le conclusioni finali in merito alle evidenze trovate.

Al fine di comprendere l'analisi proposta, occorre prima focalizzarsi su una breve panoramica degli argomenti trattati: Intelligenza Artificiale, RPA, IPA e ovviamente effettuare un approfondimento sul settore in esame.

1.1 Evoluzione IA, trend di crescita e sfide (implicazioni etiche)

L'intelligenza artificiale è quel tipo di "intelligenza" associata alle macchine, in contrapposizione con la naturale intelligenza umana e rappresenta il motore trainante delle innovazioni tecnologiche degli ultimi anni.

Come tutte le innovazioni radicali, questo tipo l'Intelligenza Artificiale, che verrà definita e descritta nel dettaglio nel *Paragrafo 2.1*, è caratterizzata da due elementi fondamentali: la pervasività in modo sistemico in qualsiasi settore e la velocità di diffusione.

Storicamente, si inizia a parlare della capacità dei computer di essere razionali già dagli anni '50, quando, studiosi come Alan Turing iniziarono ad interrogarsi sulle potenzialità degli strumenti informatici di risolvere problemi in maniera razionale.

I veri passi in avanti, però, si vedranno dagli anni '90 in poi, grazie agli sviluppi di tecnologie informatiche come il Neural Network¹ ed il Q-learning².

Fino a pochi anni fa, l'utilizzo di questo tipo di tecnologia era riservato solo ad una nicchia specializzata di esperti nel settore. Tuttavia, dal 2019 in poi l'intelligenza artificiale ha cominciato a diffondersi ad una platea più ampia di persone, grazie anche al successo di realtà come OpenAI e la creazione di modelli di linguaggio GPT (Generative Pre-Trained Transformer), con funzione, tra le altre, di generazione di testi e compilamento automatico.

Tra le numerose tecnologie "figlie" dell'Intelligenza Artificiale è sicuramente compreso il Machine Learning³, che permette ai software di apprendere nozioni e sviluppare conoscenza in maniera autonoma, senza essere esplicitamente programmati.

¹ Il Neural Network è un modello informatico che permette al computer di ispirarsi al cervello umano per svolgere compiti complessi.

² Il Q-learning è un algoritmo che permette apprendimento automatico ai sistemi informatici, rendendoli capaci di prendere decisioni in vari contesti.

³ Il termine "Machine Learning" fu coniato da è stato coniato da Arthur Samuel nel 1959, per indicare "Il campo di studio che fornisce capacità di apprendimento ai computer senza essere esplicitamente programmati" (Alzubi et al., 2018)

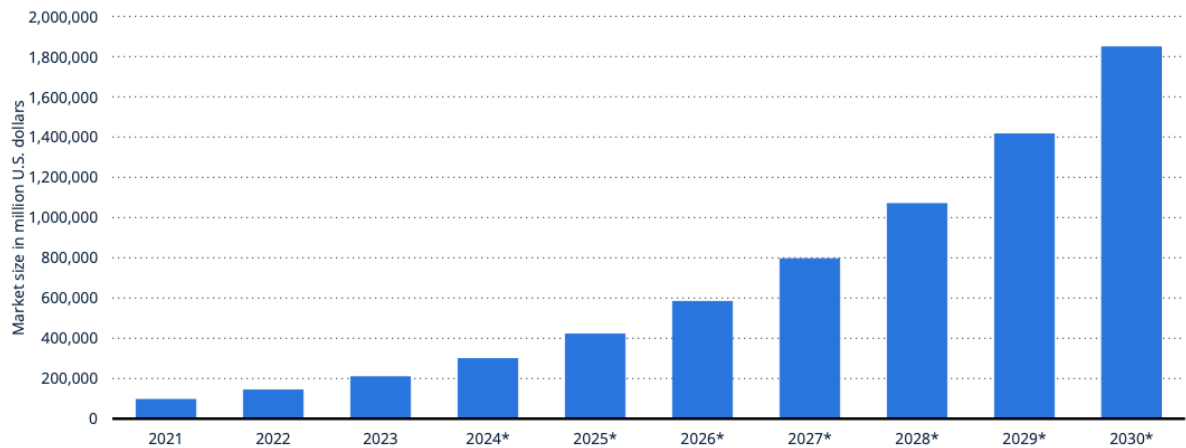
Uno degli aspetti più critici dello sviluppo dell'intelligenza artificiale riguarda le implicazioni etiche e sociali, relative a tematiche di interesse pubblico, quali:

- Cambiamento delle condizioni lavorative e perdita di posti di lavoro a causa dell'AI;
- Mancanza di intervento pubblico in termini di regolamentazione;
- Trasparenza nel processo di decision making dell'AI;
- Privacy e trattamento dei dati.

Queste tematiche sono assolutamente da tenere in considerazione, in quanto possono condizionare l'evoluzione e la crescita della tecnologia. Si pensi, ad esempio, ad interventi legislativi riguardanti una limitazione nell'utilizzo dei Big Data, *enabling technology* dell'AI, che potrebbero restringere le modalità con cui questa tecnologia può essere adottata.

Artificial intelligence (AI) market size worldwide in 2021 with a forecast until 2030 (in million U.S. dollars)

Global artificial intelligence market size 2021-2030



Description: According to Next Move Strategy Consulting the market for artificial intelligence (AI) is expected to show strong growth in the coming decade. Its value of nearly 100 billion U.S. dollars is expected to grow twentyfold by 2030, up to nearly two trillion U.S. dollars. The AI market covers a vast number of industries. Everything from supply chains, marketing, product making, research, analysis, and more are fields that will in some aspect adopt artificial intelligence within their business structures. [...] [Read more](#)

Note: Worldwide; *Forecast; [Read more](#)

Source: Next Move Strategy Consulting

statista

Figura 1: Stima crescita del mercato dell'AI; Statista (2021)

In questa figura, proveniente da Statista⁴, viene riportata la crescita del mercato globale dell'Intelligenza Artificiale, stimandone le dimensioni fino al 2030: si denota un andamento esponenziale.

È intuibile, quindi, come la crescita e la pervasività in ogni settore continuerà ad aumentare e sembra difficile immaginare settori che non ne saranno travolti.

Sarà interessante osservare le applicazioni di questa tecnologia nel settore in esame, insieme allo sviluppo della RPA, che ormai sta diventando essenziale per il raggiungimento di efficienze produttive e di determinati standard di qualità.

1.2 RPA

La Robotic Process Automation riguarda l'automazione di attività svolte dagli esseri umani, al fine di eliminare attività ripetitive, efficientare i processi ed operare con maggiore precisione, consentendo così di utilizzare le risorse umane, prima impiegate in attività ripetitive, in altre nuove mansioni per la creazione di valore aggiunto.

I principali vantaggi che sono riconosciuti a questa tecnologia risiedono nell'automazione dei processi ripetitivi con processi di implementazione, che spesso non richiedono cambiamenti strutturali. Inoltre, agendo in queste modalità automatizzate, gli errori sono risolti in maniera rapida ed automatica grazie ad un monitoraggio continuo.

⁴ Nel *Capitolo 2* verrà spiegata nel dettaglio la piattaforma.

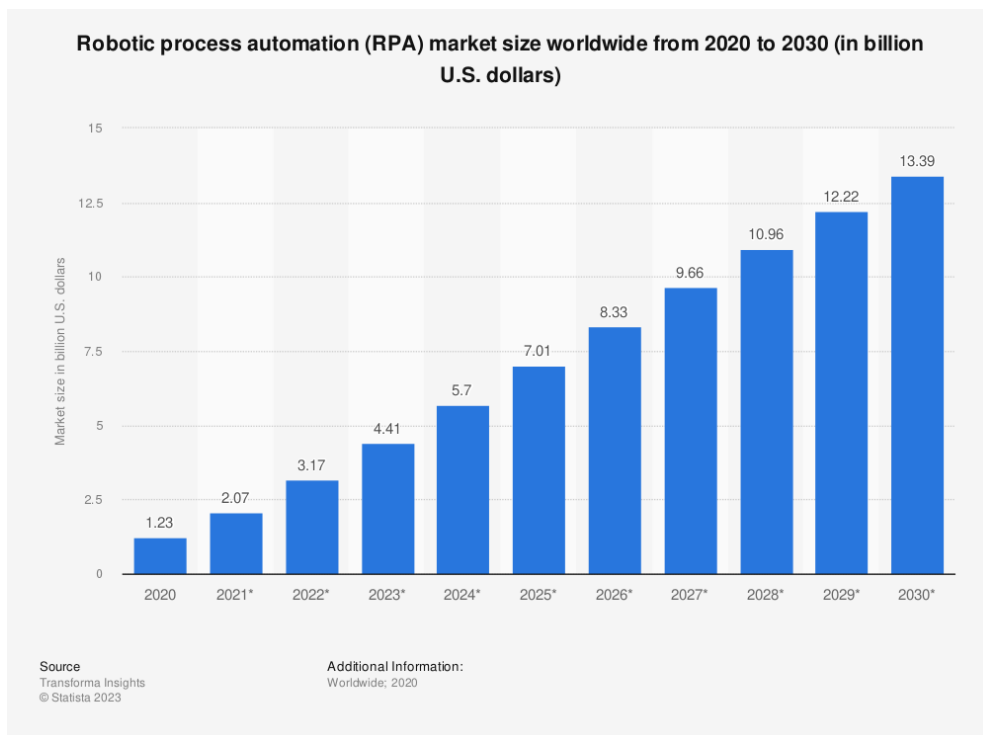


Figura 2; Stima crescita mercato della RPA; Statista (2020)

Come si evince dalla *Figura 2*, che riporta la crescita della Robotic Process Automation con una stima fino al 2030, anche le dimensioni di mercato di questa tecnologia stanno crescendo in dimensioni quasi esponenziali, ed è previsto un aumento fino ad un valore di 13,39 miliardi di \$ nel 2030.

Sebbene tale tecnologia abbia iniziato a svilupparsi dai primi anni del 21° secolo, si assiste alla sua diffusione verso la produzione di massa negli ultimi 15 anni, grazie allo sviluppo di software c.d. “bot”, che l’hanno resa più accessibile alle realtà di ogni settore.

1.3 IPA

L’Intelligent Process Automation è definita come “un set di tecnologie emergenti che combina la riprogettazione fondamentale dei processi con l’automazione robotica dei processi e l’apprendimento automatico” (Berruti et al., 2017)

Questa tecnologia rappresenta il punto di incontro tra RPA e Intelligenza Artificiale. Rispetto alla RPA, questa tecnologia non solo permette di eliminare attività ripetitive e

meccaniche, ma ha delle vere e proprie capacità cognitive e razionali, grazie all'implementazione dell'Intelligenza Artificiale.

Spesso l'IPA incorpora anche meccanismi di permettendo ai sistemi informatici di apprendere e migliorarsi nel tempo.

Sarà sicuramente interessante analizzare come l'implementazione in modo sistemico di questa tecnologia potrà riplasmare le dinamiche settoriali del mondo automotive.

1.4 Settore automotive

L'industria Automotive comprende le imprese coinvolte in tutte le attività che porteranno alla vendita di un veicolo a motore; comprende quindi la fornitura di materie prime e componentistica, la produzione, l'assemblaggio, il marketing e la vendita di veicoli, rappresentando uno dei settori chiave nell'economia globale.

L'ampio sviluppo di questo settore ha le sue radici nella Seconda Rivoluzione Industriale, con l'introduzione della catena di montaggio da parte di Henry Ford, che non solo rivoluziona la produzione di autoveicoli, ma l'intero comparto produttivo globale.

Attualmente, caratterizzato da aziende multinazionali di grandissime dimensioni, rappresenta uno dei settori con barriere all'entrata più elevate.

Sotto il profilo del brand, la tendenza è quella di preservare l'identità della nazione di origine, in modo da trasmetterne i relativi valori.

Inoltre, i trend del settore portano sempre di più verso la necessità di sviluppare sinergie al fine di efficientare i costi, talvolta anche attraverso operazioni di M&A, si pensi alla nascita di Stellantis N.V., ad esempio.

Sarà interessante analizzare come le tecnologie in esame stanno impattando su innovazioni di processo che hanno rivoluzionato il manufacturing del settore Automotive, come già avvenuto in passato, ad esempio, con il Toyota Production System ed il World Class Manufacturing, adottato dalla ex FCA.

Le tendenze principali in questo momento riguardano svariati aspetti:

- Focus verso la sostenibilità ambientale;
- Sviluppo di nuove metodologie produttive grazie a tecnologie come l'AI;
- Ingenti investimenti nello sviluppo di tecnologie per la guida autonoma;
- Necessità di innovare non solo dal punto di vista produttivo, ma considerando in maniera olistica il business model;
- Nascita di nuovi modelli di business come il Subscription model, Car sharing, Piattaforme Multi-Sided (es. Uber).

L'Intelligenza artificiale ha pervaso rapidamente anche questo settore, sia per quanto riguarda l'IPA e il Machine Learning, che per quanto concerne la sicurezza informatica, aspetto da tenere assolutamente in considerazione.

La guida autonoma rappresenta la tendenza più suggestiva nel settore: questa tecnologia si basa sull'utilizzo di sensori e software che forniscono un'analisi istantanea dell'ambiente circostante, permettendo la guida sicura senza necessità dell'intervento del conducente umano. Anche in questo caso, una delle tecnologie abilitanti è sicuramente l'Intelligenza Artificiale, soprattutto per quanto riguarda software di Machine Learning.

Cap.02 Revisione della letteratura

L'obiettivo di questo capitolo è ricercare nella letteratura scientifica spunti ed argomentazioni che saranno la base sui cui impostare la ricerca diretta di risposte per la domanda di ricerca e le relative ipotesi di questo elaborato.

Il capitolo è composto da quattro paragrafi principali. I primi tre forniranno una descrizione dettagliata delle tecnologie in esame, rispettivamente Intelligenza Artificiale, Robotic Process Automation ed Intelligent Process Automation. Per ognuna di queste tecnologie verranno illustrate le applicazioni, le opportunità e le sfide ancora da superare. Il quarto paragrafo, invece, porrà il suo focus sul settore Automotive, con una breve descrizione storica e dei trend che ne stanno caratterizzando l'evoluzione. Ovviamente, verranno poi descritte le applicazioni di Intelligenza Artificiale, RPA ed IPA in questa industry, soprattutto dal punto di vista del *manufacturing*.

La revisione della letteratura è stata effettuata tramite la lettura di *paper* scientifici relativi alle tematiche trattate, grazie alla piattaforma *Google Scholar*⁵, il motore di ricerca di *Google* specializzato in articoli accademici e scientifici e libri.

Questo strumento permette la ricerca e l'analisi di articoli scientifici, con possibilità di filtrare per autore, anno di pubblicazione o parole chiavi, consentendo la stesura di una revisione letteraria estremamente precisa.

Un altro strumento fortemente efficace per completare l'attività di ricerca è *Statista*⁶, una piattaforma di statistica online che fornisce dati, informazione e studi di mercato, analisi di settore e report provenienti da fonti affidabili e verificate.

Le informazioni certificate provengono da istituti di analisi, organizzazioni governative, aziende e istituzioni accademiche.

In questo elaborato si farà riferimento ai *Report* presenti su questa piattaforma, creati da esperti di Statista e contenenti analisi esaustive su un'ampia gamma di argomenti e settori, come previsioni su tendenze di mercato, comportamenti dei consumatori e sviluppi industriali.

⁵ https://scholar.google.com/schhp?hl=it&as_sdt=0,5

⁶ <https://www.statista.com>

A supporto dei dati e delle informazioni rinvenute nei *Report*, sono state inserite delle figure, sempre di *Statista*, che ne aiuteranno la lettura e la comprensione.

2.1 Intelligenza Artificiale

2.1.1 Definizione di Intelligenza Artificiale

La prima tecnologia che necessita di un approfondimento, al fine di chiarire i temi trattati nell'elaborato, è l'Intelligenza Artificiale, pilastro fondamentale della Quarta Rivoluzione Industriale.

Definire l'Intelligenza Artificiale è un esercizio estremamente complesso, in quanto il termine è stato utilizzato con riferimento a diversi significati ed in diversi campi di studio, come affermato da Wang (2019).

L'autrice rimarca che, per quanto possa essere difficile, è essenziale che si giunga ad una definizione chiara e precisa, visto l'incredibile sviluppo della tecnologia e la necessità di regolamentazioni politiche e legali.

Martinez (2019), invece, considera come una delle definizioni più attendibili quella di Black's Law, il dizionario più utilizzato negli USA, che afferma: "L'Intelligenza Artificiale è un software utilizzato per far funzionare computer e robot meglio degli esseri umani. I sistemi sono basati su regole o reti neurali. La tecnologia viene utilizzata per contribuire alla realizzazione di nuovi prodotti, alla robotica, alla comprensione del linguaggio umano e alla computer vision".

Tuttavia, questa definizione non è esente da critiche, in quanto, sempre secondo gli autori, "gli usi dell'AI non sono affatto limitati e quindi la definizione si concentra su usi ristretti".

La definizione più esaustiva risulta essere quella proposta da Simon (2019): "AI è un termine generico che indica la scienza che si occupa di rendere intelligenti le macchine. Si riferisce ai sistemi informativi ispirati ai sistemi biologici. L'AI comprende diverse tecnologie, tra cui l'apprendimento automatico, l'apprendimento profondo, la visione artificiale, l'elaborazione del linguaggio naturale (i.e. NLP – *Natural Language Processing*) e il ragionamento automatico".

Inoltre, viene specificato come l'Intelligenza Artificiale non sia un software specifico ma è “costruita su una varietà di software”, combinati con la componente hardware.

2.1.2 Evoluzione storica della tecnologia

Per comprendere le caratteristiche dell'Intelligenza Artificiale è necessario un approfondimento sull'evoluzione storica della tecnologia. Al contrario di come si è portati a pensare, in realtà, si parla di Intelligenza Artificiale dagli anni '50 del secolo scorso.

Lo studio di

Delipetrev et al. (2020) individua gli eventi chiave che ne hanno segnato lo sviluppo. Viene raccontato, infatti, che il primo autore a domandarsi sulle capacità delle macchine di ragionare come gli esseri umani fu Turing nel 1950, proponendo il primo esperimento sulla razionalità dei computer: cercò di instaurare delle conversazioni tra umani e macchine per capire se riuscissero a essere indistinguibili rispetto a quelle tra due umani.

Lo svolgimento dell'esperimento è stato spiegato dallo studio di Martinez (2019): una persona intraprendeva una conversazione senza sapere se dall'altro lato stesse rispondendo un'altra persona o il computer; quando diventerà impossibile distinguere chi sta rispondendo tra i due, allora il computer si potrà definire intelligente.

Il 1956 fu un anno fondamentale per la storia di questa tecnologia: nel 1956, nella conferenza di Dartmouth, McCarthy conia il nome *Artificial Intelligence*, sancendo, di fatto, la nascita dello studio relativo a questa tecnologia.

Nel 1965 fu creato Eliza, un linguaggio naturale che emulava un medico; tuttavia, la sua efficienza si dimostrò limitata. Infatti, cercando di protrarre la conversazione per un tempo ulteriore, il programma sfociava in discorsi privi di senso logico.

La fase tra gli anni '70 e '90 del secolo scorso è stata definita dagli autori come “*Symbolic AI*”, in quanto si cercò di codificare la conoscenza umana all'interno dei computer per creare dei “sistemi esperti”.

Dagli anni '90 è iniziato, invece, lo sviluppo del machine learning e del deep learning che hanno portato ai risultati visibili negli ultimi anni.

Nel 2014 sono state sviluppate le *Generative Adversarial Networks* (GANs), due reti neurali profonde messe “in competizione” tra di loro per imitare distribuzioni di dati, generando contenuti di diverso tipo.

Nel 2019, OpenAI rilascia GPT-2 (*Generative Pre-Trained Transformer*) in grado di generare testi coerenti, di rispondere a delle domande e di eseguire dei compiti base, come la traduzione istantanea (Delipetrev et al., 2020).

Lo studio di Kalyan (2024) spiega, invece, le evoluzioni dei Generative Pre-Trained Transformer: GPT-3 e GPT4.

Il GPT-3 è noto per le sue capacità di comprendere e generare testi in linguaggio naturale con una fluidità simile a quella umana, può essere applicato a diverse attività di elaborazione del linguaggio naturale, come la risposta a domande e la sintesi di testi. Questo modello sfrutta l'apprendimento costante in un determinato contesto, ottenendo buone prestazioni nei compiti senza la necessità di un addestramento specifico.

Il GPT-4, invece, partendo dai punti di forza del GPT-3, introduce progressi nella gestione di input sia di testo che di immagini, espandendo le sue capacità oltre la generazione di testo. Il modello riesce perfettamente a gestire compiti e insiemi di dati complessi, rendendolo uno strumento potente per un'ampia gamma di applicazioni di elaborazione del linguaggio naturale.

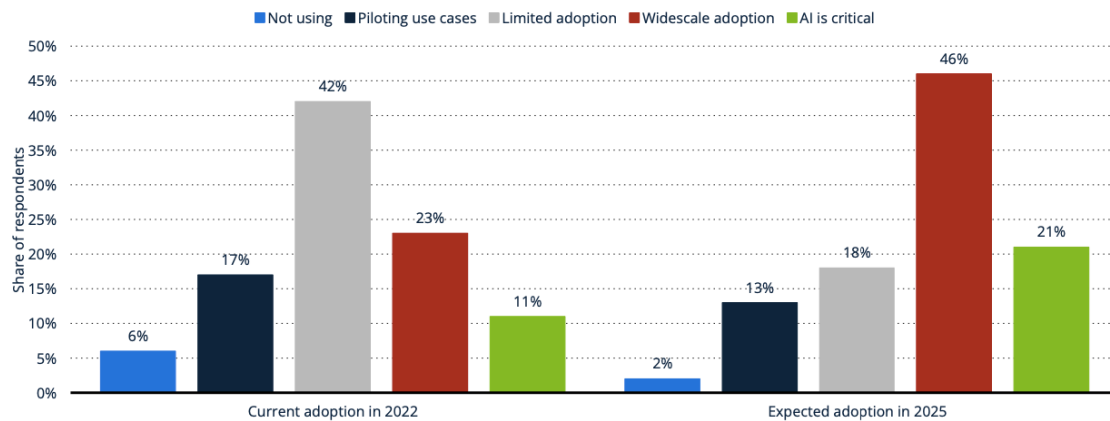
2.1.3 Distribuzione geografica dello sviluppo della tecnologia

Come già sottolineato più volte, la pervasività a livello globale dell'Intelligenza Artificiale è una delle sue caratteristiche principali. È interessante, quindi, osservare come si sta sviluppando geograficamente questa tecnologia.

La *Figura 3* confronta l'adozione di AI a livello globale tra il 2022 e quella prevista nel 2025, come visibile sull'asse delle ascisse. Nell'asse delle ordinate viene indicato la percentuale dei rispondenti allo studio che si è collocato nelle categorie indicate in figura. È interessante rilevare come l'adozione su larga scala aumenti del 23% in 3 anni, mentre non verrà utilizzata la tecnologia solo dal 2% delle aziende nel 2025.

Questa figura è stata estrapolata dal *Report 2 (2023)* di Statista, che fornisce una panoramica sull'Intelligenza Artificiale, analizzandone volumi di investimento, segmenti di adozione e distribuzione geografica dello sviluppo della tecnologia.

AI adoption rate in global product development 2022-2025



Description: The adoption rate of artificial intelligence (AI) is expected to gain considerable importance in product development companies worldwide between 2022 and 2025. Currently, companies operating in that sector were mostly reporting limited adoption of AI in their production cycles. Technology executives expected this to change considerably by 2025. [Read more](#)
Note: Worldwide; 2022, 600 respondents; individuals holding senior technology roles
Source: Insider Intelligence

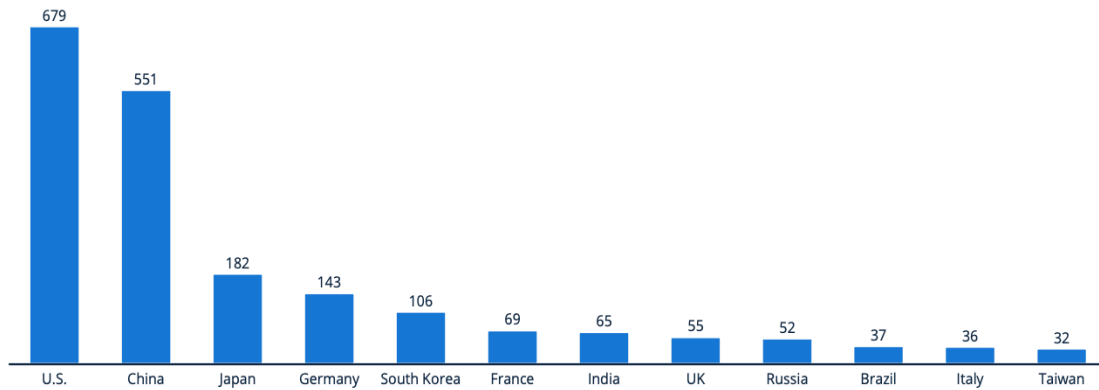
statista

Figura 3; Adozione di Intelligenza Artificiale a livello globale: Statista (2023)

Nonostante ciò, la distribuzione dello sviluppo della tecnologia appare eterogenea geograficamente: grazie al *Report 1 (2023)* di Statista è possibile osservare un'analisi dettagliata a riguardo.

Il *Report 1 (2023)*, infatti, offre un'analisi di mercato approfondita sull'Intelligenza Artificiale, descrivendo le tecnologie abilitanti, i driver per lo sviluppo e i principali trend a riguardo.

Leading countries by gross R&D expenditure worldwide in 2022 in billion US\$



Sources: IRI 2022 Global R&D Funding Forecast

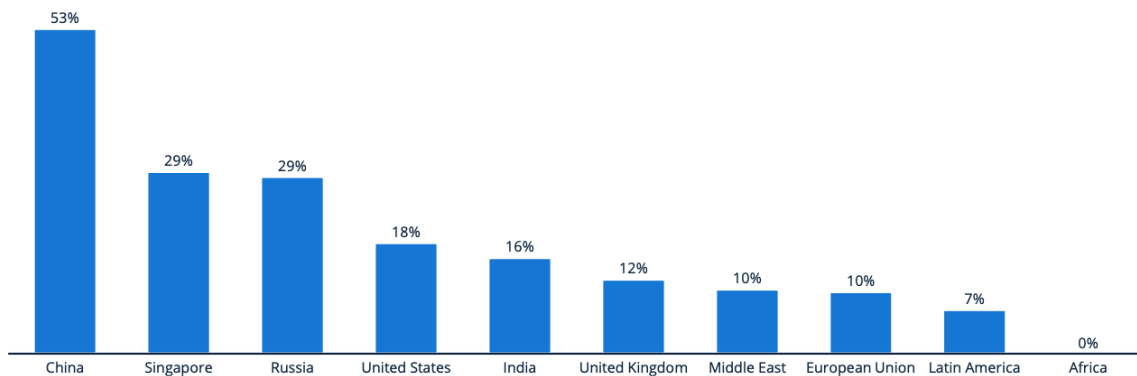
statista

Figura 4; Paesi leader nell'investimento in R&D a livello globale: Statista (2023)

In un'ottica più generale, come visibile dalla *Figura 4*, che indica quali sono i paesi che più stanno investendo in R&D a livello globale si denota subito la leadership incontrastata di USA e Cina. Va fatto presente che sommando la spesa dei principali paesi appartenenti all'Unione Europea nel grafico in figura (Germania, Francia ed Italia) si ottiene solamente il 36,5% della spesa statunitense.

Anche lo studio di Simon (2019) evidenzia questo predominio statunitense e cinese, sottolineando, però, che l'Europa, oltre ad avere un'ottima posizione nel mercato B2B, ha molte aziende leader mondiali che stanno investendo nell'AI.

Expert estimation in the field of most impactful countries in AI innovation between 2022-2025⁽¹⁾



Notes: (1) Survey conducted by Atlantic Council's GeoTech Center including more than 100 technology experts to record their expectations about the impact of COVID-19 on innovation in five key fields: the future of work, data and AI, trust and supply chains, space commercialization, and health and medicine

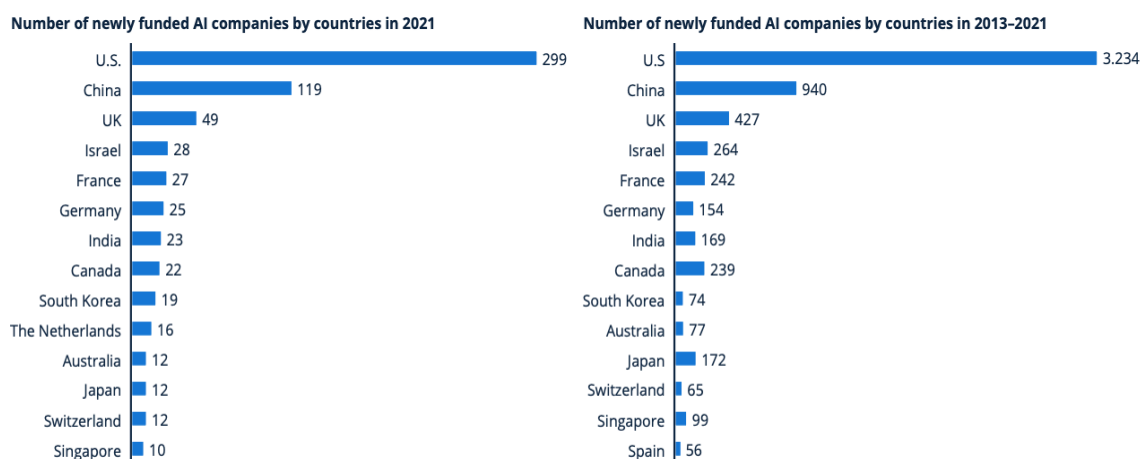
Sources: atlanticcouncil.org

statista

Figura 5; Stima degli esperti rispetto ai paesi che apporteranno le innovazioni in AI più impattanti nel periodo 2022-2025: Statista (2023)

Uno dei dati più interessanti si evince dalla *Figura 5* sopra riportata, sempre estrapolata da *Statista*, che riporta la stima dei paesi che più investiranno in Intelligenza Artificiale nel triennio 2022-2025.

Va sottolineato come la Cina sia leader nelle innovazioni riguardanti l'AI, seguita da Singapore e Russia. Gli USA, invece, sembrano indietro sotto questo punto di vista, nonostante sia il paese che più sta investendo in questo ambito.



Sources: NetBase Quid 2021

statista

Figura 6; Numero di "AI companies" fondate nel periodo 2013-2021 e nel 2021: Statista (2023)

Esaminando la *Figura 6*, che riporta il numero di *AI companies* fondate dal 2013 fino al 2021 per paese, è possibile notare come gli Stati Uniti emergano come paese con più start-up rivolte all'Intelligenza Artificiale negli ultimi 10 anni.

Un altro aspetto che va sottolineato riguarda il numero di *AI companies* nate nel 2021 che è di gran lunga maggiore, globalmente, rispetto a quelle nate nel periodo 2013-2021.

Sempre dal *Report 1 (2023)* si evince come la maggior parte delle aziende leader in questo ambito provengano dagli USA, visti gli ingenti investimenti di giganti come Amazon, Apple, Meta, Google, Microsoft, IBM ed Uber.

Dal 2015 al 2022, le *AI companies* nel mondo hanno raccolto 239,2 miliardi di \$: questo dato fa comprendere quanto sia elevato l'interesse a livello mondiale su questa tecnologia.

2.1.4 Descrizione della tecnologia

In questo paragrafo si entra nel dettaglio sulle tecnologie che compongono l'Intelligenza Artificiale, in modo da comprendere le funzionalità della tecnologia.

Il *Report 1 (2023)* di Statista descrive la composizione dell'ecosistema dell'AI come l'unione di tre tecnologie principali: Machine Learning, Robotica e Reti Neurali Artificiali.

- Il Machine Learning riguarda “nuovi algoritmi di apprendimento e miglioramento di quelli esistenti per consentire ai computer di agire senza una programmazione esplicita”.
- La Robotica “si occupa di sviluppare e addestrare i robot a interagire con le persone e con il mondo in generale in modi prevedibili”.
- Le Reti neurali artificiali “si occupano di sviluppare algoritmi che imitino il funzionamento dell'area della neocorteccia del cervello umano, dove avviene tutto il pensiero”.

In particolare, il Machine Learning viene definito da Mahesh (2018) come “lo studio scientifico degli algoritmi e dei modelli statistici che i sistemi informatici utilizzano per eseguire un compito specifico senza essere programmati esplicitamente”. Viene quindi permessa una gestione più efficiente dei dati, imparando da questi per svolgere azioni successive.

Attraverso l'apprendimento continuo, come spiegato da Bertolini et al. (2021), il sistema si rende più adattivo anche a cambiamenti improvvisi e migliora man mano anche dal punto di vista dell'efficienza.

Vengono poi definite le principali aree che compongono la tecnologia:

- “Supervised Learning”, il sistema impara da dati ed esempi etichettati;
- “Unsupervised Learning”, sono dataset etichettabili dove non esiste una verità assoluta, l'obiettivo è comprendere quali sono i pattern nei dati che si hanno a disposizione;
- “Reinforcement Learning”, che prevede uno studio dell'ambiente circostante per capire le azioni da intraprendere.

2.1.5 Importanza dei Big Data

Uno degli elementi che sta permettendo la repentina diffusione dell'Intelligenza Artificiale è lo sviluppo dei Big Data, che verrà brevemente spiegato in questa sede.

Al fine di spiegare in maniera univoca il concetto di Big Data, Yaseen & Mahdi Obaid (2020) hanno cercato di prendere spunto da diversi autori per comprenderne a fondo le caratteristiche.

I Big Data riguardano "l'archiviazione e l'analisi di insiemi di dati grandi e o complessi" e sono state individuate quattro caratteristiche fondamentali, conosciute come le 4V:

- Veridicità, i data set hanno come caratteristiche principali l'accuratezza e la qualità;
- Volume, ovvero la grande quantità di dati generati;
- Velocità, ovvero quanto velocemente questi dati sono generati e processati;
- Varietà, sono presenti dati di diverse categorie.

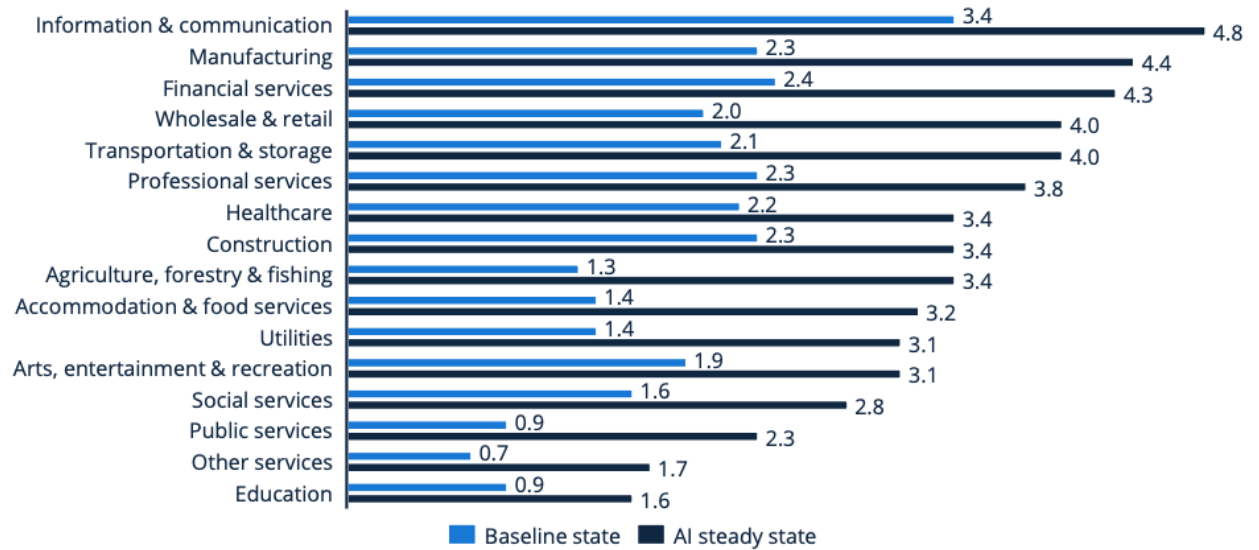
Lo sfruttamento di questa grande mole di dati è stato uno dei fattori principali che ha permesso lo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale, in quanto secondo Hofmann et al. (2017) permettono di: "raccolgere informazioni, apprendere, comprendere e interpretare le informazioni, comportarsi in modo adattivo, pianificare, fare inferenze, risolvere problemi, pensare in modo astratto, comprendere e interpretare idee e linguaggio".

2.1.6 Principali settori in cui viene applicata l'Intelligenza Artificiale

È stata più volte indicata come caratteristica principale dell'AI la pervasività in ogni settore: in questo paragrafo, partendo dal *Report 1 (2023)* di Statista, si fornirà una panoramica sulle principali *industry* che stanno vedendo questa tecnologia come protagonista.

In generale, secondo Jan et al. (2023), motivazioni comuni tra tutti settori nell'implementazione di processi abilitati dall'intelligenza artificiale sono l'ottenimento di "una produzione sostenibile, un migliore controllo della qualità, zero tempi di inattività, prodotti personalizzati e riduzione dei costi di produzione/sistema".

Impact of AI on industry growth in 2035 in %



statista

Figura 7; L'impatto dell'Intelligenza Artificiale nei principali settori (stima al 2035): Statista (2023)

La Figura 7, che mette a confronto il potenziale di crescita dei principali settori a livello globale con e senza l'implementazione di AI nei principali processi, ci mostra quali sono i settori che cresceranno maggiormente a seguito dell'impatto dell'AI, in una stima fino al 2035. Il primo aspetto da denotare è la varietà dei settori in cui ha pervaso la tecnologia, si passa dal Manufacturing all'Healthcare, dall'Agricoltura all'Education.

Oltre al settore dell'Automotive, oggetto di un'analisi ad hoc in questo elaborato, vista la centralità nel tema che si sta trattando, è utile fornire una breve panoramica sul Manufacturing in generale, di cui la produzione di autoveicoli ovviamente fa parte.

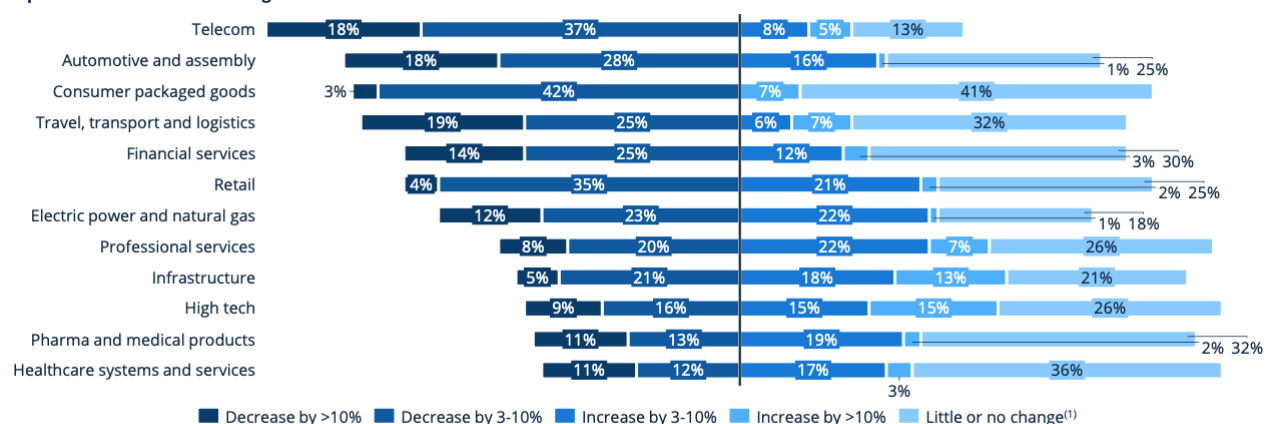
Secondo Peres et al. (2020), l'AI nel settore permette di raggiungere risultati migliori in termini di agilità, produttività e sostenibilità. In questo ambito si definisce l'Industrial AI come “disciplina sistematica incentrata sullo sviluppo, la convalida, l'implementazione e la manutenzione di soluzioni di AI (nelle loro varie forme) per applicazioni industriali con prestazioni sostenibili”.

Vengono poi definite le principali aree di applicazioni della tecnologia nel settore:

- “Ottimizzazione dei processi”, attraverso la combinazione di usi di dati sia real-time che storici, ponendo il focus su efficientamento energetico e risoluzione dei problemi;
- “Controllo qualità”, soprattutto dove ci devono essere standard di qualità garantiti, si pensi proprio al settore Automotive;
- “Manutenzione predittiva”, per cercare di risolvere problemi prima che si verifichino, generando efficienze;
- “Collaborazione uomo-robot”, in attività ripetitive precedentemente svolte da umani, l’Intelligenza Artificiale facilita il rapport tra lavoro umano e RPA.

Gli autori, anche in questo caso, ribadiscono l’importanza dei dati, dal punto di vista della qualità, della trasparenza e della privacy.

Impact of AI on workforces in organizations worldwide in 2020-2023



Notes: (1) Little or no change refers to a decrease or increase in the workforce of less than or equal to 2%
Sources: McKinsey, as of November 2019

Figura 8; Impatto dell’Intelligenza Artificiale sulla forza lavoro nel periodo 2020-2023

La Figura 8, sopra riportata, descrive l’impatto sulla forza lavoro dell’AI per i diversi settori in esame. In particolare, nell’asse delle ascisse sono riportate le percentuali di aumento e diminuzione di forza lavoro, mentre nell’asse delle ordinate i settori.

Da questa figura sono osservabili aspetti interessanti. Innanzitutto, si denota come inizialmente la forza lavoro sia diminuita in praticamente tutti i settori, appena è stata adottata l’AI. Successivamente questo calo si è stabilizzato, per poi arrivare addirittura ad un nuovo aumento negli ultimi anni.

2.1.7 Opportunità dell'Intelligenza Artificiale

Discutere sulle opportunità che questa tecnologia può sfruttare, risulta estremamente difficile, in quanto, come già illustrato, ha già pervaso qualsiasi settore e sta continuando a crescere con un andamento esponenziale. Come dimostrato dallo studio di Bughin et al. (2018), infatti, è previsto che il 70% dei business adotterà “una qualche forma di Intelligenza Artificiale per il 2030”.

Al fine di fornire una panoramica generale sulle opportunità relative al mondo dell'Intelligenza Artificiale è utile menzionare lo studio di (Eager et al., 2020).

Gli autori, nonostante si focalizzino principalmente sull'Unione Europea, classificano in maniera esaustiva molti benefici:

1. “Vantaggi in termini di efficienza”, in quanto è stato già riscontrato come, dopo l'implementazione di tecnologie AI, i processi aziendali risultino ottimizzati. L'esempio riportato dagli autori, rispetto al Manufacturing, è riferito alla raccolta dati ed analisi di questi in tempo reale;
2. “Vantaggi in termini di efficacia”, in termini di offerta. Si parla in questo caso della possibilità di creare nuove classi di prodotto, di personalizzarlo per soddisfare completamente il cliente e, addirittura, di creare nuovi modelli di business.
3. “Rapporto con la forza lavoro”, sebbene questo punto risulti abbastanza ambiguo vista la tematica della sostituzione del lavoro umano, gli autori sottolineano come l'introduzione di Intelligenza Artificiale possa essere “un'opportunità per un significativo cambiamento culturale all'interno delle organizzazioni, portando i lavoratori a riqualificarsi per ricoprire ruoli più sicuri mentre le aziende miglioreranno la loro capacità di fornire una formazione e un orientamento più sicuri ed efficaci”. Così facendo, si andrà a ridurre anche il margine di errore in quelle attività dove l'AI sarà operativa;
4. “Vantaggi socio-economici”, in termini generali di benefici per la società in generale. Gli autori, tramite il loro studio, evidenziano come l'AI permetterà di far crescere incredibilmente le economie dei paesi che svilupperanno questa tecnologia in vari settori, con vantaggi che si riscontreranno principalmente nel settore energetico e nel settore sanitario.

Come spiegato più volte, le applicazioni ed i benefici dell'Intelligenza Artificiale sono innumerevoli vista l'applicabilità della tecnologia in qualsiasi industry. Di conseguenza, la classificazione appena descritta non è esaustiva ma ha l'obiettivo di fornire una panoramica generale sull'argomento. L'analisi dei vantaggi e delle applicazioni dell'AI in ambito di Intelligent Process Automation e di settore Automotive sarà fornita nei successivi paragrafi.

2.1.8 Sfide dell'Intelligenza Artificiale

Come ogni innovazione *disruptive*, l'Intelligenza Artificiale è costretta ad affrontare degli aspetti critici. Saghiri et al. (2022) si sono occupati di classificare e commentare le varie categorie di sfide che questa tecnologia sta affrontando, e di seguito sono riportate quelle meritevoli di più attenzioni ai fini dell'analisi.

1. Risoluzione dei problemi

Il primo aspetto critico sottolineato riguarda l'identificazione e la risoluzione dei problemi, in quanto non tutti i problemi si risolvono tramite algoritmi: gli esseri umani riescono a formulare ragionamenti anche attraverso il proprio sub-conscio.

2. Consumo di energia

Un altro fattore da tenere in considerazione riguarda il consumo energetico: i modelli di apprendimento di questa tecnologia richiedono un'elevata potenza di calcolo da parte delle GPU, ovvero le componenti hardware principali riguardo la grafica dei computer.

3. Gestione dei dati

Come spiegato nel paragrafo relativo ai dati, questi rappresentano una componente fondamentale dell'AI, ed altrettanto importante è la loro gestione:

- L'accesso, la pulizia e la preparazione dei dati è un'operazione molto costosa;
- L'analisi dei Big Data è estremamente complicata e sono necessari algoritmi di apprendimento automatico specifici;
- Molto spesso i dati a cui si ha accesso sono incompleti, eterogenei, non affidabili e tendenziosi;

- Gli esseri umani sono spesso soggetti a bias cognitivi durante i processi di raccolta dati.

Alla gestione dei dati, si collega anche il riferimento alla privacy, aspetto da tenere in considerazione anche dal punto di vista legislativo, in quanto è una delle tematiche centrali degli ultimi anni.

4. Sicurezza

La tematica relativa alla sicurezza è certamente una delle più critiche, in quanto i software, che contengono dati e processi riservati e molto delicati, potrebbero subire attacchi informatici su diverse componenti della loro struttura.

5. Equità

Questo problema nasce dal fatto che “il modello di apprendimento porta a una decisione distorta rispetto ad alcuni attributi sensibili come la razza, il colore della pelle, il sesso, la religione, l'origine nazionale, la cittadinanza, l'età, la gravidanza, lo stato familiare, lo stato di disabilità, lo stato di veterano e le informazioni genetiche”. Saghiri et al. (2022) spiegano che è possibile effettuare manipolazioni ai sistemi informatici, ma il confine rimane molto labile: non sempre è possibile definire quale sia un comportamento equo da far seguire alla macchina.

6. Trasparenza

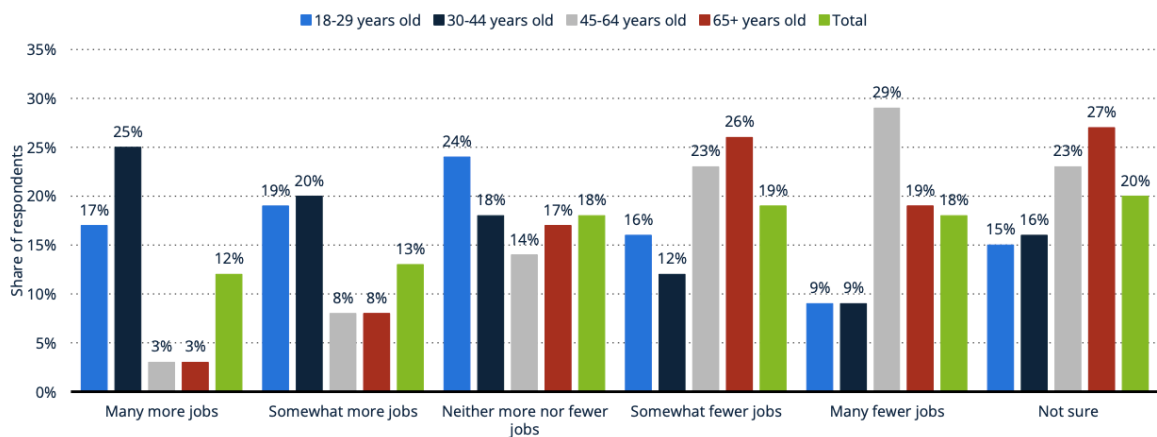
Visto il repentino aumento di utilizzi dell'AI in qualsiasi settore, diventa necessario assicurare trasparenza nei processi in cui la tecnologia opera, dal punto di vista legislativo, sociale ed informatico.

Lo studio di Ouchchy et al. (2020) traccia un punto di vista meritevole di analisi su come viene concepita l'Intelligenza Artificiale dal grande pubblico, cercando di capire cosa viene individuato come problema principale della tecnologia da parte delle persone intervistate.

Le voci maggiormente registrate sono state: “Perdita dei posti di lavoro a causa dell'AI”, “Privacy e trasparenza dei dati”, “Mancanza di etica da parte dell'AI”.

Le raccomandazioni più frequenti da parte degli intervistati riguardano, invece, la necessità di un intervento legislativo del regolatore pubblico, soprattutto per quanto riguarda i cambiamenti delle condizioni lavorative a seguito di implementazione della tecnologia.

Opinions on artificial intelligence's impact on jobs in the U.S. 2022, by age



Description: During a 2022 survey conducted in the United States, it was found that 18 percent of respondents thought that artificial intelligence will lead to there being many fewer jobs. By contrast, 25 percent of respondents aged between 30 and 44 years stated that AI will create many more jobs. **Statista**
 Note: Worldwide, December 2022; 4,021 respondents
 Source: YouGov

Figura 9; Opinione dei cittadini statunitensi riguardo l'impatto sul mondo del lavoro dell'AI: Statista (2023)

Dal Report 1 (2023) di Statista è osservabile ciò che pensano i cittadini americani, divisi per fasce di età, dei cambiamenti delle condizioni lavorative a seguito dell'implementazione di AI. Un grafico riepilogativo è riportato nella Figura 9, che nell'asse delle ascisse riporta le diverse risposte dello studio, mentre nell'asse delle ordinate vi sono riportate le percentuali di rispondenti.

La prima evidenza da sottolineare riguarda sicuramente l'ottimismo delle fasce di età più giovani (<44 anni) riguardo la creazione di più posti di lavoro, mentre i cittadini più anziani esprimono maggiore preoccupazione: oltre ad una minore propensione a soluzioni tecnologiche, questo è sicuramente dovuto anche a path dependence.

Sarà interessante vedere, nell'apposito capitolo, se si riscontrerà questo fenomeno anche in Italia, riguardo al settore Automotive.

2.2 Robotic Process Automation

2.2.1 Definizione di Robotic Process Automation

La Robotic Process Automation è l'altra *enabling technology*, insieme all'AI, dell'Intelligent Process Automation. Viene definita da Ribeiro et al. (2021) come “una tecnica che porta all'esecuzione automatica di compiti amministrativi, scientifici o industriali”.

Il concetto viene reso più chiaro da Ansari et al. (2019) parlando di “automazione di compiti e routine precedentemente eseguiti dagli esseri umani, che possono essere istruiti ad una macchina”, che permettono di raggiungere, per la stessa attività routinaria, livelli maggiori di efficienza ed efficacia.

Ovviamente, definire tecnologie così dirompenti e dinamiche non è un compito facile. Moreira et al. (2023) hanno selezionato gli elementi che devono essere inclusi in questa definizione: “Le tecnologie emergenti, il software che esegue compiti umani e l'automazione di compiti di routine e basati su regole e software che esegue autonomamente processi, compiti, attività e transazioni”.

Wewerka & Reichert (2020), al fine di fornire una definizione accolta dalla letteratura, hanno colto gli aspetti più citati quando si descrive la RPA, di seguito riportati:

- “Soluzione software-based”;
- “Imita il comportamento umano”;
- “Svolgimento di task routinarie”.

Enriquez et al. (2020) spiegano come la tecnologia si collochi al di sopra dell'infrastruttura dell'information technology di un'azienda: si parla di un livello tecnologico più alto.

È stato poi riportato come la licenza del software per questa tecnologia costi tra 1/3 e 1/5 di un dipendente a tempo pieno: solo osservando questo dato si inizia a comprendere l'impatto sulla struttura dei costi di questa tecnologia, soprattutto qualora si riuscisse a concentrare i dipendenti solo nelle attività relative alla creazione di valore.

Sarà interessante, nel capitolo riguardante la discussione dei risultati ottenuti dalle interviste dirette, verificare se vi è coerenza con quanto riportato in questo studio.

da Silva Costa et al. (2022) forniscono dei dati quantitativi che rendono più chiaro lo sviluppo, in proiezione, di questa tecnologia a livello globale:

- Mercato della tecnologia in crescita del 32,8% dal 2021 al 2028;
- Riduzione dei costi operativi del 59%;
- Aumento della qualità dei processi dell'86%;

Per quanto riguarda la descrizione della tecnologia, rientra nella categoria c.d. *non disruptive* (Sibaliija et al. (2019)), a differenza dell'Intelligenza Artificiale, non ridisegna le caratteristiche di un business ma lo rende più efficiente.

L'enorme sviluppo della tecnologia degli ultimi anni è stato favorito anche dall'aumento dei provider e delle piattaforme; quest'ultime stanno diventando sempre più sofisticate a livello tecnologico, permettendo di essere implementate sempre più facilmente dalle organizzazioni (Antwiadjei, 2021).

La composizione tipica di queste piattaforme prevede delle “pre-built automation solutions”, adattate per il settore specifico dove è richiesta.

Schuler & Gehring (2018) hanno tracciato le tipologie di processo che più sono adatte alla RPA, ovvero quelli che “sono basati su regole, sono prevedibili in termini di scenari di processo e di eccezioni di processo, sono ripetitivi, con una gestione delle eccezioni e un intervento umano limitati, sono una priorità accessoria da automatizzare per l'IT o per i proprietari di un'applicazione, accedono spesso a più sistemi e hanno volumi di transazioni medio-alti”.

2.2.2 Tipologie di RPA

Yarlagadda (2018) distingue quattro tipologie di Robotic Process Automation:

- “Robot per l'inserimento dei dati”, con compito di raccolta, pulizia e trasformazione delle informazioni;
- “Robot per la verifica e la convalida” delle informazioni recepite e utili per l'autenticazione delle transazioni finanziarie;
- “Robot per l'integrazione dei sistemi” diversi, come quelli provenienti, ad esempio, da aziende che si stanno fondendo;

- “Robot pianificati o attivati”, per svolgere attività programmate quando necessario, senza possibilità di errore umano.

2.2.3 Settori di applicazione della tecnologia

Pramod (2022) ha fornito una panoramica sulle industry che più stanno adottando la Robotic Process Automation:

- Settore banking e finance, dove i dati e l’automatizzazione sono definiti “i driver chiave della business agility”;
- Settore assicurativo, per le attività di raccolta dati che non richiedono sforzo cognitivo, ad esempio, nella stipula di una polizza;
- Settore agricolo, soprattutto per attività dove è richiesta estrema precisione ed è quindi facile incorrere nell’errore umano;
- Settore sanitario, dove la RPA può essere lo strumento che permette di gestire l’incredibile volume di dati generato per generare efficienza;
- Settore manifatturiero, dove la tecnologia, dopo una partenza lento, sta trovando straordinarie opportunità di crescita, soprattutto con l’integrazione dell’Intelligenza Artificiale;

2.2.4 Benefici

Visto il grande sviluppo di questa tecnologia, è fondamentale approfondire quali sono i benefici effettivi che questa apporta all’interno di un’organizzazione. Viene ripreso in questa sede lo studio di Enriquez et al. (2020) che riconosce alla RPA i seguenti vantaggi:

- la facilità di configurazione del software, questo implica il non dover ricercare personale particolarmente specializzato. Syed et al. (2020), infatti, spiegano come, tra le varie forme di automatizzazione, la RPA sia più facile da utilizzare e più economica;
- la sicurezza, infatti, la RPA viene descritta come “progettata per soddisfare i requisiti IT dell’azienda in termini di sicurezza, scalabilità, verificabilità e gestione delle modifiche”.

Da un punto di vista più generico, i benefici maggiori sono riconosciuti riguardo la riduzione dei costi ed il miglioramento dei processi produttivi.

Dal punto di vista del capitale umano, Wewerka & Reichert (2020) riconoscono come maggior beneficio della tecnologia il fatto che permette ai dipendenti di svolgere attività legate alla creazione di valore aggiunto, nonostante questi, spesso, associno l'implementazione di questa tecnologia alla possibilità di perdere il posto di lavoro, oltre alla paura di non essere in grado di utilizzare la tecnologia e comprendere le sue funzionalità.

Dal punto di vista dell'azienda, invece, gli autori riconoscono quattro vantaggi principali:

- “Velocità” nei processi, se questi sono automatizzati;
- “Disponibilità” 24 ore su 24, possono quindi gestire un aumento della domanda;
- “Compliance”, i processi sono estremamente dettagliati e trasparenti;
- “Qualità”, in quanto l'errore umano viene eliminato.

Madakam et al. (2019) riconoscono come vantaggio principale l'efficienza operativa lungo tutte le dimensioni del business: “La manodopera digitale è più affidabile, efficiente e a basso costo”.

Da Silva Costa et al. (2022) sottolineano come, una volta raggiunti questi vantaggi, si migliori anche la *customer experience* e i relativi servizi, ad esempio, tempi di risposta più veloci alle richieste della clientela e meno pressione ai dipendenti per risolvere eventuali problematiche.

D'altra parte, come spiegato da Pramod (2022), per determinate attività si renderà sempre necessaria l'interazione umana con il cliente e, talvolta, il confine può essere difficile da individuare.

Syed et al. (2020) delineano un altro beneficio degno di attenzione, ovvero “la flessibilità, la scalabilità”: con la RPA non si rende necessaria modifica dei sistemi informatici dell'organizzazione e, come appena spiegato, degli orari lavorativi. Riguardo la “scalabilità”, è più semplice aumentare carichi di lavoro a sistemi automatizzati come la RPA.

Sobczak (2021) ha presentato uno studio svolto attraverso la somministrazione di un questionario a 238 imprese operanti in Polonia, che hanno implementato questa tecnologia. Il primo aspetto che si evidenzia è relativo alla dimensione: il 75% delle organizzazioni è appartenente alla categoria “grande impresa”, ovvero con più di 250 dipendenti.

Anche la riduzione dei costi va sicuramente annoverata tra i maggiori benefici, in quanto il 78% dei rispondenti ha indicato questa motivazione come la principale nell’implementare questa tecnologia ed il 13% come una delle motivazioni tenute in considerazione nel processo decisionale.

La Robotic Process Automation si è dimostrata di incredibile utilità anche nel contesto della pandemia da Covid-19, come spiegato da Sobczak (2021), infatti, “ha garantito la continuità dei processi aziendali in corso”, produttivi e non solo, quando il lavoro umano era limitato dalle restrizioni sanitarie.

Oltre a quelli precedentemente elencati, Naveen Reddy et al. (2019) indicano ulteriori benefici. Innanzitutto, la riduzione del turnover dei dipendenti, poiché il loro livello di soddisfazione sul posto di lavoro tenderà ad aumentare, vista la loro partecipazione esclusivamente rivolta ad attività che concorrono alla creazione di valore aggiunto.

Inoltre, le aziende potrebbero decidere di non delocalizzare le loro attività produttive in luoghi dove il costo del lavoro è minore, grazie alle efficienze generate dall’utilizzo, appunto, della RPA.

Infine, rispetto alle attività di front-office, questa tecnologia permetterebbe il self-service verso il cliente, qualora fosse possibile, grazie all’automatizzazione dei servizi.

Oltre a non concentrare il lavoro dei dipendenti in attività ripetitive, la Robotic Process Automation può diventare una valida alternativa all’outsourcing di attività che, per varie ragioni, non possono essere svolte all’interno dei confini aziendali, come spiegato da Yarlagadda (2018), permettendo di mantenere il controllo sui processi in questione.

2.2.5 Sfide

van der Aalst et al. (2018) sottolineano la necessità della Robotic Process Automation di diventare più “smart”, attraverso l’utilizzo di Intelligenza Artificiale e Machine Learning, per svolgere “compiti più complessi e meno definiti”.

Anche Wewerka & Reichert (2020) sottolineano come la critica principali di questi software sia “l’incapacità di prendere decisioni”.

L’automatizzazione tramite RPA, infatti, non tiene conto di aspetti come “la natura cognitiva che coinvolge gli aspetti psicologici, l’applicazione dell’atteggiamento di conoscenza, il comportamento naturale e la linguistica”: in questo ambito, appunto, entra in gioco l’Intelligenza Artificiale (Pramod, 2022).

In aggiunta, Santos et al. (2020) spiegano che, per queste motivazioni, questa tecnologia si applica a sistemi “ruled-based”, ovvero dove sono necessarie regole stringenti per non far incorrere il software in errore; qualora ci fossero sistemi contenenti eccezioni si rende essenziale l’intervento umano.

Da questa necessità nasce appunto l’integrazione di questi sistemi: l’Intelligent Process Automation, argomento del capitolo successivo di questo elaborato. da Silva Costa et al. (2022) individuano la resistenza culturale come uno degli aspetti critici nell’implementazione della RPA, relativa anche alla paura di perdere il posto di lavoro o di non riuscire a comprendere le funzionalità della tecnologia.

Questi timori, almeno al giorno d’oggi, secondo Sobczak (2021) sono infondati. L’autore spiega come ci sia “tendenza all’esagerazione da parte dei media” a riguardo. Allo stato attuale, la RPA comporta semplicemente una ridefinizione dei ruoli per i dipendenti, non la perdita del posto di lavoro.

È interessante il punto di vista di Lawrence et al. (2017), in quanto rende chiara l’idea in un semplice concetto: “Se è improbabile che l’automazione sostituisca completamente il lavoro umano, è probabile che cambi la forma del mercato del lavoro, le occupazioni in cui gli individui lavorano e il tipo di mansioni lavorative svolte dagli esseri umani. È anche probabile che rimodelli il tipo di mansioni che svolgiamo all’interno di tali occupazioni”.

Per Schuler & Gehring (2018), il cambiamento a livello culturale deve essere fortemente supportato da chi detiene la leadership, per far pervadere questi valori in tutti i livelli organizzativi.

Gli autori sottolineano la necessità, come per l'Intelligenza Artificiale, di interventi legislativi in merito. In caso contrario, all'aumentare della produttività, si incorrerà in una riduzione dei benefici comuni e all'aumento di diseguaglianze "di benessere, di reddito e di potere".

Un altro ostacolo è stato individuato dalla necessità di un alto livello di digitalizzazione anche dei documenti aziendali, non sempre presente all'interno delle organizzazioni (da Silva Costa et al., 2022). È stato spiegato anche da Wewerka & Reichert (2020) come "l'uso di documenti cartacei e non strutturati sia ancora un ostacolo sostanziale all'adozione della RPA nelle organizzazioni".

In generale, Pramod (2022) sottolinea come sia essenziale la predisposizione delle attività e dei processi all'automatizzazione, in modo da rendere fattibile l'implementazione. Infatti, Santos et al. (2020) affermano che la scelta dei processi è uno step fondamentale e, qualora si fallisse in questa attività, si genererebbero solo ritardi ed inefficienze.

Wewerka & Manfred (2021) spiegano che, affinché la RPA produca efficienze, è necessaria una scrupolosa selezione delle attività da rendere automatizzate; queste devono avere degli alti livelli di standardizzazione e maturità: l'attività deve essere ad un punto tale che l'intervento umano non è necessario o lo è in minima parte.

Un aspetto da tenere in considerazione è la formazione del personale e la diffusione della conoscenza, come evidenziato dallo studio di da Silva Costa et al. (2022) soprattutto riguardo l'automatizzazione di "attività manuali, complesse o altamente frazionate, con più parti coinvolte". Secondo Berruti et al. (2017), in media sono necessarie 3 o 4 settimane di formazione individuale per rendere il dipendente produttivo ed efficiente con la nuova tecnologia.

Da Silva Costa et al. (2022) si focalizzano anche sulle piccole imprese, spiegando come queste siano ancora più ostacolate nell'implementazione della tecnologia, in quanto non hanno ancora a disposizione delle linee guida da seguire rispetto a realtà più grandi.

Così come per l'Intelligenza Artificiale, anche la sicurezza è un aspetto molto critico. Murugappan & Sree Kala (2022) hanno individuato tra gli aspetti più problematici a riguardo, il pericolo di un attacco informatico e, quindi, perdita di dati ed informazioni sensibili a seguito dell'implementazione di questa tecnologia.

Santos et al. (2020) hanno poi individuato un punto critico dal punto di vista della manutenzione: infatti, spiegano, il frequente cambiamento delle interfacce utente costringe a riconfigurare il software. Questo risulta essere un dispendio economico, oltre che di tempo.

Infine, un ulteriore problema evidenziato da Schuler & Gehring (2018) riguarda la memoria dei software di automatizzazione, che potrebbe rappresentare un ostacolo nella gestione di grandi quantità di dati.

2.3 Intelligent Process Automation

2.3.1 Definizione di Intelligent Process Automation

Questa sezione dell'elaborato verrà dedicata all'Intelligent Process Automation, frutto dell'unione delle tecnologie relative ad Intelligenza Artificiale e RPA, che sta iniziando a pervadere moltissimi settori, compreso l'Automotive.

L'IPA viene definita da Berruti et al. (2017) come “un set emergente di nuove tecnologie che combina la riprogettazione dei processi fondamentali con l'automazione dei processi robotici ed il Machine Learning”.

La *IEEE Standards Association (2017)*⁷ definisce questa tecnologia come “un'istanza software preconfigurata che combina regole di business, logica di determinazione del

⁷ L'IEEE Standards Association (IEEE-SA) è un'organizzazione che si occupa di sviluppare e promuovere standard tecnici nell'ambito dell'ingegneria elettrica e elettronica; <https://standards.ieee.org>

contesto basata sull'esperienza e criteri decisionali per avviare ed eseguire più processi umani e automatici interconnessi in un contesto dinamico".

Nei capitoli precedenti sono state analizzate le tecnologie che compongono l'IPA; infatti, questa è sostanzialmente l'unione tra Intelligenza Artificiale e Robotic Process Automation. In particolare, Ansari et al., 2019 spiegano come "l'AI è l'abilità della macchina di pensare, mentre la RPA è l'abilità della macchina di fare", imitando il comportamento umano.

Siderska et al. (2023) evidenziano come l'abbinamento di Intelligenza Artificiale e Robotic Process Automation possa portare a superare molte delle problematiche che possono bloccare l'implementazione di quest'ultima nelle organizzazioni, grazie alle capacità cognitive che l'AI porta con sé.

2.3.2 *Caratteristiche della tecnologia*

È stato descritto come questa tecnologia nasca dall'unione di AI e RPA. Al fine di comprendere più nel dettaglio le tecnologie abilitanti dell'Intelligent Process Automation, può essere utile soffermarsi sullo studio di Berruti et al. (2017), che, anche se datato vista la rapida evoluzione di questa tecnologia, fornisce una classificazione esaustiva e chiara di ciò che compone l'Intelligent Process Automation:

- "Robotic Process Automation (RPA)", le cui caratteristiche sono state spiegate nei paragrafi precedenti;
- "Smart Workflow", un software che permette l'integrazione delle attività svolte dai robot e dagli esseri umani;
- "Machine Learning e Advanced Analytics", in quanto diventa fondamentale l'apprendimento automatico per il miglioramento dei processi aziendali;
- "Generazione di Linguaggio Naturale (NLG)", in cui, dall'interazione uomo-macchina, si passerà alla formulazione di discorsi in "prosa", partendo da un set di dati;

- “Agenti cognitivi”, ovvero la combinazione delle ultime due tecnologie che genera “workforce virtuale” in grado di completare determinati compiti, apprendere e comunicare.

Gli autori sottolineano che, per massimizzare l’impatto dell’IPA, è necessario riuscire a far lavorare insieme queste tecnologie, in quanto prese singolarmente “non sono in grado di catturare valore” all’interno di un’organizzazione.

L’analisi di Siderska et al. (2023), invece, si focalizza sulle tecnologie operanti grazie ad Intelligenza Artificiale che è possibile trovare nei software IPA:

- La “Conversational AI”, che include anche l’AI generativa, riguarda l’interpretazione e la generazione di linguaggio naturale al fine di “mantenere la conversazione” tra umani e macchine;
- “Business Process/Task Mining”, dove, grazie all’utilizzo di Machine Learning e del mining dei dati, si comprende come svolgere determinati task relativi al business;
- “Intelligent OCR”, ovvero l’“Optical Character Recognition” combinato con l’Intelligenza Artificiale, che viene utilizzato per ricavare informazioni di business da documenti
- “Information extraction”, che permettono la creazione di dati dalle informazioni ricavate;
- “Data Science”, che permette la creazione di modelli predittivi di scenari futuri, partendo da informazioni passate;
- “Machine Learning”, argomento già trattato nel *paragrafo 2.1.4*.

Il concetto viene espresso in maniera chiara da Zhang & Wen (2021) con una metafora: “Occorre trasformare queste perle sparse in bellissime collane, che possono essere portate al collo delle aziende a un prezzo accessibile ai clienti, in modo che possano partecipare alla sempre più dura competizione di mercato con un atteggiamento più elegante”.

L’Intelligent Process Automation, in generale, opera secondo il seguente procedimento (Mandvikar & Achanta, 2023):

1. “Comprendere l'input e applicare la tecnologia appropriata per convertire l'input in un formato leggibile dal sistema”;
2. “Decidere in base all'input quale tipo di processo deve essere eseguito”, in questa fase sono fondamentali l'Intelligenza Artificiale ed il Machine Learning;
3. “Eseguire l'azione utilizzando strumenti di automazione come la Robotic Process Automation o altri strumenti di automazione basati su codice o script”;
4. “Avviene la rendicontazione dei risultati dell'esecuzione” step necessario per risolvere eventuali problematiche sorte durante il processo.

2.3.3 *Descrizione della tecnologia*

Le tecnologie appena illustrate, permettono di far acquisire alla RPA capacità cognitive e, quindi, trasformarla in IPA; è interessante approfondire le due funzionalità alla base di questo processo, individuate da Viehhauser (2020):

- “Cattura delle informazioni”, attraverso l'analisi dell'ambiente esterno, cercando di catturare dati, testi, immagini, ecc.;
- “Elaborazione delle informazioni”, che avviene grazie a tecnologie come Machine Learning, Natural Language Processing e Automated Reasoning.

Zhang & Wen (2021) hanno analizzato l'impatto dell'Intelligent Process Automation lungo varie attività organizzative.

- Il processo di acquisizione di documenti, lettere, ecc. può essere rivoluzionato grazie al Machine Learning e il riconoscimento dei testi, senza coinvolgere l'attività umana;
- Tutto ciò che riguarda l'elaborazione di informazioni è reso automatizzato sia dalla RPA che dal Linguaggio Naturale, anche per quanto concerne il controllo delle regole;
- La tecnologia si inserisce anche nel decision-making, in quanto, grazie all'utilizzo dei Big Data e delle analisi predittive, viene semplificato e migliorato questo processo;
- Riguardo alle attività di supervisione, grazie all'AI il rischio viene stimato in tutte le sue componenti in modo più preciso.

2.3.4 Benefici

Così come per le tecnologie illustrate precedentemente, Berruti et al. (2017) spiegano che non sono necessari ingenti investimenti in infrastrutture per l'implementazione dell'IPA. Tuttavia, Herm et al. (2021) parlano di questa tecnologia come “non ancora un bene commodity”, soprattutto perché la componente relativa all'Intelligenza Artificiale è più costosa e richiede più tempo per essere implementata.

Williams & Allen (2017), già alcuni anni fa, avevano individuato due benefici principali nella combinazione tra RPA e AI:

1. “Estensione della RPA a settori che in precedenza non erano adatti all'automazione”;
2. “Aumento del rendimento della robotica all'interno di un processo attualmente abilitato”.

È giusto rimarcare come lo studio appena citato è di 7 anni fa, quindi in questo contesto risulta essere datato. Tuttavia, rappresenta un interessante punto di partenza nell'analisi in questione ed è stato quindi scelto come base di partenza per il paragrafo.

Herm et al. (2021) sottolineano la versatilità come attributo principale dell'IPA, vista la possibilità di essere implementata in un numero più grande di attività rispetto alla RPA, grazie alla possibilità di problem solving derivante dal Machine Learning e dal Deep Learning.

Inoltre, Williams & Allen (2017) aggiungono, sempre rispetto alla tradizionale RPA, il fatto che ora i dipendenti possono interagire con le macchine in modi simili a quelli umani, permettendo di giungere a “nuovi livelli di produttività e di efficienza”.

Ulteriori benefici di questa tecnologia riguardano, secondo Mandvikar & Achanta (2023), riduzione dei costi, riduzione dei tempi di produzione, l'abilità di potersi adattare più facilmente ai cambiamenti in corso d'opera di un processo e la “visibilità end-to-end dei processi e dei percorsi dei clienti”.

Per Asadov (2023), rispetto alla RPA, l'IPA permette migliori risultati in termini di allocazione delle risorse e identificazione delle priorità; questo permette di evitare “colli di bottiglia” durante i processi e, quindi, si va ad aumentare ancora di più l'efficienza dei vari processi di un'organizzazione.

Un'altra qualità che viene riconosciuta alla tecnologia riguarda il miglioramento della comunicazione, in quanto consente “un processo decisionale più rapido e un flusso di informazioni più fluido” lungo i vari livelli organizzativi.

2.3.5 *Sfide*

Come per le tecnologie analizzate precedentemente, Le problematiche che questa tecnologia può affrontare derivano da quelle spiegate per la RPA e per l'AI.

Siderska et al. (2023) spiegano che si possono verificare delle problematiche proprio nella transizione da RPA ad IPA, indicando come esempio l'integrazione del software esistente con il Machine Learning e la necessità di utilizzare, per i nuovi processi, diverse tipologie di dati.

La formazione del capitale umano può sicuramente rivelarsi un punto critico. Berruti et al. (2017) sostengono che la miglior modalità per formarsi a riguardo sia attraverso “un approccio di tipo *learning-by-doing* che combina coaching, formazione sul posto di lavoro e condivisione delle conoscenze”. Al fine di fornire attività formative adeguate ed accelerare questo processo, potrebbe essere utile rivolgersi a supporto esterno con esperti in materia.

Al fine di coinvolgere i dipendenti in questo grande cambiamento strutturale per l'organizzazione è fondamentale anche curare la comunicazione aziendale, anche per cercare di avvicinare la cultura aziendale e personale ai valori dell'innovazione. Il coinvolgimento, secondo Asadov (2023), va esteso anche al management ed ai vari stakeholder, anche per poi essere delle guide ai dipendenti di livello più basso.

Questo concetto viene condiviso anche da Schmitz et al. (2019), che individuano nel cambiamento dell'approccio manageriale verso la tecnologia, uno dei principali fattori di successo dell'implementazione: è il management a dover far passare il concetto “Il software deve essere integrato come un nuovo collega”.

Beerbaum (2022) spiega come l'implementazione dei software IPA debba assicurare il “principio di non sovversione”, ovvero “Il potere conferito dal controllo di sistemi di AI

altamente avanzati dovrebbe rispettare e migliorare, piuttosto che sovvertire, i processi sociali e civili da cui dipende la salute della società” e, quindi, dei suoi individui.

Herm et al. (2021) evidenziano a riguardo un potenziale rallentamento nella crescita di IPA nelle organizzazioni: visto il fatto che ci troviamo davanti ad una tecnologia “giovane”, in un primo momento potrebbe verificarsi la mancanza di personale adatto anche a fare la formazione ai dipendenti.

Asadov (2023) sottolinea l'importanza dell'infrastruttura tecnologica per l'IPA, non tanto per quanto riguarda l'entità dell'investimento ma rispetto alla “scelta di strumenti e piattaforme di automazione adeguati, l'integrazione dei sistemi e la gestione dell'aumento del volume di dati”.

Non va tralasciato, anche in questo caso, l'aspetto relativo ai dati, alla privacy, anche considerando come il panorama legislativo si stia muovendo in maniera repentina in materia.

Beerbaum (2022) sottolinea che, data la particolarità tecnologica, è probabile che vi sia poca trasparenza anche dal punto di vista di procedimenti giuridici, e, qualora l'attività del sistema IPA sia coinvolta nel processo, vi deve essere l'autorità umana con le competenze adeguate a fornire spiegazioni esaustive.

Inoltre, per quanto si parli di interazioni simili a quelle tra esseri umani, nelle macchine manca comunque quella componente emozionale che contraddistingue i legami e le interazioni tra persone e che risulta fondamentale nella gestione di un team di lavoro, come evidenziato da Yarlagadda (2018).

Un'altra preoccupazione riguardo la tecnologia viene spiegata dallo studio di Herm et al. (2021) riguardo la misurazione delle performance del software nel passaggio dalla fase di “test” alla fase di “produzione” per “differenze nel volume dei dati e nella gestione dei permessi”. Le soluzioni discusse a proposito, riguardano il miglioramento della fase di “test”, che deve essere condotta su più modelli e, soprattutto, con dati provenienti dall'ambiente reale.

Soprattutto nei business più innovativi, poi, è necessario considerare che le dinamiche evolvono con altissima frequenza: i software “devono essere adattati quando i processi e

i loro dati cambiano” alla stessa velocità con cui il business cambia. Questo rende necessario il monitoraggio continuo da parte della forza lavoro umana, rappresentando un ulteriore costo.

Un’altra tematica spigolosa, come per le tecnologie trattate nei capitoli precedenti, riguarda i fattori etici.

Beerbaum (2022) ha proposto uno studio sul rapporto tra la teoria comportamentale e la Robotic Process Automation. Innanzitutto, spiega, che la grande portata di questa innovazione tecnologica dovrebbe essere vista nell’ottica di un “bene comune”, con l’obiettivo di migliorare il benessere sociale di intere comunità e non solo la redditività di un’azienda, trascurando, ad esempio, le condizioni lavorative dei dipendenti.

Un altro aspetto analizzato riguarda l’impatto socioeconomico nel paese di origine, dovuto allo spostamento geografico di grandi aziende verso località dove le tecnologie in esame sono più fiorenti.

2.4 Il settore Automotive

2.4.1 Definizione

Essendo l’intento di questo elaborato volto a comprendere i cambiamenti apportati dalle tecnologie analizzate nel business model del settore Automotive, si rende necessario, in questa sede un approfondimento al fine di comprendere le caratteristiche di questa *industry*, quali sono i principali fattori di successo ed i trend degli ultimi anni.

Innanzitutto, il settore Automotive, per quanto concerne le attività produttive, viene indicato con il “Codice ISIC 29”. Come spiegato dal *Report 3 (2022)* di Statista, questa divisione comprende “la produzione di veicoli a motore per il trasporto di passeggeri o merci. È inclusa la produzione di varie parti e accessori, nonché la produzione di rimorchi e semirimorchi”.

In particolare, vengono specificate le seguenti sottocategorie:

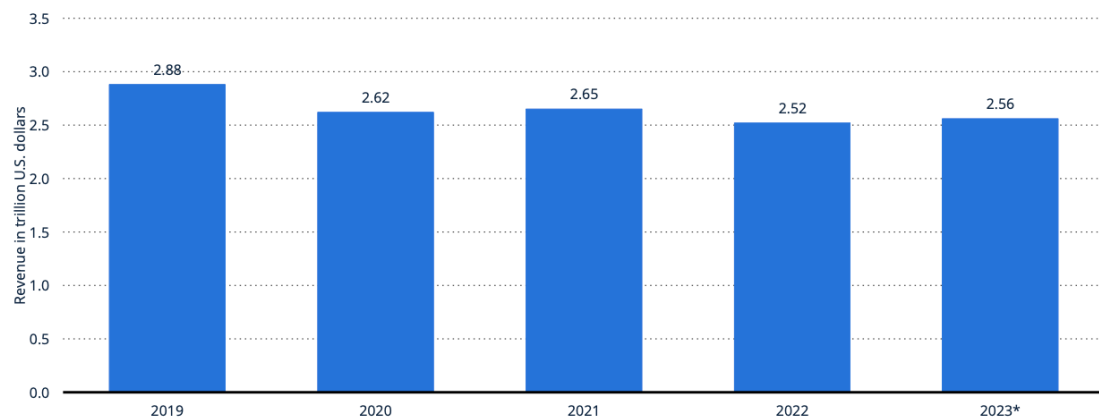
- “291: Fabbricazione di autoveicoli”;
- “292: Fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli; fabbricazione di rimorchi e semirimorchi”;

- “293: Fabbricazione di parti e accessori per autoveicoli”.

Il perimetro di ricerca di questo elaborato si orienterà su queste categorie appena menzionate, sia in questa fase di revisione di articoli scientifici, sia nelle fasi di ricerca diretta.

Global car manufacturing industry revenue between 2019 and 2022, with a forecast for 2023 (in trillion U.S. dollars)

Revenue - automobile manufacturing industry worldwide 2019-2023



Description: The global automotive manufacturing market was worth about 2.86 trillion U.S. dollars in 2021. The market is projected to grow to some 2.95 trillion U.S. dollars in 2022. This growth is a slow recovery, still under the industry's 2019 market size. [Read more](#)

Notes: Worldwide; 2019 to 2022; * Forecast Values have been rounded. [Read more](#)

Source: IBISWorld

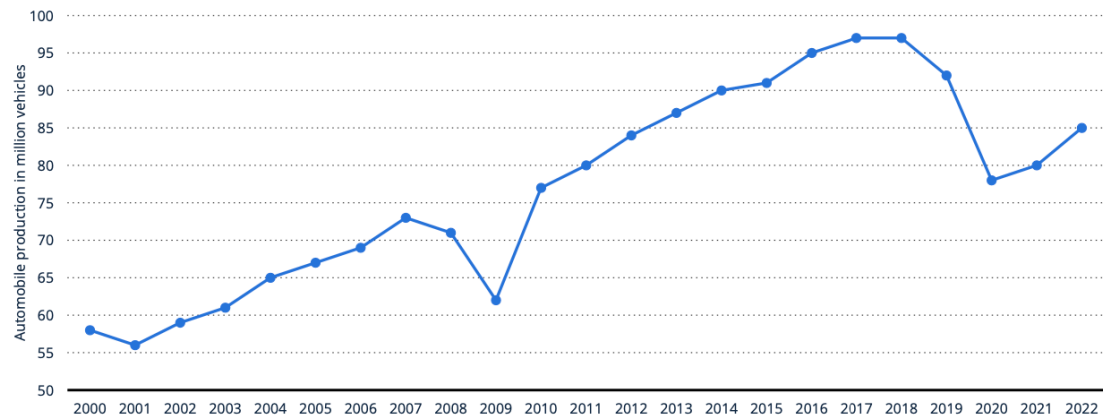
statista

Figura 10; Revenues derivanti dalla produzione di autoveicoli a livello globale, tra il 2019 ed il 2022, con una stima per il 2023: Statista (2023)

In *Figura 10*, estrapolata dal *Report 4 (2023)* di Statista è possibile osservare l’andamento delle *revenue* nel settore, che hanno subito un leggero calo con l’impatto della pandemia Covid-19 e successivamente si sono tenute stabili, senza risalire, anche a causa del conflitto in Ucraina.

Estimated worldwide motor vehicle production from 2000 to 2022 (in million vehicles)

Worldwide motor vehicle production 2000-2022



Description: In 2022, some 85 million motor vehicles were produced worldwide. This figure translates into an increase of around six percent compared with the previous year. China, Japan, and Germany were the largest producers of cars and commercial vehicles in 2022. Statista
Note: Worldwide, 2000 to 2022
Source: OICA

statista

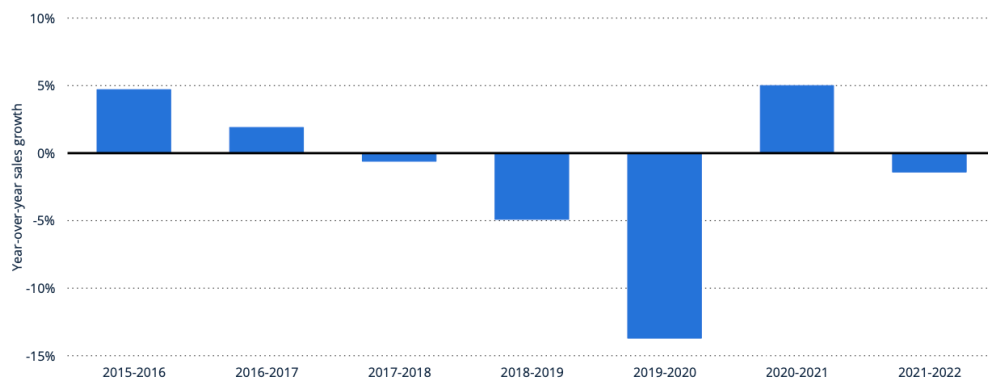
Figura 11; Stima della produzione globale di veicoli a motore dal 2000 al 2022: Statista (2023)

La Figura 11, sopra riportata, indica come l'evoluzione dei volumi di produzione dei veicoli a motore sia variata dal 2000 in poi.

I volumi si sono mantenuti sempre in crescita, globalmente dai primi anni 2000. Gli unici cali drastici sono quelli causati dalla crisi economica del 2008 e dalla pandemia Covid-19.

Worldwide motor vehicle sales year-over-year growth between 2015 and 2022

Motor vehicle sales growth worldwide 2015-2022

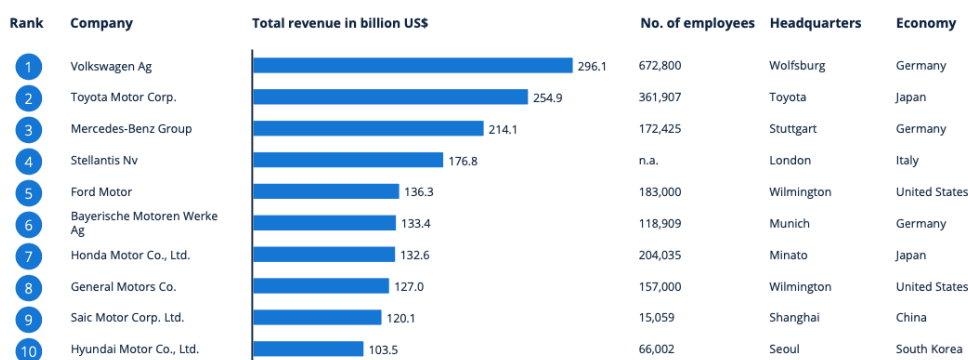


Description: Global new vehicle sales contracted 1.4 percent between 2021 and 2022. In detail, commercial vehicle sales were down by about 8.3 percent, while passenger car sales were up by 1.9 percent. These fluctuations in the past years were due to a drop in demand amid the COVID-19 pandemic and to the automotive semiconductor shortage. Statista
Note: Worldwide, 2015 to 2022
Source: OICA

statista

Figura 12; Vendita globale di veicoli a motore dal 2015 al 2022: Statista (2023)

La *Figura 12* riporta, invece, i volumi di vendita dei veicoli al motore dal 2015 in poi. Le conseguenze della pandemia sono visibili anche in questo grafico, visto l'enorme calo delle vendite proprio tra il 2019 ed il 2020. Vendite che già stavano calando dagli anni precedenti e che ancora non sono state in grado di tornare a livelli di crescita pre-Covid. Proprio la pandemia, come spiegato da Hoefl (2021), è stata l'evento che ha accelerato enormi cambiamenti nel business model dalle aziende nel settore Automotive, come verrà illustrato nei paragrafi successivi.



Notes: Only stock-listed companies; the selection of companies is based on their major sources of revenue. Data for 2021 or latest available.
Sources: Market data by Quandl and WBV 2022; Company DB 2022

statista

Figura 13; Classificazione dei maggiori player nel mercato in base alle revenue del 2021: Statista (2023)

Osservando la classificazione delle aziende nel settore per ricavi nella *Figura 13*, è possibile notare come Volkswagen Ag. sia il più grande player nel mercato, per quanto riguarda i ricavi generati dal *manufacturing*, ovvero i settori della fabbricazione.

2.4.2 Trend del settore

Come spiegato da Dutt et al. (2020), i grandi player di questa industry, per rimanere competitivi stanno operando, a livello strategico, su due fronti: partnership e M&A mirate.

Lo studio di Kucharski & Marszałek (2022) spiega i diversi fattori di successo delle M&A nel settore Automotive.

Innanzitutto, fusioni ed acquisizioni permettono il raggiungimento di obiettivi strategici di lungo periodo come il consolidamento nel mercato in cui l'azienda è presente o

l'espansione in uno nuovo. Inoltre, con tali operazioni, si agevola anche la diversificazione del portafoglio prodotti e l'accesso a nuove tecnologie.

L'aspetto fondamentale è quello relativo alla generazione di sinergie con i vantaggi di economie di scala, risparmi sui costi, maggiore efficienza e maggiore competitività.

Infine, la struttura di capitale dell'impresa migliora, soprattutto se vengono fatti usi efficienti delle risorse e decisioni di investimento solide.

Negli ultimi cinquant'anni, la più grande innovazione a livello di processo è stata la "Lean Production" caratteristica del "Toyota Production System".

Chiacchierini (2020), la descrive in contrapposizione alla produzione di massa: "l'obiettivo della Lean Production è sensibilmente diverso rispetto a quello della produzione di massa. Mentre con quest'ultima, infatti, si mirava ad ottenere un prodotto il più possibile standardizzato e di media qualità, nella produzione snella l'unico traguardo è la perfezione, tendendo a portare i costi ad un livello ben al di sotto di quello che si riteneva accettabile per la produzione di massa".

Dietro la produzione snella vi è la "filosofia dell'azzeramento", ovvero "zero scorte, zero attese, zero tempi, zero blocchi, zero difetti, zero trasporti, zero ordini inevasi, zero ritardi nelle consegne". Il focus è stato posto su due elementi principali: qualità e tempo.

Questi processi rimandano al "Just in Time", ovvero una strategia di gestione che mira a migliorare l'efficienza e a ridurre gli sprechi nei processi produttivi (Groenevelt & Sirnon, 1993).

L'idea alla base del JIT è quella di produrre beni o servizi esattamente quando sono necessari, nelle quantità richieste e al giusto livello di qualità. Il focus è posto sulla minimizzazione dei livelli di inventario per ridurre i costi di gestione ed eliminare gli sprechi associati alle scorte in eccesso.

In Europa, il modello di produzione snello arriva, leggermente rivisitato, sotto il nome di World Class Manufacturing (in seguito anche "WCM"). Come spiegato da Chiacchierini (2020), il WCM è "una fusione tra il modello Toyota ed il modello Taylorista", caratteristico della produzione di massa. Se, infatti, il focus è rivolto alla riduzione di errori e di sprechi, per migliorare efficienza e qualità, come nel TPS, d'altra parte ci sono rimandi alla Taylorismo in termini di "misurazioni e progettazione dei posti di lavoro".

L'adozione di questo modello produttivo, nel 2006, ha fatto sì che la ex Fiat iniziasse la sua ripresa dopo le crisi di quegli anni, "rivelandosi come la vera chiave di risparmio e di efficienza della casa torinese".

I principi su cui si fonda il WCM sono i seguenti:

- "Qualità e focus sul cliente", il livello di qualità va impostato in base alle esigenze della clientela;
- "Approccio di gestione", i principi del WCM vanno diffusi in tutti i livelli aziendali;
- "Strategie di produzione" ben definite ed orientate al lungo periodo;
- "Affidabilità della produzione", rispettando determinati standard qualitativi;
- "Misure di prestazione", devono essere costanti per permettere il miglioramento continuo;
- "Organizzazione", il management si deve avvicinare ai livelli più bassi per trasmettere i valori di questa filosofia;
- "Risorse umane", in termini di investimenti in formazione e assunzione di responsabilità da parte dei lavoratori;
- "Processo", con focus sull'eliminazione degli sprechi, dei tempi morti e delle scorte;
- "Tecnologia", in quanto va privilegiato l'investimento in innovazioni tecnologiche, fondamentali per mantenere il vantaggio competitivo.

Dutt et al. (2020) spiegano come le innovazioni dal punto di vista tecnologico che stanno travolgendo il settore, si pensi appunto all'Intelligent Process Automation, sono fondamentali per la competitività delle aziende nel settore: è necessario sfruttare la grande portata di queste tecnologie per reinventare il modello di business: "Solo quando queste tecnologie digitali sono combinate con un design organizzativo integrato possono davvero portare a un guadagno effettivo", sottolineando quindi l'importanza del management nell'adozione di queste tecnologie.

2.4.3 Evoluzione storica del settore

L'industria Automotive, come illustrato da Benotsmane et al. (2020), nasce in Europa nel XIX secolo ma il suo boom di crescita avviene nel secolo successivo negli USA con il

“Fordismo”, che, seguendo la filosofia Tayloristica, permise di produrre quantità maggiori a prezzi inferiori surclassando il mercato europeo in quegli anni. Dagli anni '50 del secolo scorso, però, l'Europa ha riguadagnato una posizione dominante insieme al Giappone. Quest'ultimo è stato protagonista di un boom nel settore grazie allo sviluppo della filosofia “Just in Time”, spiegata poc'anzi.

Lo studio di Helmold (2021) si focalizza sulle caratteristiche del settore nell'area dell'Unione Europea, spiegando come l'Automotive sia una delle *industry* più importanti, con 13,8 milioni di dipendenti (diretti ed indiretti) in questo mondo.

Il grande sviluppo che ha caratterizzato gli ultimi decenni è, in parte, dovuto ai grandi investimenti in R&D che si sono susseguiti negli anni, sia tramite sussidi della Commissione Europea, che tramite investimenti privati da parte delle aziende. Gli autori sottolineano che l'Automotive è il settore con investimenti più alti in questo ambito in UE.

Storicamente, il settore Automotive è sempre riuscito ad inglobare le innovazioni tecnologiche *disruptive* di ogni periodo storico e a trarre vantaggio da queste. Papulová et al. (2022) raccontano come in ogni Rivoluzione Industriale, quest'industria sia riuscita a rinnovarsi dal punto di vista produttivo, ma non solo.

Con la Prima Rivoluzione Industriale le imprese hanno avuto accesso ad una nuova fonte di energia, il motore a vapore, che ha permesso anche la parziale sostituzione del lavoro umano con l'introduzione dei macchinari.

L'elettricità e la catena di montaggio, pilastri della Seconda Rivoluzione Industriale, hanno permesso incredibili miglioramenti a livello produttivo, riducendo costi e tempi di produzione come mai fu fatto prima.

La terza rivoluzione industriale ha permesso che si sviluppassero le tecnologie informatiche all'interno del settore, favorendo il passaggio da connessioni analogiche a digitali, e si iniziasse l'implementazione di processi automatizzati.

Karabegović et al. (2018) riconoscono a queste innovazioni un'importanza fondamentale in termini di efficienza e flessibilità nei processi produttivi, oltre ad essere la base tecnologica che ha permesso lo sviluppo dell'Industria 4.0.

Invece, con la Quarta Rivoluzione Industriale, sempre secondo Papulová et al. (2022), si sta assistendo all'incredibile sviluppo, a livello globale ma anche nelle aziende Automotive, di dispositivi robotici avanzati, dell'Intelligenza Artificiale, in tutte le sue branche, e della produzione automatizzata.

La crescita incredibile del mondo Automotive avviene principalmente nel Secondo Dopoguerra, come spiegato da Yoga Irsyadillah & Dadang (2020), infatti, lo sviluppo di questo settore fu uno dei principali fattori che permise il grande boom economico sia nei paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo.

2.4.4 Cambiamenti nel business model

Come spiegato da Helmold (2021), le innovazioni tecnologiche che stanno irrompendo nel settore Automotive hanno fatto sì che si creasse una “situazione di sconvolgimento storicamente unica”. Infatti, i business model tradizionali delle grandi aziende automobilistiche sembrano ancora funzionare molto bene. D'altra parte, però, le varie innovazioni in ambito digitale, di guida autonoma, di veicoli elettrici e di sviluppo di Intelligenza Artificiale lasciano presupporre che il mercato si stia per rivoluzionare radicalmente.

L'esempio che viene indicato dagli autori spiega in maniera efficace questo concetto. Si pensi alle grandi aziende tedesche produttrici di autoveicoli, che negli anni hanno saputo creare vantaggio competitivo grazie alle eccelse competenze ingegneristiche sui motori a combustione; il rapido sviluppo dei motori elettrici, nei prossimi anni, potrebbe far diventare obsoleta questa leadership tecnologica, soprattutto considerando leggi e regolamenti che stanno entrando in vigore riguardo il rispetto dell'ambiente.

Anche Brandtner & Freudenthaler-Mayrhofer (2020) evidenziano che il mercato di questo settore sta cambiando notevolmente negli ultimi anni, analizzando il punto di vista dei clienti.

Infatti, se negli ultimi decenni questo settore è stato caratterizzato da “modelli di business tradizionali e consolidati, tecnologie mature ed esigenze percepite dai clienti piuttosto immutabili”, le generazioni di clienti che si stanno avvicinando a questo mondo hanno delle esigenze totalmente differenti. Gli autori spiegano come la globalizzazione sta

diffondendo dei mega-trend relativi a questo settore, che ne modificano fortemente le dinamiche: innanzitutto, l'urbanizzazione fa sì che si favorisca l'incremento di trasporto pubblico e di servizi di car sharing, anche perché la concezione culturale riguardo il "possedere" un veicolo si sta dissolvendo in favore di un'apertura verso servizi di noleggio. Questo processo è favorito anche dall'altro principale mega-trend, ovvero il maggior interesse, soprattutto delle generazioni più giovani, verso le tematiche della sostenibilità.

Si giunge quindi alla conclusione che sono necessari dei cambiamenti da parte delle organizzazioni nel settore: "Le case automobilistiche non possono più affidarsi solo alle tradizionali innovazioni di prodotto "technology-push". È necessario prendere in considerazione un cambiamento in termini di focus dell'innovazione del business model". Lo studio di Helmold (2021) spiega che le aziende del settore che decideranno di non cambiare modello di business potranno avere lo stesso destino di "fallen giants" come Nokia, che nel settore della telefonia, non ha saputo captare il potenziale *disruptive* degli smartphone, e decidendo di non investire inizialmente, fu spazzata via dal mercato.

Al fine di comprendere le evoluzioni in questo settore, occorre porre attenzione sul business model tradizionale di questo settore, servendoci del lato destro di un Business Model Canvas fornito dallo studio di Brandtner & Freudenthaler-Mayrhofer (2020).







| | | | |
|---|--|--|--|
| Value Proposition  Attracting customers when providing excellent cars and innovative mobility services | Customer Relationships  Diversification by brands and products (from luxury to economy segment) Brand image Brand awareness Test drives Customer events Mast customization | Customer Segments  Mass market Private customers: Mobility solutions for the mainstream Loyal customers Corporate customers: Car dealers Fleet customers Car rental Niche markets: Wealthy customers Passion for premium/luxury products | |
| | Channels  Exhibition rooms Dealer network Website, Apps, Print Media, Events Museums at production sites Live streams Distribution partners | | |
|  | Revenue Streams | Selling new cars: Leasing, Purchase, Rental Selling spare parts for used cars After sales service: maintenance of used cars Funding and insurance services Fleet management |  |

Figura 14; Lato destro del Business Model Canvas del business model tradizionale del settore Automotive: Brandtner (2020)

Il focus principale delle organizzazioni nel settore riguarda la produzione di autoveicoli, servizi ancillari, attività di finanziamento e servizi post-vendita, mentre la principale fonte di ricavi proviene dalla vendita di autoveicoli e dai leasing.

Gli autori evidenziano, poi, come i canali di vendita principali siano rappresentati dal contatto diretto con il cliente, dallo show-room e dalle “esibizioni”.

Tuttavia, come sottolineato da Hoefft (2021), l’impatto della pandemia Covid-19, e le conseguenti restrizioni per motivi sanitari, hanno fatto sì che si sviluppasse repentinamente vendite online e direct-to-consumer, in quanto le persone hanno iniziato a sentirsi più a loro agio nell’acquistare a distanza. Questo cambiamento nel comportamento dei consumatori, ha portato ad una diminuzione delle visite fisiche agli autosaloni, ma ad un aumento delle interazioni online con i produttori di automobili.

Se si considerano le tendenze del momento, però, si evidenzia come anche le aspettative del cliente stiano notevolmente cambiando, come sottolineato da Dutt et al. (2020). Infatti, viene spiegato che il cliente ricerca ormai un qualcosa in più rispetto alla

“tradizionale esperienza in macchina”, vuole sentirsi comodo nel veicolo con tutti i servizi digitali a disposizione e perfettamente integrati.

Benotsmane et al. (2020) hanno tracciato una distinzione tra aspetti che caratterizzano tradizionalmente il settore e le tendenze verso cui sta convergendo.

L'industria Automotive, storicamente, è stata caratterizzata da risorse limitate e non sostenibili, linee di produzione fisse e macchine non riconfigurabili, prodotti finiti limitati e proposti dall'azienda produttrice, bassi livelli di produttività e necessità di elevata forza lavoro.

La Quarta Rivoluzione Industriale nel settore Automotive, per Selim & Mostafa Gad-El-Rab (2024), sta portando incredibili cambiamenti sia per le aziende, in tutta la catena del valore, sia per i clienti, che stanno assistendo alla rivoluzione del loro rapporto con i veicoli.

Le innovazioni tecnologiche degli ultimi anni, invece, stanno reindirizzando questo mondo verso:

- Risorse più efficienti che rispettano anche i parametri di sostenibilità ambientale;
- Linee di produzione più flessibili e gestione efficiente della logistica;
- Il prodotto, che può essere personalizzato in parte dal cliente;
- La manutenzione predittiva è ora resa possibile dall'Intelligenza Artificiale e l'automazione dei processi;
- La ricerca di “cooperazione tra uomo e macchina”;
- Conversione verso l'utilizzo di fonti di alimentazione sostenibili, come i veicoli elettrici, che segnano una spaccatura rispetto al modello di business tradizionale;
- Aumento della produttività che rende le imprese più competitive sul mercato.

Le principali innovazioni a livello di business model individuate da Brandtner & Freudenthaler-Mayrhofer (2020) riguardano tre modelli: “Subscription”, “Car-sharing” e “piattaforme multi-sided”.

Il modello Subscription riguarda la sottoscrizione, appunto, di un abbonamento con tariffa mensile per utilizzare l'autoveicolo senza possederlo. Questa soluzione si sta diffondendo

molto negli Stati Uniti, dove la possibilità di cambiare continuamente il veicolo è sempre più in voga, mentre procede a rilento in Europa.

Il Car-sharing, invece, riguarda il noleggio temporaneo (a minuti, ad ore, ecc.) del mezzo di trasporto ed è sicuramente il modello di business, tra quelli innovativi, più diffuso in Europa.

Le piattaforme Multi-Sided, ad esempio Uber, si occupano di far interagire due diverse tipologie di utenti, gestendone anche le transazioni: autisti indipendenti e clienti, con il bisogno di spostarsi senza un mezzo proprio o un mezzo pubblico, in qualsiasi orario del giorno.

Lo studio di Brandtner & Freudenthaler-Mayrhofer (2020) è stato condotto su persone appartenenti alla generazione “Y”, ovvero le persone nate dal 1980 al 1995, e “Z”, dal 1996 in poi. Si evidenzia come gli appartenenti a queste categorie non rifiutano il business model tradizionale delle aziende nel settore, ma ritengono necessari determinati accorgimenti che vadano incontro alle esigenze di flessibilità e di riduzione dei costi, con soluzioni che si avvicinano a quelle analizzate poc’anzi.

2.4.5 Focus sulla sostenibilità

Come spiegato nel paragrafo precedente, la sostenibilità è, a tutti gli effetti, un megatrend globale.

Gohoungodji et al. (2020) evidenziano come l’attenzione all’ambiente, ed i relativi vincoli legislativi, sono diventati uno degli aspetti più impattanti sul settore Automotive, in quanto, le aziende sono state costrette a modificare i paradigmi di produzione in modo da rendere sia il processo produttivo che l’auto stessa meno inquinanti.

Tuttavia, le aziende stanno incontrando non poche barriere in questo complicato processo, categorizzate da Gohoungodji et al. (2020) come di seguito:

- Barriere tecnologiche, in quanto spesso non si hanno le conoscenze tecnologiche adatte per l’implementazione di misure green all’interno dei processi produttivi;
- Barriere organizzative, relative soprattutto al rapporto con gli stakeholder. Si pensi, ad esempio, al principale fornitore dell’azienda che non possiede materie prime che rispettino i parametri della sostenibilità;

- Barriere legislative, in quanto le aziende in questo settore sono brand globali e, spesso, da paese in paese, il panorama legislativo è estremamente diverso;
- Barriere relative alle informazioni, dovute all'accesso limitato a dati riguardanti lo svolgimento di "eco-practices",
- Barriere legate alle risorse, sia dal punto di vista finanziario che dal punto di vista umano e produttivo;
- Barriere comportamentali, ovvero la resistenza culturale all'adozione di determinati comportamenti "green" da parte dei manager ma anche dei singoli dipendenti.

2.4.6 Digital transformation: come sta pervadendo il settore?

Le innovazioni a livello di modello di business analizzate nel paragrafo precedente hanno come parametro comune il forte impatto della *digital transformation* nel mondo Automotive. Lo studio di Llopis-Albert et al. (2021) spiega come ormai, in un veicolo prodotto, la metà del suo valore derivi proprio da tecnologie digitali.

I cambiamenti più impattanti si stanno riscontrando a livello di produzione, in particolare con "nuove generazioni di robot che consentono assemblaggi multipli e la crescente importanza della robotica, dell'intelligenza artificiale e di internet, che faranno parte della nuova rivoluzione industriale".

Un altro aspetto interessante, riportato da Moniz et al. (2022), riguarda la "scolarizzazione" dei dipendenti nelle aziende del settore: infatti, dal 2012 al 2019, il livello "base", ovvero scuola primaria è crollato del 16%, in favore di dipendenti con un'educazione scolastica più alta. Questo turnover di dipendenti in base al titolo di studio è sicuramente dovuto alla necessità maggiore di specializzazione per svolgere le mansioni lavorative, in quanto lo svolgimento di attività lavorative routinarie e ripetitive sta diventando compito di software specifici, si pensi alla RPA e all'IPA, che man mano di stanno sviluppando in quest'epoca di grande sviluppo del digitale. Viene infatti spiegato che "il volume di occupazione nel settore è in aumento. Tuttavia, l'ingresso nel mondo del lavoro avviene per lo più a livelli di qualifica più elevati", con figure ricercate come "operaio specializzato", "team leader" o "manager".

La *digital transformation*, secondo Gupta et al. (2021) è ciò che sta permettendo il passaggio del settore Automotive “da una visione centrata sul veicolo a uno stato di profonda e sostenuta centralità del cliente”. Per far sì che avvenga questo, spiegano, è necessario lo sviluppo di nuovi valori ed il cambiamento della cultura nelle organizzazioni del settore, in ogni suo aspetto: “Le case automobilistiche stanno ripensando la struttura organizzativa, i prodotti e i processi. Non si tratta più di semplice automazione, ma dell’inserimento dell’IA in tutti i processi per innovare continuamente, aumentare la produttività, ridurre i costi e ottimizzare la catena di fornitura”.

Reddy (2022) evidenzia però delle problematiche, a livello di capitale umano, che si possono verificare nella digitalizzazione dei processi nel settore Automotive. Gli autori, infatti, parlano di “digitalization anxiety”, ovvero l’ansia e lo sconforto che potrebbero provare i dipendenti nel momento in cui l’azienda decida di implementare soluzioni digitali nei processi dove sono abituati a lavorare in maniera tradizionale. La soluzione che viene proposta in questo ambito riguarda la particolare attenzione che il top management dell’azienda deve avere nel gestire queste situazioni, cercando di proporre soluzioni che facciano avvicinare i dipendenti al mondo del digitale, anche facendo capire come queste possano migliorare il benessere in azienda.

Sarà interessante analizzare se questi effetti si stanno riscontrando anche nelle realtà intervistate direttamente, come si vedrà nel *Capitolo 4*.

2.4.7 Lo sviluppo dell’Intelligenza Artificiale nel settore Automotive

Come spiegato precedentemente, l’Intelligenza Artificiale sta pervadendo velocemente ogni settore e industria a livello globale, compreso il mondo Automotive, in tutti i suoi aspetti: dalla produzione alla vendita, passando per la customer experience e le attività di manutenzione.

Per Gupta et al. (2021), l’Intelligenza Artificiale e le relative sotto-tecnologie impatteranno principalmente su quattro aspetti in questo settore:

- “Produzione di auto”, ovvero il focus di questo elaborato, nonché il pilastro alla base di tutto il mondo Automotive che sta vivendo un periodo di grande cambiamento, in termini di “operazioni di produzione e supply chain più

intelligenti, dinamiche efficienti dal punto di vista dei costi, grazie all'implementazione dell'AI ai margini per gestire le analisi in tempo reale”;

- “Veicoli connessi”, che permettono di avere aggiornamenti, ad esempio, sul percorso da seguire e sulle condizioni del veicolo.
- “Esperienza di bordo”, per far sì che il cliente abbia a disposizione più comodità possibili durante il tragitto;
- “Veicoli autonomi”, oggetto del *Paragrafo 2.4.12*.

Suhaib Kamran et al. (2022) hanno invece delineato le applicazioni di queste tecnologie per quanto riguarda le fasi di design e produzione del prodotto:

- Design intelligente, dove programmi di “CAD”⁸ e “CAM”⁹ permettono di automatizzare il processo di progettazione, diventando uno strumento di supporto per gli ingegneri;
- Linea di assemblaggio intelligente, che permette di raggiungere ottimi risultati in termini di efficienza. Esiste in questo ambito anche una “componente AI nota come Direct Labor Management System (DLMS) che stabilisce i tempi di lavoro standard richiesti dalle varie classi di lavoratori per l'assemblaggio dei veicoli”.
- Sequenza di produzione dei veicoli, dove la complessità nel coordinamento delle varie operazioni che portano al prodotto finito è elevata e si è reso necessario l'intervento dell'AI per la pianificazione di queste attività e per la gestione del rapporto domanda-offerta;
- Controllo intelligente della produzione, per evitare di incorrere in “Over-production” e controllare costantemente parametri quantitativi e qualitativi di produzione.
- Supply chain e Inventory Management, in quanto le aziende automobilistiche stanno sviluppando “sistemi aziendali virtuali e tecniche di soft computing” basati su Intelligenza Artificiale per la gestione della catena di fornitura.

⁸ “Computer Aided Design”, sono sistemi che forniscono “assistenza di disegno attraverso l'utilizzo di software specifici che possono creare una resa visiva di quello che sarà il progetto”. (<https://www.accademiainnovazione.it/cose-il-cam-le-differenze-tra-cad-e-cam/>)

⁹ “Computer Aided Manufacturing”, sono “software specifici non pensati per un rendering visivo, come possono essere invece certe applicazioni per il CAD, ma per una produzione effettiva”. (<https://www.accademiainnovazione.it/cose-il-cam-le-differenze-tra-cad-e-cam/>)

Gli autori hanno anche individuato due attività, per quanto riguarda i servizi post-vendita, che stanno notevolmente migliorando grazie all'AI:

- Assistenza, riparazione e manutenzione, dove, grazie all'implementazione di software di *Digital Twin* è possibile individuare il malfunzionamento in tempi rapidissimi ma anche semplicemente effettuare manutenzione predittiva per evitare che si incorra in quel determinato malfunzionamento, generando efficienze per l'azienda;
- Sistemi intelligenti di gestione della garanzia e dell'assicurazione, in quanto la mole di dati da gestire per le organizzazioni è ingente e sicuramente un software AI riesce ad organizzarli in maniera più precisa e chiara rispetto al lavoro umano, che si rivelerebbe molto complicato.

Lo studio di Moniz et al. (2022) sui trend riguardanti l'AI ed il mondo Automotive in Portogallo, ha evidenziato come, in media, già il 43% degli investimenti in R&D delle aziende del settore sia rivolto allo sviluppo di tecnologie relative all'Intelligenza Artificiale, sottolineando come questa percentuale sia destinata a crescere.

Il *Report 1 (2023)* di Statista illustra i principali utilizzi del Machine Learning nel settore in esame:

1. "Ottimizzare i processi di progettazione per abbreviare il ciclo di sviluppo di nuove vetture e funzionalità e migliorare la qualità";
2. "Implementare la manutenzione predittiva avanzata per prevenire guasti rari e interruzioni non pianificate";
3. "Monitoraggio e controllo della produzione in tempo reale per aumentare la resa produttiva".

Riguardo al punto 2, Theissler et al. (2021) spiegano come la manutenzione predittiva sia fondamentale per "garantire la sicurezza funzionale nel corso del ciclo di vita del prodotto, limitando al contempo i costi di manutenzione". Inoltre, indicano il Machine Learning come tecnologia chiave per far sì che ciò avvenga.

Andando nel dettaglio, l'attività di manutenzione predittiva "mira a prevedere il momento ottimale per le azioni di manutenzione, tenendo conto delle informazioni sullo stato di salute del sistema e/o dei dati storici di manutenzione. Cerca di evitare la riparazione

prematura e costosa di un sistema, mirando allo stesso tempo a garantire una riparazione tempestiva prima di un guasto”.

In conclusione, Gupta et al. (2021) hanno tracciato i principali benefici delle piattaforme di Intelligenza Artificiale nel settore:

- Possibilità di “comunicare” con il veicolo sia internamente che esternamente a questo;
- Riduzione del time-to-market;
- Analisi in tempo reale delle prestazioni del veicolo;
- Possibilità di effettuare manutenzione predittiva.

2.4.8 Robotic Process Automation nel settore Automotive

Prima di analizzare come l’Intelligent Process Automation stia pervadendo il settore dell’Automotive, occorre una breve disamina sulla RPA in questo mondo.

Sithole (2022) spiega che l’Automotive è stata l’*industry* che più di tutte ha adottato sistemi di automazione dei processi tramite questo tipo di software, evidenziando come tutti i benefici relativi all’implementazione di RPA, ampiamente illustrati nel *Paragrafo 2.2.5*, si adattino perfettamente alle sue caratteristiche.

Campilho & Silva (2023) spiegano che proprio il settore Automotive “sta emergendo come uno dei principali catalizzatori del progresso dei sistemi di automazione, guidato dalla ricerca di una maggiore produttività e di una maggiore flessibilità”.

Gli autori spiegano che, in questa *Industry*, i maggiori benefici apportati dall’implementazione di questi sistemi riguardano:

- Lo svolgimento di compiti ripetitivi e pericolosi con precisione e coerenza;
- La riduzione dei difetti al minimo, con il risultato di prodotti di qualità superiore.

2.4.9 Intelligent Process Automation nel settore Automotive

Da anni ormai, le aziende Automotive stanno cercando soluzioni per l'implementazione di sistemi intelligenti di automazione, soprattutto nei più grandi paesi dove questo settore è sviluppato, si pensi a USA, Giappone, Germania e Cina (Karabegović et al. (2018)).

Papulová et al. (2022) spiegano come “l'automazione può apportare molti vantaggi alla produzione, in particolare semplificare i processi e snellire la produzione, riducendo i tempi e i costi di manodopera”, si osserva come queste siano le stesse motivazioni che stanno spingendo le organizzazioni di altri settori verso questa tecnologia. Gli autori spiegano come “l'industria automobilistica è considerata un pioniere dell'Industria 4.0, in quanto, sta investendo in nuove tecnologie legate a questa circa 65 miliardi di dollari all'anno”.

Anche per Moniz et al. (2022), la scelta di implementare tecnologie legate all'automazione dei processi nel mondo Automotive ricalcano queste ragioni: risparmio economico in termini di manodopera e aumento di produttività ed efficienza. A queste, però, si aggiunge anche un miglioramento delle condizioni di salute dei lavoratori e riduzione della delocalizzazione della manodopera, poiché se si raggiungeranno determinati livelli di efficienza, potrà non essere più necessario per l'azienda spostare la produzione in paesi con minor costo della manodopera.

Papulová et al. (2022) hanno condotto uno studio tra Repubblica Ceca e Slovacchia, dove l'industria Automotive è trainante per le loro economie, su 106 aziende appartenenti alla categoria NACE “SK 29”¹⁰, al fine di comprendere il livello di automazione nei loro processi, come varia questo livello in base alle dimensioni dell'impresa ed i vantaggi dell'automazione.

Innanzitutto, si riscontra come solo l'8% delle aziende rispondenti non abbia adottato tecnologie per l'automazione dei processi, mentre la maggioranza, il 76% si colloca nella fascia “livello basic o medio di implementazione” con il rimanente 17% che invece utilizza già livelli avanzati di queste tecnologie.

¹⁰ “Produzione di autoveicoli, produzione di carrozzerie per autoveicoli, produzione di semirimorchi e rimorchi, produzione di parti ed accessori per autoveicoli” (<http://www.nace.sk/nace/29-vyroba-motorovych-vozidiel-navesov-a-privesov/>),

In questa prima analisi vi sono due aspetti interessanti:

- L'8% di aziende che non utilizza tecnologie per l'automazione appartiene alla categoria "micro o piccole imprese";
- Il 17% di aziende che ha implementato l'IPA a livello avanzato è sul mercato da almeno 15 anni ed ha le dimensioni di "media o grande impresa" e, la maggior parte, è appartenente alla sottocategoria NACE "aziende produttrici di autoveicoli e dalle aziende che producono altre parti e componenti per autoveicoli".

Papulová et al. (2022) hanno poi classificato i principali vantaggi dell'automatizzazione dei processi:

- "Agile Supply-Chain", l'automatizzazione rende più facile l'implementazione di processi "Just in Time", che rendono possibile la gestione istantanea e flessibile delle variazioni della domanda;
- "Strumenti di previsione e monitoraggio", per prevenire eventuali malfunzionamenti che potrebbero interrompere la produzione, che spesso è continuativa in queste realtà;
- "Capacità di adattamento dei sistemi" e permettere, quindi, la personalizzazione del prodotto finito anche nella produzione di massa;
- "Flessibilità delle tecnologie di rete", sia per migliorare la comunicazione interna tra vari reparti, sia per reagire prontamente a mutamenti esogeni provenienti dall'esterno, visto che si sta trattando un contesto estremamente dinamico;
- "Digitalizzazione dei documenti e dei processi", che, come è stato spiegato nei paragrafi precedenti, è un requisito essenziale per l'implementazione di software di RPA e IPA;
- "Aumento della capacità produttiva e dell'efficienza", infatti, i sistemi intelligenti con capacità di apprendimento possono intuire modalità di efficientamento energetico o produttivo, oppure modificare i vari processi per aumentare la capacità produttiva.

Tramite il loro studio, è possibile rilevare che i parametri più importanti per le medie e grandi aziende sono: “efficienza della produzione, digitalizzazione della produzione cartacea, semplificazione dei processi produttivi e strumenti di monitoraggio”.

Considerando le sfide che questa tecnologia sta affrontando nell’industria Automotive, Moniz et al. (2022) parlano di “Skill challenge” per indicare l’ingente “carico di lavoro cognitivo e percettivo” di questi software che non è facile da gestire, soprattutto per assicurare determinati livelli di sicurezza.

Rispetto al punto critico legato al rapporto tra il capitale umano e i software IPA, con la paura del cambiamento del contesto lavorativo, Moniz et al. (2022) confermano che, anche nel mondo Automotive “l’aspettativa non è che l’automazione sostituisca i lavoratori, ma che aumenti la loro capacità di svolgere i propri compiti e/o alleggerisca gli oneri, in tempi brevi”.

Papulová et al. (2022) hanno invece individuato “il rischio di sicurezza e la vulnerabilità attraverso la comunicazione di rete all’interno di questi dispositivi” come la sfida principale che l’Intelligent Process Automation deve affrontare in questa *industry*.

Nel loro studio, spiegano come sia necessaria, nelle aziende del mondo Automotive, l’implementazione di sistemi per il monitoraggio automatizzato per tenere sotto controllo tutti i vari processi che le macchine gestiscono; spiegano infatti, che l’utilizzo dei software IPA senza questi sistemi nelle aziende di questa *industry* “può causare diversi svantaggi rispetto ai concorrenti del settore”.

Nelle sezioni dedicate all’analisi della RPA e dell’IPA, è stato individuato un particolare punto critico: la gestione del rapporto tra uomo e macchina.

Larsson & Bengtsson (2022) hanno evidenziato degli aspetti interessanti a riguardo, grazie ad uno studio sull’implementazione di questi sistemi nel settore Automotive.

Innanzitutto, il management deve comprendere come i dipendenti umani possano sviluppare fiducia verso le macchine e comprendere le capacità, l’affidabilità e la sicurezza dei robot per lavorare efficacemente al loro fianco.

2.4.10 Guida autonoma

È chiaro che la direzione di medio-lungo termine verso cui verte il settore riguarda i veicoli autonomi, è quindi necessario approfondire l'argomento in questa sede.

Innanzitutto, Khayyam & et al. (2020) definiscono il veicolo autonomo come “un veicolo in grado di guidarsi da solo, invece di essere controllato dall'uomo; è un tipo di veicolo senza conducente che è diventato realtà ed è l'arte di guidare utilizzando i computer per il futuro”.

Spiegano, poi, come questa grande innovazione sia stata resa possibile grazie allo sviluppo di Intelligenza Artificiale e Internet of Things, insieme al miglioramento delle connessioni ad alta velocità.

Lo studio di Soegoto et al. (2019) riporta la classificazione dei diversi livelli di guida autonoma:

- Livello 0, pieno controllo da parte del pilota ed assenza di guida autonoma;
- Livello 1, dove il pilota ha il controllo ma viene assistito da sensori radar, ad esempio per la rilevazione di ostacoli;
- Livello 2, l'automazione aiuta la guida del pilota grazie a tecnologie come il “cruise control” ed il parcheggio assistito;
- Livello 3, il veicolo si guida in maniera autonoma ma è necessario che il pilota sia pronto ad intervenire sul volante;
- Livello 4, non è più necessaria la presenza del pilota in strade “controllate”, si pensi alle autostrade;
- Livello 5, il veicolo è completamente autonomo e può andare ovunque senza il pilota.

Gupta et al. (2021) spiegano come il progresso tecnologico attuale abbia di arrivare al “Livello 4”, mentre per giungere a quello successivo è necessario un ulteriore sviluppo della rete 5G.

Khayyam & et al. (2020) riconoscono l'aumento della sicurezza nelle strade come il più grande vantaggio di questa innovazione, spiegando che il 90% degli incidenti stradali sono dovuti ad un errore umano; infatti, le principali cause indicate sono: distrazione,

guida in stato di ebbrezza, guida oltre i limiti di velocità e poco diligente e veicoli non sicuri”.

L’Intelligenza Artificiale entra nella guida autonoma in tre fasi distinte: “Data collection”, “Path planning” ed “Act” (Khayyam & et al., 2020).

Per quanto riguarda la fase di raccolta dati, questa attività è resa possibile dai radar, strumenti video e GPS. I dati vengono poi analizzati grazie ad algoritmi di ML per fornire informazioni aggiornate sul veicolo in tempo reale.

Nel “Path planning”, i software di Intelligenza Artificiale analizzando i Big Data raccolti nella fase precedente per definire il percorso migliore per un determinato itinerario, considerando variabili come: tempi di percorrenza, sicurezza del percorso stradale, distanza e convenienza.

La fase di “Act” comprende tutte quelle operazioni con cui il software di AI “è in grado di rilevare gli oggetti sulla strada, di manovrare attraverso il traffico, il parcheggio, gli ostacoli, l'intrattenimento, i semafori, le biciclette, i pedoni, le aree di lavoro, le condizioni atmosferiche e gli altri veicoli senza l'interposizione del conducente umano e di raggiungere la destinazione in modo sicuro”.

(Khayyam & et al., 2020) hanno individuato dei punti critici ancora da risolvere legati alla diffusione della guida autonoma:

- “Accuratezza del software”, soprattutto nella comprensione di situazioni di pericolo ed eventuali segnalazioni;
- “La completezza e la correttezza delle mappe”, in quanto è necessaria estrema precisione nel percorso da seguire;
- “La capacità di stima dei sensori” nella rilevazione di ostacoli nel percorso e nel definire gradi di pericolosità a situazioni che si verificano durante la guida.

Gli autori, oltre ai problemi appena menzionati, ribadiscono la necessità che il servizio di guida autonoma diventi impeccabile a prescindere dalle condizioni del manto stradale, del meteo e del traffico.

Cap.03 Metodologia di ricerca

L'obiettivo di questo capitolo è spiegare i metodi utilizzati per rispondere alla domanda di ricerca di questo elaborato e le relative ipotesi.

Dopo un'attenta revisione degli articoli scientifici che ha permesso di approfondire ampiamente gli argomenti in esame, questa sezione descriverà in dettaglio i metodi utilizzati per condurre la ricerca, comprese le procedure di campionamento, la raccolta dei dati e le analisi statistiche.

La raccolta di dati avverrà in maniera diretta attraverso due modalità principali: interviste dirette e somministrazione di un questionario.

La scelta di questi strumenti di ricerca è ideale al fine di raggiungere lo scopo previsto da questo elaborato.

Le interviste dirette consentono di ottenere informazioni approfondite, affidabili e dettagliate da parte degli ingegneri, con esperienza diretta e conoscenza specifica delle pratiche e dei processi nel settore Automotive.

Tramite questo strumento di ricerca è possibile validare o confutare le informazioni raccolte tramite la revisione di articoli scientifici su questo tema.

Il questionario rivolto agli studenti, invece, permette di cogliere le percezioni di un campione significativo di studenti di ingegneria meccanica in tre atenei italiani riguardo le tecnologie oggetto di questo elaborato.

L'utilizzo di entrambi gli strumenti di ricerca consente di combinare i vantaggi delle interviste qualitative con la capacità di rilevare analisi statistiche attraverso lo studio quantitativo dei questionari.

3.1 Interviste dirette

L'intervista diretta è rivolta ad ingegneri del settore Automotive, che sotto diversi aspetti, stanno affrontando la trasformazione attraverso l'adozione di tecnologie relative all'Intelligent Process Automation in questi anni.

La scelta di intervistare direttamente ingegneri che hanno vissuto o stanno vivendo cambiamenti di questo tipo nel loro ambiente lavorativo, è cruciale per ottenere una prospettiva autentica sull'evoluzione tecnologica nel settore Automotive.

Questo approccio offre l'opportunità di ottenere chiarimenti dettagliati e testimonianze preziose direttamente da persone con vastissima conoscenza del settore.

Il contatto diretto con gli ingegneri fornisce una visione più completa e autentica, consentendo di comprendere appieno l'impatto che tali cambiamenti possono avere sul lavoro quotidiano e sul settore nel suo complesso.

Lo scopo principale delle interviste dirette è di confermare le ipotesi H1 e H2, grazie alle preziose testimonianze di ingegneri che hanno incentrato la loro carriera in questo mondo.

Le informazioni ottenute dalle interviste sono state utilizzate anche come metro di confronto con le opinioni e le prospettive degli studenti provenienti da facoltà di ingegneria meccanica.

Questo confronto è stato di fondamentale importanza per l'analisi dell'ipotesi H3 di questo elaborato.

Gli ingegneri intervistati, vista l'esperienza nel settore automobilistico rappresentano una fonte autorevole di conoscenza ed esperienza pratica nell'utilizzo di tecnologie relative all'Intelligent Process Automation. Le loro opinioni, quindi, possono essere confrontate con le risposte fornite dagli studenti per valutare come queste percezioni variano tra coloro che sono già immersi nell'industria e coloro che si stanno preparando per entrare nel settore, identificando eventuali discrepanze o lacune tra le aspettative degli studenti e la realtà del settore automobilistico.

Le interviste sono state realizzate tramite *Microsoft Teams*¹¹, la piattaforma di comunicazione sviluppata da *Microsoft*, che offre la possibilità di effettuare chiamate, videochiamate e registrazioni.

¹¹ <https://www.microsoft.com/it-it/microsoft-teams/log-in>

Sono state condotte, in particolare, due interviste. Ai due ingegneri che hanno accettato di essere intervistati sono state poste domande analoghe, in modo da confrontare le varie risposte e trovare analogie o diversità in queste, potendo così rispondere ai quesiti di ricerca e trarne le relative conclusioni.

Le domande poste nelle interviste sono le seguenti:

Domande di qualifica

- Quanti anni ha lavorato nel settore Automotive?
- Di cosa si è occupato in questi anni?

Domande tecniche

- Ha vissuto in prima persona, negli ultimi anni, l'implementazione di tecnologie relative all'Intelligenza Artificiale e di automazione nel proprio lavoro? Se sì, quali sono state?
- Attraverso la revisione di diversi articoli scientifici riguardo Intelligenza Artificiale, RPA ed IPA nel settore Automotive, si evidenzia come le principali motivazioni dietro all'adozione di queste tecnologie siano la generazione di efficienze in termini di costo, riduzione dell'errore umano e miglioramento degli standard di qualità. È stato così anche nella sua azienda?
- Se sì, è possibile fornire un dato specifico, anche in percentuale di un miglioramento o di un'efficienza generata da queste tecnologie in un processo in cui lei o la sua azienda si occupa (es. riduzione dei costi operativi del 7%)?
- In generale, quali sono le aree del settore Automotive dove l'Intelligenza Artificiale e la RPA stanno impattando maggiormente?
- Secondo il suo parere quali sono i principali vantaggi che queste tecnologie stanno facendo riscontrare?
- Quali sono, invece, gli aspetti critici?
- Una delle più grandi sfide che l'implementazione di queste tecnologie nelle organizzazioni deve affrontare riguarda l'accettazione da parte del capitale umano. Nella realtà in cui lei lavora, come sono stati visti questi cambiamenti? C'è stata resistenza da parte dei dipendenti nell'adozione di queste tecnologie?

- Se sì, la resistenza al cambiamento è stata più accentuata nei dipendenti appartenenti ad una fascia di età più alta?
- A suo parere, c'è effettiva preoccupazione riguardo la sostituzione del lavoro umano da parte di “macchine”, inteso sia per componenti software che hardware?
- Le competenze tecnologiche dei dipendenti erano sufficienti nel momento in cui sono state implementate questo tipo di tecnologie?
- Sono stati necessari corsi di formazione per i dipendenti della sua area? Se sì, più o meno, quante ore?
- La Guida Autonoma rappresenta, senza dubbio, il megatrend principale verso cui questo settore verte, visto anche quanto le principali aziende del settore stanno investendo. Secondo lei quanto manca prima di una entrata in commercio e diffusione di questi veicoli in Italia?
- In quali aspetti dello sviluppo della Guida Autonoma, le tecnologie relative all'Intelligent Process Automation sono fondamentali? Le strade italiane sono pronte ed attrezzate per questo tipo di tecnologie?

La prima intervista è stata fatta all'Ing. Antonio Riccio, in data 11 marzo 2024. L'intervistato lavora da 32 anni nel settore; all'inizio della sua carriera si è occupato di progettazione e design di prodotto, ma successivamente si è specializzato, per gran parte della sua carriera, nel manufacturing nella ex Fiat S.p.A., ora Stellantis N.V.

Negli ultimi due anni l'intervistato si è allontanato da questa grande realtà per concentrarsi su gestione di progetti di finanziamento sempre all'interno dell'industria automobilistica.

La seconda intervista è stata rivolta a Giordano Franceschini, in data 19 marzo 2024. L'intervistato è attualmente docente ordinario di Bioingegneria Industriale nell'Università degli Studi di Perugia e possiede un enorme bagaglio di conoscenze proveniente da esperienze nel mondo Automotive.

Dopo gli studi si è specializzato nell'automobilismo sportivo, entrando, nel 1987, in *Formula 1* come costruttore. Successivamente ha avviato un'attività “in proprio”, sempre come costruttore, ma in *Formula 3*.

Nel corso degli anni è stato Direttore di diversi *Team* in queste categorie, contribuendo alla progettazione e costruzione di prototipi e macchine da corsa, comprese le *Supercar*.

Per molto tempo ha contribuito a studi sulla costruzione delle automobili “stradali” e, attualmente, è consulente per un laboratorio *spin-off* di Lamborghini S.p.a. che si occupa di testing di valutazione per componenti automobilistiche.

3.2 Questionario

Il questionario è stato diffuso tra studenti di Ingegneria Meccanica, con l’obiettivo di raccogliere dati ed informazioni per rispondere alla domanda di ricerca H3.

Il questionario è stato realizzato e diffuso tramite *Qualtrics*¹², piattaforma che permette la gestione dei sondaggi l’analisi dei dati. La piattaforma, tra le varie funzioni, offre una serie di strumenti per la creazione, la distribuzione e l’analisi di questionari online.

Le domande proposte nei questionari sono state di diverse tipologie: domande a scelta multipla, scale Likert e domande a risposta aperta.

Al fine di ridurre la possibilità che il rispondente non concluda il questionario, questo è stato strutturato con poche e precise domande, volte a coprire i vari temi trattati in questo elaborato.

In particolare, il questionario si compone di due sezioni:

- Domande di profilazione, volte a categorizzare l’intervistato, ad esempio chiedendo l’ateneo di appartenenza;
- Domande tecniche, ovvero il fulcro del questionario dove viene chiesto il parere degli intervistati riguardo l’implementazione di Intelligent Process Automation e relative tecnologie abilitanti nel settore Automotive.

La scelta degli atenei da coinvolgere nel sondaggio è stata guidata dalla presenza di programmi accademici, attività di ricerca o opportunità di tirocinio specificamente rivolte al settore automobilistico: sono state selezionate tre facoltà attive nell’Automotive in base anche ai contatti e alle conoscenze dirette possedute.

¹² <https://www.qualtrics.com/it/?rid=langMatch&prevsite=en&newsite=it&geo=&geomatch=>

È stato raggiunto un campione di studenti significativo e con familiarità rispetto alle dinamiche del settore automobilistico, contribuendo così a garantire la rilevanza e la validità delle risposte raccolte.

In particolare, la facoltà di ingegneria meccanica della Università La Sapienza di Roma è rinomata come una delle migliori in Italia¹³.

L'università degli Studi di Roma Tre, negli ultimi anni, ha sempre proposto attività per far entrare a contatto gli studenti con aziende del settore, come ad esempio il progetto *Nissan Academy e-4U*¹⁴.

Infine, l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, vista la vicinanza geografica alle grandi case automobilistiche del nostro paese, si è sempre dimostrata attiva nel far inserire i propri studenti nel settore Automotive, ad esempio con la proposta del corso di laurea magistrale in *Advanced Automotive Engineering*¹⁵.

Le domande tecniche proposte nel questionario sono frutto delle evidenze riscontrate in letteratura e dalle interviste dirette condotte con i due ingegneri.

Per quanto riguarda la struttura, principalmente sono state proposte domande quantitative, in modo da ottenere dati numerici che potessero essere facilmente analizzati statisticamente e, poi, confrontati.

Le domande qualitative sono state incluse per approfondire ulteriormente i temi trattati e per fornire contesto e spiegazioni aggiuntive alle risposte quantitative.

Una volta creato il sondaggio, sempre attraverso *Qualtrics*, è stato distribuito attraverso la condivisione del link ai soggetti interessati.

È possibile leggere il questionario al link presente nell'Allegato 1 *Allegato 1*.

I risultati ottenuti sono stati analizzati in base alla loro natura:

¹³ <https://www.universita.it/ranking-per-facolta/>

¹⁴ <https://www.uniroma3.it/articoli/nissan-e-universita-roma-tre-insieme-per-la-mobilita-del-futuro-sostenibile-sicura-e-connessa-370886/>

¹⁵ <https://www.unimore.it/it/didattica/corsi-di-studio/advanced-automotive-engineering>

- Le risposte quantitative sono state studiate grazie al programma *SPSS* al fine di riscontrare evidenze statistiche che possano andare a confermare o confutare quanto spiegato nel capitolo di revisione della letteratura;
- Le risposte qualitative sono state invece considerate come supporto alle interviste dirette, confrontando il punto di vista esperto degli ingegneri intervistati con le aspettative di studenti che si stanno per affacciare al mondo del lavoro ed in particolare in questo settore oggetto di studio.

Il programma *SPSS*, acronimo di "Statistical Package for the Social Sciences", è un software che permette l'analisi statistica dei dati.

Il vantaggio principale nell'utilizzo di questo programma è la possibilità di effettuare analisi statistiche estremamente dettagliate senza profonde conoscenze del linguaggio di programmazione.

SPSS consente di importare, gestire ed analizzare i dati in modo estremamente preciso. È possibile manipolare i dati, ricodificarli, creare variabili derivate e gestire i dati mancanti, tutto attraverso l'interfaccia utente.

È importante evidenziare come l'attività di pulizia dei dati e delle risposte sia essenziale per far sì che si ottenga precisione nelle analisi che saranno proposte.

Le singole risposte sono state esaminate ed eventualmente eliminate nel caso in cui queste presentassero dati anomali ed irreali.

Le analisi statistiche condotte in questo elaborato sono state:

- Distribuzione di frequenza, che permette di organizzare i dati in base alla frequenza con cui si verificano determinati valori;
- Tabelle di contingenza e Chi-quadrato, dove il test del Chi-quadrato permette di verificare l'esistenza di una relazione significativa tra variabili categoriche presenti nella Tabella di contingenza;
- Regressione lineare, test statistico che permette di verificare l'esistenza di una relazione significativa tra variabile dipendente e variabile indipendente, mostrando come la variabile indipendente influenza la dipendente.

Una volta completate le analisi, è stato possibile creare grafici di diverso tipo, per rendere più chiare le evidenze riscontrate, anche e soprattutto in sede di discussione dei risultati.

I rispondenti al sondaggio, studenti di laurea triennale o magistrale di Ingegneria Meccanica, sono stati 123, provenienti dai tre atenei italiani menzionati precedentemente: Università La Sapienza di Roma, Università degli Studi di Roma Tre e Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

Dopo un'attenta attività di pulizia, sono state considerate 118 risposte valide nel campione.

I criteri in base ai quali le risposte sono state escluse sono i seguenti:

- Percentuale di completamento del sondaggio inferiore al 50%;
- Risposte alle domande aperte con argomentazioni inappropriate e non inerenti alle tematiche trattate;
- Risposte incoerenti o contraddittorie, in quanto sono segno di mancanza di attenzione o di risposte casuali.

Fortunatamente, grazie alla serietà e all'interesse mostrato dagli intervistati, sono state scartate solo 5 risposte.

Cap. 04 Risultati e discussione

Dopo aver spiegato come è stata effettuata la ricerca diretta per cercare di confermare le ipotesi di ricerca di questo elaborato, in questo capitolo verranno esposti i risultati ottenuti, confrontando analogie e discrepanze con le argomentazioni trattate nella revisione di letteratura scientifica nel Cap. 2.

L'analisi delle informazioni ottenute, sia dalle interviste che dal questionario, è stata estremamente interessante ed ha fornito molti spunti di discussione sugli argomenti oggetto di studio.

Il capitolo è strutturato partendo dall'analisi delle due interviste che principalmente riguardano le prime due ipotesi di ricerca; si andranno ad indagare gli effetti di Intelligenza Artificiale e Robotic Process Automation nel settore Automotive, sia sotto gli aspetti legati all'impatto sul business delle aziende, sia sotto gli aspetti legati alle risposte del capitale umano a questo tipo di innovazioni.

Le preziose testimonianze dei due intervistati saranno confrontate tra di loro e con le informazioni tratte dall'analisi della letteratura. È importante precisare come, nonostante il differente *background*, entrambi gli ingegneri intervistati abbiano sperimentato l'applicazione di queste nuove tecnologie all'interno della ex FIAT (ora appartenente al gruppo Stellantis N.V.), uno come ingegnere dipendente mentre l'altro come consulente esterno.

Successivamente, le analisi statistiche sui risultati del questionario si concentreranno sulla terza ipotesi di ricerca. Le risposte del questionario, infatti, sono state estremamente utili a comprendere in che modo gli ingegneri del futuro stanno oggi affrontando queste innovazioni così dirimpenti.

I primi paragrafi ([4.1](#), [4.2](#), [4.3](#), [4.4](#), [4.5](#)), in particolare, si concentreranno sulle ipotesi H1 e H2, mentre i successivi ([4.6](#), [4.7](#)) sull'ipotesi H3. L'ultimo paragrafo ([4.8](#)) presenta un breve riepilogo dei risultati ottenuti

4.1 Impatto di Intelligenza Artificiale, RPA e IPA nelle aziende Automotive italiane

Per analizzare come queste tecnologie stiano impattando o abbiamo impattato il settore Automotive, è necessario fare una precisazione, anche se abbastanza intuitiva: RPA e l'automazione in generale, essendosi sviluppate e diffuse prima cronologicamente, sono molto più radicate nelle realtà delle aziende e sono già parte integrante dei modelli produttivi. Di conseguenza, è più semplice parlare degli effetti relativi alla loro implementazione visto che sono già oggi tangibili.

Entrambi gli intervistati sostengono come l'automazione abbia fortemente migliorato, tra gli altri, i comparti produttivi delle aziende nel settore, generando efficienze inimmaginabili fino a poco prima dell'adozione di tali tecnologie.

Come verrà discusso nei prossimi paragrafi, una volta compreso come predisporre e standardizzare le attività, i vantaggi generati da automazione, sia di componenti software che hardware, hanno fatto sì che questa diventasse la base di tutti i processi, soprattutto nei comparti produttivi.

Nel dettaglio, l'Ing. Franceschini ha profonde conoscenze dei software di automazione dei processi, soprattutto dal punto di vista di progettazione: “La mia prima esperienza con software di automazione risale addirittura a quando questi erano in fase embrionale.

Nei primi anni 2000 la Fiat decise di esternalizzare la progettazione: ai fornitori, soprattutto per pezzi di stampaggio a freddo come la carrozzeria, iniziò a chiedere solo il prodotto finito ed il prezzo finale. Insieme ad un mio collega e due laureandi costituimmo un istituto che progettò un software di simulazione numerica di deformazione delle lamiere, diventando un supporto per questi terzisti che dovevano improvvisarsi progettisti.

Questa realtà funzionava molto bene, il software si era diffuso moltissimo ed aiutava in moltissime scelte di progettazione, come le tipologie e le modalità di stampaggio.

Nel 2007 poi la Fiat decise di esternalizzare la produzione dei modelli 500 e New Panda in Polonia, e questa realtà in un anno sparì”.

L'ingegnere sottolinea, inoltre, che con l'Intelligenza Artificiale si sta verificando una situazione analoga: stanno nascendo moltissime realtà che si occupano di consulenza e

implementazione di software di AI per aziende del settore, sia per la progettazione che per la produzione.

Per quanto riguarda l'AI, l'Ing. Riccio spiega, appunto, che “l'Intelligenza Artificiale è sicuramente arrivata più recentemente nella nostra realtà lavorativa, soprattutto se si considera l'AI generativa”.

Inoltre, tende a ribadire un concetto estremamente importante: “In questo settore, si sta scoprendo l'Intelligenza Artificiale integrandola all'automazione”. L'introduzione di sistemi relativi all'AI che si stanno integrando ai già presenti di RPA, sta quindi portando ad una rapida implementazione di sistemi di Intelligent Process Automation.

Questo concetto è stato confermato anche dal secondo intervistato, di conseguenza, nel prosieguo del capitolo si parlerà degli impatti della combinazione tra queste due tecnologie, a meno che non sia indicato diversamente.

Per l'Ing. Riccio queste tecnologie stanno diventando fondamentali sotto l'aspetto della manutenzione predittiva: “Sta diventando fondamentale la gestione della manutenzione attraverso dei sensori di IoT che permettono la prevenzione: ad un determinato numero di cicli e in base a determinati parametri, come l'accelerazione, questi sensori segnalano la sostituzione di un pezzo un macchinario che in genere veniva fatta “per durata”, ovvero dopo un certo periodo di tempo.

In questo caso, invece, si provvede alla sostituzione solo se effettivamente il componente sta per danneggiarsi. Il risparmio che si crea in questo caso è duplice, derivante dalla riduzione del rischio di danneggiamento della macchina e dallo sfruttamento dei componenti per tutta la loro vita utile”.

Questa spiegazione coincide perfettamente con quanto raccolto nell'analisi della letteratura, dove la manutenzione predittiva veniva indicata come uno dei maggiori benefici apportato da queste tecnologie.

Avendo un *background* diverso, l'Ing. Franceschini sostiene che gli impatti maggiori dell'IPA si riscontrano nella ricerca di ottimizzazione dei consumi dei motori e nella Guida Autonoma. Per quest'ultima, come vedremo, sostiene che lo sviluppo di queste

tecnologie è ancora molto lontano dal poter essere ritenuto sufficiente a garantire una messa in commercio di questi veicoli.

Le tecnologie di Intelligenza Artificiale e di automazione, sempre secondo l'Ing. Franceschini, stanno migliorando lo sviluppo degli “ausili, dal semplice satellitare a programmi di gestione della manutenzione e di previsione di *failure* o di rotture”.

L'impatto viene considerato di ampio spettro, con benefici riscontrabili anche per quanto riguarda “la realizzazione dei veicoli stessi e dei suoi componenti”.

Anche a livello di progettazione, i software di automazione hanno permesso notevoli passi in avanti e generazione di efficienze. L'Ing. Franceschini spiega come “moltissime efficienze si sono generate nella progettazione, dove questi software (di RPA, ndr.) hanno permesso lo sviluppo dei CAD parametrici¹⁶. Inizialmente, il CAD¹⁷ aiutava nella progettazione mentre il CAM¹⁸ nell'interfaccia con la macchina. Con i CAD parametrici, si studiarono pezzi per forme affini e standard che poi potevano assumere particolarità, realizzando una gamma ampia ma molto standardizzata, che genera ovviamente molte efficienze.”

Lo sviluppo dei software di automazione ha, quindi, reso possibile anche il miglioramento del CAD parametrici nella progettazione, in particolare su tre aspetti:

- Riduzione dei tempi di progettazione, in quanto i ritardi derivanti dalle attività manuali vengono ridotti sensibilmente;
- Aumento della precisione, con conseguente incremento del livello qualitativo, vista la riduzione dell'errore umano;

¹⁶ La progettazione parametrica è un tipo di progettazione assistita da computer (CAD) che utilizza algoritmi per creare modelli 3D e altri progetti digitali che possono essere rapidamente modificati. È un sistema progettato per automatizzare il processo di progettazione di forme complesse mantenendo un elevato livello di precisione. (<https://www.accademiainnovazione.it/disegno-parametrico-vantaggi-e-svantaggi/#:~:text=Il%20software%20parametrico%20consente%20a,intero%20modello%20con%20pochi%20clic.>)

¹⁷ “Computer Aided Design”, sono sistemi che forniscono “assistenza di disegno attraverso l'utilizzo di software specifici che possono creare una resa visiva di quello che sarà il progetto”. (<https://www.accademiainnovazione.it/cose-il-cam-le-differenze-tra-cad-e-cam/>)

¹⁸ “Computer Aided Manufacturing”, sono “software specifici non pensati per un rendering visivo, come possono essere invece certe applicazioni per il CAD, ma per una produzione effettiva”. (<https://www.accademiainnovazione.it/cose-il-cam-le-differenze-tra-cad-e-cam/>)

- Integrazione dei dati e dei processi: la RPA può integrare i dati e i processi utilizzati nella progettazione tramite CAD parametrici con altri sistemi aziendali, come i sistemi di gestione del ciclo di vita del prodotto o i sistemi di gestione dell'informazione. Si sviluppa, quindi, un flusso di lavoro più fluido e una maggiore coerenza dei dati tra i diversi sistemi.

Infine, l'ultimo aspetto individuato dall'ingegnere riguarda gli studi sull'ergonomia: “è un aspetto spesso non considerato ma su cui stanno incidendo molto questo tipo di tecnologie. Gli studi, le prove ed i prototipi che si stanno sviluppando hanno reso molto più comodo e piacevole lo stare seduti in macchina e l'esperienza di guida. Trenta anni fa, quando non c'erano questi sviluppi era estremamente diverso: questo lo si comprende subito salendo, ad esempio, su un veicolo del 1990”.

Il riuscire a rendere più piacevole l'esperienza di guida ha contribuito a cambiare la concezione che le persone hanno del proprio mezzo di trasporto: come è stato spiegato nei capitoli precedenti, possedere un veicolo non è visto solo come ciò che permette di spostarsi da un punto ad un altro, ma rappresenta uno status, identifica le persone a determinati gruppi sociali e, talvolta, rappresenta una vera e propria passione.

Negli ultimi anni, con lo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale, ci sono stati molti miglioramenti in questo campo.

Innanzitutto, in sede di progettazione è ora possibile eseguire simulazioni avanzate per valutare l'ergonomia dei veicoli, come ad esempio dei test sul comfort dei passeggeri, sull'ergonomia del posto di guida e sulla disposizione degli strumenti all'interno del veicolo.

Inoltre, l'AI sta facendo sì che si migliori l'esperienza di guida del pilota fornendo assistenza personalizzata, ad esempio attraverso sistemi di assistenza che regolano automaticamente la sensibilità dello sterzo, la risposta dell'acceleratore o altre impostazioni del veicolo.

In conclusione, è giusto ricordare come in questi anni i bisogni del guidatore siano cambiati. Durante il processo di acquisto, infatti, il giudizio dell'acquirente, oltre ai

tradizionali aspetti come il prezzo o le prestazioni del veicolo, dipende anche dalla presenza dei servizi ancillari, dal livello tecnologico della vettura, dalla comodità, dall'esperienza di guida e dall'impatto ambientale: come è stato spiegato, lo sviluppo di queste caratteristiche è fortemente favorito dall'implementazione di tecnologie relative all'Intelligent Process Automation.

4.2 Elementi di valutazione per la scelta dell'implementazione dell'Intelligent Process Automation

Uno dei principali benefici, individuati in letteratura, che porta le aziende del settore a voler implementare software e hardware relativi a Intelligent Process Automation riguarda la possibilità di generare nuovi livelli di efficienza nei processi, non ipotizzabili fino a poco prima.

L'Ing. Riccio conferma questa idea, spiegando che: “si riduce il costo della manutenzione e, mediamente, l'efficienza dei macchinari aumenta. Parliamo sia di efficienza in costo che di efficienza dei macchinari, che si traduce sia in risparmio di costi che in incremento di qualità, andando a rimuovere l'errore umano”.

Tuttavia, nonostante in letteratura si è più volte riscontrato il fatto che non siano necessari ingenti investimenti per l'implementazione di queste tecnologie, l'Ing. Riccio è profondamente in disaccordo, spiegando che con l'automazione “sono aumentati molto gli investimenti iniziali, che sono volti a migliorare la qualità, soprattutto nelle attività più ripetitive.

Questo discorso vale soprattutto nei paesi ad alta industrializzazione, come quelli europei, dove il costo della manodopera è alto. In questo caso è ancora più alta la riduzione di un costo diretto come questo”.

Inoltre, viene spiegato come siano fondamentali le valutazioni tecniche ed economiche prima di intraprendere investimenti di questo tipo: “Chiaramente, l'automazione viene fatta solo se c'è un ritorno dell'investimento, quindi se è conveniente da questo punto di vista. In paesi come i nostri, dove il costo della manodopera è abbastanza alto si tende a

scegliere di investire in queste tecnologie per automatizzare i processi, soprattutto quelli molto ripetitivi e difficili da analizzare manualmente. Le efficienze generate sono necessarie per la sopravvivenza, viste anche le particolari condizioni economiche in cui si ritrovano le aziende del settore.

Anche l'Ing. Franceschini individua i medesimi vantaggi, spiegando come diventerà sempre più imprescindibile saper strutturare i processi in modo da poter sfruttare ciò che queste tecnologie hanno da offrire.

Uno degli aspetti da tenere in considerazione, secondo la letteratura, nell'implementazione delle tecnologie relative alla RPA era proprio il livello di standardizzazione dei processi, che deve essere alto per far sì che si raggiungano le prestazioni richieste in termini di efficienza.

L'Ing. Franceschini fornisce un esempio esplicativo a riguardo: “I risultati in termini di risparmio di queste tecnologie vanno contestualizzati al periodo storico e alle tipologie di processi.

Ad esempio, negli anni '90 la Fiat produsse il modello Fiat Tipo in due modalità contemporaneamente: sia con la catena di montaggio che con l'introduzione di software e macchinari automatizzati con robot su piste magnetiche: risultò una differenza di costo di sole 200.000 Lire per veicolo, che ovviamente non copriva minimamente l'investimento iniziale e soprattutto con i dipendenti che non sapevano come lavorare in queste nuove modalità.

Questo era dovuto, oltre che alle tecnologie molto meno sviluppate rispetto ad oggi, alla progettazione pensata per i metodi tradizionali, con bassissimi livelli di standardizzazione che non si adattavano ovviamente allo sviluppo di queste tecnologie. Queste tecnologie necessitano di processi standardizzati ed adatti al loro funzionamento, altrimenti non si rientrerà mai dell'investimento ingente effettuato per implementarle”.

Ovviamente, rispetto agli ultimi decenni, la situazione è profondamente mutata: “Ad oggi, invece, i vantaggi che apportano tecnologie di questo tipo non sono neanche più confrontabili con la vecchia catena di montaggio, ma questo deriva dal fatto che, oltre allo sviluppo dell'automazione, è cambiato l'approccio, orientato ora a queste tecnologie. Lo stesso sta avvenendo con l'Intelligenza Artificiale in questi anni: si sta comprendendo come adattare i processi per sfruttarla al meglio”.

Entrambi gli intervistati, seppur con motivazioni diverse, fanno capire che vi sono degli aspetti critici legati all'implementazione di IPA nei processi di un'organizzazione.

Per l'Ing. Riccio i problemi sono essenzialmente due. Il primo, come menzionato poc'anzi, risiede nell'alto investimento iniziale, mentre il secondo riguarda la necessità di "professionalità specifiche, soprattutto al livello di gestione e manutenzione dei macchinari che diventa più complessa dal punto di vista tecnico. Inoltre, nelle attività di montaggio, con l'introduzione di tecnologie di questo tipo, le difficoltà si riscontrano dal punto di vista gestionale, nel coordinamento di un elevato numero di operai umani che si avvicinano a nuove tipologie di processi".

L'Ing. Franceschini tende a ribadire che i benefici sono moltissimi e anche gli effetti economici generati da queste tecnologie "spazzano" eventuali aspetti critici.

L'unico ostacolo individuato è il seguente: "Le prestazioni ottime in termini di ripetibilità ed affidabilità si raggiungono con un assoluto rispetto delle regole di costruzione e della precisione. Questo paradossalmente va in contrasto con l'Intelligenza Artificiale, perché questa punta spesso solo ad affinare le tecniche e a generare ottimizzazioni nei processi. L'AI è più facilmente utilizzabile quando si è sicuri sul livello qualitativo dei processi, della costanza delle materie prime e dei semilavorati.

Se invece ci sono attività che per essere svolte richiedono un'attenzione particolare con procedure ogni volta diverse per raggiungere un determinato livello di qualità, allora diventa estremamente più complicato".

4.3 Gli impatti dell'IPA sul capitale umano

Come più volte osservato durante la revisione di articoli scientifici, una delle sfide che l'implementazione di queste tecnologie nelle organizzazioni deve affrontare riguarda l'accettazione da parte del capitale umano.

Le potenzialità dell'automazione e dall'Intelligenza Artificiale possono essere pienamente sfruttate solo se queste vengono completamente assimilate e comprese da parte del capitale umano.

Questo, come è stato spiegato nei capitoli precedenti, non è scontato, soprattutto per gli individui appartenenti a fasce di età più alte.

Gli intervistati, tuttavia, ritengono che chi lavora nell'Automotive sia generalmente meno avverso al cambiamento date le caratteristiche di un settore fortemente orientato all'innovazione tecnologica.

L'Ing. Riccio afferma infatti che “nell'ambito dell'Automotive si parla ormai da decine di anni di processi standardizzati, le persone in questo settore sono abituate a questo.

Se questi processi, come la lastratura¹⁹ ad esempio, diventano automatizzati o entrano a contatto con l'Intelligenza Artificiale, non si percepisce un grande cambiamento, ma anzi è visto come normale e fisiologico”.

Questa affermazione va in contrasto con quanto emerso dalla revisione degli articoli scientifici, dove anche per il mondo Automotive, si percepiva una forte preoccupazione riguardo questi temi.

Per l'intervistato le preoccupazioni dei lavoratori dipendenti di questo settore sono altre: “Si sente più preoccupazione se parliamo di vetture elettriche, ma perché cambia proprio il tipo di vettura da costruire. Questo non dipende dall'automazione ma dal fatto che parliamo di un veicolo meno complesso, che necessita di meno pezzi e quindi viene richiesta meno manodopera.

Direi quindi che generalmente la preoccupazione non è così forte vista la standardizzazione dei processi: dalla costruzione di una vettura all'altra, i cambiamenti sono minimi, ad esempio con o senza montaggio dei cristalli. Questa alta ripetitività nei processi fa sì che sia vista in maniera positiva l'automazione”.

L'Ing. Francheschini, diversamente, ritiene che le paure dei dipendenti di essere sostituiti o di non essere adatti a nuovi processi e tecnologie ci siano sempre state e continueranno ad esserci nel futuro: “La difficoltà nell'accettare un cambiamento ci sarà sempre, già esisteva quando sono entrato io in questo settore quasi 40 anni fa.

¹⁹ La lastratura è un'operazione di assemblaggio di varie parti di lamiera che compongono le varie parti della carrozzeria di un'automobile.

Certe volte i dipendenti non digeriscono bene il cambiamento ma devono capire che è necessario in un settore come questo.

È sicuramente presente la paura di doversi riconvertire a fare un tipo di lavoro che è sempre più difficile apprendere, perché le capacità di apprendimento sono inversamente proporzionali all'età.

Il mondo connesso e altamente tecnologico porta con sé delle complicazioni: vuole far diventare semplici problemi complicati, però lo fa con una sua struttura complicata che non è facile da comprendere”.

Viene rimarcato quindi il fatto che, per i lavoratori appartenenti a fasce di età più alta diviene sempre più complicato accogliere queste innovazioni tecnologiche: “La persona che ha imparato un lavoro in certe condizioni anche di libertà mentale perché non aveva tanti pensieri, non aveva famiglia, non aveva tante cose a cui pensare, prima era una spugna. Oggi, che queste condizioni sono cambiate e ci sono molte più cose a cui pensare, è diventato estremamente difficile.”

La presenza di *path dependence* accentuata per i lavoratori più esperti è confermata anche dall'Ing. Riccio: “Laddove impattano fortemente i cambiamenti derivanti da Intelligent Process Automation, quindi sia AI che automazione, sicuramente gli individui appartenenti a fasce di età più alte, con abitudini radicate nel tempo, si sentono più in difficoltà, e quindi un minimo di preoccupazione è presente”.

Entrambi gli intervistati concordano sul fatto che non esiste, però, una preoccupazione sulla sostituzione del lavoro umano da parte delle macchine.

L'Ing. Franceschini a riguardo afferma che: “Non esiste una vera e propria paura di essere sostituiti dalle macchine, perché ci troviamo in un settore dove macchinari e robot esistono ormai da decine di anni, molto prima che in altri settori, ci si è quindi abituati a lavorare insieme”.

L'opinione dell'Ing. Riccio è molto simile, in quanto la tecnologia dietro questi software e macchinari necessita ancora di molti passi in avanti prima di poter seriamente mettere in discussione l'utilità dell'essere umano nei processi.

Ribadisce che, addirittura, è necessario assicurare il coordinamento perfetto tra il lavoro svolto dall'uomo e quello svolto dalla macchina.

Per l'Ing. Franceschini, infine, essenzialmente la preoccupazione per le persone deriva dal non essere più in grado di tenere il passo con le frequenti innovazioni tecnologiche: “La persona ha paura di essere destinata a fare un incarico che non arriva a comprendere. Molti dei più grandi ingegneri e periti italiani della mia età stanno vedendo svanire la passione per questo settore perché le tecnologie stanno diventando troppo complicate per il loro *background*”.

4.4 La necessità di formazione per i dipendenti del settore Automotive

In un settore dove le innovazioni tecnologiche sono sempre più frequenti e pervasive, per le organizzazioni è necessario assicurarsi che il capitale umano abbia le competenze necessarie per recepire le novità e sfruttare al massimo la portata delle nuove tecnologie. Per quanto riguarda l'automazione, essendo da più anni presente nel settore, le competenze si sono diffuse pressoché in ogni realtà, mentre per l'Intelligenza Artificiale, spiegano i due intervistati, occorre ancora formazione costante per un lungo periodo di tempo.

L'Ing. Riccio sottolinea come l'aggiornamento costante e la formazione sono necessari ad ogni livello: “Le competenze non sono mai sufficienti per troppo tempo in queste attività, vista l'alta quantità di aggiornamenti continui sui vari processi, la formazione è necessaria e deve essere costante.

Ad esempio, l'ente tecnico, che si occupa sia di progettare l'utilizzo che di acquistare le attrezzature e macchinari, si aggiorna costantemente con corsi a cui accede tramite i fornitori stessi, che hanno conoscenze più specifiche sul livello tecnologico dei macchinari.

Chi lavora nello stabilimento produttivo viene a sua volta aggiornato per far sì che vengano acquisite le competenze necessarie per comprendere le nuove tecnologie dietro ai macchinari”.

Anche l'Ing. Franceschini concorda con quanto raccontato poc'anzi: "La formazione è sempre necessaria, le competenze tecnologiche che si hanno non saranno mai sufficienti, l'aggiornamento è fondamentale.

Nel 1991, fu il capo dei progettisti Fiat a dirci che eravamo alla vigilia di una grande rivoluzione, dove con una pochissima spesa di hardware si riuscirà a simulare praticamente tutto.

Effettivamente oggi è così, prima i crash test si potevano svolgere una volta l'anno in specifici centri prova, ora è tutto simulato ed accessibile.

Per far sì che queste innovazioni vengano sfruttate, però, il capitale umano deve essere pronto e costantemente aggiornato".

L'intervistato, inoltre, fornisce anche un esempio a riguardo, risalente agli anni in cui ha lavorato in Formula Uno: "La ragione della supremazia della Ferrari negli anni di Schumacher nasce dall'estrema preparazione a livello di software del team e degli ingegneri Ferrari, che altre scuderie non avevano minimamente, e dalla costante formazione impartita agli ingegneri su come adattare i processi a questi software.

Questo acquisisce ancora più importanza quando i cambiamenti sono epocali, come nel caso con l'Intelligenza Artificiale.

Un altro esempio di cambiamento epocale è rappresentato dalle simulazioni rese possibile dall'evoluzione dei relativi software: siamo passati dai centri prova, che oggi non esistono quasi più, a 50 persone che lavorano in un reparto davanti al computer e studiano cose che nemmeno si arrivano a pensare nei centri prova. Basti vedere la Formula Uno di oggi con tanti ingegneri che raccolgono tanti dati e ne condividono pochi mentre prima si divulgavano le informazioni nei centri prova".

4.5 Guida autonoma

Sempre più frequentemente, nel mondo Automotive lo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale si sta indirizzando verso la Guida Autonoma.

Entrambi gli intervistati riconoscono come lo sviluppo delle sotto-tecnologie relative all'AI siano fondamentali per progredire in questo campo, ma concordano anche con il fatto che l'entrata in commercio di questo tipo di veicoli è ancora molto lontana.

L'Ing. Riccio spiega che: “Gli ultimi sviluppi tecnologici, soprattutto con l'Intelligenza Artificiale, hanno fatto fare degli incredibili passi in avanti, ma, soprattutto in Italia, manca ancora molto prima dell'entrata in commercio di questo tipo di veicoli.

Gli ostacoli sono ancora molti, legati al livello tecnologico delle vetture ma anche delle strade, alle condizioni del manto stradale e alla gestione del traffico: insomma, è ancora irrealizzabile in questo momento.”

L'Ing. Francheschini ritiene che il livello tecnologico dei veicoli si sia sviluppato moltissimo e, proprio grazie all'AI, le vetture sono quasi pronte per entrare in commercio, tuttavia viene sottolineato che: “Ancora manca molto ma non tanto a livello dei veicoli, ma a livello stradale. Sono necessarie strade connesse e segnaletiche ben precise.

Anche la tipologia di molte delle nostre strade rappresenta un ostacolo. Credo che la Guida Autonoma possa funzionare per il momento solo su strade di recente fabbricazione ed autostrade ben realizzate.

Per arrivare ad uno sviluppo massiccio di questi veicoli devono essere fatti notevoli passi in avanti a livello proprio di Intelligenza Artificiale e relative tecnologie”.

In conclusione, per entrambi gli ingegneri intervistati lo scetticismo al riguardo è ancora elevato, addirittura, l'Ing. Francheschini ribadisce che: “Nella mia opinione, la ridondanza del controllo da parte del conducente ci vorrà sempre, non sarà mai una guida completamente autonoma perché le situazioni che si creano sono troppo casuali”.

4.6 L'approccio degli ingegneri meccanici del futuro all'Intelligent Process Automation

La grande portata dell'Intelligent Process Automation nel mondo Automotive, e non solo, rende fondamentale comprendere quale sia la percezione degli ingegneri del futuro in questa *industry*.

L'analisi della concezione degli studenti su IPA non solo offre un'opportunità unica per esplorare il grado di consapevolezza e comprensione di tali tecnologie, ma fornisce anche un'indicazione preziosa sul grado di preparazione fornito dagli atenei riguardo queste tematiche.

In questo contesto, esaminare le opinioni degli studenti sull'Intelligent Process Automation ha portato ad una serie di riflessioni significative.

Innanzitutto, nell'analizzare la percezione delle tecnologie emergenti all'interno della comunità accademica di ingegneria meccanica, si è potuto osservare se tali innovazioni siano considerate parte integrante del percorso formativo e professionale degli studenti. Inoltre, analizzare le opinioni degli studenti permette di valutare il grado di preparazione fornito dalle istituzioni accademiche riguardo a queste tecnologie, nonché di identificare eventuali lacune o aree di miglioramento nell'insegnamento e nell'apprendimento.

L'analisi della prospettiva degli studenti sull'IPA nel settore Automotive risulta cruciale per comprendere le percezioni nell'ambiente universitario riguardo verso queste tematiche, anche in base al livello di preparazione fornito dagli atenei stessi.

Come indicato precedentemente, lo strumento utilizzato in questa sezione è stato un questionario, preparato e somministrato tramite la piattaforma *Qualtrics*, ed analizzato tramite il software *SPSS*.

Le risposte considerate valide sono state 118. Gli studenti intervistati provengono da tre atenei: Sapienza Università di Roma, Università degli studi Roma Tre e Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

Tramite lo strumento *Distribuzione di frequenza* di *SPSS* è possibile osservare, nella *Figura 15 sottostante*, la distribuzione dei rispondenti in questi tre atenei.

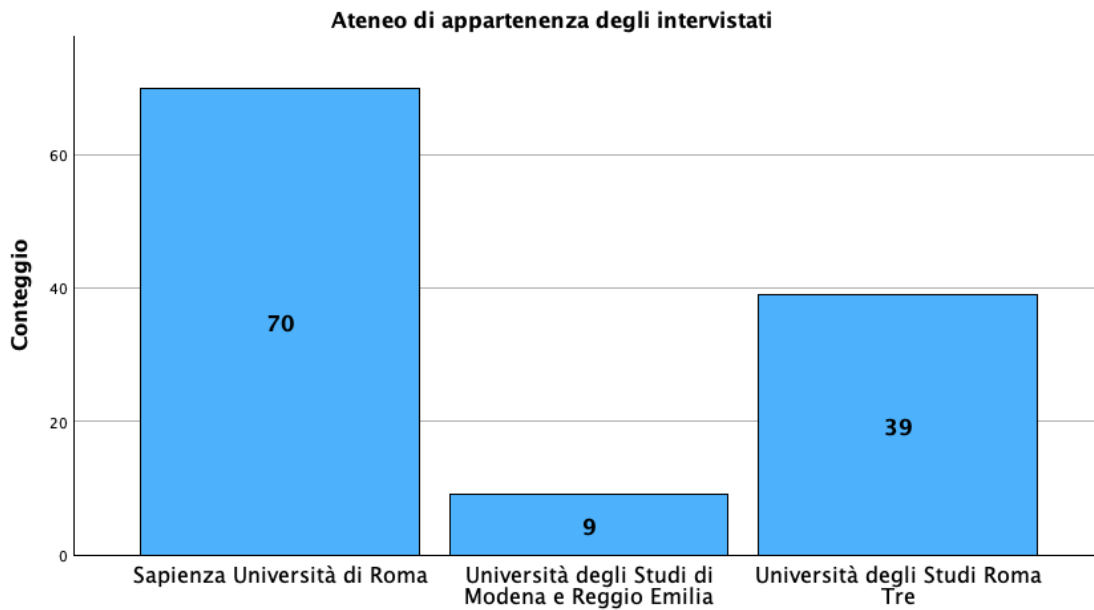


Figura 15; Ateneo di appartenenza degli intervistati

Analizzando le risposte al sondaggio, si riscontrano molti aspetti interessanti che verranno riportati in questa sede.

Innanzitutto, va evidenziato come la gran parte degli intervistati ritiene che le tecnologie di Intelligenza Artificiale, Robotic Process Automation e la loro combinazione (IPA) siano ormai fondamentali nel settore Automotive.

Questo è visibile nel grafico sottostante, dove le risposte alla domanda “In una scala da 1 a 5, dove 1 sta corrisponde a "per nulla" e 5 sta per "molto d'accordo", indichi quanto si trova d'accordo con le seguenti informazioni. - RPA e AI diventeranno sempre più fondamentali nel mondo Automotive” sono state clusterizzate in questo modo:

- Valori 1 e 2: importanza bassa, *cluster 1*
- Valori 3, 4 e 5: importanza alta, *cluster 2*

La clusterizzazione di queste variabili è stata attuata tramite la funzione *Ricodifica in variabili differenti* del software *SPSS*, che permette di creare di cluster partendo dalla variabile desiderata. Nel caso specifico, i valori registrati dall'1 al 5 sono stati aggregati in 2 cluster (1 e 2) in base alla loro importanza, creando una nuova variabile.

Nell'immagine sottostante si nota come gli appartenenti al cluster 2, che, quindi, ritengono che queste tecnologie siano fondamentali nel settore Automotive, sono la stragrande maggioranza.

Questo dato si sposa sia con le opinioni degli ingegneri intervistati nel paragrafo precedente, sia con le analisi effettuate nella letteratura scientifica a riguardo.

Importanza di RPA e AI nel settore Automotive (1.00 Bassa, 2.00 Alta)

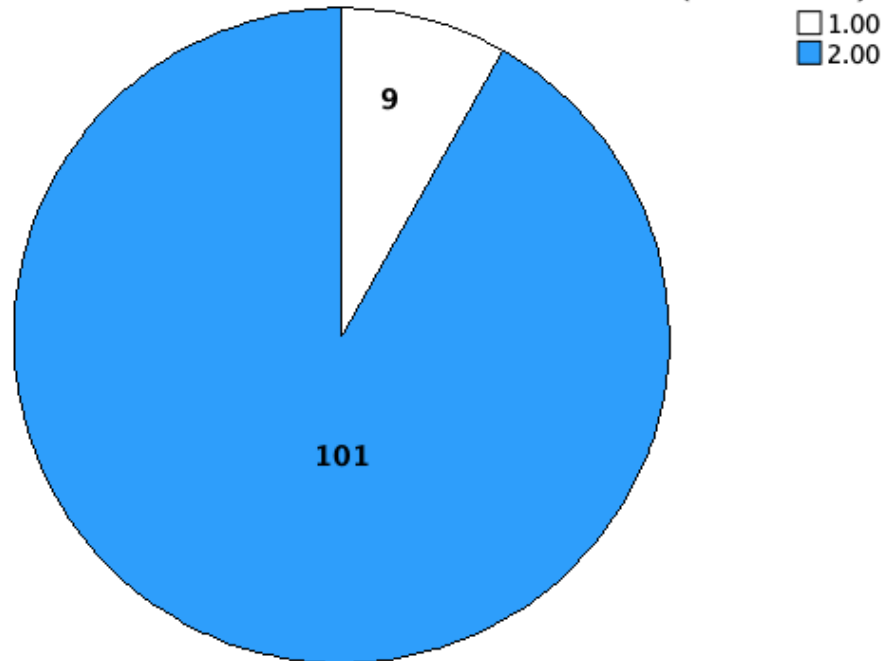


Figura 16; Importanza assegnata dagli studenti a RPA e AI nel settore Automotive

È necessario puntualizzare che il totale dei rispondenti nell'analisi è di 110 e non 118 per il fatto che le risposte considerate valide sono quelle con percentuale di completamento superiore al 50%. Può capitare, quindi, come in questo caso, che in una delle domande non abbiamo risposto tutti gli intervistati.

Un'ulteriore considerazione va fatta riguardo a come viene visto, in termini di carriera lavorativa futura, l'Automotive: la grande maggioranza dei rispondenti (64%) vede nel proprio futuro il lavoro nel settore Automotive, come si evince dalla figura sottostante.

Il settore Automotive come principale percorso della carriera lavorativa degli intervistati

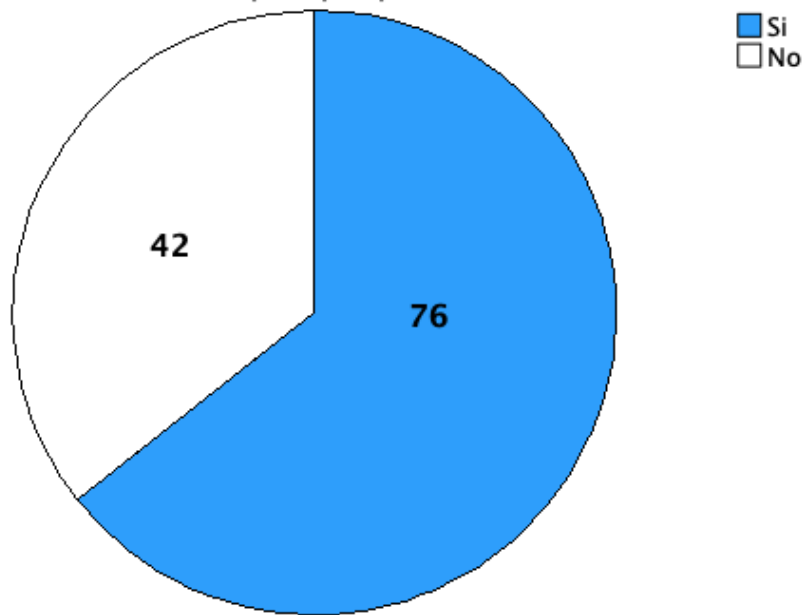


Figura 17; Percentuale di studenti che vede il proprio percorso di carriera indirizzato verso l'Automotive

Questo dato suscita ancor più interesse se messo in relazione con un altro aspetto: la preoccupazione, da parte degli intervistati, di vedersi sostituiti nell'ambiente lavorativo da tecnologie di Intelligent Process Automation.

In particolare, è stata condotta un'analisi per mettere in relazione queste due variabili, indagando se la preoccupazione verso la sostituzione del lavoro umano in questo settore sia ciò che spinge gli intervistati a voler iniziare la propria carriera lavorativa in altre *industry*.

Lo strumento di analisi statistica utilizzato è la *Tabella di Contingenza*, osservabile nella Figura 18, che mette in relazione le variabili in esame.

Tavola di contingenza Vede il settore Automotive come il principale percorso della tua carriera lavorativa? * In una scala da 1 a 5, dove 1 sta per "nullo" e 5 sta per "molto elevato", indichi il livello di preoccupazione che ha nei confronti della sostituzione del lavoro umano da parte di queste tecnologie. – Preoccupazione nella sostituzione del lavoro umano

Conteggio

| | | In una scala da 1 a 5, dove 1 sta per "nullo" e 5 sta per "molto elevato", indichi il livello di preoccupazione che ha nei confronti della sostituzione del lavoro umano da parte di queste tecnologie. – Preoccupazione nella sostituzione del lavoro umano | | | | | |
|---|----|--|------|------|------|------|--------|
| | | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | Totale |
| Vede il settore Automotive come il principale percorso della tua carriera lavorativa? | Si | 23 | 29 | 5 | 6 | 2 | 65 |
| | No | 3 | 6 | 9 | 14 | 6 | 38 |
| Totale | | 26 | 35 | 14 | 20 | 8 | 103 |

Figura 18; Tabella di Contingenza che mette in relazione la preoccupazione nei confronti della sostituzione del lavoro umano da parte di tecnologie IPA con chi vede il settore Automotive come principale percorso di carriera lavorativa

Già da una prima osservazione della tabella, si può notare come la maggioranza di chi non vede il settore Automotive come principale percorso della carriera lavorativa, abbia espresso maggiore preoccupazione per la sostituzione del lavoro umano.

Per verificare l'effettiva significatività dell'analisi è utile ricorrere al test del *Chi-quadrato* (χ^2), un test statistico che permette di verificare, partendo dalla tabella di contingenza, se esiste una relazione tra le due variabili in esame.

Il passaggio iniziale da compiere è fissare due ipotesi: l'ipotesi nulla (H_0) e l'ipotesi alternativa (H_1).

In questo caso le ipotesi sono:

- H_0 : non esiste relazione tra la preoccupazione della sostituzione del lavoro umano a causa dello sviluppo dell'IPA nell'Automotive e la scelta di non voler entrare in questo settore una volta conclusi gli studi;
- H_1 : esiste una relazione tra la preoccupazione della sostituzione del lavoro umano a causa dello sviluppo dell'IPA nell'Automotive e la scelta di non voler entrare in questo settore una volta conclusi gli studi.

I risultati del test condotto sono visibili nella figura sottostante:

Test del chi-quadrato

| | Valore | df | Significatività asintotica (bilaterale) |
|-------------------------------------|---------------------|----|---|
| Chi-quadrato di Pearson | 31.960 ^a | 4 | <.001 |
| Rapporto di verosimiglianza | 33.279 | 4 | <.001 |
| Associazione lineare per lineare | 27.635 | 1 | <.001 |
| N di casi validi | 103 | | |

a. 1 celle (10.0%) hanno un conteggio previsto inferiore a 5. Il conteggio previsto minimo è 2.95.

Figura 19; Test del Chi-quadrato riferito all'analisi presente in figura 18

Il valore del chi-quadrato (χ^2) di 31,960 indica che c'è una discrepanza significativa tra i dati osservati e quelli attesi secondo l'ipotesi nulla H_0 .

Inoltre, la significatività asintotica di <0,01 che rappresenta il *p-value* associato al *Chi-quadrato*, è inferiore al livello di significatività comune del 5% (0,05).

Questo dato indica che c'è una probabilità molto bassa che la discrepanza osservata tra i dati osservati e quelli attesi sia dovuta al caso, rendendo l'analisi statisticamente significativa.

Quindi, basandoci sui valori forniti, non è possibile non rifiutare l'ipotesi nulla H_0 : si dovrà quindi accettare l'ipotesi nulla H_1 , confermando che esiste una relazione tra la preoccupazione della sostituzione del lavoro umano a causa dello sviluppo dell'IPA nell'Automotive e la scelta di non voler entrare in questo settore una volta conclusi gli studi.

Dalle risposte degli intervistati si nota, in generale, un'accentuata preoccupazione verso questo tema. Ciò va in contrasto con quanto raccontato, nel paragrafo precedente, dagli ingegneri intervistati che spiegavano come è estremamente prematura una preoccupazione di questo tipo, ponendo il focus su come vada ricercata, invece, una stretta collaborazione tra uomo e macchina.

Visto il differente punto di vista tra ingegneri e studenti intervistati, diventa interessante focalizzare l'analisi sui motivi di questa preoccupazione, per verificare se sia dovuta

all'inesperienza lavorativa ed al livello di preparazione fornito in merito dalle università da dove provengono i rispondenti.

Verranno, quindi, considerate in questa analisi le risposte degli studenti intervistati rispetto a:

- Livello di preoccupazione nella sostituzione del lavoro umano da parte di tecnologie di Intelligent Process Automation;
- Livello di preparazione, secondo gli studenti intervistati, fornito dalle università su Intelligent Process Automation, Intelligenza Artificiale e Robotic Process Automation;
- Aver affrontato, o farlo nel prossimo futuro, tematiche relative a queste tecnologie in un corso di studi universitario;
- Aver avuto l'opportunità di svolgere tirocini (o attività simili) in aziende del mondo Automotive.

In particolare, il livello di preoccupazione della sostituzione del lavoro umano viene messo in relazione con il livello di preparazione fornito dagli atenei universitari tramite una regressione lineare, volta a verificare la relazione tra queste due variabili.

Le risposte valide in questo caso, ovvero quelle completate per entrambe le domande, sono 101.

Volendo spiegare come il livello di preparazione fornito dalle università influenzi il livello di preoccupazione degli studenti riguardo alla sostituzione del lavoro umano da parte di tecnologie di Intelligent Process Automation, la variabile riguardante la preoccupazione della sostituzione è stata considerata come dipendente, mentre quella relativa alla formazione universitaria come indipendente.

I risultati dell'analisi di regressione lineare sono visibili nella figura sottostante.

Riepilogo del modello^b

| Modello | R | R-quadrato | R-quadrato adattato | Errore std. della stima |
|---------|-------------------|------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | .651 ^a | .424 | .418 | .96898 |

a. Predittori: (costante), In una scala da 1 a 5, dove 1 sta per "nullo" e 5 sta per "molto elevato", indichi il livello di preparazione, secondo la sua opinione, fornito dalla sua università riguardo queste tecnologie – Livello di preparazione fornita dall'università su AI, RPA ed IPA

b. Variabile dipendente: In una scala da 1 a 5, dove 1 sta per "nullo" e 5 sta per "molto elevato", indichi il livello di preoccupazione che ha nei confronti della sostituzione del lavoro umano da parte di queste tecnologie. – Preoccupazione nella sostituzione del lavoro umano

ANOVA^a

| Modello | | Somma dei quadrati | gl | Media quadratica | F | Sign. |
|---------|-------------|--------------------|-----|------------------|--------|--------------------|
| 1 | Regressione | 68.295 | 1 | 68.295 | 72.737 | <.001 ^b |
| | Residuo | 92.953 | 99 | .939 | | |
| | Totale | 161.248 | 100 | | | |

a. Variabile dipendente: In una scala da 1 a 5, dove 1 sta per "nullo" e 5 sta per "molto elevato", indichi il livello di preoccupazione che ha nei confronti della sostituzione del lavoro umano da parte di queste tecnologie. – Preoccupazione nella sostituzione del lavoro umano

b. Predittori: (costante), In una scala da 1 a 5, dove 1 sta per "nullo" e 5 sta per "molto elevato", indichi il livello di preparazione, secondo la sua opinione, fornito dalla sua università riguardo queste tecnologie – Livello di preparazione fornita dall'università su AI, RPA ed IPA

Figura 20; Test di regressione per studiare la relazione tra livello di preoccupazione per la sostituzione del lavoro umano e la preparazione fornita dagli atenei universitari su tematica IPA

Si noti come gli apici “a” e “b” accanto ai titoli delle tabelle nella figura soprastante indichino che il test si riferisce alla variabile dipendente.

Il test effettuato indica che la regressione è significativa e che c'è una correlazione significativa tra le variabili indipendenti e la variabile dipendente nel modello di regressione. In sostanza, la variazione nella variabile dipendente è spiegata in misura significativa dalla variabile indipendente: la preoccupazione verso la sostituzione del lavoro umano da parte delle tecnologie di IPA è maggiormente presente negli intervistati appartenenti a corsi di studi dove l'offerta formativa riguardo questi argomenti è meno ricca e sviluppata.

Analizzando nel dettaglio i risultati ottenuti, si nota come la significatività, indicata come $<0,001$. Questo implica che il *p-value* associato al test di significatività globale della regressione è inferiore a 0,05 (in questo caso, addirittura, inferiore a 0,001), indicando che la regressione in esame è significativa.

Il coefficiente di correlazione di Pearson, indicato con R , misura la forza e la direzione della relazione lineare tra le variabili. In questo caso, il valore di R è abbastanza elevato (0,651), indicando un'intensa correlazione tra le variabili.

Il coefficiente di determinazione, R^2 , indica la percentuale di variazione nella variabile dipendente che è spiegata dalle variabili indipendenti nel modello di regressione. In questo caso circa il 42,4% della variazione nella variabile dipendente può essere spiegato dalle variabili indipendenti nel modello di regressione.

Il valore di R^2 registrato in questa analisi è moderato. Tuttavia, in analisi rivolte ad aspetti sociali e comportamentali come quella appena svolta, la variabile dipendente è influenzata da moltissimi altri fattori relativi alla sfera personale dall'intervistato; di conseguenza, non era prevedibile ottenere valori più alti di quello risultante da questo test.

Le altre due variabili dicotomiche, ovvero quelle relative all'aver svolto tirocini nel settore Automotive e l'aver affrontato argomenti di studio inerenti ad AI e RPA, sono messe in relazione con il livello di preoccupazione degli studenti rispetto alla sostituzione del lavoro umano tramite il test del Chi-quadrato.

Sono state create due tabelle di contingenza, mettendo in relazione il livello di preoccupazione rispetto alla sostituzione del lavoro umano con le due variabili dicotomiche.

È stato necessario definire anche in questo caso le ipotesi per entrambi i test condotti.

La prima analisi è stata effettuata mettendo in relazione l'aver svolto tirocini nel settore Automotive e la preoccupazione della sostituzione, con le seguenti ipotesi:

- H_0 : non esiste relazione tra la preoccupazione della sostituzione del lavoro umano a causa dello sviluppo dell'IPA nell'Automotive e l'aver svolto attività di tirocinio o simili nel settore Automotive;
- H_1 : esiste una relazione tra la preoccupazione della sostituzione del lavoro umano a causa dello sviluppo dell'IPA nell'Automotive e l'aver svolto attività di tirocinio o simili nel settore Automotive.

Risulta particolarmente interessante effettuare questo test in quanto, durante le interviste dirette agli ingegneri, è emerso come questo tipo di preoccupazioni ancora non sono diffuse nei lavoratori di questo settore.

Si vuole, quindi, verificare che chi ha esperienze, seppur minime, nel mondo Automotive sia meno preoccupato dalla sostituzione del lavoro umano a causa dell'avvento di queste tecnologie.

Tabella di contingenza

Conteggio

In una scala da 1 a 5, dove 1 sta per "nullo" e 5 sta per "molto elevato", indichi il livello di preoccupazione che ha nei confronti della sostituzione del lavoro umano da parte di queste tecnologie. – Preoccupazione nella sostituzione del lavoro umano

| | | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | Totale |
|---|----|------|------|------|------|------|--------|
| Ha già avuto opportunità di svolgere tirocini o attività similari (es. corsi, concorsi, ecc.) presso aziende di questo settore? | Si | 11 | 11 | 0 | 1 | 0 | 23 |
| | No | 15 | 24 | 14 | 19 | 8 | 80 |
| Totale | | 26 | 35 | 14 | 20 | 8 | 103 |

Test del chi-quadrato

| | Valore | df | Significatività asintotica (bilaterale) |
|----------------------------------|---------------------|----|---|
| Chi-quadrato di Pearson | 17.442 ^a | 4 | .002 |
| Rapporto di verosimiglianza | 22.457 | 4 | <.001 |
| Associazione lineare per lineare | 14.635 | 1 | <.001 |
| N di casi validi | 103 | | |

a. 3 celle (30.0%) hanno un conteggio previsto inferiore a 5. Il conteggio previsto minimo è 1.79.

Misure simmetriche

| | | Valore | Errore standard asintotico ^a | T approssimato ^b | Significatività approssimata |
|---------------------------|--------------------------|--------|---|-----------------------------|------------------------------|
| Intervallo per intervallo | R di Pearson | .379 | .066 | 4.113 | <.001 ^c |
| Ordinale per ordinale | Correlazione di Spearman | .388 | .073 | 4.227 | <.001 ^c |
| N di casi validi | | 103 | | | |

a. Non viene assunta l'ipotesi nulla.

b. Viene utilizzato l'errore standard asintotico presumendo l'ipotesi nulla.

c. Basato sull'approssimazione normale.

Figura 21; Tabella di contingenza e relativo Chi-quadrato per studiare la relazione tra preoccupazione rispetto alla sostituzione del lavoro umano e aver avuto opportunità di svolgere tirocini nel settore Automotive

Il test condotto, come osservabile dalla *Figura 21*, presenta significatività, in quanto il *p-value* associato al test di significatività dell'analisi è inferiore a 0,05.

Il valore del chi-quadrato (χ^2), corrispondente a 17.442, indica la presenza di una discrepanza significativa tra i dati osservati e quelli attesi secondo l'ipotesi nulla H_0 , che pertanto va rifiutata.

È possibile, quindi, affermare che la preoccupazione della sostituzione del lavoro umano è inferiore negli individui che hanno già avuto esperienze nel mondo Automotive, in questo caso svolgendo un tirocinio.

Lo stesso tipo di test è stato condotto considerando la variabile dicotomica riguardante l'aver affrontato, nel corso di studio a cui si è iscritti, tematiche relative all'Intelligenza Artificiale e Robotic Process Automation, con le seguenti ipotesi:

- *H₀: non esiste relazione tra la preoccupazione della sostituzione del lavoro umano a causa dello sviluppo dell'IPA nell'Automotive e l'aver affrontato tematiche relative a Intelligenza Artificiale e Robotic Process Automation nel proprio corso di studio;*
- *H₁: esiste una relazione tra la preoccupazione della sostituzione del lavoro umano a causa dello sviluppo dell'IPA nell'Automotive e l'aver affrontato tematiche relative a Intelligenza Artificiale e Robotic Process Automation nel proprio corso di studio.*

Questo test ha lo scopo di verificare se i rispondenti che hanno avuto opportunità di approfondire queste tecnologie in ambito accademico siano meno preoccupati rispetto alla sostituzione del lavoro umano.

Come osservabile dalla *Figura 22* alla pagina successiva, anche questa analisi si è dimostrata significativa (*p-value* inferiore a 0,05).

In particolare, il chi-quadrato (χ^2) di 15.442 fa sì che l'ipotesi nulla H_0 vada rifiutata. È possibile concludere che la preoccupazione riguardo la sostituzione del capitale umano nel mondo Automotive è minore per chi ha già avuto modo di affrontare tematiche relative a AI e RPA in ambito accademico.

Tabella di contingenza

Conteggio

In una scala da 1 a 5, dove 1 sta per "nullo" e 5 sta per "molto elevato", indichi il livello di preoccupazione che ha nei confronti della sostituzione del lavoro umano da parte di queste tecnologie. – Preoccupazione nella sostituzione del lavoro umano

| | | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | Totale |
|---|----|------|------|------|------|------|--------|
| Nel suo corso di studi, ha affrontato o affronterà tematiche relative all'Intelligenza Artificiale e RPA? | Si | 14 | 19 | 7 | 2 | 1 | 43 |
| | No | 12 | 16 | 7 | 18 | 7 | 60 |
| Totale | | 26 | 35 | 14 | 20 | 8 | 103 |

Test del chi-quadrato

| | Valore | df | Significatività asintotica (bilaterale) |
|----------------------------------|---------------------|----|---|
| Chi-quadrato di Pearson | 15.323 ^a | 4 | .004 |
| Rapporto di verosimiglianza | 17.377 | 4 | .002 |
| Associazione lineare per lineare | 11.578 | 1 | <.001 |
| N di casi validi | 103 | | |

a. 2 celle (20.0%) hanno un conteggio previsto inferiore a 5. Il conteggio previsto minimo è 3.34.

Misure simmetriche

| | | Valore | Errore standard asintotico ^a | T approssimato ^b | Significatività approssimata |
|---------------------------|--------------------------|--------|---|-----------------------------|------------------------------|
| Intervallo per intervallo | R di Pearson | .337 | .083 | 3.596 | <.001 ^c |
| Ordinale per ordinale | Correlazione di Spearman | .316 | .088 | 3.345 | .001 ^c |
| N di casi validi | | 103 | | | |

a. Non viene assunta l'ipotesi nulla.

b. Viene utilizzato l'errore standard asintotico presumendo l'ipotesi nulla.

c. Basato sull'approssimazione normale.

Figura 22; Tabella di contingenza e relativo Chi-quadrato per studiare la relazione tra preoccupazione rispetto alla sostituzione del lavoro umano e aver affrontato tematiche relative all'IPA nel proprio corso di studi

4.7 Opportunità e criticità dell'Intelligent Process Automation secondo gli intervistati

Sia nell'analisi della letteratura che nelle interviste ai due ingegneri, si sono analizzati i benefici ed i problemi generati dall'adozione di tecnologie relative all'Intelligent Process Automation.

Agli studenti intervistati è stata posta una domanda all'interno del questionario dove è stato chiesto di scegliere uno o più vantaggi tra quelli individuati in letteratura e nelle interviste agli ingegneri, con l'obiettivo di comprendere quanto il loro punto di vista sia simile, in base alle loro esperienze lavorative e universitarie.

Le risposte tra cui scegliere sono di seguito riportate:

- Maggiore efficienza dei processi operativi;

- Miglioramento della qualità, in quanto l'errore umano viene ridotto o eliminato;
- Riduzione dei "colli di bottiglia" nei processi aziendali;
- Miglioramento della comunicazione;
- Possibilità di svolgere manutenzione predittiva;
- Maggiore facilità di adattamento a cambiamenti improvvisi;
- Maggiore trasparenza e livello di dettaglio nei processi.

La figura sottostante riporta le risposte degli intervistati in merito:

| | | Vantaggi dell'Intelligent Process Automation | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|-----------------------------------|---|---|--|
| | | Maggiore efficienza dei processi operativi | Miglioramento della qualità, in quanto l'errore umano viene ridotto o eliminato | Riduzione dei "colli di bottiglia" nei processi aziendali | Miglioramento della comunicazione | Possibilità di svolgere manutenzione predittiva | Maggiore facilità di adattamento a cambiamenti improvvisi | Maggiore trasparenza e livello di dettaglio nei processi |
| N | Valido | 84 | 39 | 39 | 9 | 33 | 21 | 30 |
| | Mancante | 34 | 79 | 79 | 109 | 85 | 97 | 88 |

Figura 23; Vantaggi dell'IPA (tabella)

Si noti che in questa domanda del questionario vi era la possibilità di scegliere più di una risposta.

Va osservato che nella voce "Valido" viene riportato il numero di intervistati che ha riconosciuto la relativa opzione come un vantaggio apportato dall'IPA, mentre nella voce "Mancante" viene indicato il numero di intervistati che non ha ritenuto che l'opzione lo fosse.

Al fine di rendere più fruibile le risposte, vengono riportate anche graficamente, come visibile nella *Figura 24*.

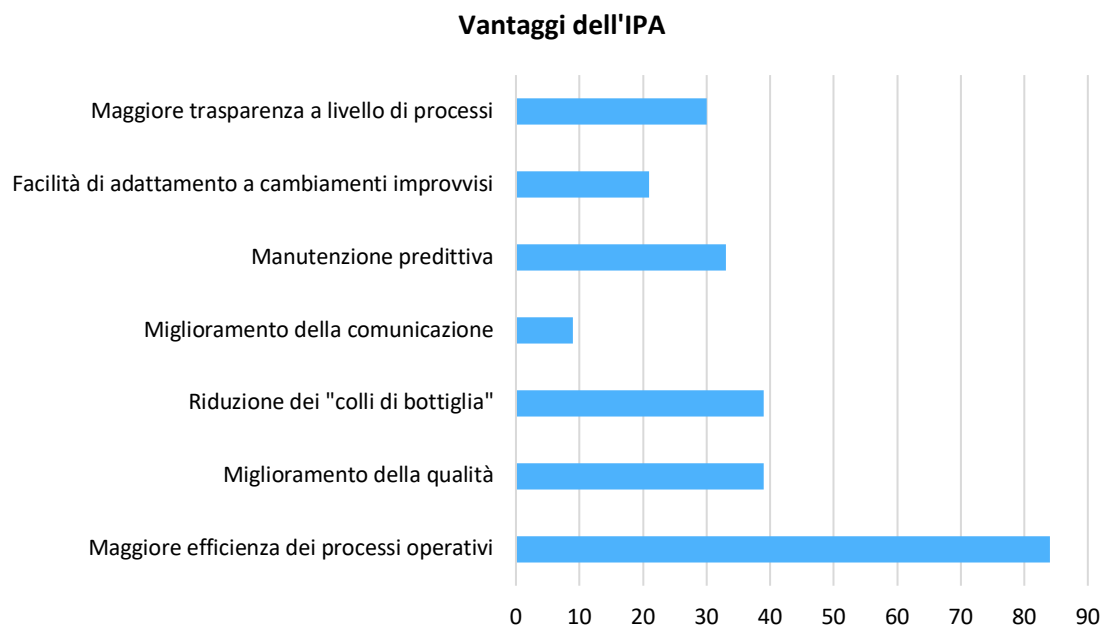


Figura 24; Vantaggi dell'IPA (grafico)

Risalta subito come la maggioranza degli intervistati (71%) abbia individuato la generazione di efficienze nei processi operativi come il vantaggio principale: questo dato risulta essere in linea con quanto evidenziato nei capitoli precedenti.

In questa sede, non è stata considerata l'importanza sottolineata, invece, dagli ingegneri intervistati e dalla letteratura, alla manutenzione predittiva, che addirittura dall'Ing. Riccio è stata considerata come ciò che genera le efficienze nei processi produttivi.

Infine, è osservabile come gli intervistati non abbiano riconosciuto la "Facilità di adattamento a cambiamenti improvvisi" ed il "Miglioramento della comunicazione" come vantaggi, discostandosi molto con quanto evidenziato in letteratura.

Successivamente, è stato ripetuto lo stesso procedimento con gli svantaggi individuati nei capitoli precedenti.

Gli svantaggi individuati sono i seguenti:

- Integrazione dei sistemi di RPA con le tecnologie di AI;
- Problemi di sicurezza e rischio di attacchi informatici;
- Resistenza da parte dei dipendenti verso il cambiamento tecnologico;
- Infrastruttura tecnologica dell'azienda non pronta a questi cambiamenti;
- Forte rilevanza dell'errore umano nonostante i processi automatizzati;
- Difficoltà nel reperimento dei dati;

- Investimento iniziale molto elevato;
- Poca standardizzazione dei processi aziendali, che prende più complicata l'automazione;
- Software che necessitano di frequenti aggiornamenti.

Nelle figure sottostanti sono riportate le risposte degli intervistati in merito, sia sotto forma di tabella che di grafico.

Svantaggi dell'Intelligent Process Automation

| | | Integrazione dei sistemi di RPA con le tecnologie di AI | Problemi di sicurezza e rischio di attacchi informatici | Resistenza da parte dei dipendenti verso il cambiamento tecnologico | Infrastruttura tecnologica dell'azienda non pronta a questi cambiamenti | Forte rilevanza dell'errore umano nonostante i processi automatizzati | Difficoltà nel reperimento dei dati | Investimento iniziale molto elevato | Poca standardizzazione dei processi aziendali, che prende più complicata l'automazione | Software che necessitano di frequenti aggiornamenti |
|---|----------|---|---|---|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| N | Valido | 36 | 48 | 42 | 36 | 3 | 3 | 54 | 12 | 24 |
| | Mancante | 82 | 70 | 76 | 82 | 115 | 115 | 64 | 106 | 94 |

Figura 25; Svantaggi dell'IPA (tabella)

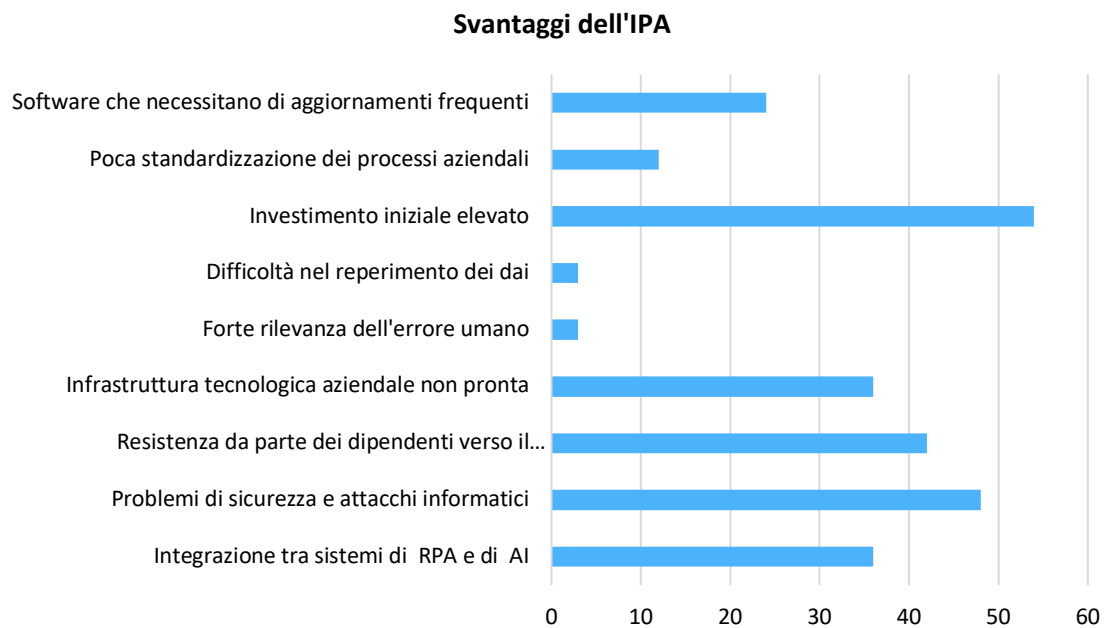


Figura 26; Svantaggi dell'IPA (grafico)

Analizzando le risposte, si nota come la voce “Investimento iniziale più elevato” sia lo svantaggio riconosciuto maggiormente dagli intervistati (44%); questo risultato si sposa con quanto raccontato dagli ingegneri nella loro intervista e va ulteriormente a confutare

la tesi riscontrata in letteratura che, invece, ribadiva come l'investimento iniziale in queste tecnologie non fosse molto costoso.

Non è stato riconosciuto come uno dei problemi più ingenti la "Poca standardizzazione dei processi aziendali", contrastando sia le tesi della letteratura scientifica che degli ingegneri intervistati.

In conclusione, è interessante riportare il commento di uno studente intervistato che ricalca molto quello espresso dagli ingegneri nei paragrafi precedenti e spiega il perché questa preoccupazione è infondata: "Io credo che la vera forza dell'intelligenza artificiale, ora come ora, sia quella di velocizzare tutti quei processi "secondari" e di facile esecuzione. Tuttavia, ritengo che nell'Automotive, come negli altri settori, si progredisce grazie alle intuizioni degli ingegneri. Dunque, si l'IA sicuramente ci aiuterà ad essere più efficienti nella ricerca scientifica, ma la causa prima del nostro progresso sarà sempre la mente umana".

4.8 Breve riepilogo sui risultati ottenuti

In questo capitolo sono stati riportati e discussi i risultati dell'attività di ricerca diretta di questo elaborato.

Grazie alle interviste dirette, è stato possibile raccogliere preziose testimonianze da parte di due professionisti con background diversi, ma con grande esperienza nel settore Automotive.

Entrambi gli ingegneri, infatti, hanno avuto modo di osservare l'applicazione di tecnologie IPA in prima persona, potendo così fornire una prospettiva pratica sull'adozione e sull'impatto delle tecnologie di Intelligent Process Automation all'interno del mondo Automotive.

Grazie alla testimonianza diretta di due professionisti di provata esperienza nel settore è stato possibile verificare, da un punto di vista pratico, i risultati ottenuti nell'attività di revisione della letteratura.

Gli ingegneri hanno confermato molte delle opinioni riscontrate in letteratura, ad esempio l'individuazione della generazione di efficienza nei processi produttivi come principale vantaggio delle tecnologie IPA nei processi produttivi di questo settore.

Una discrepanza rispetto agli articoli scientifici in merito è stata sottolineata dall'Ing. Riccio: l'investimento iniziale per tecnologie di questo tipo è altamente costoso.

È fondamentale valutare attentamente i costi oltre che i benefici di investimenti così ingenti e difficili da gestire dal punto di vista organizzativo. Oltre a ciò, come più volte ribadito, occorre assicurare un elevato livello di standardizzazione delle attività da automatizzare.

Entrambi gli intervistati ritengono che le tecnologie relative all'IPA diventeranno sempre più fondamentali, con i benefici apportati che sono sicuramente maggiori di ogni problematica che può sorgere dalla loro implementazione.

Un aspetto su cui porre attenzione, quando si parla di implementazione di tecnologie di IPA in un settore come l'Automotive, è la formazione e l'aggiornamento continuo del personale. Questo aspetto è stato più volte sottolineato durante la revisione della letteratura e confermato anche dai due ingegneri intervistati.

Le aziende del settore che decidono di implementare soluzioni così avanzate dal punto di vista tecnologico devono assicurarsi anche di riuscire a formare e far aggiornare i propri dipendenti, per poter generare efficienze significative.

Per quanto riguarda il questionario, rivolto agli studenti di Ingegneria Meccanica di tre diversi atenei italiani, ha permesso di sviluppare analisi statistiche dei risultati per comprendere come i futuri ingegneri stiano affrontando le innovazioni nel settore. Le risposte al questionario sono state fondamentali per valutare come si approcciano i futuri ingegneri a queste tecnologie.

Anche gli studenti intervistati si sono dimostrati molto favorevoli all'implementazione di questa tecnologia. In particolare, è stato riscontrato come, anche per chi si sta approcciando al mondo Automotive, la generazione delle efficienze è sicuramente il vantaggio principale che ci si aspetti sia apportato dall'IPA in questo settore.

È stata riscontrata preoccupazione nella sostituzione del lavoro umano a causa dell'implementazione di queste tecnologie. Tuttavia, è stato dimostrato che questa è più presente negli individui che non hanno svolto tirocini in aziende del settore e che non hanno affrontato tematiche di questo tipo nel proprio corso di studi. Più in generale, va evidenziato come la preoccupazione è maggiore per gli appartenenti ad atenei dove l'offerta formativa sul tema non è sufficiente.

Un'altra riflessione che emerge sia dalle testimonianze degli ingegneri che dalle risposte degli studenti intervistati riguarda la relazione inversamente proporzionale tra la formazione dell'individuo rispetto all'IPA e il suo grado di preoccupazione riguardo le conseguenze dell'implementazione di tecnologie di questo tipo.

È stato spiegato come chi sia più preoccupato dall'avvento di queste tecnologie sia proprio la fascia di età più anziana all'interno delle aziende automotive: questo è dovuto dal fatto che, andando avanti con l'età, le capacità di apprendimento di un individuo diminuiscono, rendendo più difficile l'approccio con innovazioni così dirompendi.

D'altra parte, analizzando le risposte degli studenti, si nota come proprio chi ha avuto meno opportunità di sviluppare conoscenze, sia teoriche che pratiche, in questo ambito sia più preoccupato.

Di conseguenza, è necessario che vi sia il supporto formativo adatto per far sì che l'approccio a questa tecnologia sia migliore: questo vale sia all'interno delle aziende ma anche all'interno delle facoltà universitarie, dove si deve diffondere sempre più conoscenza verso innovazioni che stanno rivoluzionando un intero settore.

In conclusione, è necessario focalizzarsi brevemente sulle soluzioni che gli atenei di ingegneria meccanica potrebbero implementare per far sì che i propri studenti siano consci di ciò che rappresentano queste innovazioni, in modo da far diminuire la preoccupazione che aleggia intorno a novità di questo tipo.

Sicuramente, queste tematiche andrebbero inserite come parti di programma per molti corsi di studio. Oltre a ciò, potrebbe esser utile organizzare specifici workshop o eventi dove esperti in materia portano la loro testimonianza, diffondendo conoscenza e informazioni sul mondo dell'Intelligenza Artificiale e dell'automazione.

Cap.05 Conclusioni

Trovandoci in questi anni nel pieno della Quarta Rivoluzione industriale, è stato estremamente interessante analizzare, in modo diretto ed approfondito, le tecnologie emerse in questo periodo, descrivendone l'impatto in un settore come l'Automotive, unico nel suo genere.

Grazie all'analisi di articoli scientifici e alla ricerca diretta di testimonianze sia da parte di professionisti esperti del settore che da studenti di ingegneria meccanica, è stato possibile tracciare un quadro chiaro dell'impatto, delle opportunità e delle sfide riguardanti l'Intelligent Process Automation nel settore Automotive.

Lo studio approfondito delle potenzialità di queste tecnologie e la lettura di articoli scientifici sul panorama economico del settore Automotive ha fatto sì che nascesse l'interesse nell'approfondire l'applicazione dell'IPA in questa *industry*, portando alla formulazione della seguente domanda di ricerca:

“Vista l'alta intensità di investimenti in R&D e la costante ricerca di efficienze operative che caratterizzano il settore automotive, quali sono gli effetti dell'implementazione dell'Intelligent Process Automation (IPA) sul business model delle aziende e sulla gestione delle risorse umane?”.

La risposta a questo quesito, frutto dello studio di informazioni dirette ed indirette, è stato sviluppata tramite tre ipotesi di ricerca:

H1: Allo stato attuale della tecnologia, l'implementazione dell'Intelligent Process Automation (IPA) permette di generare efficienze produttive significative in termini di riduzione di costi, tempi di produzione e margini di errore.

H2: Le risorse umane all'interno dei reparti produttivi sono riuscite ad adattarsi al progresso tecnologico in questo ambito, considerando anche la ridefinizione dei ruoli e delle competenze. Si riscontra path dependence nelle classi di età più avanzate.

H3: Chi sta per entrare in questi anni nel settore, si pensi a studenti universitari, accoglie più favorevolmente queste implementazioni digitali.

Al fine di rispondere in maniera esaustiva e chiara, è stato necessario accompagnare un approfondito studio di articoli scientifici alle attività di ricerca diretta delle informazioni.

Con la revisione della letteratura, è stato possibile studiare le caratteristiche delle due tecnologie che compongono l'IPA, Intelligenza Artificiale e Robotic Process Automation, tracciandone l'evoluzione tecnologica, le applicazioni nel settore, le opportunità offerte e le sfide da affrontare sia prese singolarmente che nella loro combinazione.

È stato, inoltre, analizzato nel dettaglio il settore Automotive, descrivendone le caratteristiche principali e cercando di comprendere come le tecnologie in esame potessero generare vantaggi ed opportunità. In particolare, il focus è stato rivolto ai processi produttivi di questa *industry*.

Successivamente a questo studio, è stato possibile condurre l'attività di ricerca sperimentale di informazioni in merito.

I risultati ottenuti dall'analisi di libri ed articoli scientifici, infatti, sono stati confrontati con quelli derivanti dalla ricerca diretta di informazioni, strutturata in due modi: intervista diretta a due ingegneri che hanno lavorato nel settore Automotive per tutta la loro carriera e somministrazione di un questionario rivolto a studenti di ingegneria meccanica in tre atenei italiani: Sapienza Università di Roma, Università degli studi Roma Tre e Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

Grazie alla testimonianza diretta da parte di professionisti del settore è stato possibile verificare quanto emerso dalla letteratura, e giungere, quindi, a delle conclusioni significative che delineano il panorama attuale ed il futuro dell'industria automobilistica in relazione all'Intelligent Process Automation.

Le analisi statistiche del questionario, invece, hanno permesso di esaminare il modo in cui gli studenti di oggi, e quindi gli ingegneri del futuro, stanno affrontando le innovazioni legate all'Intelligent Process Automation nel settore Automotive.

In questa sede si tratteranno le conclusioni, riportando, in base ai risultati ottenuti, le risposte alle ipotesi di ricerca di questo elaborato.

La prima ipotesi *H1* si interrogava riguardo la generazione o meno di efficienze significative, da parte di queste tecnologie, nei processi produttivi del settore automotive. In sostanza, si è voluto dimostrare come, a livello di business model, l'implementazione di tecnologie IPA impattasse in maniera significativa sulla struttura dei costi.

Analizzando i risultati ottenuti, è possibile confermare la generazione di efficienze significative nei processi produttivi in questo settore.

In particolare, la manutenzione predittiva, resa possibile dalla combinazione di intelligenza artificiale e automazione, è stata riconosciuta dagli ingegneri come il fattore principale nell'incremento dell'efficienza produttiva.

Un ulteriore aspetto da tenere in considerazione risiede nell'eliminazione dell'errore umano, che comporta vantaggi sia in termini di efficienza che di qualità.

Un'altra opportunità generata dall'IPA riguarda la riduzione del lavoro umano nelle attività strettamente ripetitive, permettendo la concentrazione del capitale umano in attività relative alla creazione del valore aggiunto.

Tuttavia, durante l'analisi degli articoli e delle risposte degli intervistati sono emersi dei punti critici riguardo l'implementazione di queste tecnologie.

Innanzitutto, per far sì che si generino efficienze all'interno dei vari processi, questi devono essere altamente standardizzati, in tutte le loro fasi.

L'esempio portato da uno dei due intervistati, l'Ing. Franceschini, rende benissimo questo concetto: le automobili Fiat Tipo per un periodo furono prodotte sia con processi automatizzati che con la tradizionale catena di montaggio, per confrontare i costi di produzione. La differenza di costo si dimostrò minima, tanto da non giustificare l'ingente investimento che tecnologie di questo tipo necessitavano per essere implementate.

Il problema in quel caso fu proprio la non predisposizione dei processi all'automazione; infatti, una volta standardizzate le attività, i vantaggi di costo furono talmente evidenti che non si poté più contare sui processi tradizionali.

L'altro grande ostacolo individuato risulta essere l'investimento iniziale, nonostante molti articoli in letteratura spiegassero come l'investimento iniziale dietro queste tecnologie non fosse ingente, soprattutto se messo in relazione con i risparmi in termini di costo generati dalla loro implementazione.

In realtà, tramite le interviste, è stato possibile comprendere come l'investimento iniziale sia elevatissimo. È fondamentale pianificare, per le aziende del settore, come e in quanto tempo l'investimento verrà ripagato, considerando anche gli impatti a livello organizzativo.

La seconda ipotesi H2, invece, si pone l'obiettivo di studiare la reazione e la preparazione del capitale umano ai cambiamenti apportati dall'Intelligent Process Automation.

Dalle interviste agli ingegneri è stato possibile comprendere come, in realtà, chi lavora in un settore estremamente dinamico come l'Automotive, in genere è predisposto ai frequenti cambiamenti apportati dalle nuove tecnologie. Per questo motivo, dalle analisi effettuate, si riscontra una moderata *path dependence*, sicuramente più accentuata nelle fasce di età più alte.

Infatti, per gli individui più anziani, la preoccupazione è relativa al non essere più in grado di apprendere il funzionamento di una nuova tecnologia e di non essere più adatti a svolgere le mansioni in cui prima si padroneggiava: di conseguenza, chi ha questo tipo di preoccupazione è portato a prediligere processi operativi più tradizionali.

In generale, sia in letteratura che dalle testimonianze dirette, è possibile concludere che l'avvento di Intelligenza Artificiale e automazione, se supportato da formazione ed aggiornamento costante, non viene visto come una minaccia da parte del capitale umano.

La terza ipotesi H3 ha posto l'attenzione sugli studenti di Ingegneria meccanica, cercando di indagare la loro percezione riguardo l'Intelligent Process Automation nel settore Automotive.

Attraverso la somministrazione del questionario a 123 studenti e le successive analisi con il software *SPSS* sulle 118 risposte valide, è stato possibile osservare come, anche da questa categoria, queste tecnologie siano accolte favorevolmente e ritenute fondamentali per il futuro di questa *industry*.

Inaspettatamente, si è registrata un'elevata preoccupazione da parte degli studenti verso la sostituzione del lavoro umano da parte di tecnologie IPA.

Tuttavia, è stato possibile dimostrare statisticamente, tramite test del Chi-quadrato e di regressione lineare, che questa preoccupazione è minore negli individui che hanno esperienze di tirocinio nel settore, che hanno affrontato queste tematiche nel proprio corso di studi e che sono iscritti a facoltà con preparazione più approfondita su questi temi.

È possibile affermare, quindi, che l'ipotesi H3 è stata confutata: non si è registrato un livello di accettazione maggiore dagli studenti, rispetto agli ingegneri intervistati. Tuttavia, i vantaggi individuati come i più importanti nel settore sono simili.

5.1 Impatto dell'IPA sul business model delle aziende del settore Automotive

L'analisi dei risultati ottenuti nello studio delle varie ipotesi permette di rispondere alla domanda di ricerca, delineando con un livello di attendibilità importante gli impatti dell'Intelligent Process Automation sul business model delle aziende nel settore automobilistico.

L'implementazione di tecnologie di IPA, infatti, impatta principalmente su: processi operativi, progettazione, gestione delle risorse umane e servizi al cliente.

In primo luogo, sul fronte della produzione, l'IPA consente l'ottimizzazione dei processi operativi attraverso l'automazione di attività ripetitive e la riduzione degli errori umani, che porta anche un incremento della qualità dei processi.

Si genera, quindi, una maggiore efficienza nella catena di produzione, con una diminuzione dei costi operativi.

Un ulteriore vantaggio è rappresentato dalla manutenzione predittiva dei macchinari, sempre grazie alla combinazione tra AI e RPA, che permette di intervenire prima che si verifichi un guasto o un malfunzionamento, generando ulteriori efficienze.

In secondo luogo, per quanto riguarda la progettazione, l'IPA rende possibile l'analisi di grandi quantità di dati e l'ottenimento di insights approfonditi per migliorare il processo decisionale nel design dei veicoli.

Viene, quindi, incrementata la capacità di rispondere alle esigenze e alle preferenze dei clienti, nonché nella creazione di prodotti più competitivi sul mercato.

Inoltre, per quanto riguarda i servizi al cliente, l'IPA consente un'esperienza personalizzata e migliorata per gli acquirenti di veicoli. L'automazione dei processi di vendita e assistenza post-vendita consente alle aziende di offrire un servizio più rapido, efficiente e su misura per le esigenze individuali dei clienti.

Infine, come è stato riportato nei contenuti delle interviste, grazie a queste tecnologie diventano più precisi gli studi relativi all'esperienza di guida del cliente e all'ergonomia nel veicolo.

Per quanto riguarda gli effetti dell'implementazione di IPA sul capitale umano, non si riscontra una forte preoccupazione negli individui che lavorano in questo settore; infatti, sono abituati al continuo progresso tecnologico, fondamentale viste le caratteristiche del settore Automotive.

È stata riscontrata *path dependence* negli individui di fasce di età più alte, dovuta però alla minore capacità di apprendimento rispetto a chi da poco è entrato in questo settore. La formazione e la preparazione dell'individuo, come è stato dimostrato, incidono sul grado di accettazione e di preoccupazione riguardo tecnologie di Intelligent Process Automation. Questa conclusione è valida, oltre che nell'ambiente lavorativo, anche nelle facoltà universitarie di ingegneria meccanica, come spiegato precedentemente.

5.2 Limiti delle analisi

Essendo giunti al termine dell'elaborato, è ora essenziale riconoscere e discutere i limiti delle analisi effettuate, al fine di permettere una valutazione accurata dei risultati ottenuti e facilitare eventuali approfondimenti di ricerca su questi temi.

In particolare, in questo contesto di ricerca la difficoltà riscontrata è stata principalmente una: la raccolta di informazioni quantitative precise riguardo le efficienze generate

dall'implementazione dell'Intelligent Process Automation nelle aziende del settore Automotive.

L'ipotesi iniziale prevedeva di raccogliere questo tipo di dati sia tramite le interviste agli ingegneri sia tramite ricerca su piattaforma specializzate e affidabili, come Bloomberg.com.

Tuttavia, entrambe le modalità si sono rivelate non possibili da applicare: gli ingegneri intervistati si sono dimostrati poco disponibili nella condivisione di informazioni sensibili come queste e la ricerca su fonti aperte nel web non ha condotto a risultati significativi sia per la difficoltà nel reperire dati così specifici sia per la non condivisione di informazioni sensibili da parte delle aziende del settore.

È necessario sottolineare che la ricerca di queste risposte quantitative riguardava solo una parte di una delle tre ipotesi che si sono sviluppate dalla domanda di ricerca.

Di conseguenza, le analisi sviluppate in questo elaborato non hanno risentito di questa difficoltà ed i risultati ottenuti e discussi nelle pagine precedenti hanno permesso di rispondere in maniera soddisfacente a tutte le ipotesi oggetto di questa ricerca.

Nonostante il sormontare di questa difficoltà, infatti, è stato possibile dimostrare, con approccio qualitativo, l'esistenza di efficienze nei processi produttivi a seguito dell'implementazione dell'Intelligent Process Automation, sia tramite le ricerche in letteratura scientifica che tramite le preziose testimonianze degli intervistati, offrendo una visione chiara e dettagliata degli impatti nel settore Automotive.

5.3 Considerazioni finali

In ultima analisi, giunti al termine del presente elaborato, è il momento di guardare al quadro complessivo.

Questo elaborato ha rappresentato un punto di convergenza tra teoria e pratica, tra ricerca accademica e realtà lavorativa, con l'obiettivo di analizzare e descrivere l'impatto dell'Intelligent Process Automation in un settore particolare e dinamico come l'Automotive.

Nei capitoli precedenti, sono stati analizzati gli aspetti dietro questa interazione, evidenziando le sfide e le opportunità che essa comporta, sia a livello economico che a livello di capitale umano.

Rimane la speranza che questo elaborato possa rappresentare un contributo utile a studi successivi sulle applicazioni di queste tecnologie in un settore particolare come quello Automotive.

Bibliografia

- Alzubi, J., Nayyar, A., & Kumar, A. (2018). Machine Learning from Theory to Algorithms: An Overview. *Journal of Physics: Conference Series*, 1142(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1142/1/012012>
- Ansari, Wasique Ali, & et al. (2019). *A review on robotic process automation-the future of business organizations*.
- Antwiadjei, L. (2021). Evolution of Business Organizations: An Analysis of Robotic Process Automation. In *EDUZONE: International Peer Reviewed/Refereed Multidisciplinary Journal (EIPRMJ): Vol. ISSN (Issue 2)*. www.eduzonejournal.com
- Asadov, R. (2023). *Intelligent Process Automation: Streamlining Operations and Enhancing Efficiency in Management*.
- Bathla, G., Bhadane, K., Singh, R. K., Kumar, R., Aluvalu, R., Krishnamurthi, R., Kumar, A., Thakur, R. N., & Basheer, S. (2022). Autonomous Vehicles and Intelligent Automation: Applications, Challenges, and Opportunities. In *Mobile Information Systems (Vol. 2022)*. Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2022/7632892>
- Beerbaum, D. (2022). *Special Issue "Artificial Intelligence& Ethics" European Scientific Journal 1 Artificial Intelligence Ethics Taxonomy-Robotic Process Automation (RPA) as business case*. <https://ssrn.com/abstract=4165048>
- Benotsmane, R., László Dudás, & György, Kovács. (2020). *Survey on new trends of robotic tools in the automotive industry*. <http://www.springer.com/series/11693>
- Berruti, F., Nixon, G., Taglioni, G., & Whiteman, R. (2017). *Intelligent process automation: The engine at the core of the next-generation operating model*.
- Bertolini, M., Mezzogori, D., Neroni, M., & Zammori, F. (2021). Machine Learning for industrial applications: A comprehensive literature review. In *Expert Systems with Applications (Vol. 175)*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114820>
- Brandtner, P., & Freudenthaler-Mayrhofer, D. (2020). *Business Model Innovation in the Automotive Industry-Socio-cultural Trends in Generation Y & Z*. <https://www.researchgate.net/publication/342303180>
- Bughin, J., Seong, J., Manyika, J., Chui, M., & Joshi, R. (2018). *Notes from the AI frontier: Modeling the global economic impact of AI (pp. 1–64)*.
- Campilho, R. D. S. G., & Silva, F. J. G. (2023). *machines Editorial Industrial Process Improvement by Automation and Robotics*. <https://doi.org/10.3390/machines>

- Chiacchierini, E. (2020). *Tecnologia e Produzione*.
- da Silva Costa, D. A., Mamede, H. S., & da Silva, M. M. (2022). Robotic Process Automation (RPA) adoption: a systematic literature review. In *Engineering Management in Production and Services* (Vol. 14, Issue 2, pp. 1–12). De Gruyter Open Ltd. <https://doi.org/10.2478/emj-2022-0012>
- Delipetrev, B., Chrysi, T., & Uros, K. (2020). *Historical evolution of artificial intelligence*. <https://doi.org/10.2760/801580>
- Dutt, D., Wilson, A., Natarajan, V., & Robinson, R. (2020). *Steering into Industry 4.0 in the automotive sector*.
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P. V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A. K., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., ... Williams, M. D. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- Eager, J., Whittle, M., Smit, J., Cacciaguerra, G., & Lale-demoz, E. (2020). *Opportunities of Artificial Intelligence*.
- Enriquez, J. G., Jimenez-Ramirez, A., Dominguez-Mayo, F. J., & Garcia-Garcia, J. A. (2020). Robotic Process Automation: A Scientific and Industrial Systematic Mapping Study. *IEEE Access*, 8, 39113–39129. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2974934>
- Fernandes, J., Reis, J., Melão, N., Teixeira, L., & Amorim, M. (2021). The role of industry 4.0 and bpmn in the arise of condition-based and predictive maintenance: a case study in the automotive industry. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/app11083438>
- Gohoungodji, P., N'Dri, A. B., Latulippe, J. M., & Matos, A. L. B. (2020). What is stopping the automotive industry from going green? A systematic review of barriers to green innovation in the automotive industry. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 277). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123524>
- Groenevelt, H., & Sirnon, W. E. (1993). *The Just-in-Time System* (Vol. 4).

- Gupta, S., Amaba, B., McMahon, M., & Gupta, K. (2021). The Evolution of Artificial Intelligence in the Automotive Industry. *Proceedings - Annual Reliability and Maintainability Symposium*, 2021-May. <https://doi.org/10.1109/RAMS48097.2021.9605795>
- Helmold, M. (2021). *Management for Professionals New Work, Transformational and Virtual Leadership Lessons from COVID-19 and Other Crises*. <http://www.springer.com/series/10101>
- Herm, L. V., Janiesch, C., Reijers, H. A., & Seubert, F. (2021). From Symbolic RPA to Intelligent RPA: Challenges for Developing and Operating Intelligent Software Robots. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12875 LNCS, 289–305. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85469-0_19
- Hoefl, F. (2021). The case of sales in the automotive industry during the COVID-19 pandemic. *Strategic Change*, 30(2), 117–125. <https://doi.org/10.1002/jsc.2395>
- Hofmann, M., Neukart, F., Bäck, T., & University, L. (2017). *Artificial Intelligence and Data Science in the Automotive Industry*. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/cyber-physische->
- Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N., Grossmann, G., Stumptner, M., & Kuusk, A. (2023). Artificial intelligence for industry 4.0: Systematic review of applications, challenges, and opportunities. *Expert Systems with Applications*, 216. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119456>
- Kalyan, K. S. (2024). A survey of GPT-3 family large language models including ChatGPT and GPT-4. *Natural Language Processing Journal*, 6, 100048. <https://doi.org/10.1016/j.nlp.2023.100048>
- Karabegović, I., Karabegović, E., Mahmić, M., & Husak, E. (2018). *Innovative Automation of Production Processes in the Automotive Industry*. 5, 240–247. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1486145>
- Khayyam, H., & et al. (2020). Artificial intelligence and internet of things for autonomous vehicles." *Nonlinear Approaches in Engineering Applications: Automotive Applications of Engineering Problems*. In *Nonlinear Approaches in Engineering Applications: Automotive Applications of Engineering Problems*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-18963-1>

- Kucharski, A., & Marszałek, J. (2022). The financial strategy of acquirers and M&A success in the automotive sector. *Studia Prawno-Ekonomiczne*, 125, 103–119. <https://doi.org/10.26485/spe/2022/125/6>
- Larsson, S., & Bengtsson, K. (2022). *Enabling human-robot collaboration and intelligent automation in the automotive industry: A study of stakeholder perspectives*.
- Lawrence, M., Roberts, C., & King, L. (2017). *IPPR Commission on Economic Justice Managing Automation Employment, inequality and ethics in the digital age*. www.ippr.org/cej
- Llopis-Albert, C., Rubio, F., & Valero, F. (2021). Impact of digital transformation on the automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 162. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120343>
- Madakam, S., Holmukhe, R. M., & Kumar Jaiswal, D. (2019). The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA). *Journal of Information Systems and Technology Management*, 16, 1–17. <https://doi.org/10.4301/S1807-1775201916001>
- Mahesh, B. (2018). Machine Learning Algorithms-A Review. *International Journal of Science and Research*. <https://doi.org/10.21275/ART20203995>
- Mandvikar, S., & Achanta, A. (2023). Process Automation 2.0 with Generative AI Framework. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(10), 1614–1619. <https://doi.org/10.21275/sr231021200626>
- Martinez, R. (2019). *ARTIFICIAL INTELLIGENCE: DISTINGUISHING BETWEEN TYPES & DEFINITIONS*. <http://www.foxnews.com/story/2006/11/10/massachusetts->
- Moniz, A. B., Candeias, M., & Nova, C. (2022). Changes in productivity and labour relations: artificial intelligence in the automotive sector in Portugal Nuno Boavida. In *Int. J. Automotive Technology and Management* (Vol. 22, Issue 2).
- Moreira, S., Mamede, H. S., & Santos, A. (2023). Process automation using RPA-A literature review. *Procedia Computer Science*, 219, 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.287>
- Murugappan, K., & Sree Kala, T. (2022). *An enhanced security framework for robotic process automation*. <http://www.springer.com/series/15362>
- Naveen Reddy, K. P., Harichandana, U., Alekhya, T., & S. M., R. (2019). A Study of Robotic Process Automation Among Artificial Intelligence. *International Journal of*

- Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 9(2), p8651.
<https://doi.org/10.29322/ijssrp.9.02.2019.p8651>
- Ouchchy, L., Coin, A., & Dubljević, V. (2020). AI in the headlines: the portrayal of the ethical issues of artificial intelligence in the media. *AI and Society*, 35(4), 927–936.
<https://doi.org/10.1007/s00146-020-00965-5>
- Papulová, Z., Gažová, A., & Šufliarský, L. (2022). Implementation of Automation Technologies of Industry 4.0 in Automotive Manufacturing Companies. *Procedia Computer Science*, 200, 1488–1497. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.350>
- Parekh, D., Poddar, N., Rajpurkar, A., Chahal, M., Kumar, N., Joshi, G. P., & Cho, W. (2022). A Review on Autonomous Vehicles: Progress, Methods and Challenges. *Electronics (Switzerland)*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/electronics11142162>
- Peres, R. S., Jia, X., Lee, J., Sun, K., Colombo, A. W., & Barata, J. (2020). Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 -Systematic Review, Challenges and Outlook. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042874>
- Pramod, D. (2022). Robotic process automation for industry: adoption status, benefits, challenges and research agenda. *Benchmarking*, 29(5), 1562–1586.
<https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2021-0033>
- Reddy, C. A. K. (2022). Effect of Automation and Digitization on Occupational Stress in Automobile Industry. *International Journal of Social Sciences*, 11(3).
<https://doi.org/10.46852/2249-6637.03.2022.5>
- Ribeiro, J., Lima, R., Eckhardt, T., & Paiva, S. (2021). Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Industry 4.0 - A Literature review. *Procedia Computer Science*, 181, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.104>
- Saghiri, A. M., Vahidipour, S. M., Jabbarpour, M. R., Sookhak, M., & Forestiero, A. (2022). A Survey of Artificial Intelligence Challenges: Analyzing the Definitions, Relationships, and Evolutions. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/app12084054>
- Santos, F., Pereira, R., & Vasconcelos, J. B. (2020). Toward robotic process automation implementation: an end-to-end perspective. *Business Process Management Journal*, 26(2), 405–420. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-12-2018-0380>

- Schmitz, M., Christoph Stummer, & Michael Gerke. (2019). *Smart Automation as enabler of digitalization? A Review of RPA/AI Potential and Barriers to Its Realization*. <http://www.springer.com/series/10101>
- Schuler, J., & Gehring, F. (2018). *Implementing robust and low-maintenance Robotic Process Automation (RPA) solutions in large organisations*. <https://ssrn.com/abstract=3298036>
- Selim, T. H., & Mostafa Gad-El-Rab. (2024). *Artificial Intelligence and the Global Automotive Industry*.
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). Edge Computing: Vision and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637–646. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579198>
- Sibaliija, T., Jovanović, S., Jovanović, S. Z., Đurić, J. S., & Šibaliija, T. V. (2019). ROBOTIC PROCESS AUTOMATION: OVERVIEW AND OPPORTUNITIES. In *International Journal 'Advanced Quality* (Vol. 46). <https://www.researchgate.net/publication/332970286>
- Siderska, J., Aunimo, L., Süße, T., von Stamm, J., Kedziora, D., & Aini, S. N. B. M. (2023). Towards Intelligent Automation (IA): literature review on the evolution of Robotic Process Automation (RPA), its challenges, and future trends. *Engineering Management in Production and Services*, 15(4), 90–103. <https://doi.org/10.2478/emj-2023-0030>
- Simon, J. P. (2019). Artificial intelligence: scope, players, markets and geography. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 21(3), 208–237. <https://doi.org/10.1108/DPRG-08-2018-0039>
- Sithole, S. M. (2022). *Effective quality performance improvement through robotic process automation (RPA) in rail manufacturing*. <http://hdl.handle.net/102000/0002>
- Sobczak, A. (2021). Robotic Process Automation implementation, deployment approaches and success factors – an empirical study. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8(4), 122–147. [https://doi.org/10.9770/jesi.2021.8.4\(7\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2021.8.4(7))
- Soegoto, E. S., Utami, R. D., & Hermawan, Y. A. (2019). Influence of artificial intelligence in automotive industry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(6). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/6/066081>

- Suhaib Kamran, S., Haleem, A., Bahl, S., Javaid, M., Prakash, C., & Budhhi, D. (2022). Artificial intelligence and advanced materials in automotive industry: Potential applications and perspectives. *Materials Today: Proceedings*, 62, 4207–4214. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.727>
- Syed, R., Suriadi, S., Adams, M., Bandara, W., Leemans, S. J. J., Ouyang, C., ter Hofstede, A. H. M., van de Weerd, I., Wynn, M. T., & Reijers, H. A. (2020). Robotic Process Automation: Contemporary themes and challenges. *Computers in Industry*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103162>
- Theissler, A., Pérez-Velázquez, J., Kettelgerdes, M., & Elger, G. (2021). Predictive maintenance enabled by machine learning: Use cases and challenges in the automotive industry. *Reliability Engineering and System Safety*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107864>
- Tubaro, P., & Casilli, A. A. (2019). Micro-work, artificial intelligence and the automotive industry. *Journal of Industrial and Business Economics*, 46(3), 333–345. <https://doi.org/10.1007/s40812-019-00121-1>
- van der Aalst, W. M. P., Bichler, M., & Heinzl, A. (2018). Robotic Process Automation. In *Business and Information Systems Engineering* (Vol. 60, Issue 4, pp. 269–272). Gabler Verlag. <https://doi.org/10.1007/s12599-018-0542-4>
- Viehhauser, J. (2020). *Is robotic process automation becoming intelligent? Early evidence of influences of artificial intelligence on robotic process automation*. <http://www.springer.com/series/7911>
- Wang, P. (2019). On Defining Artificial Intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*, 10(2), 1–37. <https://doi.org/10.2478/jagi-2019-0002>
- Wewerka, J., & Manfred, R. (2021). *Robotic process automation in the automotive industry-lessons learned from an exploratory case study.* *International Conference on Research Challenges in Information Science* (S. Cherfi, A. Perini, & S. Nurcan, Eds.; Vol. 415). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-75018-3>
- Wewerka, J., & Reichert, M. (2020). *Robotic Process Automation -- A Systematic Literature Review and Assessment Framework*. <http://arxiv.org/abs/2012.11951>
- Williams, D., & Allen, I. (2017). *Using artificial intelligence to optimize the value of robotic process automation*.

- Wu, Y. chen, & Feng, J. wen. (2018). Development and Application of Artificial Neural Network. *Wireless Personal Communications*, 102(2), 1645–1656. <https://doi.org/10.1007/s11277-017-5224-x>
- Yarlagadda, R. T. (2018). The RPA and AI Automation. In *International Journal of Creative Research Thoughts* (Vol. 6). www.ijert.orgwww.ijert.org365
- Yaseen, K. H., & Mahdi Obaid, A. (2020). *Big Data: Definition, Architecture & Applications*.
- Yoga Irsyadillah, N., & Dadang, S. (2020). A LITERATURE REVIEW OF SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT IN AUTOMOTIVE INDUSTRY. *Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology*, 4(2), 12–22. <https://doi.org/10.15282/jmmst.v4i2.5020>
- Zaharia-Rădulescu, A.-M., Liviu, C., Shuleski, D., & Cristian Ioan, A. (2017). *PROCEEDINGS OF THE 11 th INTERNATIONAL MANAGEMENT CONFERENCE “The Role of Management in the Economic Paradigm of the XXI st Century” RPA AND THE FUTURE OF WORKFORCE*.
- Zhang, X., & Wen, Z. (2021). Thoughts on the development of artificial intelligence combined with RPA. *Journal of Physics: Conference Series*, 1883(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1883/1/012151>

Statista

Report (1) “Artificial Intelligence: in-depth market analysis” (2023)

Report (2) “Artificial Intelligence (AI)” (2023)

Report (3) “Global Manufacturing of Automotives – Industry Insights & Data Analysis” (2022)

Report (4) “Automotive industry worldwide” (2023)

Sitografia

<https://www.accademiainnovazione.it/cose-il-cam-le-differenze-tra-cad-e-cam/>

<https://www.uniroma3.it/articoli/nissan-e-universita-roma-tre-insieme-per-la-mobilita-del-futuro-sostenibile-sicura-e-connessa-370886/>

<https://www.unimore.it/it/didattica/corsi-di-studio/advanced-automotive-engineering>

<https://www.universita.it/ranking-per-facolta/>

<https://www.accademiainnovazione.it/disegno-parametrico-vantaggi-e-svantaggi/#:~:text=Il%20software%20parametrico%20consente%20a,intero%20modello%20con%20pochi%20clic.>

Allegati

Allegato 1

https://qfreeaccountssjc1.az1.qualtrics.com/jfe/form/SV_4MyHMbu0trVB3x4

