



Corso di laurea in Economia e Management

Cattedra di Macroeconomia e Politica Economica

L'impatto dell'Intelligenza Artificiale
sulla Produttività

Prof^{ssa} Giovanna Vallanti

RELATORE

Andrea Mazzotta
Matricola 271401

CANDIDATO

Anno Accademico 2023/2024

Alla mia famiglia

Il completamento di questa tesi non sarebbe stato possibile senza il supporto della Professoressa Giovanna Vallanti, che ringrazio per la disponibilità, i consigli e i suggerimenti.

Sommario

Capitolo 1 Introduzione	1
1.1 L'Intelligenza Artificiale	1
1.2 Breve Storia dell'Intelligenza Artificiale	2
1.3 Produttività.....	3
1.4 Contesto della ricerca.....	3
Capitolo 2 Letteratura scientifica	5
2.1 Enti di ricerca che analizzano il fenomeno dell'IA	6
2.1.1 Stanford Institute for Human-Centred Artificial Intelligence	6
2.1.2 Electronic Frontier Foundation	7
2.1.3 AI Watch.....	7
2.2 Principali indicatori analizzati	8
2.2.1 Webb index.....	8
2.2.2 AIIE Index	10
2.3 Ipotesi di ricerca.....	13
Capitolo 3 Risultati della ricerca	14
3.1 Descrizione dei dati	14
3.1.1 EUKLEMS.....	14
3.1.2 AI Index.....	15
3.1.3 AI Watch Index.....	16
3.2 Creazione delle variabili per il modello empirico.....	18
3.2.1 Produttività.....	18
3.2.2 Rp_AI.....	18
3.3 Modello empirico.....	19
3.4 Analisi dei risultati	22
Capitolo 4 Conclusioni	25

Bibliografia.....	27
Sitografia	29

Indice delle Figure

Figura 1 Numero di imprese in Unione Europea di IA rapportate al Pil.....	8
Figura 2 Livello di esposizione all'IA secondo il livello educativo.....	10
Figura 3 Le 10 tipologie di IA secondo la classificazione EFF.....	10
Figura 4 Indice di esposizione AIOE a livello di settore.....	16
Figura 5 Percentuale Istituti di Ricerca a livello europeo	17
Figura 6 Descrizione variabili utilizzate.....	19
Figura 7 Risultati regressione.....	22

Abstract

Questo studio analizza il possibile impatto dell'Intelligenza Artificiale (IA) sulla produttività nei paesi dell'Unione Europea. Attraverso un approccio empirico si è voluto ricercare l'esistenza di questo effetto a livello europeo e se sia positivo o negativo. Sono stati utilizzati dati raccolti da Enti di Ricerca (*AI Watch*), database pubblici (*EUKLEMS*) e ricerche (*Occupational, industry, and geographic exposure to artificial intelligence: A novel dataset and its potential uses*) per creare un modello econometrico che possa spiegare il fenomeno. Nello specifico sono state incluse variabili che rappresentano l'esposizione settoriale all'Intelligenza Artificiale, le attività di Ricerca e Sviluppo svolte in Unione Europea, la formazione delle persone nel mercato del lavoro, l'utilizzo di Software e Database e la produttività totale dei fattori. Con queste variabili è stata effettuata una regressione di tipologia OLS attraverso il programma di analisi statistica STATA. I risultati ottenuti suggeriscono la presenza di un effetto positivo sull'introduzione dell'IA nel processo produttivo a livello europeo e l'aumento della produttività, supportando l'ipotesi che l'IA possa aumentare l'efficienza.

Capitolo 1 Introduzione

L'avanzamento dello sviluppo tecnologico ha portato ad un'innovazione che si può definire epocale, di cui si sente parlare continuamente ad oggi: l'Intelligenza Artificiale. Per capire se questo cambiamento dello sviluppo tecnologico possa portare ad un miglioramento o peggioramento del sistema economico attuale, bisogna in primo luogo comprendere di cosa si tratti ed in che modo aiuti o meno le persone nel loro lavoro. Nella prima parte introduttiva di questa ricerca viene illustrato come è attualmente intesa l'Intelligenza Artificiale e da quale sviluppo tecnico derivi. In seguito, viene riportata una breve sintesi del significato della produttività, che è la variabile su cui è stato analizzato l'impatto dell'IA, e il contesto di riferimento sui cui si è sviluppata la ricerca, mediante l'analisi del mercato del lavoro europeo per verificare se vi è stato un incremento della produttività imputabile all'IA.

1.1 L'Intelligenza Artificiale

Attualmente si sente parlare continuamente di Intelligenza Artificiale (IA). Ma cosa è in realtà? Secondo la definizione Treccani è una disciplina recente che vuole tentare di emulare alcune funzioni del cervello umano¹. Il compito di questa disciplina è quindi, ad oggi, quello di costruire sistemi hardware e software in grado di replicare, attraverso meccanismi propri delle macchine, prestazioni tipiche del cervello umano, se non superiori. Non si tratta, pertanto, esclusivamente dei modelli di IA generativi, come ad esempio Chat-Gpt o Gemini, bensì di tutti i sistemi in grado di simulare il funzionamento del cervello umano, come le reti neurali e il machine learning.

Comunemente si ritiene l'IA uno sviluppo tecnologico recente, da quando Chat-Gpt è entrato nel mercato (novembre 2022). In realtà è un sistema che è stato implementato, in maniera embrionale, già da diverso tempo, a partire dalla creazione dei computer.

¹ Somalvico M., Amigoni F., Schioffonati V. (2003) *La grande scienza. Intelligenza artificiale* in Storia della Scienza, Treccani

1.2 Breve Storia dell'Intelligenza Artificiale

Si fa risalire la nascita dell'IA al 1956, quando venne organizzata la conferenza di Dartmouth dai ricercatori Marvin Minsky, John McCarthy e Nathan Rochester. Durante questo convegno venne coniato il termine di Intelligenza Artificiale per indicare quella branca dell'analisi informatica volta a simulare con una macchina l'intelligenza e l'apprendimento².

A seguito della conferenza ci fu un periodo d'oro della disciplina in quanto alcune agenzie governative, come la *Defence Advanced Research Projects Agency* (DARPA), iniziarono ad investire ingenti capitali per garantire un vantaggio strategico rispetto alla controparte Sovietica. A questo periodo si fa risalire il primo Chatbot della storia, ELIZA³ (1966).

Dopo questi primi incoraggianti risultati si ebbe un periodo di stasi che portò alla riduzione considerevole di investimenti, fino alla fine degli anni '80, quando il governo giapponese iniziò a finanziare sostanzialmente gli enti di ricerca di IA. Tale finanziamento portò allo sviluppo del sistema Deep Blue che, il 10 febbraio 1996, riuscì a battere in una partita di scacchi il campione del mondo, Garry Kasparov. A seguito di questa vittoria, le persone addette ai lavori si resero conto che l'IA era qualcosa di concreto, in grado di competere con le prestazioni umane e superarle.

La più recente ondata di investimenti sull'IA è avvenuta nel 2011, quando attraverso lo sviluppo del machine learning è stato possibile analizzare dati non strutturati, garantendo l'applicazione di tale tecnologia in diversi settori produttivi.

Altra data fondamentale è il 30 novembre 2022, quando Chat-Gpt è stato lanciato sul mercato. Infatti, il suo innovativo sistema di riconoscimento del linguaggio – Natural Language Model – ha permesso al *general public* di interfacciarsi con questa realtà che era già presente nel mercato da tempo.

² Cordeschi, R., D'Avanzo, E. (2021) *Nuove prospettive nell'Intelligenza artificiale*, Treccani

³ È possibile provare Eliza attraverso il portale del New Jersey Institute of Technology al seguente link <https://web.njit.edu/~ronkowitz/eliza.html>

1.3 Produttività

Prima di procedere nel dettaglio della ricerca condotta, viene richiamato brevemente il concetto macroeconomico analizzato.

Per produttività si intende l'efficacia con la quale i fattori di produzione vengono convertiti in output⁴. Si tratta quindi della capacità di un'economia di produrre un determinato output con fattori di produzione dati: il paese X avrà una produttività maggiore rispetto al paese Y se, dati gli stessi fattori di produzione, il paese X ha un output maggiore. La differenza tra paesi non è pertanto dovuta esclusivamente ad una differenza di fattori produttivi ma anche dalla capacità che ciascun paese ha di trasformarli. Si può quindi pensare alla funzione di produzione come:

$$\text{output} = \text{produttività} \times \text{fattori di produzione}$$

Per fattori di produzione si intende sia il capitale fisico, cioè la disponibilità di macchinari ed attrezzature, sia il capitale umano, ovvero l'insieme delle abilità dei lavoratori nell'economia⁵.

Utilizzando una funzione Cobb-Douglas, che mette in relazione i parametri suddetti, si ottiene che la produttività è pari ad A, mentre Y è la quantità prodotta (output totale), K è la quantità di capitale fisico, L il numero dei lavoratori e h la quantità di capitale umano, con α parametro esponenziale.

$$Y = AK^\alpha(hL)^{1-\alpha}$$

1.4 Contesto della ricerca

Un recente esperimento effettuato da parte di ricercatori dell'Harvard Business School in collaborazione con Boston Consulting Group, ha evidenziato che il personale formato all'utilizzo di Chat Gpt-4 è in grado di compiere lavori più velocemente del 25%, con

⁴ Weil David, (2013) *Economic Growth (3rd edition)* Edinburgh Gate, UK, Pearson Education Limited p. 199

⁵ Blanchard, O., Amighini, A., & Giavazzi, F. (2020). *Macroeconomia: una prospettiva europea*. Bologna: Il Mulino p.317

una qualità superiore del 40%.⁶ Infatti, questa tipologia di IA, basata sul Natural Language Model (NLM), è in grado di comprendere e riassumere in maniera estremamente rapida informazioni di pubblico dominio. Questo permette la velocizzazione di un processo, come quello di raccolta dati, che avrebbe richiesto molto tempo. Naturalmente l'output fornito dall'IA non è perfetto, spesso perde alcune sottigliezze⁷, ma, attraverso un ulteriore controllo umano, l'output risulta superiore.

A partire da questi risultati, è stata cercata un'evidenza empirica sui dati macroeconomici, per comprendere se l'effetto dell'IA ha già comportato un impatto sulla produttività. Si è deciso di utilizzare il mercato europeo sia per la disponibilità di dati affidabili sia per i maggiori investimenti che recentemente sono stati fatti in quest'ambito.

⁶ FT: Murdoch, 10 Novembre 2023, Here's what we know about generative AI's impact on white collar work

⁷ ibi

Capitolo 2 Letteratura scientifica

Le recenti pubblicazioni scientifiche forniscono diversi studi sull'impatto di una tecnologia nuova ed innovativa, come l'intelligenza artificiale, sul mondo che conosciamo. Questa ricerca è compiuta sia nel mondo delle società private, come ad esempio Deloitte⁸ che nel mondo delle istituzioni pubbliche⁹. Nonostante ci sia disaccordo su quanto l'IA possa avere un impatto sul sistema economico mondiale, tra chi lo limita al settore tecnologico a chi lo estende ad ogni settore produttivo, tutta la letteratura concorda nel rilevare che è prevedibile un impatto nel medio-lungo termine.

Parte della letteratura afferma che tale impatto sarà positivo, con un aumento della produttività e di conseguenza del PIL pro capite; ad esempio, Goldman Sachs ha stimato che -grazie all'utilizzo di tecnologie di IA¹⁰-, nei prossimi 10 anni, un incremento del PIL globale del 7%, con una crescita della produttività di 1.5 punti percentuali. Al contrario, secondo altra parte della letteratura, ad esempio citata da David Rotman nel suo articolo sul MIT Technology Review, l'utilizzo di IA non ha portato e non porterà neanche in futuro un significativo aumento della produttività¹¹. Nello stesso articolo, altri economisti evidenziano che la tecnologia attuale di IA, imitando l'intelligenza umana, tende a sostituire i lavoratori anziché potenziare le loro capacità di produzione. Questo comporta un aumento delle disuguaglianze economiche in quanto si andrebbero a ridurre i possibili impieghi per le persone rimpiazzabili da algoritmi, come, ad esempio, gli autisti da veicoli a guida autonoma.

Altri studi, come ad esempio quello di Felten, Raj, Seamans che verrà descritto in seguito al paragrafo 2.2.2, hanno analizzato come l'IA non sia capace di lavorare con la stessa efficienza in tutte le tipologie di lavoro, ma abbia una capacità diversa in base alla tipologia di professioni.

In ultima sintesi, come affermato dal premio Nobel per l'economia Paul Krugman in un recente articolo sul New York Times, nessuno può ancora dire con certezza quali siano

⁸ Deloitte, 2021 *The AI Dossier*

⁹ Georgieva Kristalina, 14/01/2024 *AI Will Transform the Global Economy. Let's Make Sure It Benefit Humanity*

¹⁰ Goldman Sachs, 5/04/2023 *Generative A.I. could raise global GDP by 7%*

¹¹ Rotman D., 19/04/2022, MIT Technology Review, *How to solve AI's inequality problem*

gli effetti dell'IA sull'economia in quanto le predizioni non sono affidabili e, inoltre, gli effetti dell'IA richiedono maggior tempo per essere verificati¹². Krungman, per provare la sua tesi cita ad esempio quanto avvenuto nella precedente rivoluzione tecnologica, cioè quella dei computer. Nonostante la cosiddetta legge di Moore – la duplicazione del numero di transistor ogni due anni - si sia avverata, portando ad una potenza di calcolo senza precedenti, l'effetto che la potenza computazionale ha avuto sulla produttività si è fatta attendere molto tempo¹³. Anzi, in un primo momento l'effetto è stato addirittura di rallentamento nella crescita.

2.1 Enti di ricerca che analizzano il fenomeno dell'IA

Esistono diversi enti di ricerca, pubblici e privati, che si occupano della raccolta dati sull'intelligenza artificiale che hanno lo scopo di capire a quale punto di diffusione sia questa tecnologia. Non esistendo, ad oggi, un ente regolativo generale, ogni ente ha un suo metodo di raccolta dei vari dati. Di seguito sono sinteticamente analizzati i tre principali enti.

2.1.1 Stanford Institute for Human-Centred Artificial Intelligence

Lo Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI) pubblica ogni anno l'*Ai Index Report*¹⁴, un report che raccoglie e mostra i dati relativi all'IA per supportare i *decision-makers* nel decidere consapevolmente in merito all'IA. Secondo questo report gli investimenti in IA hanno avuto una crescita esponenziale dal 2014, ovvero da quando il numero di sistemi di machine learning prodotti dalle aziende ha superato quelli prodotti dal mondo accademico. Inoltre, secondo tale report, le aziende che hanno introdotto l'IA nel loro processo aziendale hanno mostrato una riduzione considerevole dei costi ed un aumento dei ricavi.

¹² Krugman P., 31/03/2023, The New York Times, *A.I. May Change Everything, but Probably Not Too Quickly*

¹³ ibi

¹⁴ Per maggiori informazioni: <https://aiindex.stanford.edu/report/>

2.1.2 Electronic Frontier Foundation

L'Electronic Frontier Foundation (EFF) è una società no-profit focalizzata sulle tematiche digitali, specialmente relative alla privacy. È stata fondata nel 1990 da Mitch Kapor, John Perry Barlow e John Gilmore con lo scopo di tutelare i diritti dalle problematiche create dalle nuove tecnologie¹⁵. Con l'avvento dell'IA nella vita di tutti i giorni, la società ha iniziato ad interessarsi a questa tematica, cercando di analizzare il fenomeno e raccogliere più dati possibili. Ogni anno pubblica una review, riassumendo gli sviluppi avvenuti nell'Intelligenza Artificiale e come potrebbero costituire una minaccia ai diritti democratici. Inoltre, ha creato una classificazione di applicazioni di IA che permette di definire con precisione quali siano le tipologie attualmente sviluppate. Per ogni tipologia di applicazione l'EFF raccoglie dati da fonti verificate in modo da capire il livello di avanzamento della tecnologia e come possa violare i diritti.

2.1.3 AI Watch

L'AI Watch è un centro di ricerca, finanziato e gestito dalla Commissione Europea, che si occupa di monitorare lo sviluppo e l'impatto dell'IA in Unione Europea (UE)¹⁶.

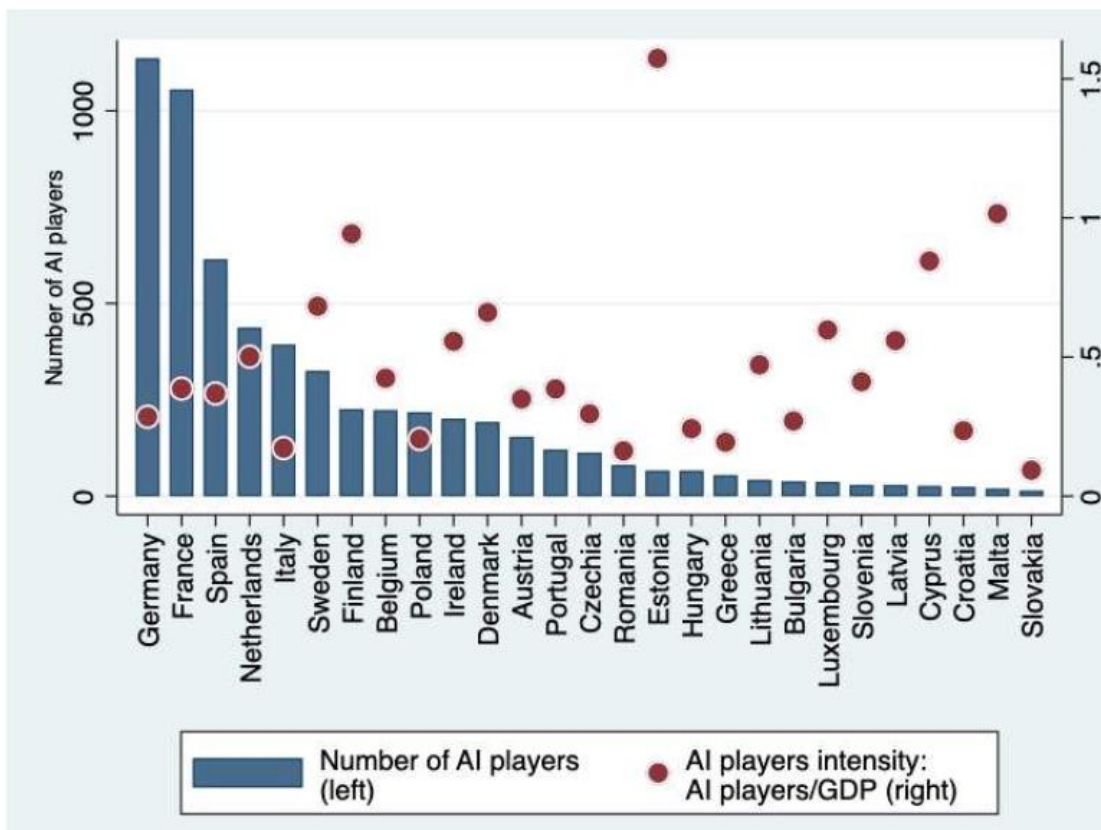
Secondo i recenti report pubblicati dall'AI Watch, i principali leader mondiali in questo settore sono gli Stati Uniti d'America (USA) e la Cina. I primi in quanto presentano un gran numero di imprese focalizzate sull'IA ed hanno una grande disponibilità di capitali da investire; i secondi grazie alla notevole quantità di brevetti presentati in questo settore.

L'UE, invece, presenta relativamente poche imprese focalizzate principalmente nel settore di Ricerca e Sviluppo (R&D). I paesi con il maggior numero di imprese specializzate in IA, in termini assoluti, sono la Germania e la Francia mentre, in termini relativi rispetto al PIL, è l'Estonia.

¹⁵ Per maggiori informazioni <https://www.eff.org/>

¹⁶ Per maggiori informazioni: https://ai-watch.ec.europa.eu/index_en

Figura 1 Numero di imprese in Unione Europea di IA rapportate al Pil



2.2 Principali indicatori analizzati

Grazie all'intenso lavoro di ricerca svolto nell'ultimo periodo, sono stati sviluppati, da parte dei ricercatori, diversi indicatori volti ad analizzare l'interazione tra il sistema economico e l'Intelligenza Artificiale. Tra i diversi indici ideati negli anni passati, sono stati ritenuti più significativi i due di seguito elencati. Infatti, sono ritenuti più indicativi nel racchiudere la capacità dell'Intelligenza Artificiale a svolgere determinati lavori.

2.2.1 Webb index

Michael Webb, un economista americano specializzato nell'impatto dell'IA sul mercato del lavoro, ha recentemente pubblicato uno studio ([Webb, 2020](#)), nel quale costruisce un indice di esposizione di ogni settore lavorativo all'automazione¹⁷. Questo valore,

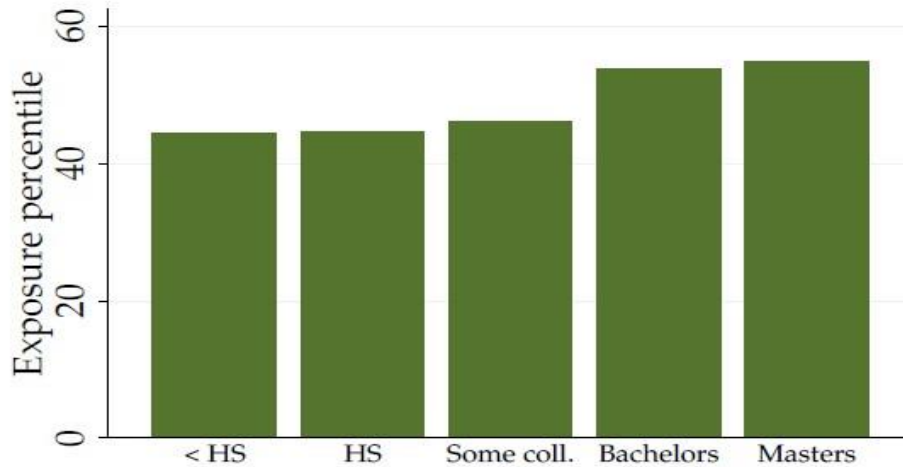
¹⁷ Webb M., Gennaio 2020, *The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market* Stanford University

assegnato ad ogni classe lavorativa a livello industriale, è stato calcolato utilizzando sia la capacità di automatizzare determinati compiti tipici di quel lavoro sia dal numero di brevetti. Webb inizia testando quest'indice su dati storici di altre rivoluzioni tecnologiche, come la robotica ed i software, e di seguito effettua la stessa analisi utilizzando i dati disponibili sull'IA.

In quest'analisi si mette in evidenza che, a differenza delle altre rivoluzioni tecnologiche recenti - quali i software ed i robot industriali - l'IA si rivolga a compiti ad alta qualificazione piuttosto che a quelli a basso valore aggiunto. Infatti, l'indice sviluppato risulta più elevato per le occupazioni ad alta qualificazione, suggerendo quindi un impatto maggiore dell'IA per queste ultime. Infatti, l'esposizione aumenta all'aumentare del livello di educazione, arrivando alla maggiore esposizione tra coloro che posseggono una laurea magistrale¹⁸. Questo non esclude che, anche tipologie di lavoro poco qualificato, come ad esempio il controllo qualità, non siano esposte all'IA ma che in media siano meno in pericolo.

¹⁸ Ibi, p.41

Figura 2 Livello di esposizione all'IA secondo il livello educativo



L'indice sopra descritto è stato usato nel lavoro compiuto da Pesenti ([Pesenti, 2021](#)) che ha analizzato l'effetto dell'IA sul mercato del lavoro tra il 2014 ed il 2019 in Italia. In questo caso non vengono evidenziate significativi impatti sui salari e sull'occupazione ma viene suggerito nelle conclusioni che bisogna tener conto del fatto che l'indice sviluppato da Webb anticipi il livello di esposizione (*forward-looking*) e che potrebbe non essere la metrica ottimale per analizzare il caso italiano.

2.2.2 AIIE Index

Un altro indice di esposizione settoriale è quello promosso da Felten, Raj, Seamans ([Strategic Management Journal, 2021](#)). In questa analisi i ricercatori hanno creato un indice volto ad analizzare la capacità dell'IA a compiere dieci tipologie di lavoro. Nello specifico:

Figura 3 Le 10 tipologie di IA secondo la classificazione EFF

Applicazioni AI	Definizione
Giochi di strategia astratti	La capacità di utilizzare giochi astratti attraverso strategia complessa e capacità di ragionamento come, ad esempio, gli scacchi ad alto livello
Videogiochi real-time	La capacità di utilizzare ad alto livello videogiochi real time di complessità crescente
Riconoscimento d'immagini	La capacità di determinare quali oggetti sono presenti in un'immagine
Rispondere visivamente	La capacità di riconoscere eventi, relazioni e contesti da un'immagine
Generazione di Immagini	La capacità di creare immagini complesse
Comprensione scritta	La capacità di rispondere a semplici domande di ragionamento logico basate sulla lettura di un testo
Modellazione di linguaggio	La capacità di predire ed imitare il linguaggio umano
Traduzione	La capacità di tradurre parole o testi da una lingua all'altra
Dettatura	La capacità di trascrivere le parole da una conversazione
Riconoscimento di musica	La capacità di riconoscere la musica

Queste 10 tipologie di applicazioni di IA sono state sviluppate dall' *Electronic Frontier Foundation* (EFF). Naturalmente, l'impatto dell'IA sul sistema lavorativo, non si limita a dieci tipologie ma, secondo gli informatici specializzati in questa tematica intervistati da Felten, Raj, Seamans, sono una buona approssimazione delle macrocategorie¹⁹.

In seguito, i ricercatori hanno creato una matrice per unire le 10 tipologie di IA alle 52 abilità occupazionali secondo la classificazione O*NET. O*NET, Occupational Information Network, è un database, sponsorizzato dall'*Us Department of Labour*, che contiene informazioni sulle tipologie di occupazione.

¹⁹ Felten, Raj, Seamans, 19/04/2021, Strategic Management Journal *Occupational, industry, and geographic exposure to artificial intelligence: A novel dataset and its potential uses* p.5

Partendo da questi dati è stato calcolato l'esposizione sul piano di livello-abilità. Nello specifico è stata sviluppata la seguente formula:

$$A_{ij} = \sum_{i=1}^{10} x_{ij}$$

i=Applicazioni di IA
j= l'abilità occupazionale

Di seguito è stato creato l'indice di esposizione dell'occupazione (AIOE) attraverso la seguente formula:

$$AIOE_k = \frac{\sum_{j=1}^{52} A_{ij} \times L_{jk} \times I_{jk}}{\sum_{j=1}^{52} L_{jk} \times I_{jk}}$$

I= applicazioni dell'IA
J= l'abilità occupazionale
K= indice dell'occupazione
L_{jk}= prevalenza dell'abilità nel lavoro
I_{jk}= importanza dell'abilità nel lavoro

Questo sistema di ponderazione permette di analizzare le diverse abilità richieste nelle tipologie di lavoro pesandole in base all'importanza ed alla prevalenza. Ad esempio, per gli Amministratori Delegati la comprensione orale è considerata prevalente (4.88/5) ed importante (4.5/5), mentre la velocità di articolazione degli arti non è considerata né prevalente (0/5) né importante (1/5).

In seguito, i ricercatori hanno aggregato gli AIOE in base al settore industriale di riferimento, utilizzando una media ponderata dell'esposizione con i dati occupazionali, secondo la classificazione NAICS - *North American Industry Classification System* - standard utilizzato dalle agenzie federali statunitensi per classificare i dati relativi ai settori economici. L'aggregazione di questi dati ha portato alla creazione dell'*AI Industry Exposure* (AIIE), l'indice che in seguito è utilizzato nell'analisi.

Nella ricerca compiuta si è preferito utilizzare l'indice AIIE piuttosto che quello sviluppato da Webb, presentato al par. 2.2.1, in quanto è stato ritenuto maggiormente in grado di racchiudere le abilità dell'Intelligenza Artificiale a compiere lavori. I dati utilizzati sono stati suddivisi per singoli paesi e non aggregati a livello europeo, in quanto in UE vi è una forte differenza nella composizione stessa del settore produttivo e come è

stato dimostrato da Felten, Raj, Seamans, la struttura è determinante nell'impatto dell'IA. Inoltre, le differenze a livello di paese fanno sì che i livelli di produttività siano diversi a livello europeo: ad esempio la Grecia presenta un livello medio di produttività inferiore rispetto all'Irlanda²⁰.

2.3 Ipotesi di ricerca

A partire dalla letteratura precedentemente esposta, è stato ritenuto che l'Intelligenza Artificiale possa aver già avuto un impatto sulla produttività in Unione Europea. Le ipotesi che si cercherà di dimostrare nella ricerca sono quindi le seguenti:

- H0: L'intelligenza artificiale ha già avuto un impatto sulla produttività in UE nel periodo 1995-2020.
- H1: L'intelligenza artificiale ha un impatto positivo sulla produttività tanto più è esposto il settore

²⁰ Per maggiori informazioni sulla produttività media a livello europeo:
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nama_10_lp_a21/default/table?lang=en

Capitolo 3 Risultati della ricerca

Il lavoro svolto ha seguito un iter sequenziale e progressivo, che in parte è stato già descritto nei capitoli precedenti. Dopo un primo lavoro di analisi e valutazione - riportato nel secondo capitolo - con il quale è stato scelto l'indice AIIE e sono state formulate le ipotesi di ricerca (*par. 2.3*) basate sull'idea principale che l'IA abbia già avuto un impatto sulla produttività nei paesi della Unione Europea e che questo dipenda dalla composizione settoriale, si è passati ad un successivo lavoro di raccolta dati e, per quelli selezionati, sono state descritte le fonti e la loro struttura. In seguito da tali dati sono state create alcune variabili indipendenti e sono state analizzate in dettaglio. Infine, è stato proposto un modello econometrico che possa fornire un'evidenza empirica di un eventuale impatto dell'Intelligenza Artificiale sulla produttività.

3.1 Descrizione dei dati

Le ipotesi di ricerca sono state testate utilizzando dati raccolti da diverse fonti. Di seguito una breve descrizione dei dati e dell'utilizzo che ne è stato fatto.

3.1.1 EUKLEMS

Sono stati utilizzati alcuni dati raccolti da EUKLEMS²¹, un database del *Luiss Lab of European Economics* gestito dall'università Luiss Guido Carli di Roma e finanziato dal Dipartimento Generale per l'Economia e gli Affari Finanziari (DG-ECFIN) della Commissione Europea. I dati registrati nel database sono relativi al periodo 1995-2020, per tutti i 27 attuali stati membri dell'UE, divisi per tipologia d'industria. Sono tutti divisi per anno (y), settore (s) e paese (c) e standardizzati al livello dei prezzi del 2015 in modo da avere una misura comparabile.

- VA_PI: è il valore aggiunto e rappresenta il valore che i fattori produttivi utilizzati dall'impresa hanno aggiunto agli input acquistati dall'esterno²².

²¹ Per maggiori informazioni sulla modalità di raccolta dati: <https://euklems-intanprod-llee.luiss.it/>

²² De Novellis F., Dizionario di Economia e Finanza (2012) Treccani

- H_EMP: sono le ore di lavoro per persona attiva e rappresenta il numero totale di ore lavorate dalle persone attive nel mercato del lavoro.
- Ip_Train: è la formazione delle persone attive nel mercato del lavoro e rappresenta il numero totale di ore dedicate alla formazione. Il dato è stato raccolto considerando stime dirette, come i dati sugli investimenti in formazione e, nel caso i dati non fossero disponibili, attraverso stime indirette, come ad esempio il livello di istruzione²³.
- Ip_Soft_DB: rappresenta la quantità di software e database che viene utilizzato nel mercato del lavoro da parte degli occupati. Il dato è stato raccolto considerando stime dirette come i dati sugli investimenti in software e, nel caso i dati non fossero disponibili, attraverso stime indirette, come ad esempio il livello di spesa per le tecnologie dell'informazione e della comunicazione.
- TFP: è il dato relativo alla produttività totale dei fattori e rappresenta la quota residua dell'output che non è dovuta all'uso dei fattori lavoro (L) e capitale (K).

3.1.2 AI Index

Il Dataset EUKLEMS è stato integrato con i dati sviluppati da Felten, Raj, Seamans, convertiti dalla classificazione americana NAICS a quella europea NACE. Tra i vari indici, sviluppati dai ricercatori, è stato utilizzato l'AIIE, ovvero l'indice di esposizione settoriale all'Intelligenza Artificiale, come spiegato nel precedente paragrafo 2.2.2. I dati europei sono stati raccolti sulla base della classificazione europea come da regolamento UE 2023/137. La classificazione del settore produttivo svolta da EUKLEMS, prevede esclusivamente 1 ordine gerarchico, mentre quella americana NAICS ne prevede 4. Per questo motivo è stata calcolata una media aritmetica semplice per unire i vari indici sotto la macrocategoria prevista a livello UE. Ad esempio, le categorie NAICS 3162 (Manifattura di scarpe – AIIE = -0.530) e NAICS 3330 (Manifattura di macchinari – AIEE = - 0.075) sono rientrati nella macrocategoria NACE C (Manifattura) con un valore di

²³ Per maggiori informazioni: https://euklems-intanprod-llee.luiss.it/wp-content/uploads/2022/02/EUKLEMSINTANProd_2021_Methods-and-data-description-Rev1.pdf

AIIE = -0.441 ottenuto come media aritmetica dei valori delle 65 categorie americane rientranti nel macrosettore Manifattura.

Di seguito una tabella di sintesi di esposizione settoriale:

Figura 4 Indice di esposizione AIOE a livello di settore

Codice NACE	Attività NACE	AIIE
A	Agricoltura, silvicoltura e pesca	-1.558
B	Estrazione di Minerali	-0.678
C	Manifattura	-0.441
D	Approvvigionamento di Elettricità e Gas	0.278
E	Gestione Rifiuti e fornitura acqua	-0.767
F	Costruzioni	-0.940
G	Commercio e riparazione di veicoli	-0.009
H	Trasporto e stoccaggio	-0.381
I	Attività alberghiere e di ristorazione	-1.001
J	Informatica e Telecomunicazione	1.268
K	Attività finanziarie e assicurative	2.012
L	Attività immobiliari	0.509
M	Attività professionali, scientifiche e tecniche	1.619
N	Amministrative e di supporto	-0.166
O	Pubblica Amministrazione e Difesa	0.603
P	Istruzione	1.324
Q	Sanità e Assistenza Sociale	0.465
R	Attività Artistiche, sportive e d'intrattenimento	-0.125
S	Altre attività di servizi	0.209
T	Attività domestiche	0.001

Note: l'indice NACE si riferisce alla versione Nace rev.2

Da questa tabella, ad esempio, si può notare che l'attività finanziaria e assicurativa (settore K) risulta essere la più esposta all'IA, con un valore ben al di sopra della media. Inoltre, si nota che le attività professionali scientifiche e tecniche (settore M) beneficiano notevolmente dell'adozione di queste tecnologie. Anche l'istruzione (settore P) sembra essere influenzabile dall'IA.

Al contrario attività che richiedono una consistente attività manuale, come l'Agricoltura (settore A), hanno un'esposizione ben al di sotto della media.

3.1.3 AI Watch Index

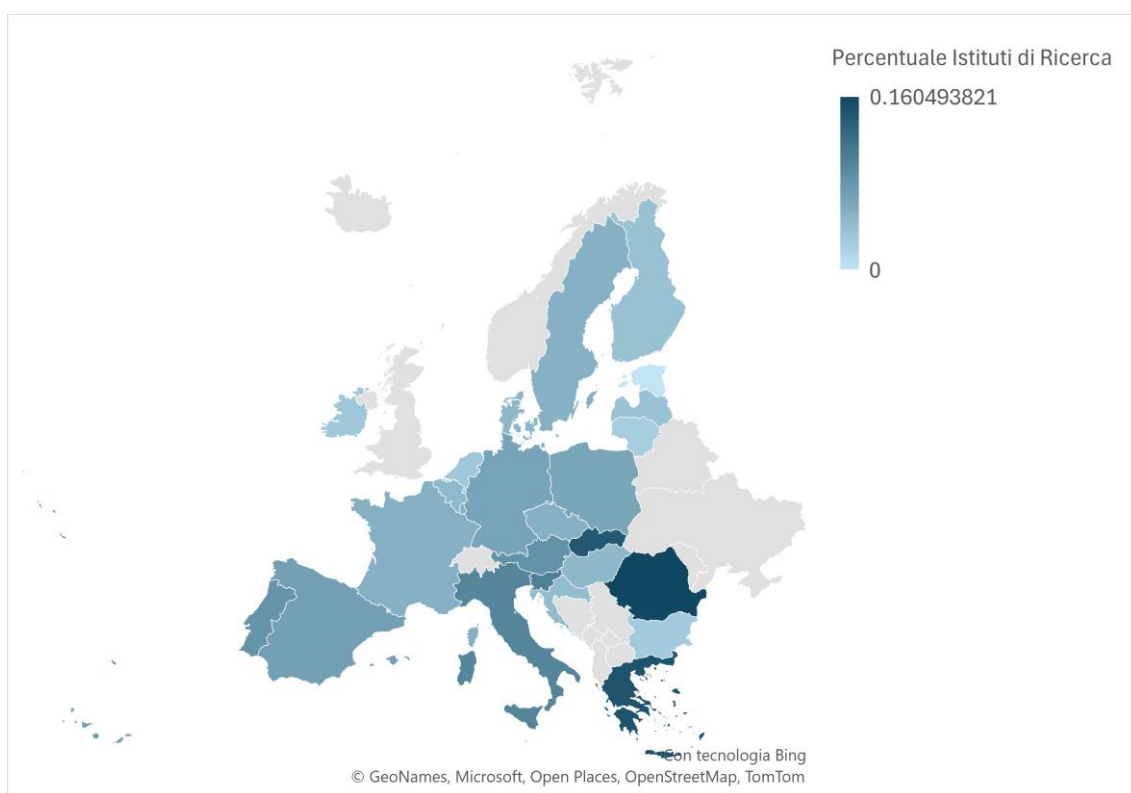
L'AI Watch, presentato al paragrafo 2.1.3, oltre a stilare un rapporto relativo allo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale in Europa si occupa anche di raccogliere e condividere dati,

in collaborazione con Eurostat²⁴. È stato utilizzato il parametro relativo alla percentuale di Enti di Ricerca sull'Intelligenza Artificiale (Rp).

Questo indicatore permette di analizzare quanti siano gli investimenti di Ricerca e Sviluppo in un determinato paese ed attraverso questo dato è anche possibile misurare la partecipazione di quel paese nel panorama dell'IA. È una variabile che si differenzia esclusivamente a livello di paese (c).

Attualmente l'Unione Europea si presenta con la seguente caratterizzazione:

Figura 5 Percentuale Istituti di Ricerca a livello europeo



Dalla mappa si può notare come alcuni paesi abbiano un maggior numero di istituti di ricerca dedicati alla tematica dell'Intelligenza Artificiale, quindi un maggiore coinvolgimento della spesa pubblica in questa tematica. Ad esempio, il valore è maggiore

²⁴ Per maggiori informazioni:
https://web.jrc.ec.europa.eu/dashboard/AI_WATCH_LANDSCAPE/index.html?bookmark=overview

in Romania (16.05%) e Grecia (14.82%), mentre in Italia – al quinto posto sui 27 paesi membri – viene raggiunto un valore pari a 9.67%.

3.2 Creazione delle variabili per il modello empirico

Per poter individuare se l'IA ha già avuto un impatto sulla produttività, sono state create alcune variabili dal dataset raccolto. Di seguito elenco e il procedimento utilizzato, descrivendo in dettaglio le decisioni prese.

3.2.1 Produttività

Utilizzando i dati EUKLEMS di Valore Aggiunto (VA) e di ore di lavoro per persona attiva, presentati nel precedente paragrafo 3.1.1, si è provveduto al calcolo della produttività a prezzi costanti con la seguente formula:

$$\text{produttività} = \frac{VA_{y,s,c}}{H_EMP_{y,s,c}}$$

3.2.2 Rp_AI

Per catturare al meglio l'effetto dell'Intelligenza Artificiale nel mercato del Lavoro è stata creata la variabile denominata "Rp_AI" con la quale si tiene conto sia del settore, attraverso l'indice AI_s , sia del paese, attraverso l'indice Rp_c :

$$Rp_AI = Rp_c \times AI_s$$

- con Rp_c si rappresenta la percentuale di istituti di ricerca sull'Intelligenza Artificiale nei paesi dell'Unione Europea, dato presentato al paragrafo 3.1.3.
- con AI_s è inteso l'indice di esposizione del settore produttivo individuato da Felten, Raj, Seamans, convertito in classificazione europea, presentato al paragrafo 3.1.2.

Di seguito una tabella riepilogativa delle variabili elencate nel paragrafo 3.1 e 3.2, con l'indicazione della loro media, deviazione standard, minimo e massimo.

Figura 6 Descrizione variabili utilizzate

	Media	Dev.Stand.	Min	Max
Variabili dipendenti				
Produttività	0.007	0.123	-0.104	11.111
Variabili Indipendenti				
Valore aggiunto	85.032	202.983	-11122	1406.452
Ore di lavoro	1401237	49999464	0	15200000
Training	531.982	2459.673	0	121.906
Software and Database	1453.367	0.469	3.246	6.431
TFP	103.809	23.491	40.485	355.648
AIIIE	-0.006	0.695	-1.558	2.016
Istituti di Ricerca	0.068	0.038	0.026	0.160
Rp_Ai	-0.003	0.064	-0.374	0.484

Note: i valori rappresentati sono approssimati alla terza cifra decimale

3.3 Modello empirico

Per testare se vi sia già stato un impatto dell'IA sulla produttività e se questo effetto sia stato significativo, è stato creato un modello di regressione, utilizzando un modello OLS (Ordinary Least Square) di analisi.

Il modello prevede cinque variabili indipendenti, esplicitate nella formula seguente, di cui una (Rp_AI). volta a misurare l'effetto dell'Intelligenza Artificiale sulla base dell'esposizione settoriale. Successivamente sono stati inseriti ulteriori controlli, volti ad eliminare alcune caratteristiche del settore o dell'anno che possono influenzare la produttività. Non sono stati inseriti controlli a livello paese in quanto gli investimenti in Ricerca e Sviluppo, rappresentati dalla variabile Rp_c , racchiudono già al loro interno le differenze a livello europeo.

Nello specifico il modello creato ha la seguente formulazione:

$$produttività_{s,c,y} = \beta_0 + \beta_1 Rp_c + \beta_2 (Rp_c \times AI_s) + \beta_3 T_{s,c,y} + \beta_4 S_D B_{s,c,y} + \beta_5 TFP_{s,c,y} + \lambda_{s,y} + \varepsilon_{s,c,y}$$

dove:

- s = settore produttivo
- c = paese
- y = anno
- ε = errore

- Con Rp_c si intende la percentuale di istituti di ricerca sull'Intelligenza Artificiale, presentata nel paragrafo 3.1.3. Tale variabile è stata inserita per analizzare quanto gli investimenti in Ricerca e Sviluppo in IA possano influenzare la produttività.
- Con $Rp_c \times AI_s$ si intende la variabile creata nel paragrafo 3.2.2. Tale variabile è stata inserita per analizzare l'impatto del settore produttivo a livello di paese.
- Con $T_{s,c,y}$ si intende il training svolto dalle persone nel settore, presentato nel paragrafo 3.1.1. Tale variabile è stata inserita in quanto la produttività dipende anche dal livello di formazione dei lavoratori come è stato dimostrato da numerose ricerche.
- Con $S_DB_{s,c,y}$ s'intendono i Software e Database che i lavoratori hanno a disposizione, presentato nel paragrafo 3.1.1. È stata inserita questa variabile per valutare l'effetto che la rivoluzione informatica ha avuto nel mercato del lavoro. In questo modo sarà più corretto analizzare l'effetto singolo dell'Intelligenza Artificiale e non combinato con gli effetti che l'ICT ha avuto sulla produttività grazie alla rivoluzione informatica.²⁵
- Con $TFP_{s,c,y}$ s'intende la produttività totale dei fattori, presentata al paragrafo 3.1.1. Tale variabile è stata inserita in quanto spiega la parte di crescita economica che non può essere spiegata dall'accumulazione dei fattori di produzione.
- Per $\lambda_{s,y}$ sono intesi gli effetti fissi per dimensione settore e anno. Nel modello analizzato $\lambda_{s,y}$ sono trattate come incognite da stimare.

Inoltre, per individuare al meglio la relazione che viene proposta dalla regressione, è stato deciso di trasformare la funzione in forma logaritmica poiché in tale modo:

- è possibile cogliere al meglio la relazione non lineare tra le variabili
- è possibile interpretare i coefficienti stimati in termini di variazioni percentuali

A seguito di tali assunzioni, la regressione diventa:

²⁵ Per maggiori informazioni: Black S., Lynch L. (2001) *The Review of Economics and Statistics, The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity*.

$$\begin{aligned}
(1) \ln(\text{produttività}_{s,c,y}) &= \beta_0 + \beta_1 Rp_c + \beta_2 (Rp_c \times AI_s) + \beta_3 \ln(T_{s,c,y}) + \beta_4 \ln(S_DB_{s,c,y}) \\
&+ \beta_5 \ln(TFP_{s,c,y}) + \lambda_{s,y} + \varepsilon_{s,c,y}
\end{aligned}$$

È atteso un coefficiente β_1 positivo, che indica un effetto positivo della ricerca in Intelligenza Artificiale sulla produttività riscontrata nel periodo 1995-2020. Infatti, si può ipotizzare che i paesi che hanno deciso d'investire maggiormente in Ricerca e Sviluppo in Intelligenza Artificiale, riscontrino una crescita maggiore della produttività rispetto agli altri paesi.

È atteso un coefficiente β_2 positivo, il cui valore indica che l'impatto avuto sulla produttività dipende anche dalla composizione settoriale del paese. Infatti, come dimostrato nella ricerca di Felten, Raj, Seamans (par. 3.1.2) non tutti i settori produttivi sono coinvolti allo stesso modo dalla rivoluzione dell'Intelligenza Artificiale. Ci si aspetta, quindi, paesi con una maggiore percentuale di settore terziario rispetto al settore primario avere un aumento maggiore di produttività.

Nello specifico, per isolare l'effetto dell'IA sulla produttività, è possibile osservare la funzione derivata rispetto all'indice di esposizione all'IA (Rp_AI). In questo modo non si interagisce con le altre variabili indipendenti, ossia:

$$\frac{\partial \ln(\text{produttività})_{s,c,y}}{\partial Rp_c} = \beta_1 + \beta_2 AI_s$$

Come si può intuire dal modello, quindi, l'impatto dell'IA sulla produttività dipende sia dal coefficiente β_1 sia da β_2 .

La ricerca qui presentata, ha lo scopo di mostrare che la somma dei due coefficienti risulta diversa da 0, il che indica un impatto dell'IA sulla produttività. Inoltre, come ipotizzato nella tesi H1, maggiore è l'esposizione all'intelligenza artificiale, maggiore sarà l'impatto sulla produttività.

Si è, in seguito, deciso di creare un secondo modello di regressione che renda endogena la variabile relativa agli investimenti in Ricerca e Sviluppo in IA. Non essendo più presente una variabile che si differenzia esclusivamente a livello di paese, vengono aggiunti i controlli a livello di paese (λ_c).

La regressione diventa quindi:

$$(2) \ln(\text{produttività}_{s,c,y}) = \beta_0 + \beta_1(Rp_c \times AI_s) + \beta_2 \ln(T_{s,c,y}) + \beta_3 \ln(S_DB_{s,c,y}) + \beta_4 \ln(TFP_{s,c,y}) + \lambda_{s,c,y} + \varepsilon_{s,c,y}$$

3.4 Analisi dei risultati

Dopo aver presentato il modello ed aver analizzato alcune scelte compiute, sono presentati, discussi e commentati i risultati ottenuti dall'analisi compiuta attraverso i modelli di regressione di tipo OLS.

Figura 7 Risultati regressione

	<i>Rp+Rp_AI</i> (1)	<i>Rp</i> (2)
<i>Rp</i>	-10.398** [0.657]	-
<i>Rp_AI</i>	2.373** [0.732]	2.394** [0.232]
<i>Log_Ip_Train</i>	-3.988** [0.275]	0.047 [0.111]
<i>Log_Ip_Soft_DB</i>	0.298* [0.117]	0.265** [0.049]
<i>Log_TFP</i>	-0.5985** [0.081]	-0.597** [-0.026]
Osservazioni #	5660	5660
Paesi #	14	14
Settori #	18	18
anni	25	25
Country fixed effects	no	Si
Sector fixed effects	Si	Si
Year fixed effects	Si	Si

Note: ** livello di significatività dell'1%. * livello di significatività del 5%. Tra parentesi gli errori standard robusti

Nella tabella è possibile individuare l'output delle due regressioni. Nella prima colonna si avrà l'output della regressione 1 cioè con la variabile Rp_c esogena. Nella seconda colonna, invece, l'output della regressione 2 cioè con la variabile Rp_c endogena. In entrambi i modelli il numero delle osservazioni totali è pari a 5660, mentre i paesi europei inclusi sono 14. Sono considerati tutti gli anni del campione (25) e 18 settori produttivi.

Per quanto riguarda la variabile Rp_c si può notare che nel modello di regressione 1 è significativa ma con valore negativo. Non è quindi possibile rigettare l'ipotesi H_0 teorizzata nel paragrafo 2.3. Si può quindi affermare che l'impatto d'investimenti in Intelligenza Artificiale ha un effetto negativo sulla produttività. Questo risultato supporta la decisione che è stata presa di creare un modello di regressione che renda endogena la ricerca e sviluppo in Intelligenza Artificiale e l'inserimento di controlli a livello di paese. Infatti, il risultato ottenuto può dipendere da altri fattori, come l'etica lavorativa, che sono spiegati dalle differenze tra paesi e questo può causare una distorsione del modello. È quindi opportuno l'inserimento di effetti fissi a livello paese che vadano a normalizzare le differenze tra paesi europei.

Per quanto riguarda la variabile $Rp_c_{AI_s}$ si può notare che nel modello di regressione è significativa ed ha valore positivo. Questo implica che l'impatto è maggiore tanto più il settore è esposto all'utilizzo di Intelligenza Artificiale. Non è possibile quindi rigettare l'ipotesi H_1 teorizzata nel paragrafo 2.3. Si può quindi affermare che, come ipotizzato in precedenza, l'Intelligenza Artificiale ha un effetto sulla produttività in base al settore. Questo significa che nei settori con un'alta esposizione all'IA, come ad esempio le attività finanziarie ed assicurative (settore K; $AIIE = 2.012$), vi è stato un maggiore aumento della produttività causato dall'avvento di questa nuova tecnologia rispetto a settori meno impattati, come la manifattura (settore C; $AIIE = -0.441$). Nel modello nel quale la variabile è endogena (2), si può notare come il valore sia positivo e significativo. Questo va ad indicare che l'impatto dell'IA sulla produttività è complessivamente positivo, pur dipendendo dalla composizione del settore produttivo.

Per quanto riguarda la variabile indipendente considerata relativa al *Training* (Ip_Train) si può notare che nel primo modello sia significativa ma con un valore negativo. Questo non è in linea con quanto dimostrato dalla teoria che ritiene la formazione tra gli elementi principali che aumentano la produttività. Nel secondo modello invece, non risulta essere

significativa. Si è deciso di mantenere nella regressione la variabile in quanto, pur non essendo significativa, secondo la letteratura è uno degli elementi che influenzano maggiormente la produttività. Quindi è opportuno che rimanga nella regressione per evitare un errore sistematico²⁶.

Per quanto riguarda la variabile indipendente considerata relativa ai *Software e Database* (Ip_Soft_DB), si può notare come nel primo modello sia positiva e significativa al 5%. Questo è in linea con la letteratura, che ha dimostrato come l'utilizzo di software e database a partire dal 1980 abbia portato ad un aumento della produttività. Anche nel secondo modello risulta positiva e significativa con un valore simile.

Per quanto riguarda la variabile indipendente considerata relativa alla Produttività Totale dei Fattori (TFP), si può notare come nel primo e nel secondo modello negativa. Questo è contrario a quanto ipotizzato dalla letteratura

La presenza degli effetti fissi di paese, settore e anno nel modello con la variabile Rp_c endogena, fa sì che le stime dei coefficienti tengano conto delle variazioni specifiche, migliorando la robustezza dei risultati.

26 Studenmund A., (2014) A practical Guide to Using Econometrics Pearson Edinburgh Gate, Harlow, Essex, UK p.184

Capitolo 4 Conclusioni

L'Intelligenza Artificiale è uno sviluppo tecnologico che, pur essendo presente da diverso tempo, ha suscitato nell'ultimo periodo un maggiore interesse, come dimostrano le recenti pubblicazioni scientifiche. L'IA guida la cosiddetta quarta rivoluzione industriale e provoca preoccupazioni analoghe a quelle che hanno accompagnato l'introduzione delle altre tecnologie nella storia, come è stato per l'invenzione della stampa, per l'automazione dell'industria manifatturiera, per lo sviluppo di internet e delle telecomunicazioni, e oggi per l'IA.

In questa ricerca si è provveduto, dopo un breve excursus sul percorso che ha portato all'attuale stato dell'arte, ad analizzare le ricerche scientifiche compiute in quest'ambito e a presentare i dati utilizzati per capire se l'Intelligenza Artificiale ha già avuto un impatto sulla produttività nel sistema economico dell'Unione Europea; in seguito è stato presentato ed analizzato un modello econometrico in grado di stimare l'impatto dell'IA.

Come per le altre rivoluzioni, l'impatto nel mondo del lavoro sta portando cambiamenti importanti, con la necessaria conseguenza di dover attuare una rimodulazione delle competenze e del modo di lavorare.

Dalla ricerca compiuta risulta che l'IA ha avuto un impatto significativo sulla produttività nei paesi dell'Unione Europea, sulla base dei dati raccolti relativamente al periodo 1995-2020. Si concorda, quindi, con la parte di letteratura che considera l'Intelligenza Artificiale come un'opportunità per aumentare la produttività nel sistema economico dell'Unione Europea. Si sottolinea il fatto che l'impatto dipenda dalla composizione settoriale, avendo un maggiore effetto nei settori maggiormente esposti secondo la classificazione di Felten, Raj, Seamans.

Non avendo analizzato la possibilità dell'IA di sostituzione dei lavoratori, non è possibile trarre conclusioni sul fatto che l'IA aumenti le disuguaglianze sostituendo le professioni già a rischio come preannunciato da Rotman.²⁷

²⁷ Rotman D., 19/04/2022, MIT Technology Review, *How to solve AI's inequality problem*

Ancora non si è certi di come l'Intelligenza Artificiale possa modificare il sistema economico mondiale e va oltre gli obiettivi di questa ricerca. Sicuramente vi sarà un impatto nel medio-lungo termine ma sarà dovere dei *policy maker* gestirlo e garantire che sia positivo.

Bibliografia

Besanko, D., Braeutigam, Ronald R., (2020). *Microeconomia*. McGraw-Hill Education Editore, 4° ed.

Black S., Lynch L. (2001), *The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity*. The Review of Economics and Statistics

Blanchard, O., Amighini, A., & Giavazzi, F. (2020). *Macroeconomia: una prospettiva europea*. Bologna: Il Mulino.

Bloom, N., Sadun, R., & Van Reenen, J. (2012). *Americans do IT better: US multinationals and the productivity miracle*. The American Economic Review, 102(1), 167-201.

Cordeschi, R., D'Avanzo, E. (2021) *Nuove prospettive nell'Intelligenza artificiale*, Treccani

De Novellis, F. (2012) *Dizionario di Economia e Finanza*, Treccani

Felten, E., Raj, M., Seamans, R. (2021) *Occupational, industry and geographic exposure to artificial intelligence: A novel dataset and its potential uses*, Strategic Management Journal Volume 42, Issue 12

Georgieva Kristalina, 14/01/2024, *AI Will Transform the Global Economy. Let's Make Sure It Benefit Humanity*

Green, Andrew (2023), “*Artificial intelligence and jobs: No signs of slowing labour demand (yet)*”, in OECD, *OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market*, OECD Publishing

Murdoch, 10 Novembre 2023, *Here is what we know about generative AI's impact on white collar work*,

Pesenti, (O)., (2021) *The impact of Artificial Intelligence on the Italian Labor Market*,

Righi, R., Pineda Leon, C., Cardona, M., Soler Garrido, J., Papazoglou, M., Samoili, S. and Vazquez-Prada Baillet, M., *AI Watch Index 2021*, Lopez Cobo, M. and De Prato, G.

editor(s), EUR 31039 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-53602-4 (online), doi:10.2760/921564 (online), JRC128744.

Sandra E. Black, Lisa M. Lynch; (2001) *How to Compete: The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity*. *The Review of Economics and Statistics* 2001; 83 (3): 434–445

Somalvico M., Amigoni F., Schioffonati V. (2003) *La grande scienza. Intelligenza artificiale in Storia della Scienza*, Treccani

Studenmund A., (2014) *A practical Guide to Using Econometrics* Pearson Edinburgh Gate, Harlow, Essex, UK

Webb, M. (2020), *The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market*, Standford University

Weil David, (2013) *Economic Growth* (3rd edition) Edinburgh Gate, UK, Pearson Education Limited p. 199

Sitografia

<https://aiindex.stanford.edu/report/>

https://ai-watch.ec.europa.eu/index_en

<https://www.dol.gov/>

<https://www2.deloitte.com/it/it/pages/strategy-operations/solutions/analytics-and-cognitive.html>

<https://euklems-intanprod-llee.luiss.it/>

<https://eur-lex.europa.eu/>

<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics/>

<https://www.ft.com/content/b2928076-5c52-43e9-8872-08fda2aa2fcf>

<https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html>

<https://www.onetonline.org/>

[https://www.treccani.it/enciclopedia/nuove-prospettive-nell-intelligenza-artificiale_\(XXI-Secolo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/nuove-prospettive-nell-intelligenza-artificiale_(XXI-Secolo)/)

<https://web.njit.edu/~ronkowitz/eliza.html>