

Corso di laurea in Strategic Management

Cattedra: Dinamiche Industriali

“Paradigmi Tecno-economici e Concentrazione dell'Innovazione  
nella quarta Rivoluzione Industriale”

Prof. Fabrizio Pompei

RELATORE

Prof. Valentina Meliciani

CORRELATORE

Kaloian Stanimirov Gueorguiev

CANDIDATO

# Indice

## Introduzione

### Capitolo 1: Il progresso tecnologico nel contesto dei cambiamenti di paradigma: una rassegna della letteratura

1.1 Problemi definitivi.....	7
1.2 Le Rivoluzioni Tecnologiche: dalle Onde lunghe ai Neoschumpeteriani.....	8
1.2.1 I primi pensatori.....	8
1.2.2 Schumpeter: dalle Onde K ai Business Cycle.....	10
1.2.3 Schumpeter: Teoria dell'innovazione e dell'Imprenditorialità.....	11
1.2.4 Schumpeter: Le critiche ai cicli economici.....	12
1.3 Gli storici dell'economia.....	13
1.4 La prospettiva aziendale e ingegneristica.....	14
1.5 Il dibattito sul fenomeno Industria 4.0.....	15
1.6 I Neoschumpeteriani di scuola evoluzionista: la formazione congiunta della Tecnologia e della Società.....	16
1.7 Dalle Traiettorie tecnologiche ai Sistemi tecnologici: una prospettiva Neoschumpeteriana.....	17
1.8 Dalle Rivoluzioni tecnologiche ai Paradigmi tecno-economici: una prospettiva Neoschumpeteriana.....	18
1.9 Carlota Perez: i Paradigmi tecno-economici e le grandi ondate di sviluppo.....	19

### Capitolo 2: Dinamiche Industriali e Progresso Tecnologico: I Pattern Schumpeteriani di Innovazione

2.1 Innovazione e Settori Industriali .....	26
2.2 I Pattern Schumpeteriani di Innovazione.....	26
2.2.1 Un quadro per collegare l'innovazione alla dinamica dei settori.....	28
2.3 Propensione all'uscita e Innovazione.....	29
2.3.1 I Settori Industriali.....	29
2.3.2 Il pensiero di Audretsch.....	29
2.3.3 Jovanovic e il ruolo della Motivazione.....	31
2.3.4 Il ciclo di vita di Klepper e il ruolo dell' Esperienza.....	31
2.4 Analisi dell'attività innovativa con Brevetti: Malerba & Orsenigo.....	32
2.4.1 Studio dei Brevetti: Database, Paesi e Classi.....	33
2.4.2 Studio dei Brevetti: Tassonomia dei modelli di attività innovativa.....	39
2.4.3 Studio dei Regimi tecnologici : i fattori fondamentali.....	40
2.5 Considerazioni conclusive.....	42

## **Capitolo 3: I Pattern Schumpeteriani di Malerba e Orsenigo con le innovazioni della Quarta Rivoluzione Industriale**

3.1 Domanda di ricerca.....	44
3.2 Le Tecnologie della quarta Rivoluzione Industriale.....	45
3.3 Database: Orbis - Bureau van Dijk.....	46
3.4 I codici brevetto della quarta Rivoluzione Industriale.....	48
3.5 Metodologia.....	49
3.5.1 Gli Indicatori.....	52
3.6 Analisi dei dati.....	55
3.6.1 C4.....	55
3.6.2 C8.....	57
3.6.3 Herfindahl-Hirschman Index – HHI.....	58
3.6.4 Dimensione delle Imprese Innovatrici.....	59
3.6.5 Indice di Spearman.....	60
3.6.6 Entrata tecnologica.....	61
3.7 Interpretazione degli Indicatori e Pattern Schumpeteriani.....	62
3.8 Indicatori e Dimensione Paese.....	63

### **Conclusioni**

### **Bibliografia**

### **Appendice**



# Introduzione

L'innovazione tecnologica nella società moderna è un tema di grande rilevanza e interesse per gli studiosi di varie discipline. La tecnologia ha, infatti, un impatto significativo e un carattere pervasivo su tutti gli aspetti della realtà che ci circonda, e su tutte le aree del sapere.

L'innovazione tecnologica è diventata un fattore chiave per il successo di molte aziende e di intere economie nazionali, e ha cambiato profondamente il modo in cui interagiamo con il mondo che ci circonda, influenzando la nostra cultura, le nostre relazioni sociali e il nostro modo di pensare.

L'impatto significativo della tecnologia può essere di natura positiva o negativa. In un mondo sempre più interconnesso e competitivo l'innovazione può essere, infatti, la differenza tra il successo e il fallimento, sotto una prospettiva micro, meso e macro.

In primis, l'innovazione tecnologica può aumentare l'efficienza e la produttività delle aziende. Grazie all'adozione di nuove tecnologie, le imprese possono automatizzare processi, ridurre i tempi di produzione e migliorare la qualità dei prodotti e dei servizi offerti, portando, dunque, le aziende che investono in innovazione a diventare più competitive, accrescere la loro quota di mercato e aumentare i loro profitti.

La sfida dell'innovazione per le imprese è stata descritta da Giovanni Bessant e Howard Rush i quali sanciscono che se le aziende non riescono a cambiare ciò che offrono o il modo in cui creano e forniscono tali offerte, ovvero l'innovazione di prodotto o di processo, essi rischiano di essere superati in un ambiente globale sempre più competitivo (Bessant & Rush, 2012). L'innovazione può essere, dunque, intesa come una necessità per la sopravvivenza delle imprese già esistenti e come motore di crescita per le nuove imprese entranti.

A partire dagli studi di Schumpeter (1942) l'innovazione non può essere confinata solo alla sua natura tecnologica (innovazioni di prodotto e di processo) ma ricomprende aspetti collegati alle competenze manageriali come l'innovazione organizzativa e di marketing.

Inoltre, l'innovazione tecnologica può stimolare la crescita economica a livello nazionale. Paesi che investono in ricerca e sviluppo tecnologico possono diventare leader in settori ad alta tecnologia, creare posti di lavoro altamente qualificati e aumentare la loro capacità di esportazione, portando l'innovazione a diventare un motore per la crescita economica a lungo termine.

Infine, l'innovazione tecnologica può anche contribuire a risolvere alcune delle sfide più urgenti che l'umanità deve affrontare, come il cambiamento climatico, la salute pubblica e la sicurezza alimentare. Ad esempio, le tecnologie verdi possono aiutare a ridurre le emissioni di gas serra e il loro monitoraggio, mentre la tecnologia medica può migliorare la qualità e le aspettative di vita delle persone e ridurre i costi sanitari. In questo modo, l'innovazione tecnologica può essere vista anche come uno strumento per un impatto positivo sulla società e sull'ambiente e non solo sulla redditività del capitale delle imprese e come fonte di occupazione per gli Stati Nazionali.

In conclusione, l'innovazione tecnologica è un fattore chiave per il successo delle imprese, delle economie nazionali ed anche dello sviluppo e crescita della società nella sua totalità.

Tuttavia l'innovazione tecnologica non ha solo una natura positiva ma può portare anche a conseguenze negative come: l'esclusione sociale, la svalutazione delle competenze, la disoccupazione tecnologica, l'aumento dell'inquinamento ambientale e delle disuguaglianze, e infine la riduzione della privacy e della sicurezza dei dati personali.

Le innovazioni tecnologiche hanno sempre esercitato un forte fascino su molti studiosi e scienziati, che vedono nella tecnologia una fonte di cambiamento e sviluppo per la società, e molti di questi hanno definito in maniera diversa cosa sia la Tecnologia. Come espresso da Dosi e Luc Soete (1988) "la tecnologia non può essere ridotta ad informazioni liberamente disponibili o ad un insieme di progetti" ma piuttosto come ha affermato Castells (1996) : "La tecnologia è come la vita stessa. Sta cambiando ogni aspetto della nostra vita, e dobbiamo essere pronti a far fronte a questo cambiamento".

L'impatto delle innovazioni non può essere più trascurato, tuttavia, raramente decisori politici o gli accademici vanno oltre una nozione generale di innovazione o tecnologia per comprendere appieno come queste si evolvano, si relazionino e vengano assorbite, modellate e diffuse nella società e nell'economia.

L'economia, oggi, può diventare veramente importante per le scienze sociali nell'aiutare a comprendere e spiegare gli eventi cruciali degli ultimi due secoli e aiutare il processo decisionale dei *Policy Maker* in modi prima impensabili.

In seguito, sarà nostra premura analizzare i diversi filoni della letteratura e le diverse correnti di pensiero sul tema della nascita, sviluppo e propagazione delle innovazioni, ponendo l'accento laddove necessario sulle conseguenze che queste hanno su tutti gli strati della realtà.

# CAPITOLO 1°

## **Il progresso tecnologico nel contesto dei cambiamenti di paradigma: una rassegna della letteratura**

### **1.1 Problemi definatori**

Lo studio delle periodizzazioni tecnologiche per sua natura è un argomento che richiede competenze trasversali e come afferma Carlota Perez (2009) i sociologi diventano storici dell'economia, mentre gli storici dell'economia, gli antropologi e gli economisti diventano sociologi.

Come ci rammenta la Perez (Freeman, 2012), però, questo livello alto di interdisciplinarietà porta a molta confusione sulla terminologia usata e vi è una mancanza di definizioni condivise infatti “un ricercatore che tenti di cimentarsi con la storia della letteratura, con poca o nessuna conoscenza preliminare del suo linguaggio, non andrebbe molto lontano”.

Nell'economia e più in generale in tutte le scienze, la mancanza di definizioni condivise può influire sulla comprensione dei problemi e nel caso specifico della diffusione dell'innovazione. Ad esempio, termini come "innovazione", "creatività" e "imprenditorialità" possono avere interpretazioni diverse tra i diversi attori del settore, rendendo difficile la definizione di politiche o strategie efficaci per la promozione dell'innovazione e dello sviluppo economico.

Dal XVIII secolo, accademici e responsabili politici sono stati interessati ai modelli storici ciclici di crescita e declino economico e alle connessioni tra questi modelli e i principali cambiamenti socioeconomici. Nel corso del tempo, il concetto di "rivoluzione tecnologica" è stato utilizzato in diverse discipline accademiche e da diverse scuole di pensiero e autori, che hanno identificato diversi numeri di rivoluzioni e fornito interpretazioni diverse della loro natura e conseguenze. Tali differenze nelle interpretazioni derivano dal focus e dalle premesse di ciascun autore e dai tipi di interazioni studiate ed evidenziate.

Dal punto di vista intellettuale, però, non è possibile stabilire quale quadro teorico sia corretto o sbagliato, poiché ogni teoria si concentra su un particolare insieme di domande e obiettivi e utilizza una lente diversa per interpretare e comprendere la storia.

A seguito di tale premessa, verranno trattate nel seguente capitolo le diverse Teorie dell'Innovazione, con particolare attenzione alle varie terminologie susseguitesi nel corso del tempo e attuando una ricostruzione cronologica sul loro sviluppo. In particolare, verrà posto l'accento sulla Scuola di pensiero Evoluzionista o Evolutiva, approfondendo le sue principali linee teoriche e contributi.

## 1.2 Le Rivoluzioni Tecnologiche: dalle Onde lunghe ai Neoschumpeteriani

Nel Capitalismo, il progresso è strettamente legato ai progressi tecnologici, sia nei metodi di produzione o di trasporto più efficienti, che nei nuovi prodotti e servizi di consumo che cambiano la vita delle persone. Tuttavia, ci sono periodi in cui l'innovazione e la tecnologia sembrano aumentare in modo esponenziale, diventando evidenti e tangibili, mentre in altri momenti i progressi appaiono meno eclatanti e fanno parte della routine quotidiana.

Negli anni '70 del Novecento, grazie alla diffusione del microprocessore e soprattutto dalla metà degli anni '90, quando il governo degli Stati Uniti ha privatizzato Internet, si è manifestata la percezione di trovarsi in mezzo a una "rivoluzione tecnologica". Di conseguenza, si è cercato di comprendere gli enormi balzi di innovazione e i loro effetti sull'economia e sul destino dei paesi, nonché il loro impatto sull'occupazione e sulla vita quotidiana. Tuttavia, poiché simili esplosioni di innovazione si erano già verificate negli anni '1870-'90 e negli anni '20 del Novecento, è comprensibile che in quei momenti siano emerse numerose teorie e studi sull'argomento, anche se le differenze di interpretazione e di datazione tra i vari autori sono significative.

Sarà ora nostra premura esplorare alcune delle teorie nate nel tempo, partendo dai primi pensatori, analizzando in seguito Schumpeter, gli storici dell'economia, gli "ingegneri", il pensiero di McAfee e Brynjolfsson, per arrivare sino a Freeman e ai preziosi contributi di Carlota Perez.

### 1.2.1 I primi pensatori

Clément Juglar (1862), considerato un precursore nella ricerca sui cicli economici, ha sviluppato la sua teoria basandosi sul lavoro di altri studiosi coevi che oggi non sono riconosciuti come lui. Il suo obiettivo era di spiegare le crisi commerciali individuando cicli di investimento che si ripetevano ogni 7-11 anni, suddivisi in quattro fasi: prosperità, crisi, liquidazione e recessione. Secondo Juglar questi cicli sono causati da varie forze economiche, come l'andamento degli investimenti, la produzione, il consumo e la domanda aggregata.

Allo stesso tempo, anche William Stanley Jevons (1884) è spesso considerato erroneamente il primo ad aver individuato i cicli economici, poiché ha notato onde più lunghe nei dati dei prezzi dal 1790 al 1849. Secondo lui, l'innovazione tecnologica potrebbe, infatti, portare a un aumento della produzione, ma anche a un aumento dell'offerta di beni sul mercato, ciò potrebbe portare a una riduzione dei prezzi e a una diminuzione dei profitti, fino a quando non ci sia una nuova ondata di innovazione tecnologica.

Negli anni '20, invece, Joseph Kitchin (1923) ha proposto cicli più brevi mentre gli altri studiosi hanno indagato fasi cicliche molto più lunghe. Secondo la sua teoria ci sono cicli economici più brevi rispetto alle teorie degli altri pensatori, che sono causati dalla fluttuazione degli stock di inventario. In particolare, Kitchin ha suggerito che ci sono cicli di circa 40 mesi, in cui le imprese tendono ad aumentare o diminuire le loro scorte di materie prime e di prodotti finiti, e tali fluttuazioni potrebbero essere causate da fattori come i ritardi nell'elaborazione dei dati sulle scorte, i tempi di consegna delle merci e la difficoltà delle imprese di prevedere con esattezza la domanda futura.

Inoltre, negli stessi anni, Jacob van Gelderen (1913), Sam de Wolff (1929) e altri marxisti stavano esplorando la possibilità che gli elementi strutturali del capitalismo fossero fattori causali intrinseci nei modelli di lunghe accelerazioni e decelerazioni della crescita. In particolare, gli economisti marxisti che hanno sviluppato questa teoria vedono l'economia capitalista come un sistema instabile che tende a creare disuguaglianze e crisi cicliche a causa della tendenza intrinseca alla concentrazione del capitale nelle mani di pochi attori economici<sup>1</sup>.

Nel dibattito sulle rivoluzioni tecnologiche, è importante tenere presente l'uso comune e per molte volte errato del termine "onde lunghe". Gli economisti hanno spesso utilizzato questo termine come una scorciatoia per descrivere le periodizzazioni della storia, talvolta utilizzandolo in modo intercambiabile con il termine "cicli economici". Fu, però, Nikolai Kondratiev, economista russo, a portare alla ribalta la nozione di onde lunghe con il suo lavoro "The Major Economic Cycles" (Kondratiev, 1925).

Secondo Kondratiev, l'origine delle onde lunghe è da ricercare nelle grandi innovazioni tecnologiche che si diffondono nell'economia e che ne modificano la struttura. Kondratiev credeva che queste innovazioni fossero alla base della crescita economica e dell'aumento della produttività, che a sua volta portava a un aumento dei profitti, dell'occupazione e del benessere generale della popolazione.

Kondratiev sosteneva che ogni ondata di innovazioni tecnologiche avrebbe un impatto sull'economia per un periodo di circa 50-60 anni, e che l'economia mondiale sarebbe passata attraverso fasi di espansione, di stagnazione e di recessione durante questi periodi. La teoria delle onde lunghe di Kondratiev, tuttavia, è stata oggetto di critiche da parte di molti economisti, e non esiste un consenso sulla sua validità. Le conclusioni della sua dettagliata analisi statistica dei tassi di crescita, dei prezzi e di altre variabili contraddicevano invece che sostenere le aspettative marxiste della fine del capitalismo, poiché implicavano il costante rinnovamento di quest'ultimo. E sebbene la sua teoria dei periodi di crescita basati sul mercato di 50-60 anni fosse ben accolta in Occidente, gli costò la libertà nel 1930 e la vita nel 1938, come vittima della Grande Purga di Stalin.

La chiave per comprendere il frequente uso improprio del termine "onde lunghe" è che descrive specificamente le oscillazioni in rialzo e in ribasso del PIL e di altre variabili economiche, ed è "essenzialmente un concetto quantitativo" (Gutiérrez-Barbarrusa, 2019). Vedremo in seguito come questo concetto acquisirà una connotazione più evolutivo-qualitativa con la Scuola di pensiero dei Neoschumpeteriani.

Vengono definiti in letteratura i "long wavers" gli individui che partono dal riconoscimento del modello delle onde lunghe di *Kondratiev* e si impegnano a spiegarlo, spesso esaminando variabili specifiche come investimenti, nuove tecnologie, oro e l'ingresso di nuovi concorrenti per comprendere queste grandi fluttuazioni. Tra questi, con le dovute distanze e distinzioni vi è uno degli economisti più influenti nel campo che ha contribuito in maniera significativa alla comprensione dei cicli evolutivi dell'innovazione, ovvero *Joseph Alois Schumpeter*.

---

<sup>1</sup> Si veda lungo questa prospettiva un contributo recente di Emiliano Brancaccio (2022) *Democrazia sotto assedio*, Piemme Edizioni.

## 1.2.2 Schumpeter: dalle Onde K ai Business Cycle

Nel 1939, Schumpeter ha pubblicato la sua *magnus opus* intitolata "Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process". In questo testo, ha presentato la sua teoria ripercorrendo la storia di ciascuna delle prime tre ondate di "Kondratiev" dell'era industriale identificando tutte le tecnologie che le hanno guidate e incorporando i cicli più brevi che le hanno modellate: i cicli di inventario di "Kitchins" e i cicli di investimento fisso di "Juglars" (analizzati brevemente in precedenza). Fu proprio Schumpeter che denominando le onde lunghe come "*Onde di Kondratiev*" o "*Onde K*" (in onore di Kondratiev) che fu stabilita l'impressione del russo come fondatore della teoria delle onde lunghe.

Sebbene alcune idee della teoria di Schumpeter abbiano guadagnato un posto centrale nel dibattito economico, come le sue teorie sull'imprenditorialità e sulla "Distruzione Creatrice", la stessa affermazione non può essere fatta per la sua teoria dei cicli economici.

Quest'ultima non ha ricevuto la stessa attenzione e non è stata altrettanto influente come le sue altre teorie, e la motivazione di ciò non è da ricercarsi nelle congetture statistiche, sollevate dai critici, poiché come ricorda Freeman (2009) "Schumpeter ha sottolineato che la sua teoria si occupava dei cambiamenti Qualitativi (e non Quantitativi) dell'economia e che le lunghe serie temporali aggregate potevano spesso oscurare piuttosto che rivelare questi cambiamenti".

Infatti, dal punto di vista statistico, nonostante lo sforzo di diversi autori, le prove del primo e secondo ciclo di Onde di Kondratiev sono controverse e deboli e si riferiscono principalmente ad una sola nazione, ovvero la Gran Bretagna.

In *Business Cycles*, inoltre, Schumpeter usa l'espressione "rivoluzione industriale" sia per descrivere la prima ondata di Kondratiev nella Gran Bretagna del XVIII secolo sia per caratterizzare i cambiamenti del terzo ciclo di Kondratiev, ma in entrambi i casi non sviluppa sistematicamente il concetto, lasciando così ai posteri l'arduo compito di formularlo e concettualizzarlo.

Schumpeter, inoltre, è uno dei pochi economisti moderni che mette in evidenza l'importanza del cambiamento tecnologico e dell'imprenditorialità per la crescita economica. Tuttavia, in modo insolito, egli ritiene che tale innovazione e tecnologia siano elementi esogeni rispetto al sistema economico stesso, ed inoltre, le istituzioni e le organizzazioni sociali siano elementi "al di fuori del dominio della teoria economica". (Freeman, 2009), portando così egli stesso a rientrare nella corrente degli economisti che credono nel "laissez-faire" ovvero nel minor interventismo dello Stato in economia. Tali pensieri lo portarono nel corso degli anni '30 a essere un accademico distaccato, pensando che non si potesse fare molto durante la Grande Depressione, e lo portarono a essere in forte contrasto con le idee Keynesiane e il suo pensiero.

Per comprendere al meglio il pensiero Schumpeteriano, analizzeremo i suoi contributi in merito al concetto di innovazione e alla teoria dell'imprenditorialità, che sono fortemente interconnessi, prima di passare alle critiche fatte nei suoi confronti e il loro superamento.

### 1.2.3 Schumpeter: Teoria dell'innovazione e dell'Imprenditorialità

Il punto centrale della teoria di Schumpeter è che il Capitalismo può essere inteso come un processo evolutivo di continua innovazione e “distruzione creativa”. Schumpeter, infatti, descrive il processo di cambiamento economico come una continua introduzione di nuovi prodotti ed innovazioni che vadano a soppiantare quelli esistenti per mano di imprenditori-innovatori e nuove imprese, portando così attraverso l'innovazione la distruzione del vecchio status quo e alla creazione di una nuova realtà.

Schumpeter distingueva fortemente l'innovazione, intesa come introduzione commerciale di un nuovo bene o servizio, dall'invenzione, che appartiene invece al regno della scienza e della tecnologia (Schumpeter, 1911). Egli, infatti, considerava essenziale distinguere l'idea originale, di nuovo prodotto o processo, dalla sua traduzione in un'innovazione commerciale realizzabile; in effetti, come ci ricorda la Perez, lo spazio del tecnologicamente possibile è molto più ampio di quello dell'economicamente redditizio e socialmente accettabile, ed è con l'obiettivo del profitto che gli imprenditori e i manager trasformano costantemente le invenzioni in innovazioni, le possibilità e le scoperte tecniche in realtà economiche commerciali, e a loro volta attraverso le loro decisioni di investimento e di finanziamento, possono anche orientare gli sforzi di ricerca in una particolare direzione. (Perez, 2009).

Lo spazio significativo in cui il cambiamento tecnico deve essere studiato, quindi, è quello dell'innovazione, (e non dell'invenzione) dove vi è la convergenza tra tecnologia, economia e contesto socio-istituzionale.

Per Schumpeter l'emergere di singole innovazioni non è casuale. Le tecnologie sono interconnesse e tendono a comparire in prossimità di altre innovazioni (Schumpeter, 1939).

L'evoluzione tecnologica, infatti, non è un processo isolato ma collettivo, il quale coinvolge diversi agenti nel cambiamento: fornitori, distributori, consumatori e molti altri. Come ci ricorda la Perez, le interazioni tecno economiche e sociali tra produttori e utenti tessono reti dinamiche complesse che sono quelle che Schumpeter denomina *cluster*. (Perez, 2009).

Come ci ricorda Freeman, invece, Schumpeter adotta contemporaneamente una definizione ampia e ristretta di innovazione, infatti, da un lato la definisce includendo non solo innovazioni tecniche ma innovazioni organizzative gestionali, nuovi mercati, nuovi fonti di approvvigionamento, innovazioni finanziarie e nuove combinazioni. Dall'altro canto, invece, “ha discusso a malapena le origini dell'innovazione, non ha praticamente nulla da dire sulle interazioni tra scienza e tecnologia e ha ampiamente trascurato la natura cumulativa della stessa, definendo come unico motore di sviluppo l'imprenditore-innovatore, inteso come individuo responsabile dell'innovazione” (Freeman, 2009). Freeman, economista evoluzionista, figlio del pensiero schumpeteriano arriva a sancire che “Schumpeter in realtà ha sostituito la teoria dell'innovazione con la sua teoria dell'imprenditorialità”(Freeman, 2009).

Secondo Schumpeter, l'imprenditore innovatore è colui che crea valore economico attraverso l'introduzione di nuove idee, prodotti, processi o tecnologie sul mercato (Schumpeter, 1934). Viene definito l'imprenditore come un "innovatore" perché rompe la routine produttiva, introduce nuovi prodotti o nuovi processi di produzione

creando nuovi mercati ed essendo così il motore principale dello sviluppo economico, poiché la loro attività stimola la crescita. Tale accezione è ancor più evidente se prendiamo la definizione di Schumpeter nel suo scritto sulla Teoria dello Sviluppo Economico del 1934 dove sancisce: "L'imprenditore innovatore non è un uomo comune, ma un uomo straordinario, talvolta un avventuriero, che è animato da un impulso creativo e innovativo che lo spinge ad abbandonare la routine produttiva per perseguire nuove opportunità di profitto attraverso l'introduzione di nuovi prodotti, nuove tecnologie e nuovi mercati"(Schumpeter, 1934).

Invece di discutere le circostanze che possono incoraggiare o ostacolare le innovazioni il motivo per cui si raggruppano insieme, Schumpeter insiste semplicemente sul fatto che sono il prodotto di individui super normali con intelligenza ed energia eccezionali (Freeman, 2009). Questa critica, di Freeman, è solo una delle molteplici poste nei riguardi dell'opera Business Cycle (1939) tra cui troviamo quella di Ruttan e Kuznets tra le più influenti nell'ambiente accademico.

### **1.2.4 Schumpeter: Le critiche ai cicli economici**

Le critiche ai cicli economici di Schumpeter che seguono, come detto in precedenza, non si riferiscono ad una critica di tipo statistico, né a questione di stile o di presentazione, ma si soffermano sui concetti fondamentali che lui presenta all'interno delle sue opere, cioè alla sua teoria dell'innovazione e dell'imprenditorialità e alla sua teoria della tecnologia.

Ruttan nel 1959 scrive all'interno dell'opera "Usher e Schumpeter su invenzione, innovazione e tecnologia" : *"Né in Business Cycle né negli altri lavori di Schumpeter c'è qualcosa che possa essere identificato come una teoria dell'innovazione. Il ciclo economico nel sistema di Schumpeter è una diretta conseguenza della comparsa di cluster di innovazioni. Ma non viene fornita alcuna vera spiegazione sul perché le innovazioni appaiano nei cluster o sul perché i cluster possiedano i particolari tipi di periodicità che Schumpeter ha identificato."* (Ruttan, 1959)

La critica di Ruttan non ha ricevuto una risposta esplicita da parte di Schumpeter o allievi, poiché è implicito che nel lavoro di Schumpeter non ci fosse una volontà deterministica nel concettualizzare l'innovazione.

L'obiettivo di Schumpeter, come ci ricorda la Perez, era quello di spiegare il ruolo dell'innovazione nella crescita economica e nella ciclicità del sistema (Perez, 2022).

A queste critiche si aggiungono le 2 di Kuznets (1940) le cui sono state ben sintetizzate da Freeman nello scritto in onore di Carlota Perez (Freeman, 2009):

- 1) Qual è la teoria del raggruppamento delle innovazioni che permette di mettere in relazione le innovazioni con le grandi ondate di investimenti e lunghi cicli di sviluppo?
- 2) Perché un ciclo lungo dovrebbe durare circa mezzo secolo? se hai l'energia imprenditoriale che guida l'intero sistema, allora Kuznets ha chiesto ironicamente, gli eroici imprenditori si stancavano ogni cinquant'anni ?

Una risposta parziale alla prima domanda la si può ritrovare proprio nel testo del 1939 di Schumpeter :

*“Quando un'innovazione è stata attuata con successo, è molto più probabile che l'ondata successiva inizi nello stesso campo o in un campo vicino piuttosto che altrove. Le grandi innovazioni non emergono quasi mai nella loro forma finale o coprono in un colpo solo l'intero campo che alla fine sarà loro. La ferrovia, l'elettrificazione, la motorizzazione del mondo ne sono esempi.”* (Schumpeter, 1939).

Schumpeter non rispose alla seconda critica, né implicitamente né esplicitamente poiché non si sofferma nella sua opera ad analizzare le caratteristiche specifiche di ogni nuova ondata di cambiamento tecnico, che darebbe la forza di ogni ciclo di sviluppo economico. È giusto, dunque osservare, che il vero tributo di Schumpeter è stato dare l'inizio ad una corrente di pensiero, rappresentata dagli economisti evolutivi e Neoschumpeteriani, che hanno avuto un ruolo cruciale nello spiegare come le innovazioni, operando attraverso singole aziende e settori industriali, finiscano per cambiare l'intera economia.

L'analisi degli economisti Neoschumpeteriani e dei loro contributi sarà effettuata a seguito di una digressione su altri autori e metodologie di analisi della realtà, ovvero come definiti dalla Perez, analizzeremo gli “storici dell'economia” e gli “ingegneri”, prima di poter studiare affondo i preziosi contributi di Carlota Perez sulla teoria dell'innovazione.

Nello specifico, gli storici dell'economia della tecnologia si interessano alle radici scientifiche o alle cause sociali che generano l'evoluzione tecnologica, mentre gli ingegneri concentrano la loro attenzione soprattutto sulle conseguenze che tale evoluzione comporta nel campo della produzione.

### **1.3 Gli storici dell'economia**

La ricerca sulle onde lunghe e sulla periodizzazione del cambiamento tecnologico è stata notevolmente arricchita grazie al contributo di storici dell'economia che non possono essere ricondotti al filone delle onde lunghe discusso sopra. Tra questi, ricordiamo Joel Mokyr (2016), il quale non ha una teoria specifica sui cicli di innovazione, ma ha contribuito alla comprensione dell'evoluzione tecnologica e del progresso economico attraverso la sua analisi del ruolo della conoscenza nella storia economica.

Ha esaminato con attenzione le teorie e i dati dei suoi contemporanei e ha sostenuto l'importanza del cambiamento tecnologico nel promuovere la crescita economica, evidenziando come l'accumulo di conoscenza scientifica e tecnica abbia portato a un aumento della produttività e a un miglioramento della qualità della vita nel corso della storia umana. Con ciò, incorpora nel processo di creazione dell'innovazione la dimensione culturale, che ha implicazioni sociopolitiche, e ha un impatto significativo nello sviluppo delle innovazioni stesse, a differenza dell'idea Schumpeteriana di innovazione di tipo esogeno.

Un altro intellettuale, con una connotazione ancor più sociologica è Robert Gordon (2012), che in un suo studio prevede un drastico rallentamento della crescita economica americana. Gordon basa la sua argomentazione sulla qualità della vita degli americani nella vita quotidiana e sull'impatto positivo della tecnologia in questo ambito. In particolare, sostiene che la tecnologia ha portato a prezzi più bassi grazie all'aumento della produttività, a una maggiore disponibilità e qualità dei prodotti, e a lavori meno faticosi che consentono di liberare tempo e ridurre la fatica sia sul posto di lavoro che nelle abitazioni. Gordon considera una rivoluzione come un insieme di grandi invenzioni che richiedono diversi decenni dal loro inizio per produrre cambiamenti che aumentino la produttività e che trasformino la vita delle persone. Nello specifico, identifica la rivoluzione dell'informazione come minore rispetto alle precedenti trasformazioni, la considera senza grandi promesse né nella produttività né nel cambiare la vita. Infatti, come riporta la Perez, Gordon di fronte ai "venti contrari" di disuguaglianza, scarsa istruzione, demografia, innovazione guidata dalle ICT, restrizioni ambientali e crescenti pressioni fiscali, vede gli Stati Uniti inevitabilmente dirigersi verso una massiccia disoccupazione e una stagnazione secolare (Bessant & Rush, 2012).

Mentre Gordon si focalizza sull'impatto della tecnologia sulla qualità della vita, Carl Benedikt Frey (2013) si concentra sull'impatto del cambiamento tecnologico sul lavoro e sulle sue conseguenze sociali e politiche. Frey analizza la disoccupazione tecnologica dall'epoca preindustriale fino al potenziale dell'automazione per cambiare i modelli di lavoro nel futuro. Il suo lavoro si basa su uno studio molto influente, scritto con Michael Osborne nel 2013, che ha esaminato in modo approfondito la probabilità che specifici posti di lavoro vengano sostituiti dall'intelligenza artificiale, dalla robotica o da altre tecnologie di automazione. Le rivoluzioni, per Frey, contano nella misura in cui influenzano l'occupazione, che a sua volta si traduce in disuguaglianza o miglioramento sociale.

## **1.4 La prospettiva aziendale e ingegneristica**

Come afferma la Perez, la tecnologia non è più un terreno per specialisti; siamo tutti coinvolti e colpiti, nel bene e nel male. Quei dirigenti d'azienda, imprenditori, manager, consulenti e tutti quegli altri che si sono concentrati sulla produzione stessa come processo di trasformazione, nella nostra categorizzazione, li abbiamo soprannominati "gli ingegneri" (Perez, 2022).

La visione pessimistica di Gordon si confronta con l'ottimismo di Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee del MIT, la cui teoria principale, riscontrabile all'interno di "The Second Machine Age" (2014), assume che le macchine della Rivoluzione Industriale hanno sostituito il potere fisico umano e animale, mentre la rivoluzione dell'informazione riguarderà la sostituzione del potere mentale.

Pertanto, pur assumendo interpretazioni completamente opposte del potere delle tecnologie dell'informazione, sia Gordon che il gruppo del MIT vedono la società essenzialmente impotente nel plasmare in meglio l'esito della rivoluzione delle ICT; piuttosto, vedono la tecnologia avanzare, generando una distanza crescente tra "vincitori" e "perdenti" e quindi aumentando la disuguaglianza, con interventi sociali e politici solo marginali

per attenuare questi impatti. (Perez, 2022). Tale concezione verrà ribaltata in favore della possibilità di essere agenti attivi nel modellare lo sviluppo della tecnologia attraverso le istituzioni, corrette politiche pubbliche e una crisi tra economia e società, che è uno dei pilastri delle idee pereziane.

## 1.5 Il dibattito sul fenomeno Industria 4.0

Il termine "Industria 4.0" è divenuto il termine più diffuso nel mondo accademico, nel processo decisionale e nel linguaggio comune per descrivere i cambiamenti rivoluzionari attuali, ed è stato reso popolare dal fondatore e presidente esecutivo del World Economic Forum (WEF), Klaus Schwab .

Come rammenta la Perez, l'"Industria 4.0" e l'idea che ci troviamo in una Quarta Rivoluzione Industriale hanno completamente sostituito altre periodizzazioni del cambiamento tecnologico, nonostante ci siano pochi interrogativi critici sulla base empirica o teorica del concetto. Lo stesso Schwab entra più nei dettagli rispetto alla maggior parte di coloro che accettano semplicemente questa nozione al valore nominale.

Nel suo popolare opuscolo del WEF trasformato in libro, per prima cosa colloca l'attuale trasformazione in un contesto storico facendo riferimento alla rivoluzione agraria e identificando fino ad oggi quattro rivoluzioni industriali storiche. Segue quindi Brynjolfsson e McAfee nel raggruppare le prime tre di queste come la transizione "dalla forza muscolare alla potenza meccanica" e l'attuale quarta come quando "il potere cognitivo potenziato sta aumentando la produzione umana" (Perez, 2022). Schwab, inoltre, adotta un approccio simile a quello di Frey e Osborne, con una diversa modalità di analisi, ma il medesimo oggetto d'esame: l'impatto delle innovazioni sull'occupazione e sui processi di produzione. Schwab non inizia con l'analisi dei lavori attuali per dedurre la loro posizione futura, ma, al contrario, esamina ogni possibile tecnologia e la sua applicazione futura per poi identificare i lavori o le competenze che potrebbero essere sostituiti. La sua analisi si basa sull'indagine di un vasto campione di 800 dirigenti aziendali, che forniscono informazioni sulla probabilità di diffusione di determinate tecnologie e sulla velocità con cui tali tecnologie potrebbero essere implementate.

**Figura 1 - La periodizzazione dei cambiamenti tecnologici del World Economic Forum:**



Revolution	Year	Information	
	1	1784	Steam, water, mechanical production equipment
	2	1870	Division of labour, electricity, mass production
	3	1969	Electronics, IT, automated production
	4	?	Cyber-physical systems

Fonte: Davis, 2016.

Come si nota nella Figura 1, pubblicata dal World Economic Forum, non c'è ancora una data iniziale per la quarta rivoluzione e nemmeno Schwab la fornisce nel suo libro.

Schwab si focalizza sull'industria e le sue influenze sui metodi di produzione, invece di concentrarsi sul prodotto finale e sul modo in cui esso cambia significativamente il nostro modo di vivere. Il focalizzarsi sull'industria e sui modi di produzione è la ragione sottostante alla sua periodizzazione. Infatti, sebbene l'auto, la radio, la plastica e gli elettrodomestici abbiano influenzato profondamente i modi di vivere attraverso la diminuzione dei prezzi, grazie alla catena di montaggio fordista introdotta nel 1913, non li vede come una rivoluzione (Perez, 2022). Tale periodizzazione, è oggi, quella condivisa a livello globale e riporta le nuove tecnologie a noi contemporanee, ovvero Intelligenza Artificiale, Machine Learning, Big Data Analysis e Robotica, all'interno della quarta Rivoluzione Industriale. Ma grazie alle idee di Schumpeter e i suoi seguaci, i Neoschumpeteriani, oggi giorno possiamo presentare un'altra periodizzazione che sta prendendo piede all'interno degli ambienti accademici sempre di più. Nello specifico, ci riferiamo alle idee evoluzioniste di Carlota Perez.

## **1.6 I Neoschumpeteriani di scuola evoluzionista: la formazione congiunta della Tecnologia e della Società**

Nel loro insieme, le visioni micro, meso e macro dell'evoluzione delle tecnologie dimostrano che è possibile riconoscere la natura della tecnologia, le sue forme di evoluzione e le sue interrelazioni come un oggetto di analisi delle scienze sociali e come un modo per inserire la teoria economica nelle dinamiche della sua interazione con la tecnologia e le istituzioni in un contesto storico mutevole. Ignorare il potente ruolo e l'influenza dei cambiamenti tecnici e istituzionali nel plasmare l'economia riduce le capacità analitiche dell'economia stessa, mentre, incorporarli in un approccio storicamente dinamico è un compito importante per migliorare il potere esplicativo e predittivo della scienza economica. Gli economisti evolutivi che partono da Schumpeter, che d'ora in poi chiameremo Neoschumpeteriani di scuola evoluzionista, sono stati pionieri nell'esplorare e mappare questo nuovo territorio (Perez, 2009).

I Neoschumpeteriani, o economisti evoluzionisti, vedono i sistemi complessi della biologia come un modello migliore per il funzionamento dell'economia rispetto ai modelli discreti della fisica, come sono stati emulati dagli economisti ortodossi. Adottano la convinzione schumpeteriana fondamentale dell'innovazione come fonte di dinamismo e crescita nell'economia, ma prendono le distanze dalla nozione di mercato di Schumpeter come unica determinante del comportamento economico e come garante del raggiungimento finale dell'equilibrio. Per quanto riguarda le rivoluzioni tecnologiche, mantengono la nozione del raggruppamento di innovazioni correlate, che hanno un enorme impatto trasformativo sull'economia attraverso un processo di "distruzione creativa", ma non accettano l'opinione di Schumpeter secondo cui ciò assume la forma di grandi riprese e flessioni degli aggregati macroeconomici come il PIL. Inoltre, e in contrasto con Schumpeter, danno

un ruolo chiave al governo e alla società nella formazione del cambiamento tecnico e dell'innovazione, e analizzano le interrelazioni tra la sfera tecno-economica e quella sociopolitica (Perez, 2002).

Le premesse della teoria evoluzionistica sono in sostanziale differenza con la prevalente teoria neoclassica. Come sostenuto da Nelson e Winter (1982), la discrepanza chiave risiede nella comprensione del ruolo della tecnologia nella crescita economica che porta a differenze sostanziali nel modo in cui vengono interpretati il comportamento delle imprese e le dinamiche industriali. Il modello Neoclassico presuppone che il comportamento delle imprese sia fondamentalmente spiegato dall'idea di massimizzazione del profitto e che il mondo macroeconomico sia meglio compreso dalle sue tendenze all'equilibrio (Nelson e Winter, 1982). Per dirla come Isaia Berlin (1996) "Predicare la precisione meccanica, anche in linea di principio, in un campo incapace di essa, significa essere ciechi e fuorviare gli altri".

Come, invece, sancisce Rainer Kattel, agli occhi degli economisti evoluzionisti, il comportamento delle imprese è spiegato molto meglio attraverso concetti come abilità, routine, dipendenze di percorso all'interno di aziende e settori e concorrenza imperfetta che in larga misura sono determinati dal cambiamento tecnologico (Kattel, 2009). I Neoschumpeteriani di scuola evoluzionista hanno in parte abbandonato l'indagine dei *business cycles* preferendo invece concentrarsi sui modelli regolari di diffusione delle tecnologie nell'economia e nella società, e su come questi modelli siano modellati socialmente e politicamente.

Per distinguersi dai cicli, dalle onde lunghe e dalle onde *k* che sono spesso utilizzati in modo intercambiabile nella nomenclatura delle teorie dell'innovazione, questi modelli richiedevano terminologie specifiche.

Per cogliere le combinazioni di regolarità e discontinuità dei cicli economici, i Neoschumpeteriani di scuola evoluzionista hanno introdotto i concetti di *traiettorie tecnologiche*, *sistemi tecnologici*, *rivoluzioni tecnologiche*, *paradigmi tecno-economici* e *grandi ondate di sviluppo*.

## **1.7 Dalle Traiettorie tecnologiche ai Sistemi tecnologici: una prospettiva Neoschumpeteriana**

Il cambiamento tecnologico è un fenomeno d'analisi dinamico e in continuo divenire, e secondo una prospettiva Neoschumpeteriana di scuola evoluzionista, il concetto alla base per la sua comprensione è quello di "*traiettoria tecnologica*" (Dosi, 1982) che va a definire il ritmo e la direzione del cambiamento in una determinata tecnologia. In merito al ritmo del cambiamento tecnologico, la Perez (2009) afferma che i cambiamenti avvengono generalmente in modo lento all'inizio, mentre, i produttori, i progettisti, i distributori e i consumatori si impegnano in processi di apprendimento e feedback in modo rapido ed intenso solo una volta che un *design dominante* (Arthur, 1988) si è imposto sul mercato; e di nuovo lentamente quando si è raggiunta la maturità e si instaura la legge di Wolf (1912) dei rendimenti decrescenti degli investimenti nell'innovazione (Perez, 2009). Ma, oltre al ritmo, le medesime traiettorie definiscono anche la direzionalità all'interno di uno spazio di possibilità, e tale concetto si lega ad un altro termine importantissimo nello studio dell'innovazione, ovvero il *paradigma*.

Il concetto di paradigma tecnico o tecnologico, introdotto da Dosi nel 1982, rappresenta un accordo tacito tra i diversi attori coinvolti nel settore, che definisce la direzione di ricerca da perseguire e stabilisce i criteri di valutazione per ciò che può essere considerato un miglioramento o un'evoluzione di un prodotto, servizio o tecnologia. Questo consenso implicito tra gli attori del mercato influenza le decisioni strategiche e contribuisce a delineare il percorso dell'innovazione.

Tale logica condivisa collettivamente sulla direzione di sviluppo dell'innovazione può essere compresa meglio usando gli esempi di Carlota Perez, (2009):

*“i microprocessori, ad esempio, dovrebbero diventare più veloci, più piccoli, più potenti, più versatili relativamente più economici e così via. Al contrario, negli anni '50 e '60, le automobili e gli aeroplani dovevano diventare sempre più veloci, la versatilità non era tra gli obiettivi.”*

La regolarità nel dinamismo e nella direzione del cambiamento tecnico che si applica alle singole tecnologie si estende anche a livello più ampio, a livello meso, riguardando l'evoluzione di tutti i prodotti di un'industria e di interi sistemi di industrie interconnesse. È questo tipo di interrelazione dinamica che viene racchiusa nella nozione di *sistema tecnologico*, usato da Freeman, per descrivere come si evolvono i cluster schumpeteriani. In particolare, l'introduzione di nuovi sistemi tecnologici non influisce solo sullo spazio commerciale, ma anche sul contesto istituzionale e culturale in cui essi operano, e questo potrebbe richiedere l'implementazione di nuove normative e regole, nonché formazione specializzata, norme e altri strumenti istituzionali necessari per favorirne l'adozione.

Come definisce lo stesso Freeman (1987):

*“La complessa e mutevole rete di interazioni e cooperazione tra i molti agenti che contribuiscono all'innovazione – ricercatori, ingegneri, fornitori, produttori, utenti e istituzioni – nel corso dell'evoluzione di un sistema tecnologico è stata concettualizzata come *sistema nazionale di innovazioni*”*

Questa idea ha portato molti altri studiosi ad analizzare i sistemi regionali e settoriali d'innovazione che non saranno però oggetto di studio in questo testo.

## **1.8 Dalle Rivoluzioni tecnologiche ai Paradigmi tecno-economici: una prospettiva Neoschumpeteriana**

Le innovazioni singole sono connesse tra loro all'interno dei sistemi tecnologici, e a loro volta questi sistemi sono connessi tra loro all'interno delle *rivoluzioni tecnologiche*. Carlota Perez definisce le rivoluzioni tecnologiche come tempeste creative di distruzione che comprendono molti sistemi tecnologici e diffusi in tutta l'economia (Perez, 2022). Ma, più in generale può essere definita come un grande sconvolgimento del potenziale di creazione di ricchezza dell'economia, che apre un vasto spazio di opportunità di innovazione e

fornisce una nuova serie di tecnologie generiche associate, infrastrutture e principi organizzativi che possono aumentare significativamente l'efficienza e l'efficacia di tutte le industrie e attività (Perez, 2009).

Ciascuna rivoluzione tecnologica condivide alcune caratteristiche comuni con le altre, ma presenta anche elementi unici che dipendono principalmente dalle tecnologie coinvolte e dal particolare contesto storico.

La somiglianza tra le rivoluzioni tecnologiche, invece, è dovuta alla prevedibilità dei comportamenti umani e dei processi di cambiamento sociale all'interno del sistema economico del capitalismo.

Due sono le caratteristiche principali che differenziano una rivoluzione tecnologica da un insieme casuale di sistemi tecnologici e che la rendono tale:

- 1) la forte interconnessione e interdipendenza dei sistemi partecipanti nelle loro tecnologie e mercati,
- 2) la capacità di trasformare radicalmente il resto dell'economia e, eventualmente, la società.

La trasformazione delle attività economiche circostanti, incluso l'intero settore industriale, è il risultato dell'influenza del *paradigma tecno-economico* associato, che rappresenta il modello di best practice per l'uso più efficace delle nuove tecnologie, sia all'interno che all'esterno delle nuove industrie.

## **1.9 Carlota Perez : i Paradigmi tecno-economici e le grandi ondate di sviluppo**

Per comprendere al meglio il concetto di paradigma tecno-economico, introduciamo ora l' autrice che ha pensato a questo paradigma e che ha ispirato la stesura di questo capitolo, oltre che rappresentare una pensatrice fondamentale all'interno dei principi Neoschumpeteriani, ovvero Carlota Perez.

“Perez, basandosi su idee evolutive fondamentali, mostra come il comportamento individuale, lo sviluppo a livello aziendale, le abilità e le routine che vengono stimulate dallo sviluppo tecnologico, sono legate alle istituzioni e al cambiamento istituzionale, [...] è capace, in pratica, di mettere in relazione le innovazioni microeconomiche con le politiche e le attività macroeconomiche senza ricorrere a modelli matematici, ma piuttosto sposando un resoconto storico con il cambiamento istituzionale e le questioni macroeconomiche e finanziarie[...].Carlotta Perez ha, inoltre, dato un importante contributo alla formulazione di una nuova e più plausibile teoria del rapporto tra innovazione e lunghi cicli di sviluppo, in particolare ha fornito una risposta convincente al punto di vista di Ruttan sui cluster di innovazioni e alle critiche originali di Kuznets sui cicli economici suggerendo l'idea di un cambiamento pervasivo nella tecnologia alla base di ciascuna delle successive rivoluzioni industriali di Schumpeter”(Freeman, 2009).

Come visto in precedenza, Freeman (1982) con i suoi *nuovi sistemi tecnologici* e Dosi (1982) con i suoi *paradigmi tecnologici* hanno già dimostrato sia una base tecnologica che economica per il raggruppamento delle innovazioni.

Ma Perez è andata oltre queste formulazioni sotto diversi aspetti importanti, infatti, il suo concetto chiave è quello di un cambiamento meta-paradigmatico che interessa tutti o quasi tutti i rami dell'economia direttamente

o indirettamente. Usa nello specifico l'espressione "*tecno-economico*" piuttosto che *paradigma tecnologico* perché i cambiamenti in gioco vanno oltre le traiettorie ingegneristiche per specifiche tecnologie di prodotto o di processo, ma influenzano le condizioni di produzione e di distribuzione di tutto il sistema, e perché il collante che collega l'innovazione insieme non è solo la tecnologia (Freeman, 2009). Come è stato già chiarito la concezione di Perez di un paradigma tecno economico è molto più ampia dei cluster di innovazione e anche dei sistemi tecnologici. Esso, infatti, si riferisce a una combinazione di innovazione di prodotto e di processo tecniche organizzative e gestionali correlate che aprono una gamma insolitamente ampia di nuove opportunità di investimento e profitto (Freeman, 2009).

La Perez stessa, nello scritto del 2009 definisce un meta paradigma o *paradigma tecno-economico* (TEP) come l'insieme delle pratiche di maggior successo e profitto in termini di scelta di input, metodi e tecnologie, e in termini di strutture organizzative, modelli di business e strategie. Queste pratiche reciprocamente compatibili, che si trasformano in principi e criteri impliciti per il processo decisionale, si sviluppano nel processo di utilizzo delle nuove tecnologie, superando gli ostacoli e trovando procedure, routine e strutture più adeguate. Le routine e gli approcci euristici emergenti vengono gradualmente interiorizzati da ingegneri e manager, investitori e banchieri, venditori pubblicitari, imprenditori e consumatori. Col tempo, si stabilisce una logica condivisa, si accetta un "nuovo senso comune" per le decisioni di investimento e per le scelte dei consumatori, le vecchie idee vengono disimparate e le nuove diventano "normali"(Perez, 2009) .

Le conseguenze di un Nuovo Paradigma tecno-economico sono molteplici, poiché come detto in precedenza una delle sue caratteristiche fondamentali è proprio la pervasività dell'innovazione che modifica l'intera realtà circostante, e queste possono essere riassunte in: nuova forma organizzativa, nuovo profilo di competenze nella forza lavoro, nuove tendenze nella localizzazione degli investimenti, nuove piccole imprese, nuovi settori industriali, e molte altre.

Ma il contributo della Perez non si circostringe solo alla nozione di paradigma e le sue conseguenze, ma è divenuta importante a livello accademico per la costruzione di un modello originale basato sul superamento delle Onde lunghe.

I processi di diffusione di ciascuna rivoluzione tecnologica e del relativo paradigma tecno-economico, insieme alla loro assimilazione da parte dell'economia e della società e i conseguenti aumenti di produttività di espansione, costituiscono "*grandi ondate di sviluppo*", secondo la Perez (2009).

Questa concezione differisce dalla nozione di onde lunghe di Kondratiev e Schumpeter, poiché questi ultimi si concentravano sugli alti e bassi della crescita economica nel lungo termine senza prestare particolare attenzione ai cambiamenti specifici causati dalle rivoluzioni tecnologiche. Mentre Kondratiev non identificava un fattore causale specifico, Schumpeter attribuiva tali onde alle rivoluzioni tecnologiche. La Perez, invece, si concentra sulla spiegazione del processo di diffusione di ogni rivoluzione tecnologica e sui suoi effetti di trasformazione su tutti gli aspetti dell'economia e della società, inclusi gli impatti sui ritmi di crescita economica.

In merito a ciò, Carlota ha scritto molteplici opere ma la più celebre è datata 2002 ed è intitolata “Technological Revolutions and Financial Capital” nella quale ricostruisce ed analizza il capitalismo industriale dal XVIII secolo.

All'interno dell'opera ridefinisce, come detto in precedenza, le onde lunghe di Kondratiev come “grandi ondate di sviluppo” e concettualizza una sequenza ordinata di 4 fasi distinte di natura ciclica: *irruzione*, *frenesia*, *sinergia*, *maturità*.

Una grande ondata incomincia come una “storia d'amore” (così definita dalla stessa Perez) tra capitale finanziario e tecnologia industriale nella fase di *irruzione*. In questa fase un'importante scoperta tecnologica agisce come il *Big Bang* (Perez, 2009) che apre un nuovo universo di opportunità di innovazioni redditizie economicamente. Il capitale finanziario, nella ipotesi dell'autrice ha un ruolo fondamentale, ovvero ricopre il ruolo di stimolatore dell'innovazione (a differenza dell'imprenditore di Schumpeter). Infatti, il Capitale finanziario avendo esaurito le possibilità, in termini di lauti rendimenti, delle tecnologie giunte ormai alla maturità, è alla ricerca di nuove fonti di rendimenti elevati, stimola le innovazioni e l'irruzione di una nuova tecnologia rivoluzionaria.

In seguito, nella fase di *frenesia* esplose il valore cartaceo delle attività (Mjoset, 2009) nei mercati finanziari creando di conseguenza una discrepanza tra capitale produttivo e capitale finanziario che genera man mano una bolla finanziaria. Dove per bolla finanziaria si intende un periodo di aumento eccessivo e insostenibile dei prezzi di un determinato asset finanziario, che si discosta significativamente dal suo valore intrinseco.

Tale disaccoppiamento degenera sempre più al passar del tempo sino a quando la discrepanza non è più sostenibile e si assiste ad un crollo ed una forte depressione dei mercati finanziari. La durata della recessione dipenderà dalla capacità sociale e politica di stabilire e incanalare i cambiamenti istituzionali che ripristineranno la fiducia e porranno l'accento sulla creazione di ricchezza reale (Mjoset, 2009).

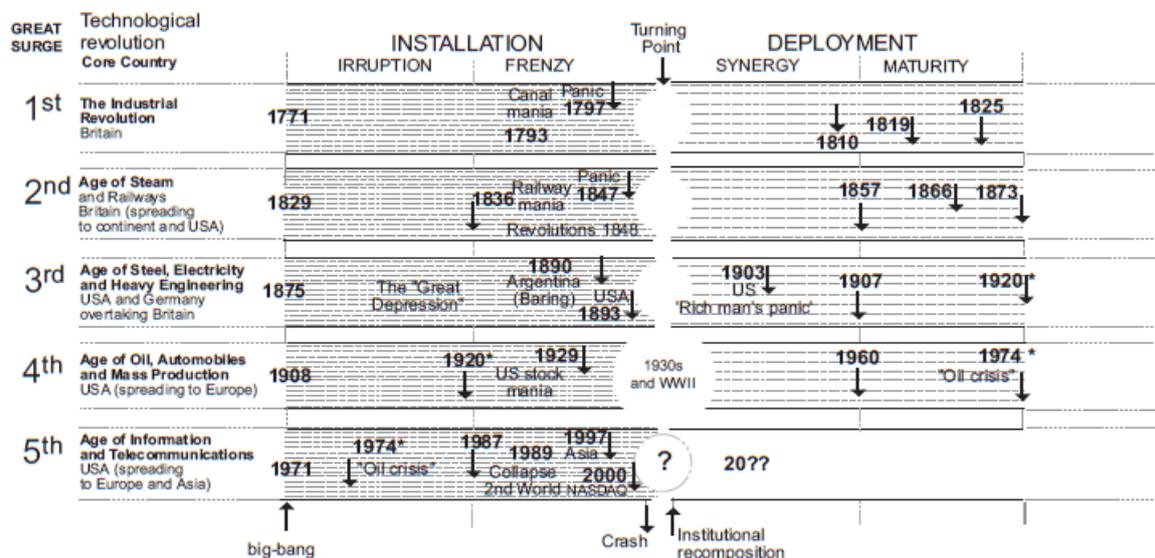
Lo scoppio di tale bolla, rappresentando un "punto di svolta" cruciale, segna una cesura significativa tra ciò che è accaduto in passato e ciò che si prospetta nel futuro imminente. Questo momento di profonda trasformazione non solo porta con sé l'introduzione di nuove normative, ma costituisce anche le solide fondamenta su cui si ergerà la prossima "età dell'oro".

Nella fase di *sinergia*, o anche detta “età dell'oro” avviene un “felice matrimonio” tra capitale produttivo e finanziario, dove il capitale produttivo, basato sul paradigma ormai imperante, è chiaramente riconosciuto come l'agente creatore di ricchezza e il capitale finanziario come facilitatore (Perez, 2002). Infine, nella fase di *maturità*, i mercati si saturano, le industrie hanno esplorato le alternative e diverse innovazioni incrementali, hanno dato spazio allo sviluppo del paradigma tecno-economico, e conseguentemente si esauriscono le aspettative di guadagno del capitale finanziario.

Così il capitale finanziario è sotto pressione dal denaro desideroso che cresce più velocemente delle buone opportunità e comincia a cercare altre opportunità redditizie o eccitanti. Questi includono prestiti a luoghi lontani e tecnologie radicalmente nuove. Il primo porterà poi a crisi del debito; il secondo, alla prossima rivoluzione tecnologica (Perez, 2002).

Grazie a tale concettualizzazione delle regolarità delle bolle finanziarie e del loro conseguente scoppio, la Perez riesce a formalizzare le crisi del passato come rappresentato nella Figura 2, ripresa da “Technological Revolutions and Financial Capital” 2002.

**Figura 2 - Le Rivoluzioni Tecnologiche di Carlota Perez**



Note: \* Phase overlaps between successive surges.

Fonte: Carlota Perez, 2002. “Technological Revolutions and Financial Capital” pag 78.

Carlota Perez, si interroga a differenza di Schumpeter, sulle cause dei gruppi o cluster di innovazioni che portano in seguito all’inizio del ciclo di grande ondata di sviluppo e identifica la causa prima o “fattore chiave” nell’esistenza, all’interno di ogni Rivoluzione tecnologica, di un *input fondamentale*.

Infatti, il carattere “economico” del *paradigma tecno-economico* è giustificato nella dinamica della relativa struttura di costo di tutti i possibili input della produzione in ogni rivoluzione tecnologica. Vi deve essere un input conveniente che soddisfi le seguenti condizioni:

- 1) Costo relativo chiaramente percepito basso e in rapida diminuzione: soltanto cambiamenti importanti nella struttura dei costi di input hanno il potere di trasformare le procedure e le regole decisionali di buon senso per ingegneri e manager.
- 2) Disponibilità di approvvigionamento pressoché illimitata per lunghi periodi: è una condizione necessaria per la fiducia degli investitori (del capitale finanziario) nel prendere decisioni di investimento di lungo termine.
- 3) Incorporazione del fattore chiave all’interno di tutto il sistema economico: tale input deve possedere una certa versatilità in modo tale da poterlo impiegare in molti prodotti e processi di industrie differenti.

Ciascuno dei fattori critici identificati era già presente e utilizzato da tempo prima dell'emergere del nuovo paradigma. Tuttavia, solo quando i fattori critici precedenti e la tecnologia correlata hanno raggiunto il limite

del loro potenziale per aumentare ulteriormente la produttività o per generare nuovi investimenti redditizi, è stato riconosciuto il pieno potenziale di ciascun fattore e reso in grado di soddisfare le tre condizioni sopra menzionate. In seguito sono riportate alcuni degli input fondamentali delle passate Rivoluzioni tecnologiche.

**Tabella 1 - Prezzi del carbone in Gran Bretagna per regione - 1800-1850 (scellini per tonnellata)**

Year	London	Birmingham	Manchester
1800	48	9	16
1810	36	12	13 (1813)
1820	31	13	10 (1823)
1830	26	6 (1832)	10 (1833)
1840	22	8	7 (1841)
1850	21	5	6

Fonte: Freeman, Cambridge University Press: March 2012.

Come evidente dalla tabella 1, il Carbone agli inizi dell'800 soddisfaceva le condizioni di rapida diminuzione del prezzo in tutte le regioni del Regno Unito e grazie ad un approvvigionamento potenziale elevato e pervasività in diverse industrie, esso è stato il fattore chiave della prima Rivoluzione tecnologica.

**Tabella 2 - Prezzo delle rotaie in acciaio negli Stati Uniti - 1870-1930 (\$ per tonnellata)**

Year	Steel Rails	Consumer Price Index
1870	107	38
1875	69	33
1880	68	29
1885	29	27
1890	32	27
1893	28	27
1895	24	25
1898	18	25
1910	28	28
1920	54	60
1930	43	50

Fonte: Freeman, Cambridge University Press, March 2012.

Come evidente in tabella 2, la medesima condizione di convenienza economica è riscontrata anche per l'acciaio negli Stati Uniti d'America a fine dell'800. In merito alla struttura dei costi, la Perez (2009) asserisce che il profilo generale dei prezzi viene radicalmente modificato dal crescente vantaggio di costo della nuova

infrastruttura che va a crearsi grazie all'utilizzo del nuovo input. Il cambiamento avviene in due modi principali: direttamente attraverso la diminuzione dei prezzi poiché il volume operativo diminuisce e anche il costo unitario del trasporto, e indirettamente attraverso l'aumento della portata del mercato degli utenti consentendo quindi maggiori economie di scale nella produzione e nella distribuzione. La direzione preferenziale dell'innovazione è quindi già suggerita dal profilo di costo relativo dei fattori di produzione e del trasporto, che diventa parte fondamentale del meta paradigma (Perez, 2009).

“Il nuovo fattore chiave, indipendentemente dalla rivoluzione presa in esame, non appare in modo isolato, ma al centro di un sistema in rapida crescita di competenze tecniche sociali e gestionali, alcune legate alla produzione del fattore chiave e altre dal suo utilizzo stesso. L'intera costellazione una volta cristallizzata va ben oltre i fattori chiave e oltre il cambiamento tecnico stesso, infatti, con sé porta una ristrutturazione dell'intero sistema produttivo” (Freeman, 2009). Una volta compresa la ciclicità del modello pereziano e il concetto generale di paradigma tecno-economico stimolato dall'esistenza di un input conveniente economicamente, concludiamo con la tabella 3 rappresentante le varie grandi ondate e i relativi paradigmi.

**Tabella 3 – Grandi ondate di sviluppo e Paradigmi Tecno-economici di Carlota Perez**

<b>Great surge of development</b> <i>Core country</i>	<b>Techno-economic paradigm</b> <i>'Common-sense' innovation principles</i>
<b>FIRST: From 1771</b> <i>The 'Industrial Revolution'</i> Britain	Factory production Mechanization Productivity/ time keeping and time saving Fluidity of movement (as ideal for machines with water -power and for transport through canals and other waterways) Local networks
<b>SECOND: From 1829</b> <i>Age of Steam and Railways</i> In Britain and spreading to Continent and USA	Economies of agglomeration/ Industrial cities/ National markets Power centres with national networks Scale as progress Standard parts/ machine -made machines Energy where needed (steam) Interdependent movement (of machines and of means of transport)
<b>THIRD: From 1875</b> <i>Age of Steel, Electricity and Heavy Engineering</i> USA and Germany overtaking Britain	Giant structures (steel) Economies of scale of plant/ vertical integration Distributed power for industry (electricity) Science as a productive force Worldwide networks and empires (including cartels) Universal standardisation Cost accounting for control and efficiency Great scale for world market power/ 'small' is successful, if local
<b>FOURTH: From 1908</b> <i>Age of Oil, the Automobile and Mass Production</i> In USA and spreading to Europe	Mass production/mass markets Economies of scale (product and market volume)/ horizontal integration Standardisation of products Energy intensity (oil based) Synthetic materials Functional specialisation/ hierarchical pyramids Centralisation/ metropolitan centres –suburbanisation National powers, world agreements and confrontations
<b>FIFTH: From 1971</b> <i>Age of Information and Telecommunications</i> In USA, spreading to Europe and Asia	Information-intensity (microelectronics -based ICT) Decentralised integration/ network structures Knowledge as capital / intangible value added Heterogeneity, diversity, adaptability Segmentation of markets/ proliferation of niches Economies of scope and specialisation combined with scale Globalisation/ interaction between the global and the local Inward and outward cooperation/ clusters Instant contact and action / instant global communications

Source: Based on Perez (2002) p. 18

Questa periodizzazione non va intesa in termini stringenti. Perez non ha l'obiettivo e nemmeno l'arroganza di voler creare un modello specifico che vada a spiegare perfettamente il corso della storia. L'autrice fa un lavoro migliore della maggior parte degli studiosi nel bilanciare generalizzazione e specificazione nelle scienze sociali, essa stessa sancisce che non c'è sequenza meccanica da trovare, senza guardare alcun comportamento effettivo del capitale finanziario e produttivo e al modo e al ritmo specifico in cui la rivoluzione tecnologica si sta installando e dove. Secondo Carlota Perez nel suo importante lavoro del 2002, i fenomeni tecno-economici saranno fortemente influenzati dal contesto istituzionale e politico in cui si verificano, sia a livello temporale che geografico. Inoltre, Perez avverte che una visione dogmatica o rigida del suo modello rischierebbe di vanificare il suo scopo principale, ovvero quello di fornire uno strumento per comprendere e organizzare la ricchezza reale della vita, piuttosto che costringere i fatti in schemi predefiniti. In conclusione, Perez sottolinea che il suo modello sarà compreso appieno solo da coloro che sono aperti ad accettare la ricorrenza come quadro di riferimento e a considerare l'unicità di ogni periodo come un oggetto di studio a sé stante.

In conclusione, in questo capitolo è stata affrontata la periodizzazione dei cicli tecno-economici presentando una ricostruzione della letteratura in merito alla dimensione temporale dell'innovazione tecnologica.

Nelle seguenti sezioni, mantenendo una prospettiva neoschumpeteriana verrà, invece, affrontato lo sviluppo spaziale dell'innovazione nei diversi settori industriali, presentando il contributo di diversi autori.

# CAPITOLO 2°

## **Dinamiche Industriali e Progresso Tecnologico: I Pattern Schumpeteriani di Innovazione**

### **2.1 Innovazione e Settori Industriali**

L'innovazione è il motore del progresso economico e sociale. All'interno del primo capitolo è stata analizzata l'innovazione sotto la dimensione temporale ponendo l'attenzione alla sua ciclicità e definendo degli schemi di comprensione in un arco temporale più lungo. Come visto in precedenza, vi è una moltitudine di autori che ha definito altrettanti schemi di comprensione della natura dell'innovazione e della sua periodicità. I cicli di innovazione, però, non riescono a dare una spiegazione alla relazione che intercorre tra l'innovazione e i settori industriali. I modi in cui le attività innovative si svolgono, il tasso e il tipo di innovazione, l'organizzazione delle attività innovative e la concentrazione di brevetti potrebbero differire notevolmente da un settore all'altro. L'innovazione, infatti, va analizzata non solo sotto una dimensione temporale ma anche spaziale, ovvero, bisogna comprendere al meglio come questa si sviluppa nei vari settori dell'economia e quali possono essere le sue conseguenze a livello micro, meso e macro.

In questo capitolo, verrà analizzato il ruolo dell'innovazione nelle dinamiche industriali sotto una dimensione spaziale, con un particolare focus sui driver dell'innovazione, utilizzando le categorie concettuali della teoria evoluzionista in economia con carattere Schumpeteriano.

L'obbiettivo delle prossime sezioni sarà descrivere il ruolo di alcuni elementi principali, come l'esperienza, la conoscenza, la figura dell'imprenditore, le economie di scala e le caratteristiche della tecnologia per comprendere come l'innovazione influisca l'evoluzione dei settori industriali da un punto di vista della loro struttura e composizione.

### **2.2 I Pattern Schumpeteriani di Innovazione**

Le due principali opere di Schumpeter, "The Theory of Economic Development" (Schumpeter,1911) e "Capitalism, Socialism and Democracy" (Schumpeter,1942) sono funzionali per identificare due diversi modelli di sviluppo economico, concettualizzati in anni differenti, legati all'innovazione.

Schumpeter ha identificato due modelli principali di attività innovative o Pattern di Innovazione.

Come ricorda Garavaglia (2014) "Joseph Schumpeter fu uno dei primi a sottolineare l'essenzialità dello studio degli aspetti dinamici dell'evoluzione dei settori [...] riconobbe l'esistenza di periodi in cui gli sviluppi ed i miglioramenti tecnologici incrementali caratterizzano l'evoluzione dei settori, ma concentrò principalmente

la sua attenzione sul ruolo delle discontinuità tecnologiche e delle imprese nuove entranti nell'influenzare la dinamica evolutiva dei mercati” .

Il primo Pattern Schumpeteriano di Innovazione viene definito dagli epigoni **Schumpeter Mark I**, ed è stato identificato dalle proposte che l'autore fa in "The Theory of Economic Development" (Schumpeter,1911). Il giovane Schumpeter descrive il processo di cambiamento economico come un continuo afflusso di nuovi prodotti e innovazioni, che sostituiscono quelli esistenti grazie ad imprenditori-innovatori e nuove imprese.

Il modello di attività innovativa descritto, si caratterizza per la presenza della "*distruzione creatrice*", per la facile accessibilità delle tecnologie, nonché per il ruolo chiave svolto dagli imprenditori e dalle nuove imprese nell'innovazione. I nuovi imprenditori entrano in un settore con nuove idee e innovazioni, creando nuove imprese che sfidano quelle già consolidate e rivoluzionano costantemente le attuali modalità di produzione, organizzazione e distribuzione, eliminando le rendite associate alle precedenti innovazioni.

Il termine "*distruzione creatrice*" può sembrare un ossimoro o addirittura una contraddizione in termine, poiché il processo di distruzione per definizione non crea. Infatti se analizzassimo i due vocaboli in termini stringenti rispetto alla loro etimologia, allora "distruzione" deriva dal latino "destruere", che significa "abbattere, demolire", mentre "creatore" deriva dal latino "creare", che significa "far nascere, produrre". La parola "distruzione" in genere evoca un'idea di negatività e di rovina, mentre "creatore" è associato a qualcosa di positivo e costruttivo.

Tuttavia, Schumpeter ha utilizzato questa espressione per descrivere il processo attraverso cui le nuove idee e tecnologie distruggono i vecchi prodotti e modelli economici, aprendo la strada a nuove opportunità di crescita economica e di sviluppo. Il concetto di "distruzione creatrice" rappresenta, dunque, il processo attraverso il quale le innovazioni e le nuove tecnologie creano nuovi prodotti e servizi, distruggendo contemporaneamente quelli già esistenti. Questo processo è guidato dagli imprenditori innovatori, che sono in grado di individuare e sfruttare nuove opportunità di mercato attraverso l'innovazione. Quest'ultima, secondo Schumpeter è un elemento essenziale del processo di sviluppo economico, in quanto permette di superare la stagnazione economica e di creare nuove opportunità per la crescita e lo sviluppo, oltre a portare alla creazione di nuove società , alla riduzione dei costi e alla creazione di posti di lavoro.

Il secondo Pattern o modello di attività innovativa viene definito **Schumpeter Mark II**, e si rileva da quanto l'autore ha proposto in "Capitalism, Socialism and Democracy" (Schumpeter,1942). Schumpeter in questo lavoro affronta la questione della rilevanza del laboratorio di ricerca e sviluppo industriale nell'ambito dell'innovazione tecnologica, evidenziando il ruolo fondamentale delle grandi imprese in questo processo innovativo. Secondo lo studioso, questo modello di attività innovativa si basa su una "*accumulazione creativa*", in cui le grandi imprese consolidate sono in grado di accumulare conoscenze specifiche in determinate aree tecnologiche grazie alle loro competenze in materia di ricerca e sviluppo, produzione e distribuzione, nonché alle loro risorse finanziarie. Questa concentrazione di conoscenze e risorse crea importanti barriere all'ingresso per i nuovi imprenditori e le piccole imprese, rendendo più difficile per quest'ultimi competere con le grandi imprese consolidate, o anche dette *incumbent*. Infatti, le grandi imprese

possono trarre vantaggio dalla loro capacità di innovazione e accumulazione di conoscenze e mantenere invariate, in linea teorica, quote di mercato e concentrazione del settore.

In Schumpeter Mark II vige il concetto di "*accumulazione creativa*" che è diametralmente contrapposto alla "*distruzione creativa*", infatti, l'accumulazione creativa si riferisce alla capacità delle grandi imprese di accumulare conoscenze specifiche in modo efficace per migliorare la loro posizione sul mercato e creare vantaggi competitivi duraturi, i quali sono dati dalla loro capacità di innovare continuamente.

In questo processo di "*accumulazione creativa*", in realtà, utilizzando una frase coniata dal celebre chimico e fisico francese Antoine Lavoisier, "niente si crea, niente si distrugge, tutto si trasforma", poiché le grandi imprese non sono fonti di nuove conoscenze piuttosto accumulano conoscenze e competenze esistenti in specifiche aree tecnologiche. In questo senso, niente di nuovo viene creato. D'altra parte, l'accumulo di queste conoscenze e risorse finanziarie consente alle grandi imprese di trasformare continuamente il loro processo produttivo e di migliorare i loro prodotti, mantenendo la loro posizione di leadership sul mercato. Quindi, nulla viene distrutto nel senso di essere completamente eliminato, ma le vecchie tecnologie e le imprese che non riescono a mantenere il passo con il cambiamento vengono trasformate o sostituite da nuove forme di attività economica. In questo modo, tutto si trasforma.

### **2.2.1 Un quadro per collegare l'innovazione alla dinamica dei settori**

Negli ultimi quarant'anni questa caratterizzazione delle attività innovative da parte di Schumpeter ha incoraggiato diverse tradizioni di studiosi che miravano alla verifica empirica dei due modelli. Come ricordano Malerba e Orsenigo "la prima, è la più antica, tradizione era principalmente incentrata sull'impresa. Ha cercato di valutare il ruolo delle dimensioni delle imprese e del potere monopolistico nell'innovazione. Una seconda tradizione, invece, si è concentrata sulla relazione tra struttura del mercato e tasso di innovazione." (Malerba e Orsenigo, 1997). Un'altra linea di ricerca si è concentrata sulle fonti di innovazione e sui meccanismi di appropriabilità che differiscono da un settore all'altro. Qui, i riferimenti principali sono il lavoro dei Rosenberg (1976,1982) sulle varie fonti di cambiamento tecnologico in un'ampia varietà di settori, Levin et al. (1987) sulle condizioni di appropriabilità, Nelson (1993) sulle università, Mowery e Nelson (1999) su varie industrie, Pavitt (1984) sulle tassonomie settoriali delle fonti di innovazione e sui meccanismi di appropriabilità.

In ultima battuta, lo studio del tasso, del tipo di innovazione e le organizzazioni delle attività innovative nei settori è stato ispirato dalla teoria dell'evoluzione e dall'approccio dei regimi tecnologici. La teoria evolucionistica ha posto l'accento su aspetti cognitivi come credenze, obiettivi e aspettative, a loro volta influenzati dall'apprendimento e dell'esperienza precedenti e dall'ambiente in cui agiscono gli agenti.

Nelle prossime sezioni andremo ad analizzare i diversi autori che hanno studiato le fonti e i modi in cui le attività innovative si svolgono nei settori industriali, con una particolare attenzione su Audretsch, Jovanovic, Klepper e Malerba & Orsenigo.

## 2.3 Propensione all'uscita e Innovazione

### 2.3.1 I Settori Industriali

*“Un settore industriale è un insieme di attività che sono unificate da alcuni gruppi di prodotti correlati per una domanda data o emergente e che condividono alcune conoscenze di base”*

(Malerba & Orsenigo, 2005)

Qualsiasi settore potrebbe essere caratterizzato da una specifica base di conoscenze e tecnologie e input che definiscono i confini settoriali. Proprio l'attenzione alla conoscenza e alla tecnologia pone al centro dell'analisi la questione dei confini settoriali. Specificando che nei settori in cui l'innovazione è piuttosto rapida i confini settoriali non sono fissi ma cambiano nel tempo, determinando così un andamento in continuo divenire.

Un altro concetto fondamentale all'interno dello studio di settori industriali è quello di “struttura” di un settore. Struttura non significa semplicemente concentrazione industriale e integrazione verticale o diversificazione, piuttosto la struttura si riferisce ai collegamenti e alle relazioni che intercorrono tra agenti, conoscenze, prodotti e tecnologie.

Partendo, dunque, dalla consapevolezza che i confini settoriali e la struttura del settore sono dinamici e dipendono dalla tecnologia (e la sua interazione con vari agenti), possiamo ora analizzare come si forma e propaga nello spazio l'innovazione e ciò sarà possibile attraverso lo studio di Audretsch del 1995 intitolato “Propensione all'uscita e Innovazione” (Audretsch, 1995), nel quale l'autore si pone il quesito di studiare la dinamica che spieghi che tipologia di impresa esca dal mercato, in quali settori e per quale motivazione. Ricordando che questo studio rientra tra quelli che cercano empiricamente nei Pattern Schumpeteriani di Innovazione una spiegazione all'andamento dell'attività innovativa.

### 2.3.2 Il pensiero di Audretsch

Il lavoro di Audretsch (1995) è incentrato sulla domanda di ricerca “ Chi esce e perché?”, ponendo una grande attenzione sullo studio delle imprese entranti e uscenti da vari settori, per poter comprendere al meglio le dinamiche intersettoriali e intrasettoriali.

È accettato ampiamente che i processi di entrata e di uscita siano diversi da industria a industria, sia in termini di quale è più probabile che sia il tipo di impresa che esce dal mercato, sia in termini di intensità del processo di entrata e di uscita nell'industria. Audretsch sostiene che esistano due elementi della tecnologia che sono molto importanti per spiegare le dinamiche industriali: il ruolo dell'economia di scala in un settore e la misura in cui le condizioni di informazioni tecnologiche sottostanti possono essere caratterizzate da un “regime imprenditoriale” o “routinizzato” (Audretsch, 1995).

Audretsch ha presentato e sperimentato due diverse teorie sull'evoluzione delle industrie. Il primo modello, noto come *“porta girevole”*, suggerisce che i nuovi entranti nel mercato resistono per un breve periodo di tempo, ma alla fine usciranno dal mercato lasciando le imprese incumbent nelle stesse condizioni in cui erano prima dell'entrata dei nuovi arrivati. Il modello della porta girevole suggerisce che i nuovi entranti nel mercato

non sono in grado di sopravvivere a lungo termine perché non sono in grado di competere con le imprese esistenti, che hanno un vantaggio competitivo in termini di conoscenza tecnologica, risorse finanziarie e relazioni commerciali consolidate. Pertanto, la maggior parte delle imprese che escono dal mercato sono quelle appena entrate (come se entrassero per una porta girevole), mentre le imprese esistenti rimangono stabili. Questo modello è collegato al concetto di "regime routinizzato" in cui l'innovazione tecnologica è limitata e le imprese esistenti hanno un vantaggio rispetto ai nuovi entranti nel processo di innovazione e di "accumulazione" di conoscenze innovative.

D'altro canto, il secondo modello, rappresentato dalla "*metafora della foresta*", prevede che i nuovi entranti sostituiscano le imprese esistenti, costringendole a uscire dal mercato, ovvero le nuove imprese riescono a "soppiantare" le vecchie imprese. Alfred Marshall (1920) ha descritto per analogia il processo di evoluzione dell'industria, in cui si possono osservare "... i giovani alberi della foresta mentre lottano verso l'alto attraverso l'ombra monotona dei loro rivali più vecchi". La metafora della foresta si adatta meglio all'ambiente tecnologico definito come "regime imprenditoriale", in cui i nuovi entranti hanno un vantaggio innovativo e possono avere successo nella competizione con le imprese esistenti data la loro maggior forza di innovazione che porta alla "distruzione" della vecchia struttura del settore.

I risultati di Audretsch (1991) sanciscono che la probabilità di sopravvivenza delle nuove imprese varia notevolmente tra i vari settori ed è fortemente influenzata dalle condizioni tecnologiche alla base del settore, nello specifico dalle economie di scala. In particolare la metafora della porta girevole può essere riscontrata nei mercati in cui le economie di scala giocano un ruolo importante e in cui le attività innovative è dominata dalle grandi imprese. Al contrario, la metafora della foresta è riscontrabile nei settori in cui vi è una bassa influenza delle economie di scala che determina la possibilità delle piccole imprese di superare facilmente la scala di output minimamente efficiente.

In "Propensione all'uscita e Innovazione" (Audretsch, 1995) l'autore si pone l'obiettivo di "verificare l'ipotesi che il tipo di impresa che esce dal mercato sia influenzato dalle caratteristiche della domanda e della tecnologia, in particolare dal regime tecnologico sottostante e dall'entità dell'economia di scala" (Audretsch, 1995) e per fare ciò "sono state stimate le quote di imprese che escono dal mercato rappresentate dai nuovi entranti e dai vecchi operatori storici per 402 industrie classificate con codice SIC <sup>2</sup>" (Audretsch, 1995).

Il risultato più rilevante di questo lavoro è l'identificazione di alcuni settori industriali che possono essere meglio rappresentati dalla metafora della foresta e altri dalla metafora della porta girevole. Nello specifico i settori dei *macchinari non elettrici*, delle *strumentazioni*, delle *apparecchiature elettriche* e della *stampa* sono

---

<sup>2</sup> Il codice SIC è un sistema di classificazione a quattro cifre che inizia con le caratteristiche generali di un'azienda e poi si restringe alle specifiche. Le prime due cifre del codice mostrano il gruppo industriale principale di un'azienda. La terza e la quarta cifra mostrano rispettivamente il gruppo industriale e il settore industriale più ampi.

conformi alla metafora della foresta in cui le nuove imprese stanno sostituendo le loro controparti più consolidate. Viceversa i settori dei *metalli primari*, del *cuoio*, della *carta* e dei *prodotti tessili* sono meglio rappresentati dalla metafora della porta girevole, dove una quota relativamente alta di stabilimenti che escono è formata da nuove imprese.

### **2.3.3 Jovanovic e il ruolo della Motivazione**

Il modello di Jovanovic (1982) si concentra sulla motivazione delle imprese a rimanere all'interno del mercato, in contrasto con Audretsch che pone l'enfasi sull'economia di scala. Jovanovic descrive in modo accurato il regime imprenditoriale e routinizzato di Winter. Secondo Jovanovic, gli imprenditori non sono sicuri della loro capacità di gestire una nuova impresa e delle prospettive di successo. Anche se possono iniziare una nuova impresa basandosi su una generica idea di redditività attesa, scoprono la loro effettiva capacità di gestione solo una volta che l'attività è stata avviata in un determinato ambiente. Nel tempo, gli imprenditori modificano il loro comportamento imparando a distinguere le loro capacità intrinseche dalle fluttuazioni casuali dell'attività. Pertanto, la motivazione delle imprese gioca un ruolo importante per comprendere il loro comportamento.

Nei settori caratterizzati da un *regime imprenditoriale* la probabilità relativamente alta di realizzare un'innovazione fornisce una motivazione per astenersi dall'uscire dal settore, anche se i profitti correnti sono negativi, poiché ci si aspetta un impatto positivo sulla redditività nei periodi futuri. Al contrario, nei settori caratterizzati da un *regime routinizzato*, dove le attività innovative sono originate dalla "routine" delle imprese già esistenti nel mercato, i nuovi entranti hanno una probabilità relativamente minore di svolgere attività innovative e dunque la motivazione a rimanere nel settore è minore se i profitti diventano negativi, poiché non possono contare sulle aspettative di redditività positiva futura mosse dall'innovazione.

In conclusione, possiamo sancire che la motivazione delle imprese a rimanere in un settore è mosse dalle aspettative future di redditività, che a sua volta sono mosse dal regime tecnologico sottostante al settore produttivo. Dunque, la fonte dell'innovazione all'interno di un settore non viene spiegata dalla motivazione o volontà di creare nuove tecnologie ma viene spiegata dai regimi tecnologici che vi sono nei vari settori.

Questo elemento aggiuntivo sottolineato da Jovanovic, insieme al ruolo delle economie di scala evidenziato da Audretsch, sono funzionali a comprendere, sempre in miglior modo, come e da dove si sviluppa l'innovazione nella sua dimensione spaziale all'interno dei settori.

### **2.3.4 Il ciclo di vita di Klepper e il ruolo dell' Esperienza**

Klepper e altri autori hanno dimostrato chiaramente che durante l'evoluzione delle industrie possono verificarsi cambiamenti nei modelli di innovazione schumpeteriani, ovvero, reintroducendo una dimensione temporale nell'analisi dei settori industriali, è possibile spiegare il dinamismo dell'innovazione secondo i Pattern Schumpeteriani prima descritti.

Secondo il concetto di *ciclo di vita dell'industria* definito da Klepper il modello di Schumpeter Mark I delle attività innovative può trasformarsi in Schumpeter Mark II.

All'inizio della vita di un'industria, quando la tecnologia sta cambiando rapidamente, l'incertezza è alta e le barriere all'ingresso sono basse, le nuove imprese sono gli innovatori principali e svolgono un ruolo cruciale nelle dinamiche industriali. Tuttavia, man mano che l'industria si sviluppa, la tecnologia segue traiettorie definite, le economie di scala e le curve di apprendimento diventano importanti e insieme alle barriere all'ingresso e alle risorse finanziarie diventano fattori cruciali nel processo competitivo. Quando l'industria raggiunge la fase di maturità, le nuove imprese hanno maggiori difficoltà ad entrare e a competere, mentre le imprese esistenti che hanno raggiunto una posizione solida diventano i principali protagonisti.

In sintesi, possiamo sancire che la validità di un determinato Pattern schumpeteriano all'interno di un settore va valutata rispetto alla fase del ciclo di vita di quell'industria specifica, aprendo così la possibilità che vi siano cambiamenti nel corso del tempo. Inoltre, Klepper (1992), a differenza degli autori precedentemente menzionati, pone l'accento sulla "fonte di informazione che porta all'attività innovativa" (Klepper, 1992).

Se le informazioni basate sull'esperienza sono cruciali per la generazione di innovazione, le imprese storiche avranno un vantaggio competitivo rispetto ai nuovi entranti. Questo concorda con la teoria del regime routinizzato di Winter (1984), che afferma che le informazioni non trasferibili accumulate dalle imprese nel mercato sono un prodotto dell'esperienza e non possono essere possedute dalle imprese esterne al settore.

Arrow (1962), Muller (1976) e Williamson (1975) hanno tutti sottolineato che quando tali informazioni creano un'attività innovativa le imprese di recente costituzione tendono ad avere un vantaggio innovativo rispetto alle imprese storiche. Al contrario, se le conoscenze esterne al settore sono importanti per l'innovazione, le imprese di nuova costituzione avranno un vantaggio rispetto alle imprese già insediate, poiché tali conoscenze non possono essere facilmente trasferite alle imprese esistenti a causa di fattori organizzativi.

A seguito di questa trattazione, verrà analizzato il contributo fondamentale di Malerba & Orsenigo i quali a differenza di Klepper, hanno posto l'attenzione sull'attività innovativa attraverso lo studio di una proxy dell'innovazione, ovvero i brevetti.

## **2.4 Analisi dell'attività innovativa con Brevetti: Malerba & Orsenigo**

Malerba & Orsenigo studiano i modelli di attività innovativa Schumpeteriani, presentati in precedenza, tra le varie tecnologie e tra diversi paesi con la stessa tecnologia, per comprendere al meglio il dinamismo della struttura industriale e come la tecnologia e l'innovazione influiscano su di esso.

La domanda di ricerca nell'opera "Technological Regimes and Sectorial Pattern of Innovative Activities" (Malerba & Orsenigo, 1997) era: "è possibile osservare empiricamente, tra i vari settori e tra i vari Paesi, modelli di innovazione che si avvicinano maggiormente al modello di Schumpeter Mark I e al modello di Schumpeter Mark II?" (Malerba & Orsenigo 1995, 1996).

Per rispondere a questa domanda Malerba & Orsenigo hanno utilizzato i dati sui **brevetti**.

Il termine "brevetti" si riferisce ad un diritto di proprietà industriale concesso dallo Stato ad un inventore o ad un'azienda per un determinato periodo di tempo, che gli consente di impedire ad altri di produrre, utilizzare o vendere l'invenzione senza il suo consenso. I brevetti sono un importante strumento per l'innovazione nel tempo, in quanto forniscono agli inventori e alle aziende un incentivo economico a sviluppare nuove tecnologie e prodotti. Senza la possibilità di proteggere la propria invenzione, molte aziende potrebbero essere riluttanti a investire tempo e risorse nella ricerca e nello sviluppo di nuove tecnologie. Le imprese, possono utilizzare i brevetti per generare entrate, concedendo licenze ad altre aziende che desiderano utilizzare la tecnologia brevettata. Tuttavia, l'uso dei brevetti da parte delle aziende può anche essere controverso. Alcuni critici sostengono che il sistema dei brevetti favorisce le grandi aziende a discapito di quelle più piccole, che potrebbero non essere in grado di permettersi le costose spese legali necessarie per proteggere la propria proprietà intellettuale.

In conclusione, i brevetti sono un importante strumento per l'innovazione nel tempo e per la protezione della proprietà intellettuale ed è importante valutare attentamente la concentrazione, la qualità e la quantità di questi, per comprendere le caratteristiche alla base dell'innovazione.

Come ricordano Malerba & Orsenigo nello scritto "Schumpeterian Patterns of Innovation" del 1995: "i modelli schumpeteriani di Mark I e Mark II dell'innovazione potrebbero anche essere etichettati come "ampliamento" (widening) e "approfondimento" (deepening). Un modello di ampliamento delle attività innovative è legato da una base innovativa che cresce continuamente grazie all'ingresso di nuovi innovatori e all'erosione dei vantaggi competitivi e tecnologici delle imprese consolidate. Un modello di approfondimento dell'innovazione, invece, è legato alla dominanza di poche imprese che sono continuamente innovatrici attraverso l'accumulo nel tempo di capacità tecnologiche e innovative." (Malerba & Orsenigo, 1995).

Da questo momento in avanti all'interno della trattazione verranno utilizzati il termine Schumpeter Mark I e il modello widening come sinonimi tra di loro e il termine Schumpeter Mark II come sinonimo del modello deepening, e viceversa. Malerba & Orsenigo non escludono la possibilità di passare da Schumpeter Mark I a Schumpeter Mark II (come vediamo di fatto in Klepper) ma sono più interessati ad analizzare le caratteristiche della conoscenza che sottende l'innovazione e che può determinare fattori che persistono nel tempo e lasciano settori per molti anni come settori Schumpeter Mark I e Schumpeter Mark II.

### **2.4.1 Studio dei Brevetti: Database, Paesi e Classi**

I modelli di attività innovativa sono stati analizzati incrociando i dati derivanti da due database differenti. In primis il database OTAF-SPRU contenente i brevetti concessi dall'ufficio brevetti americano è stato elaborato a livello di impresa per quattro Paesi europei (Germania, Francia, Regno Unito, Italia) per il periodo 1969-1986 considerando 33 classi tecnologiche (Malerba & Orsenigo, 1995). In secundis, è stato utilizzato il database dell'EPO (European Patent Office) per esaminare le domande di brevetti presentate in sei paesi (Germania, Francia, Regno Unito, Italia, Stati Uniti e Giappone) tra il 1978 e il 1991.

I dati relativi ai brevetti sono stati categorizzati in 48 classi tecnologiche principali e una classe residuale. Queste classi sono state create raggruppando le sottoclassi a 12 cifre della classificazione internazionale dei brevetti (IPC) in base alle applicazioni specifiche dei brevetti stessi.

Gli autori hanno esaminato i modelli di attività innovativa utilizzando una serie di indicatori volti a catturare alcune delle caratteristiche fondamentali dei due modelli schumpeteriani. Tra questi indicatori, sono state sviluppate misure per valutare le seguenti caratteristiche delle attività innovative:

- Concentrazione dei brevetti e asimmetrie tra le imprese impegnate in attività innovative
- Dimensioni delle imprese che innovano
- Stabilità e variazione nel tempo della gerarchia degli innovatori
- Ingresso tecnologico

I primi due indicatori (concentrazione e dimensione aziendale) riguardano direttamente le ipotesi schumpeteriane sulle relazioni tra innovazione e dimensione dell'impresa e vengono usati convenzionalmente per “discutere le ipotesi schumpeteriane”. Come ricordano gli stessi autori, i primi due indicatori “intendono calcolare la misura in cui le attività innovative tendono a concentrarsi in poche imprese o a distribuirsi in modo uniforme in un grande numero di imprese, e se le grandi imprese o le piccole imprese sono in grado di svolgere attività innovative” (Malerba & Orsenigo,1997).

Il primo indicatore, la *concentrazione dei brevetti e asimmetrie tra le imprese impegnate in attività innovative*, è stato calcolato mediante due misurazioni differenti, un rapporto di concentrazione dei primi quattro innovatori (C4) e un indice di Herfindahl-Hirschman (HERF) tra le imprese all'interno del nostro database.

Il secondo indicatore, *Dimensioni delle imprese che innovano*, è stato calcolato guardando al numero di domande di brevetti presentate da aziende con più di 500 dipendenti.

Gli altri due indicatori riguardano, invece, il grado di mobilità, dinamismo e *distruzione creativa* o di stabilità e *accumulazione creativa* e in particolare cercano di identificare “le dimensioni relative al ruolo dei nuovi innovatori e alla stabilità dell'elenco dei principali innovatori del nostro tempo” (Malerba & Orsenigo,1997).

Il terzo indicatore, *Stabilità e variazione nel tempo della gerarchia degli innovatori*, è stato misurato costruendo il coefficiente di correlazione di rango di Spearman tra le imprese che hanno innovato nel periodo 1978-1980 e le imprese che hanno innovato nel periodo 1986-1991.

Il quarto indicatore, *Ingresso tecnologico*, è stato calcolato usando il rapporto tra il numero di brevetti depositati per la prima volta dalle imprese in una determinata classe tecnologica nel periodo 1986-1991 rispetto al numero totale di brevetti dello stesso periodo.

Malerba & Orsenigo hanno calcolato i quattro indicatori dei modelli di attività innovativa per tutti e sei i paesi -Germania, Francia, Regno Unito, Italia, Stati Uniti, Giappone- e per tutte le 49 classi tecnologiche suddividendo le macroclassi rispetto a un valore alto o basso degli indicatori stessi.

Le prime considerazioni possono essere attuate dalle tabelle tradotte, riportate in seguito, in lingua italiana derivanti dalle tabelle originali del 1997, tratte da “Technological Regimes and Sectorial Pattern of Innovative Activities” (Malerba & Orsenigo,1997) rappresentanti i 5 indicatori.

**Tabella 4 - Concentrazione dei brevetti**

Rapporto di concentrazione dei maggiori 4 innovatori (C4)	
Alto C4	Basso C4
Prodotti chimici organici	Abbigliamento
Composti macromolecolari	Mobili
Prodotti chimici per l'agricoltura	Agricoltura
Aeronautico	Estrazione
Computer	Apparecchiature chimiche
Telecomunicazioni	Automazione industriale
Tecnologia nucleare	Macchine e attrezzatura industriale
	Ingegneria meccanica
	Strumenti di misura

**Tabella 5 - Asimmetrie tra le imprese innovative**

Indice di Herfindhal (HERF)	
Alto HERF	Basso HERF
Prodotti chimici organici	Abbigliamento
Composti macromolecolari	Mobili
Composti chimici vari	Agricoltura
Componenti elettronici e telecomunicazioni	Estrazione
	Metallurgia
	Automazione industriale
	Macchinari industriali
	Attrezzature per la movimentazione dei materiali
	Ingegneria civile
	Ingegneria meccanica
	Tecnologie meccaniche ed elettroniche
	Sport

**Tabella 6 - Dimensioni delle imprese innovative**

Quota del totale di richieste di brevetti per ogni impresa con più di 500 impiegati (DIMENSIONE)	
Alta DIMENSIONE	Bassa DIMENSIONE
Prodotti chimici inorganici	Abbigliamento
Prodotti chimici organici	Mobili
Composti macromolecolari	Agricoltura
Adesivi	Sport
Prodotti chimici per l'agricoltura	
Computer e altre attrezzature da ufficio	

**Tabella 7 - Stabilità e variazione nel tempo della gerarchia degli innovatori**

Coefficiente di correlazione di Spearman tra imprese innovatrici nel 1978-1985 e imprese innovatrici nel 1986-1991 (SPEATOT)	
Alto SPEATOT	Basso SPEATOT
Gas e petrolio	Abbigliamento
Prodotti chimici organici	Mobili
Composti macromolecolari	Agricoltura
Nuovi materiali	Processi chimici
Adesivi	Macchine e utensili
Farmaci	Automazione industriale
Aeronautico	Ingegneria civile
Componenti elettroniche	Sport
Telecomunicazioni	

<sup>a</sup>Malerba e Orsenigo (1994, 1996) costruiscono anche una misura di stabilità della gerarchia, di solo quelle imprese che innovano in modo continuativo nel tempo (coefficiente di correlazione di Spearman del ranking tra le gerarchie di imprese innovatrici sia nel 1978-1985 che 1986-1991: SPEACORE). La differenza tra SPEATOT e SPEACORE è che il primo indicatore considera anche imprese entranti e uscenti dalla popolazione di imprese innovatrici. Per questo, quando della turbolenza è generata da nuove imprese entranti e uscenti, ma le imprese incumbent mantengono un ranking stabile, si potrebbero osservare classi tecnologiche caratterizzate da alti valori di SPEACORE ma bassi di SPEATOT. Lo SPEACORE ha un valore positivo e basso o negativo in mobili, agricoltura, estrazione, prodotti chimici per l'agricoltura, processi chimici e macchinari e utensili, mentre ha un valore positivo in prodotti chimici organici, composti macromolecolari, computer e altre attrezzature da ufficio.

**Tabella 8 - Entrata tecnologica**

Quota delle richieste di brevetti per imprese che applicano per la prima volta in una data classe tecnologica nel periodo 1986-1991 sul numero totale di brevetti nello stesso periodo (ENTRATA)	
Alta ENTRATA	Bassa ENTRATA
Abbigliamento	Prodotti chimici organici
Mobili	Composti macromolecolari
Estrazione	Componenti elettroniche
Processi chimici	Prodotti elettronici di consumo
Macchine e utensili	Telecomunicazioni
Ingegneria civile	
Impianti elettrici	
Sport	

Le tabelle da 4 a 8 mostrano le classi tecnologiche per le quali un indicatore è costantemente alto o basso in tutti i paesi, conseguentemente all'interno di queste rappresentazioni viene meno la dimensione Paese.

Guardando la suddivisione delle classi è possibile evidenziare che nelle prime quattro tabelle, in gran parte dei casi, ritroviamo sulla sinistra i medesimi settori industriali, ma ciò non è vero per la quinta tabella.

Lo studio di questi indicatori viene attuato perché funzionale ad identificare l'esistenza o meno di relazioni specifiche e sistematiche tra queste misure.

Infatti, in teoria, il modello Schumpeter Mark I o *widening* dovrebbe essere caratterizzato da bassa concentrazione e asimmetria nelle attività innovative, una piccola dimensione delle imprese innovatrici, una bassa stabilità nella gerarchia degli innovatori e un'elevata entrata tecnologica.

Al contrario, nel modello Schumpeter Mark II o *deepening* ci si attende di riscontrare un'elevata concentrazione e asimmetrie nelle attività innovative, una elevata dimensione delle imprese innovatrici, un'alta stabilità nella gerarchia degli innovatori e una residuale entrata tecnologica.

Per comprendere se esistano queste relazioni coerenti e sistemiche tra indicatori, tali da dimostrare l'esistenza dei due modelli archetipici di Schumpeter, Malerba & Orsenigo hanno attuato uno studio di correlazione e un'analisi delle componenti principali.

- *L'analisi delle componenti principali* condotta su tutte le classi tecnologiche ha rivelato che in tutti i paesi esaminati esiste un fattore dominante che spiega una grande parte della varianza dei dati. Questa componente è in grado di catturare in modo abbastanza chiaro la differenza tra le diverse classi tecnologiche.
- *L'analisi di correlazione* delle varie classi tecnologiche, invece, ha evidenziato una correlazione positiva tra la concentrazione (C4) e le asimmetrie (HERF), la stabilità della gerarchia degli innovatori (sebbene in misura minore la dimensione delle imprese innovative) e una correlazione negativa tra queste misure e l'ingresso dei nuovi innovatori in tutti i paesi considerati.

L'unione di queste due analisi porta alla conclusione che esistano relazioni coerenti tra gli indicatori presentati. Come sanciscono gli stessi Malerba & Orsenigo "si può quindi concludere che le relazioni tra i vari indicatori di modelli di innovazione sono effettivamente legate ai due modelli archetipici e che questi ultimi discriminano in modo significativo tra le classi tecnologiche"(Malerba & Orsenigo, 1997).

Importante da rilevare è che mediante l'analisi di correlazione, è stato possibile attuare un confronto tra paesi dei modelli schumpeteriani di innovazione, il quale mostra che questi modelli di attività innovative sono specifici per la tecnologia e non per la dimensione Paese, poiché si misurano forti similarità nella stessa classe tecnologica tra i vari paesi. Isolando la dimensione Paese, attraverso un'analisi dei coefficienti di correlazione tra ciascun indicatore nelle 49 classi tecnologiche dei vari paesi, è stato possibile sancire che Schumpeter Mark I e Schumpeter Mark II dipendono dall'ambiente tecnologico comune a gruppi di industrie e l'ambiente istituzionale detiene un ruolo marginale e poco significativo per indirizzare l'attività innovativa in uno o l'altro modello schumpeteriano. Questi risultati indicano che il contesto tecnologico ha un impatto significativo sull'attività innovativa e sulla sua distribuzione tra le imprese, andando a discapito della dimensione del paese o dal suo ambiente istituzionale. Ciò suggerisce l'importanza di promuovere la collaborazione tra le imprese e di creare un ambiente favorevole all'innovazione, in modo da favorire la diffusione di nuove idee e tecnologie. La tabella 9, elaborata dagli autori Malerba e Orsenigo, mostra l'indice di correlazione degli indicatori utilizzati nell'analisi. Tuttavia, va notato che questa tabella è stata tradotta rispetto all'originale del 1997 e può essere consultata l'originale nel loro studio intitolato "Technological Regimes and Sectorial Pattern of Innovative Activities"(Malerba & Orsenigo, 1997).

**Tabella 9 - Indice di Correlazione tra gli indicatori dei pattern di attività innovativa tra Paesi**

	C4	HERF	DIMENSIONE	SPEATOT	SPEACORE	ENTRATA
Germania						
C4	1	0.89881	0.33844	0.36844	0.57346	-0.57813
HERF		1	0.09239	0.28063	0.48148	-0.46861
DIMENSIONE			1	0.36835	0.22132	-0.37634
SPEATOT				1	0.30587	-0.84354
SPEACORE					1	-0.53782
ENTRATA						1
Francia						
C4	1	0.92008	0.47724	0.49505	0.12514	-0.42053
HERF		1	0.33259	0.51173	0.12194	-0.35631
DIMENSIONE			1	0.32049	-0.01212	-0.35009
SPEATOT				1	0.36538	-0.83329
SPEACORE					1	-0.33577
ENTRATA						1
Regno Unito						
C4	1	0.83724	0.78668	0.6277	0.38625	-0.70286
HERF		1	0.6824	0.48092	0.3251	-0.52961
DIMENSIONE			1	0.78237	0.53917	-0.86022
SPEATOT				1	0.44551	-0.84832
SPEACORE					1	-0.47762
ENTRATA						1
Italia						
C4	1	0.88115	0.64289	0.57945	0.37243	-0.35003
HERF		1	0.53631	0.52956	0.37258	-0.40617
DIMENSIONE			1	0.59229	0.19664	-0.37144
SPEATOT				1	0.46768	-0.65505
SPEACORE					1	-0.53974
ENTRATA						1
Giappone						
C4	1	0.84348		-0.09938	0.26162	-0.26614
HERF		1		-0.23929	0.20355	-0.16748
SPEATOT				1	0.27068	-0.80604
SPEACORE					1	-0.29935
ENTRATA						1
USA						
C4	1	0.90887		0.03358	0.39853	-0.4868
HERF		1		-0.06819	0.34564	-0.37406
SPEATOT				1	0.53147	-0.76739
SPEACORE					1	-0.69282
ENTRATA						1

Come detto in precedenza, la correlazione rimane positiva per gli indicatori presi in esame, fatta eccezione per l'entrata tecnologica (ENTRATA) la quale è correlata negativamente alle altre misure. Nello specifico dalla tabella 9 si può evincere graficamente che i coefficienti di correlazione per ciascun indicatore nei vari paesi indicano che la concentrazione, l'asimmetria, la stabilità della gerarchia e il peso di nuovi innovatori tendono ad avere gli stessi valori nei vari paesi, portando così a sindacare il ruolo dell'impatto istituzionale.

Come ricordano Malerba e Orsenigo (1997) “ tuttavia, in alcune classi tecnologiche emergono differenze tra i paesi dovute al funzionamento di uno specifico fattore istituzionale legato a un sistema nazionale di innovazione”. Secondo gli autori, il Giappone e gli Stati Uniti d'America sono, in media, più vicini a un modello Schumpeter Mark II rispetto all'Italia, il quale è un paese tipicamente Schumpeter Mark I. Il Giappone emerge, inoltre, come un Paese piuttosto concentrato e stabile rispetto all'Europa.

## 2.4.2 Studio dei Brevetti: Tassonomia dei modelli di attività innovativa

Il regime tecnologico e l'ambiente innovativo sono, dunque, alla base della spiegazione dei modelli di attività innovativa di Schumpeter. Andando più nel dettaglio, possiamo sintetizzare il risultato più rilevante del lavoro di Malerba & Orsenigo nella Tabella 7, qui in seguito tradotta dall'originale.

La Tabella 7 è una raffigurazione del risultato dello studio degli autori, ovvero suddivide, all'interno di un elenco, le 49 classi tecnologiche tra Schumpeter Mark I e Schumpeter Mark II evidenziando:

- 19 Classi tecnologiche rientrano costantemente in Schumpeter Mark I
- 15 Classi tecnologiche rientrano costantemente in Schumpeter Mark II
- 15 Classi restanti non ritrovano una spiegazione dettagliata nei due modelli schumpeteriani

**Tabella 10 - Tassonomia dei modelli di attività innovativa**

Classi tecnologiche Schumpeter Mark I	Classi tecnologiche Schumpeter Mark II
Abbigliamento e calzature	Petrolio, idrocarburi e calzature
Mobili	Prodotti chimici organici
Agricoltura	Composti macromolecolari
Prodotti chimici	Prodotti biochimici, ingegneria biomedica e genetica
Processi fisici	Aeronautico
Preparazione medica	Motori, turbine e pompe
Processi chimici per cibo e tabacco	Tecnologia laser
Macchine e utensili	Ottica e fotografia
Automazione industriale	Computer e altre attrezzature da ufficio
Macchinari e attrezzature industriali	Componenti elettroniche
Ferrovie e navi	Telecomunicazioni
Attrezzature per la movimentazione dei materiali	Sistemi multimediali
Ingegneria civile e infrastrutture	Munizioni e armi
Ingegneria meccanica	Tecnologia nucleare
Tecnologie meccaniche ed elettriche	
Elettrodomestici	
Impianti elettrici	
Strumenti di misurazione e controllo	
Sport e giocattoli	
Altri	

Le classi tecnologiche che rientrano in Schumpeter Mark I sono legate soprattutto ai “settori tradizionali”: delle tecnologie meccaniche, degli strumenti e delle industrie degli elettrodomestici, dell'agricoltura, dell'abbigliamento e dell'arredamento.

Le classi tecnologiche che rientrano in Schumpeter Mark II, invece, sono legate alle tecnologie chimiche ed elettroniche, alla produzione di munizioni ed armamenti, raffinazione di idrocarburi, sistemi multimediali e telecomunicazioni.

I risultati del modello di Malerba & Orsenigo rappresentano un importante contributo alla ricerca sull'innovazione e sulla sua origine. Grazie a questo modello è possibile comprendere se l'innovazione proviene dall'interno o dall'esterno del settore, e se è guidata dalle nuove entranti o dalle imprese incumbent. Questi concetti si riferiscono alle due fasi del processo di innovazione: la prima è caratterizzata da un'intensa attività di ricerca e sviluppo rappresentabile dalla *Metafora della Foresta*, mentre la seconda si concentra sulla diffusione e sull'adozione delle nuove tecnologie rappresentabile con la *Metafora della Porta girevole*.

Attraverso l'evidenza empirica precedentemente discussa possiamo sancire l'esistenza di differenze tra settori nei modelli di innovazione per una specifica tecnologia. Nello specifico, Malerba & Orsenigo sanciscono “che i modelli settoriali di attività innovativa osservati siano legati alla natura del Regime Tecnologico pertinente” (Malerba & Orsenigo, 1997). Il concetto di regime tecnologico può essere un concetto virtuoso per analizzare i diversi modi in cui le attività innovative sono organizzate e le industrie si evolvono nel tempo, e per questo motivo introdurremo i fattori che influiscono la sua natura secondo i due autori.

### **2.4.3 Studio dei Regimi tecnologici : i fattori fondamentali**

Malerba & Orsenigo (1990,1993) hanno definito il regime tecnologico come “ una particolare combinazione di alcune proprietà fondamentali delle tecnologie: *condizioni di opportunità, condizioni di appropriabilità, gradi di cumulativa* della conoscenza tecnologica e caratteristiche della *base di conoscenza rilevante*”.

La combinazione di questi quattro fattori caratterizza i settori per un diverso ambiente tecnologico. Discuteremo in seguito le caratteristiche dei quattro fattori fondamentali dietro ogni regime tecnologico per comprendere al meglio quali sono le fattispecie che definiscono se un settore permane in Schumpeter Mark I o in Schumpeter Mark II.

Le *condizioni di opportunità* rappresentano la facilità di ottenere innovazione di successo dato un certo ammontare di risorse investite. Tali condizioni dipendono da 4 elementi :

- **Livello:** se il livello di opportunità tecnologica è alto vuol dire che investendo più risorse si ottengono più rapidamente innovazioni.
- **Varietà:** diverse imprese esplorano diversi sentieri tecnologici, aprendo così la strada ad un'ampia varietà di opportunità. Ciò è particolarmente vero nelle prime fasi del ciclo di vita di un'industria.
- **Pervasività:** in caso di alta pervasività le nuove conoscenze possono essere applicate a diversi prodotti, tecnologie e mercati. Ciò è uno stimolo per investimenti e ricerca, data la possibilità di applicazione in diversi campi del sapere.

- Fonti di Opportunità: differiscono da settore a settore poiché come hanno dimostrato Freeman (1982) e Rosenberg (1982) in alcune industrie le opportunità di innovare sono legate alla ricerca scientifica universitaria o a rapporti con i fornitori, o dalle attività di ricerca e sviluppo interna.

Le *condizioni di appropriabilità*, invece, rappresentano la possibilità di proteggere le proprie innovazioni dall'imitazione. Tali possibilità dipendono da 2 elementi:

- Livello: può avere valore alto o basso. Nel caso di alto livello di appropriabilità esiste un modo efficiente e di successo di proteggere le innovazioni, mentre, nel caso opposto, si identifica un ambiente in cui vi sono diffuse esternalità di conoscenza o spillover che portano ad un disincentivo a brevettare ed innovare da parte delle imprese.
- Mezzi: le società hanno a disposizione una moltitudine di strumenti per proteggere le proprie innovazioni, tra cui ricordiamo i brevetti, le innovazioni continue, il controllo dei beni complementari e la segretezza industriale.

I *gradi di cumulatività* colgono la proprietà delle innovazioni e delle attività innovative attuali che costituiscono il punto di partenza per l'innovazione di domani, ovvero, misura il grado di accumulazione creativa all'interno della singola tecnologia. I gradi di cumulativa hanno diverse fonti ma in questa sede andremo a focalizzarci soltanto sui livelli di cumulatività, i quali sono:

- Livello tecnologico: diverse dimensioni cognitive dell'apprendimento in ambito tecnologico possono essere accumulate.
- Livello d'impresa: la continuità dell'attività innovativa dipende dalle competenze specifiche delle singole imprese.
- Livello settoriale: la cumulatività a livello di industria vi può essere se esistono basse condizioni di appropriabilità e se le conoscenze di base per l'innovazione si diffondono tra le imprese in un dato settore.
- Livello locale: la cumulativa è collegata anche all'area geografica.

La *base di conoscenza rilevante* è l'ultimo dei fattori fondamentali che definiscono un regime tecnologico e forse il più importante. La base di conoscenza si riferisce, infatti, alle proprietà elementari della conoscenza su cui si basano le attività innovative delle imprese. Nel dettaglio, questo fattore fondamentale può essere analizzato rispetto alla:

- Natura della conoscenza: può essere generica o specifica, tacita o codificata, complessa o semplice.
- Mezzi di trasmissione della conoscenza: i quali possono essere formali, come le licenze, brevetti e pubblicazioni. O possono essere informali, come i colloqui “ faccia a faccia” e conversazioni multicanale.

A seguito della descrizione dei quattro fattori fondamentali di un regime tecnologico, analizziamo ora le conseguenze di questi fattori sui modelli settoriali di innovazione.

In caso di alti livelli di opportunità tecnologiche ci si aspettano modelli di innovazione caratterizzati da un'elevata instabilità nella gerarchia delle imprese innovatrici e un continuo ingresso di nuovi innovatori, il quale in un secondo momento, quando le nuove imprese riescono a creare vantaggi competitivi relativi, dovrebbe portare ad un alto grado di concentrazione d'innovazione. Al contrario, condizioni di scarse opportunità disincentivano l'ingresso di nuovi innovatori.

In caso di elevate condizioni di appropriabilità ci si aspetta, invece, una struttura settoriale caratterizzata dalla presenza di una ridotta popolazione di innovatori, poiché vengono incoraggiati gli investimenti in attività innovative e si minimizza la diffusione di conoscenze rilevanti tra le imprese.

Un elevato grado di cumulatività è associato a una struttura settoriale caratterizzata da un elevato grado di stabilità della gerarchia delle imprese innovative e bassi tassi di ingresso dell'innovazione poiché gli innovatori esistenti continuano nel tempo ad accumulare conoscenze, le quali fungono da barriera d'ingresso per i nuovi innovatori.

La base della conoscenza dell'innovazione, nei modelli di attività innovativa svolge un ruolo importante nell'influenzare la diversificazione, la specializzazione e l'integrazione delle attività innovative. Ad esempio, nel caso di una base di conoscenza codificata ci sarà una tendenza alla specializzazione e alla divisione del lavoro. Oppure, nella fattispecie di conoscenza tacita, si può ipotizzare che le imprese sviluppino dei codici e canali di comunicazione interni.

In conclusione, lasciando invariata la distinzione archetipica tra Schumpeter Mark I e Schumpeter Mark II, proposta in precedenza, possiamo ipotizzare che i modelli Schumpeter Mark I vi siano in situazioni di alta opportunità, bassa appropriabilità e bassa cumulatività. Viceversa, Schumpeter Mark II si ipotizzano siano determinati da condizioni di opportunità appropriabilità e cumulatività elevate (a livello di impresa).

## **2.5 Considerazioni conclusive**

In conclusione, all'interno di questo capitolo, è stato analizzato come l'innovazione si diffonde, si crea e si trasforma, all'interno di una dimensione non più temporale, ma spaziale. Ovvero, ci siamo soffermati sulle specifiche settoriali delle industrie per comprendere al meglio il ruolo delle economie di scala, della motivazione degli imprenditori, della fase di vita del ciclo dell'industria, oltre che le caratteristiche fondamentali dei regimi tecnologici all'interno delle dinamiche industriali. Questi elementi sono stati analizzati da un punto di vista evoluzionista usando le categorie e i modelli di attività innovativa di Schumpeter, i quali sono stati verificati (in alcune classi tecnologiche) da parte di Malerba & Orsenigo.

Nel terzo ed ultimo capitolo, verrà usata da esempio la metodologia di Malerba & Orsenigo nell'opera "Technological Regimes and Sectorial Pattern of Innovative Activities"(1997), e costruiremo indicatori analoghi a quelli dei due autori, avendo come oggetto di studio i brevetti, per comprendere al meglio se le

classi tecnologiche della quarta Rivoluzione Industriale (definita secondo la teoria mainstream) possono essere caratterizzati da una bassa concentrazione dell'innovazione ovvero Schumpeter Mark I che è rappresentabile dalla *Metafora della Foresta.*, o da alta concentrazione dell'innovazione e dunque verificare la fattispecie di Schumpeter Mark II rappresentabile dalla *Metafora della Porta girevole.*

All'interno dell'ultima Rivoluzione Tecnologica, la quinta secondo la Perez, le tecnologie dell'Industry 4.0, come Intelligenza Artificiale (AI) , Robotica, IoT, 3D printing, Big Data Analysis verranno analizzate mediante un'analisi dei brevetti delle imprese che sono collegate a queste classi tecnologiche negli stessi 6 Paesi analizzati da Malerba e Orsenigo - Germania, Francia, Regno Unito, Italia, Stati Uniti e Giappone - per mantenere coerenza metodologica.

# CAPITOLO 3°

## I Pattern Schumpeteriani di Malerba e Orsenigo con le innovazioni della Quarta Rivoluzione Industriale

### 3.1 Domanda di ricerca

La letteratura passata in rassegna finora, ha trattato *in primis* l'innovazione secondo una prospettiva temporale, guardando ai cicli economici, adottando un approccio macroeconomico parlando di regimi tecnoeconomici, e *in secundis* è stata utilizzata una prospettiva spaziale e industriale guardando ai pattern schumpeteriani di innovazione all'interno dei vari settori dell'economia, con una particolare attenzione alla metodologia usata da Malerba & Orsenigo (1997), rispettivamente nel capitolo primo e secondo.

Queste premesse servono per poter giungere, in questo terzo capitolo, alla consapevolezza dell'oggetto d'analisi e della metodologia che verrà adoperata. Infatti, in questo ultimo capitolo andremo ad analizzare le tecnologie dell'industria 4.0, catalogate nella quarta rivoluzione industriale secondo la teoria condivisa o quinta rivoluzione tecnologica secondo Carlota Perez. Nel nostro caso si adotterà la metodologia di Malerba & Orsenigo (1997) limitandoci però alla pura analisi descrittiva, senza quindi l'applicazione dell'analisi multivariata.

L'obiettivo di tale ricerca è, dunque, comprendere quali siano le caratteristiche dell'innovazione delle nuove classi tecnologiche dell'Industria 4.0. Questo studio è stato ispirato dalla consapevolezza che ogni Rivoluzione Tecnologica, e le corrispettive classi tecnologiche che la definiscono, hanno delle caratteristiche proprie e distinte che ispirano curiosità e necessità di approfondimento. Nello specifico utilizzando come base metodologica lo studio del 1997 di Malerba & Orsenigo, in questo capitolo, andremo a costruire e poi interpretare gli indicatori di *concentrazione* dell'innovazione, di *dimensione* delle imprese innovatrici, di *stabilità della gerarchia* degli innovatori ed infine di *entrata tecnologica* per i 6 Paesi presi in considerazione dai due autori, ovvero, *Italia, Germania, Francia, Regno Unito, Stati Uniti d'America e Giappone*. L'intenzione prima è, infatti, quella di studiare quale sia la fonte dell'innovazione all'interno di questa rivoluzione tecnologica, contemporanea a noi, e comprendere se le classi tecnologiche di quest'ultima possano rientrare nella fattispecie di Schumpeter Mark I o Schumpeter Mark II.

Entrando più nello specifico, interessa a quest'analisi arrivare a verificare se siano le piccole imprese innovatrici a portare avanti il processo di innovazione in quest'era tecnologica, o se siano le grandi imprese internazionalizzate a globalizzate ad essere il fulcro e il motore dell'innovazione moderna.

L'ipotesi di base mutua da Malerba & Orsenigo la possibilità che esistano due Pattern Schumpeteriani entro i quali si può ricondurre l'attività innovativa all'interno dei settori industriali. Inoltre, i due autori hanno anche dimostrato l'indipendenza dei pattern Schumpeter Mark I e Schumpeter Mark II dalla dimensione Paese, ovvero hanno verificato che le classi tecnologiche si comportano in simil modo a prescindere dal Paese in cui vengono studiate. Le lievi e parziali differenze dei pattern d'innovazione per i singoli Paesi sono state giustificate da singoli Sistemi Nazionali d'Innovazione che hanno influenzato il processo innovativo in una determinata direzione. Nelle sezioni conclusive del nostro studio cercheremo di approfondire la tematica che lega l'innovazione alla dimensione Paese, per verificare se anche per la nostra analisi vige ciò che è stato verificato da Malerba & Orsenigo, ovvero la mancanza di correlazione tra queste.

### 3.2 Le Tecnologie della quarta Rivoluzione Industriale

La quarta rivoluzione industriale, anche conosciuta come Industria 4.0, si riferisce all'introduzione di una serie di tecnologie avanzate e innovative nei processi produttivi delle imprese, al fine di migliorarne l'efficienza e la competitività (Brynjolfsson e McAfee, 2014). Tra le tecnologie chiave della quarta rivoluzione tecnologica si possono citare:

- *Internet delle cose o Internet of Things (IoT)*: la connessione di oggetti fisici ad internet, che consente la raccolta di dati in tempo reale.
- *Intelligenza artificiale (AI)*: l'utilizzo di algoritmi e tecniche avanzate per simulare processi di pensiero umano, migliorando l'efficienza di vari processi produttivi.
- *Big Data & Analytics*: la raccolta e l'analisi di grandi quantità di dati per ottenere informazioni utili per l'ottimizzazione dei processi.
- *Robotica avanzata*: l'utilizzo di robot e macchine intelligenti per automatizzare diverse attività.
- *Additive Manufacturing (AM) e Stampa 3D*: la produzione di oggetti tridimensionali utilizzando la stampa 3D.
- *Cloud Computing*: l'utilizzo di servizi in cloud per la gestione e l'elaborazione dei dati.

Queste tecnologie sono tutte interconnesse e si influenzano reciprocamente, creando un sistema integrato di produzione intelligente che può portare a una maggiore efficienza, riduzione dei costi e miglioramento della qualità dei prodotti e dei servizi. Data la consapevolezza del ruolo nella società e nel futuro sviluppo globale delle tecnologie dell'Industria 4.0, la nostra ricerca ha l'intenzionalità di studiare la dinamica industriale, che nel corso degli ultimi anni, sta caratterizzando i settori colpiti dalle nuove tecnologie. Nello specifico, il nostro studio porrà un accento sull'attività innovativa dei settori della *Robotica*, *3D Printing*, *Big Data*, *IoT* osservando l'attività dei Brevetti, i quali verranno presi in considerazione come una proxy dei processi di innovazione e che saranno l'oggetto di analisi utilizzando la metodologia di Malerba & Orsenigo.

### 3.3 Database: Orbis - Bureau van Dijk

Orbis Bureau van Dijk è un database di informazioni sulle imprese che fornisce dati dettagliati e completi per la ricerca economica su milioni di aziende in tutto il mondo. Grazie alla vasta quantità di dati che raccoglie, Orbis è una risorsa preziosa per le organizzazioni che cercano di comprendere le dinamiche industriali a livello globale. Per la ricerca economica, Orbis è particolarmente importante perché offre informazioni finanziarie dettagliate sulle imprese, compresi bilanci, flussi di cassa e indicatori di redditività. Queste informazioni sono cruciali per valutare la salute finanziaria di un'azienda e per fare previsioni sull'andamento futuro di questa. Inoltre, il database offre informazioni sulla proprietà e la governance delle imprese, compresi i dati sulle relazioni tra società e sulla struttura del consiglio di amministrazione, le quali informazioni, sono fondamentali per comprendere la struttura e il funzionamento delle imprese e per valutare il rischio associato.

Per lo studio delle dinamiche industriali, Orbis è particolarmente utile per l'analisi dell'attività intellettuale e innovativa tramite i *brevetti*. Il database offre informazioni sulle domande di brevetto presentate dalle imprese in tutto il mondo, che possono essere utilizzate per valutare la capacità di innovazione di un'azienda e per identificare le tendenze emergenti in un determinato settore industriale. In particolare, Orbis possiede una sezione denominata “Orbis - Intellectual Property” in cui è possibile filtrare le imprese di interesse rispetto a diverse variabili inerenti ai *brevetti*.

I brevetti rappresentano una forma di proprietà intellettuale che protegge le idee innovative di un'azienda, incentivando la ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie e prodotti. La presentazione di una domanda di brevetto richiede un notevole impegno finanziario e di tempo; pertanto, le aziende che investono in brevetti sono generalmente impegnate in un processo di attività innovativa a lungo termine. I brevetti, inoltre, sono un indicatore pubblico dell'innovazione di un'azienda, rendendo più facile per gli investitori, i ricercatori e gli altri attori del mercato valutare la forza innovativa di un'impresa. La concessione di un brevetto richiede, inoltre, una rigorosa valutazione della novità e della non ovvietà dell'invenzione; pertanto, la concessione del brevetto è un segnale di riconoscimento dell'innovazione da parte dell'ente preposto alla valutazione.

Infine, i brevetti possono rappresentare un vantaggio competitivo per l'azienda che li possiede, poiché offrono la possibilità di escludere gli altri concorrenti dal mercato per un periodo limitato di tempo. In sintesi, i brevetti possono essere considerati come *proxy dell'innovazione* e del processo di attività innovativa delle imprese per molte ragioni, tra cui la protezione delle idee innovative, l'indicazione pubblica dell'innovazione, la fonte di reddito e di informazioni, la visibilità e la reputazione dell'azienda come innovatore, e il vantaggio competitivo che offrono.

Data questa motivazione, esplicativa del perché si possano considerare i brevetti come una approssimazione del processo di innovazione mosso dalle imprese, all'interno del nostro studio sono stati selezionati dei filtri sul Database Orbis per identificare al meglio l'oggetto d'analisi.

In primis sono state definite le imprese, nelle regioni di interesse dal punto di vista geografico, ponendo i 6 Paesi presi in considerazione dai due autori, ovvero, *Italia, Germania, Francia, Regno Unito, Stati Uniti d'America e Giappone*, identificando complessivamente **3733 imprese**.

Nello specifico, tra le imprese selezionate sono state eliminate le autorità pubbliche e governative e sono state scelte le seguenti variabili per comprendere al meglio il cluster di aziende innovative:

- *Company Name*, ossia il nome dell'impresa.
- *BvD ID Number*, rappresenta un codice identificativo univoco per società creato dal Bureau van Dijk.
- *Country ISO Code*, ovvero un sistema di codifica a tre lettere utilizzato per identificare univocamente i paesi in tutto il mondo.
- *Codice NACE*, ossia un sistema di classificazione delle attività economiche utilizzato nell'Unione Europea per descrivere e classificare le diverse attività svolte dalle imprese.
- *Date of incorporation*, o data di costituzione della società, dal 1968 sino al 2023.
- *Total Assets*, ovvero l'attivo totale che rappresenta il valore totale dei beni, dei diritti e degli investimenti di un'azienda.
- *Intangible fixed Assets*, ovvero le immobilizzazioni immateriali (comprensive i brevetti).
- *Number of employee*, ossia il numero di lavoratori dipendenti per ogni società e per ogni anno.
- *Sales*, ovvero le vendite o ricavi operativi.
- *Added Value*, o valore aggiunto.
- *R&D*, misura la spesa per ogni anno per ogni società in ricerca e sviluppo.

In seconda battuta sono state selezionate le variabili relative ai brevetti, tra cui vi sono:

- *Publication number*, ovvero il numero identificativo del brevetto.
- *Live or expired*, ossia un valore che spiega se il brevetto è ancora esistente o è scaduto.
- *Publication date*
- *Priority Date*
- *Current direct owner name*
- *Current direct owner BvD ID Number*
- *IPC code (International Patent Classification)*
- *IPC code label*
- *CPC code (Cooperative Patent Classification)*
- *Title of the Patent*
- *Patent Average Value*, in migliaia di dollari.
- *Number of forward citation*, ossia il numero di citazione in futuri brevetti o domande di brevetto.

Il dataset così definito annovera **20154 brevetti** per i 6 Paesi di interesse.

### 3.4 I codici brevetto della quarta Rivoluzione Industriale

Il dataset di brevetti è stato impostato per cogliere a pieno l'attività innovativa della quarta rivoluzione industriale attraverso l'identificazione di specifici codici IPC e CPC.

L'IPC (International Patent Classification) e il CPC (Cooperative Patent Classification) sono due sistemi di classificazione utilizzati per classificare i brevetti in base alla loro natura e alla loro funzione.

L'IPC è stato sviluppato dall'Organizzazione mondiale della proprietà intellettuale (OMPI) ed è un sistema di classificazione utilizzato a livello internazionale per classificare i brevetti in diverse categorie in base alla loro natura e alla loro funzione. Esso è utilizzato per classificare i brevetti depositati in tutto il mondo ed è preso in considerazione come base per le ricerche sull'attività innovativa.

Il CPC, invece, è stato sviluppato dalla cooperazione tra l'Ufficio europeo dei brevetti (EPO) e l'Ufficio americano dei brevetti e dei marchi (USPTO) ed è utilizzato per classificare i brevetti in base alle loro caratteristiche tecnologiche.

Il sistema CPC è stato sviluppato in collaborazione con l'IPC e ne rappresenta una estensione più specifica. Entrambi i sistemi di classificazione sono utilizzati per facilitare la ricerca di brevetti e la loro analisi, infatti, essi consentono di organizzare i brevetti in categorie specifiche in base alla loro natura e alla loro funzione, rendendo più facile la ricerca e l'analisi degli stessi.

All'interno della nostra analisi è stata studiata l'industria 4.0 e le sue tecnologie utilizzando gli IPC e CPC come indicatori affidabili delle specifiche tecnologie che ci interessano. Riconosciamo che per restringere il campo di ricerca e ottenere risultati più mirati, è necessario attingere dalla letteratura che ha individuato gli IPC e CPC rilevanti per l'industria 4.0 e la quarta Rivoluzione Industriale.

È importante sottolineare che ci sono numerosi studi e approcci metodologici diversi in quest'area di ricerca. Tuttavia, abbiamo selezionato uno specifico studio particolarmente pertinente e adatto ai nostri obiettivi. Lo studio di Carlo Corradini, Erica Santini & Claudia Vecciolini in "The geography of Industry 4.0 technologies across European regions" (2021) si basa su una metodologia accurata e approfondita per identificare gli IPC e CPC rilevanti per l'industria 4.0, consentendoci di focalizzarci sulle tecnologie più significative e innovative nell'ambito della quarta Rivoluzione Industriale.

Nello specifico, sono state selezionate sul database Orbis Bureau van Dijk ,classi tecnologiche combinate a otto cifre sia dall'International Patent Classification (IPC) che dal Cooperative Patent Classification (CPC) seguendo la ricerca di Corradini et al (2021), che si basa sugli studi condotti dall'Ufficio brevetti del Regno Unito e recenti studi sulle tecnologie dell'Industry 4.0 (Ardito, L., D'Adda, D., & Petruzzelli, A. M. 2018; Martinelli, A., Mina, A., & Moggi, M. 2019).

In seguito viene riportata la tabella 11, ripresa da Carlo Corradini, Erica Santini & Claudia Vecciolini in "The geography of Industry 4.0 technologies across European regions" (2021) la quale è stata tradotta in questa sede per semplificarne la comprensione.

**Tabella 11 – I codici brevetto della quarta Rivoluzione Industriale (Corradini et al.) – tradotta**

Macro-classe	IPC/CPC	Descrizione	Fonte
Robot	B25J9/16% B25J9/20% B25J9/0003% B25J11/0005% B25J11/0015% B60W30% B60W2030% Y105901% G05D1/0088% G05D1/02% G05D1/03% G05D2201/0212%	Macchine manipolatrici automatiche; Robot; Controllo posizione, corso o altitudine di terra, acqua, aria o veicoli spaziali; Macchine manipolatrici per sistemi comunicativi avanzati	UK IP Office, 2014. Eight great technologies: robotics and autonomous systems
Stampa 3D	B29C67/% B23F/% B23K9/04% B23K10% B23K11% B23K15% B23K20/1% B23K25% B23K26/34% C08L101/00%	Manifattura e prototipazione oggetti 3D tramite deposito, agglomerazione o laminazione oggetti di plastica; Sinterizzazione selettiva; Saldatura per motivi diversi dalla unione; Metallurgia di polveri metalliche; Saldatura con laser	UK IP Office, 2013. 3D printing: a patent overview; Martinelli et al. 2019
Big Data	G06F17% G06F19% G06F11% G06F12% G06Q10% G06Q30% G06Q40%	Macchinari e metodi per informatica e processione dati; Gestione risorse, processi lavorativi, personale o progetti; Design assistito da computer; Sistemi informatici basati su specifici modelli computazionali	UK IP Office, 2014. Big Data & Energy Efficient Computing; Martinelli et al 2019
IoT	H04W72/04% H04W4/00% H04L29/08% H04L29/06% H04L12/22% H04L12/28% H04L12/40% H04B7/26% G08C17/02% G06F15/16% G05819/41%	Allocazione di risorse wireless; Reti di comunicazione autogestite; Piani di controllo aziendale; Protocolli di rete a pacchetto di livello di trasporto	UK IP Office, 2014. The Internet of Things: A patent overview; Ardito et al. 2018

### 3.5 Metodologia

L'obiettivo della ricerca come precedentemente definito, è quello di comprendere nel miglior modo l'origine e le caratteristiche prime del processo d'innovazione dell'ultima rivoluzione industriale e la loro riconducibilità ai pattern schumpeteriani di innovazione. All'interno del nostro studio replichiamo ed utilizziamo come metodologia il framework di Malerba & Orsenigo risalente al 1997 ripreso nell'articolo "Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities" applicandolo alle nuove tecnologie dell'ultimo trentennio, sino al 2022, adoperando un'analisi a livello descrittivo e priva di analisi multivariata.

Nello studio degli autori essi definiscono 48 classi tecnologiche più una residuale, contando complessivamente 49 classi tecnologiche come oggetto d'analisi.

All'interno della nostra analisi, invece, avendo un focus specifico sulla quarta rivoluzione industriale sono state definite **quattro macroclassi tecnologiche**, seguendo gli studi preesistenti sulla classificazione dei brevetti. Tale classificazione definisce le Macroclassi tecnologiche o "MacroIPC" che verranno studiate nelle prossime sezioni. Le Macroclassi identificate mediante lo studio della letteratura sono complessivamente quattro e sono state definite come:

1. **MacroIPC\_1** = Macroclasse tecnologica dei brevetti in *Robotica*
2. **MacroIPC\_2** = Macroclasse tecnologica dei brevetti in *Stampa 3D*.
3. **MacroIPC\_3** = Macroclasse tecnologica dei brevetti in *Big Data*.
4. **MacroIPC\_4** = Macroclasse tecnologica dei brevetti in *IoT*.

All'interno dei MacroIPC identificati e ripresi dalla letteratura, non vi sono i brevetti rispettivi all'*Intelligenza Artificiale (AI)*. Ciò potrebbe sembrare un limite del nostro modello e del nostro studio ma il tutto è giustificato dal fatto che all'interno dei singoli codici brevetti IPC/CPC vi sono tecnologie che sono asseribili al cluster di Intelligenza Artificiale. All'interno delle quattro macroclassi, infatti, ragionando sulle singole tecnologie, vi sono innumerevoli applicazioni di AI all'interno dell'industria robotica, dell'analisi dei grandi dati, stampa tridimensionale e Internet delle cose. È, dunque, molto sfumato il confine in termini di codice brevetto tra le macroclassi prese in esame e l'Intelligenza Artificiale, portando di conseguenza a ritenere di aver compreso quest'ultima classe tecnologica all'interno delle altre prese in considerazione, seppur in modo parziale.

Si rimanda alla futura ricerca l'arduo compito di creare una suddivisione più dettagliata per poter ottenere codici brevetto univoci per la classe tecnologica dell'Intelligenza Artificiale.

In aggiunta alle quattro macroclassi individuate, è stata creata una macroclasse aggregata, denominata "*N° of Industry 4.0*" la quale rappresenta tutti i brevetti inerenti alle tecnologie della quarta rivoluzione industriale.

**N° of Industry 4.0** = Macroclasse tecnologica aggregata delle tecnologie dell'Industry 4.0

Malerba & Orsenigo hanno studiato un periodo di tempo pari a 13 anni consecutivi, ovvero gli anni compresi tra il 1978 e il 1991 usando i dati dell'ufficio europeo dei brevetti (European Patent Office - EPO) e suddividendolo in due sottoperiodi 1978-1985 e 1986-1991 per studiare la stabilità nel tempo della gerarchia degli innovatori. Nella nostra analisi, invece, è stato studiato un periodo più ampio pari circa ad un trentennio, comprendente gli anni tra 1993 e 2022, suddividendo questo in due sottoperiodi simmetrici 1993-2007 e 2008-2022 per le medesime ragioni dei due autori sopracitati. Malerba & Orsenigo, come anticipato nelle sezioni precedenti, hanno studiato 6 Paesi specifici rappresentativi dell'attività innovativa globale.

All'interno della nostra analisi per coerenza metodologica sono stati ripresi i medesimi 6 Paesi: *Italia, Germania, Francia, Regno Unito, Stati Uniti d'America e Giappone.*

Con tali premesse, a seguito vengono rappresentate in tabella 12 il **numero di imprese** per *Macro\_IPC* e per *n°of Industry 4.0* per l'anno 1993, 2008, 2022 i quali rappresentano gli anni di inizio, cesura e fine periodo di studi. Si ricorda che imprese e brevetti si riferiscono alle nuove applications annuali , registrate per *priority date*. Si tratta quindi di grandezze flusso.

**Tabella 12 - Numero di imprese innovatrici per anno e per macroclasse**

	1993	2008	2022
Robot	0	10	68
Stampa 3D	0	2	1
Big Data	0	86	6
IoT	15	145	33
Industria 4.0	15	208	100

A seguito vengono rappresentate nella tabella 13 il **numero di brevetti** per *Macro\_IPC* e per *n°of Industry 4.0* per l'anno 1993, 2008, 2022 i quali rappresentano gli anni di inizio, cesura e fine periodo di studi.

**Tabella 13 - Numero di brevetti per anno e per macroclasse**

	1993	2008	2022
Robot	0	42	1003
Stampa 3D	14	2	1
Big Data	0	1621	16
IoT	150	6373	109
Industria 4.0	150	8050	1129

Come evidente dalle tabelle, il Macro\_IPC 2, corrispondente ai brevetti in Stampa 3D, è composto da un numero di imprese poco significativo e un quantitativo di brevetti molto inferiore rispetto alle altre macroclassi, dando adito in sede d'analisi a considerare il Macro\_IPC 2 statisticamente poco significativo.

A seguito viene rappresentato in tabella 14 il **numero di brevetti** per i sei Paesi presi in considerazione per l'anno 1993, 2008, 2022. Importante sottolineare che l'Italia ha zero brevetti nell'industria 4.0 negli anni presi in considerazione, ma questa va considerata come un'eccezione rispetto alla norma, poiché negli altri anni vi sono state attività innovative, seppur di minore entità in relazione alle altre nazioni.

Questo motivo ci ha portato ad usare nell'analisi descrittiva delle medie mobili triennali piuttosto che il valore puntuale, al fine di attenuare l'eccessiva variabilità dei dati annuali.

**Tabella 14 - Numero di brevetti per anno e macro-classe, per ogni nazione**

		Robot	Stampa 3D	Big Data	IoT	Industria 4.0
Stati Uniti	1993	0	0	0	137	137
	2008	4	0	1293	5922	7219
	2022	184	0	13	97	294
Gran Bretagna	1993	0	0	0	3	3
	2008	1	4	14	15	34
	2022	5	0	0	2	7
Germania	1993	0	0	0	1	1
	2008	4	0	40	50	94
	2022	76	0	0	1	77
Italia	1993	0	0	0	0	0
	2008	0	0	0	0	0
	2022	0	0	0	0	0
Francia	1993	0	0	0	0	0
	2008	4	0	17	22	43
	2022	11	0	0	4	15
Giappone	1993	0	0	0	9	9
	2008	29	10	256	363	658
	2022	727	1	3	5	736

Infine, attuando uno scrupoloso processo di pulizia dei dati pervenuti da Orbis Bureau van Dijk per migliorare l'accuratezza delle analisi, è stato ridotto il numero complessivo di **imprese innovatrici a 1479**.

### 3.5.1 Gli Indicatori

Gli autori sopra menzionati hanno condotto un'analisi dei modelli di attività innovativa utilizzando una serie di indicatori mirati a catturare alcune delle caratteristiche fondamentali dei due modelli schumpeteriani d'innovazione.

Nello specifico, come descritto nel capitolo secondo, sono stati definiti indicatori di:

- Concentrazione dei brevetti e asimmetrie tra le imprese impegnate in attività innovative
- Dimensioni delle imprese che innovano
- Stabilità e variazione nel tempo della gerarchia degli innovatori
- Ingresso tecnologico

Partendo da queste aree di interesse, nel nostro studio sono stati definiti **sette indicatori**.

In primis è stata definita una *misura di concentrazione dei brevetti* creando l'indicatore denominato “C4”, il quale rappresenta la quota di brevetti delle prime quattro imprese innovatrici rispetto al totale dei brevetti per ogni anno. Questo indicatore, è stato calcolato ordinando in modo decrescente per ogni anno le imprese innovatrici rispetto al totale di brevetti, e successivamente è stata rapportato il numero di brevetti delle prime quattro imprese più innovatrici dell'anno rispetto al totale.

Ciò è funzionale per comprendere quanto sia concentrata l'attività innovativa nelle macroclassi prese in esame in poche imprese e come la quota delle prime quattro innovatrici vari nel corso del tempo.

In un secondo momento è stata definita un'ulteriore *misura di concentrazione dei brevetti* denominata “C8”, la quale ripercorre la metodologia di calcolo di C4 estendendo la misurazione alle prime otto imprese innovatrici per ogni anno, rispetto al totale brevetti del medesimo anno.

Infine, è stata definita un'ultima *misura di concentrazione dei brevetti* utilizzando l'**HHI** (Herfindahl-Hirschman Index) il quale è un indice originariamente utilizzato nella statistica e nell'economia per misurare il livello di concentrazione di un mercato o di un'industria, e che è stato usato, invece, nella nostra ricerca per misurare la concentrazione dell'attività innovativa. Infatti, invece, che attuare la sommatoria delle quote di mercato al quadrato delle singole società, l' HHI è stato definito come la sommatoria delle quote di brevetto al quadrato rispetto al totale dei brevetti per ogni singola società *iesima* per ogni anno *t* tra 1993 e 2022.

$$HHI_t = \sum_{i=1}^N (S_{it})^2, \quad \text{dove } S_{it} = \frac{Patent_{it}}{\sum_{i=1}^N Patent_{it}}$$

Quando le singole quote sono espresse come decimali, l'HHI varia da 0 a 1, dove 0 indica una perfetta concorrenza ed equidistribuzione delle quote di brevetti tra le imprese e 1 indica una concentrazione totale in una sola azienda dell'intera attività innovativa. Un'alta concentrazione può indicare un mercato dominato da poche grandi imprese innovatrici, mentre, una bassa concentrazione può indicare un mercato più frammentato e competitivo in termini di concentrazione dell'innovazione.

In seguito è stato costruito un indicatore di *Dimensione delle imprese innovatrici*, denominato “**Dimensione**” è stato calcolato come la quota di brevetti, rispetto al totale, delle imprese con numero di dipendenti maggiore a 250 unità.

A differenza di Malerba & Orsenigo i quali definiscono l'indicatore rispetto a 500 dipendenti, nella nostra ricerca è stata applicata la definizione di grande impresa derivante dal Decreto ministeriale 18 aprile 2005 – “Adeguamento alla disciplina comunitaria dei criteri di individuazione di piccole e medie imprese” derivante dalla Raccomandazione della Commissione europea 2003/361/CE del 6 maggio 2003.

L'indicatore “**Dimensione**” rappresenta, dunque, la porzione di brevetti concessi alle imprese con più di 250 dipendenti rispetto al totale dei brevetti per ogni anno, ciò è funzionale ai nostri fini per comprendere se l'innovazione sia originaria dalle piccole imprese o dalle grandi.

Successivamente a ciò, è stata definita una *misura di Stabilità e variazione nel tempo della gerarchia degli innovatori*, creando un indicatore basato sull' **Indice di Spearman**, il quale è stato calcolato come coefficiente di correlazione di Spearman tra imprese innovatrici nel 1993-2007 e imprese innovatrici nel 2008-2022.

L'indice di Spearman, chiamato anche correlazione di ranghi di Spearman è una misura di correlazione non parametrica tra due variabili ordinali. A differenza dell'indice di correlazione di Pearson, che misura la correlazione tra due variabili continue, l'indice di Spearman valuta la relazione tra i ranghi delle osservazioni delle due variabili. Pertanto, quest'indice è adatto ad analizzare la correlazione tra variabili ordinali come nel nostro caso la gerarchia delle innovatrici, la quale consiste nell'ordinamento delle imprese in posizioni gerarchiche rispetto al numero di brevetti per il singolo rango. I ranghi sono per costruzione due sottoperiodi simmetrici rispetto all'arco temporale studiato e sono stati definiti come segue:

Rango 1 =1993-2007

Rango 2 =2008-2022

L'indice di Spearman può assumere valori compresi tra -1 e 1, dove :

- -1 indica una correlazione inversa perfetta
- 0 indica l'assenza di correlazione
- 1 indica una correlazione perfetta positiva tra i ranghi delle variabili.

In conclusione, l'indice di Spearman misura se le imprese innovatrici del primo rango sono le medesime anche nel secondo, conseguentemente se vi è un alto valore (prossimo ad 1) le imprese che innovavano nel primo rango rimangono pressoché le medesime nel secondo, denotando così una alta stabilità nella gerarchia delle innovatrici. Questa fattispecie la si può legare al Pattern Schumpeteriano di Schumpeter Mark II, e viceversa per Schumpeter Mark I.

In seguito a ciò, sono state definite due *misure di Ingresso tecnologico*, denominate “**entrata**” e “**entrata PMI**” le quali misurano la quota di brevetti per imprese che applicano per la prima volta in una data classe tecnologica (Macro\_IPC) sul numero totale di brevetti nello stesso periodo. Il secondo indicatore differisce dal primo, poiché, misura la quota di richieste di brevetti solo per le società con un numero di dipendenti inferiore a 250 unità, ovvero isola il fenomeno di entrata tecnologica solo delle PMI.

Questa aggiunta rispetto alla metodologia di Malerba & Orsenigo è funzionale ai nostri fini per verificare la dimensione delle entranti e il peso delle grandi imprese nel processo di entrata tecnologica. Per costruire questi ultimi indicatori, sono state eliminate dal dataset tutte le imprese che hanno innovato e richiesto brevetto nei quattro Macro\_IPC di interesse nel periodo precedente al 1993.

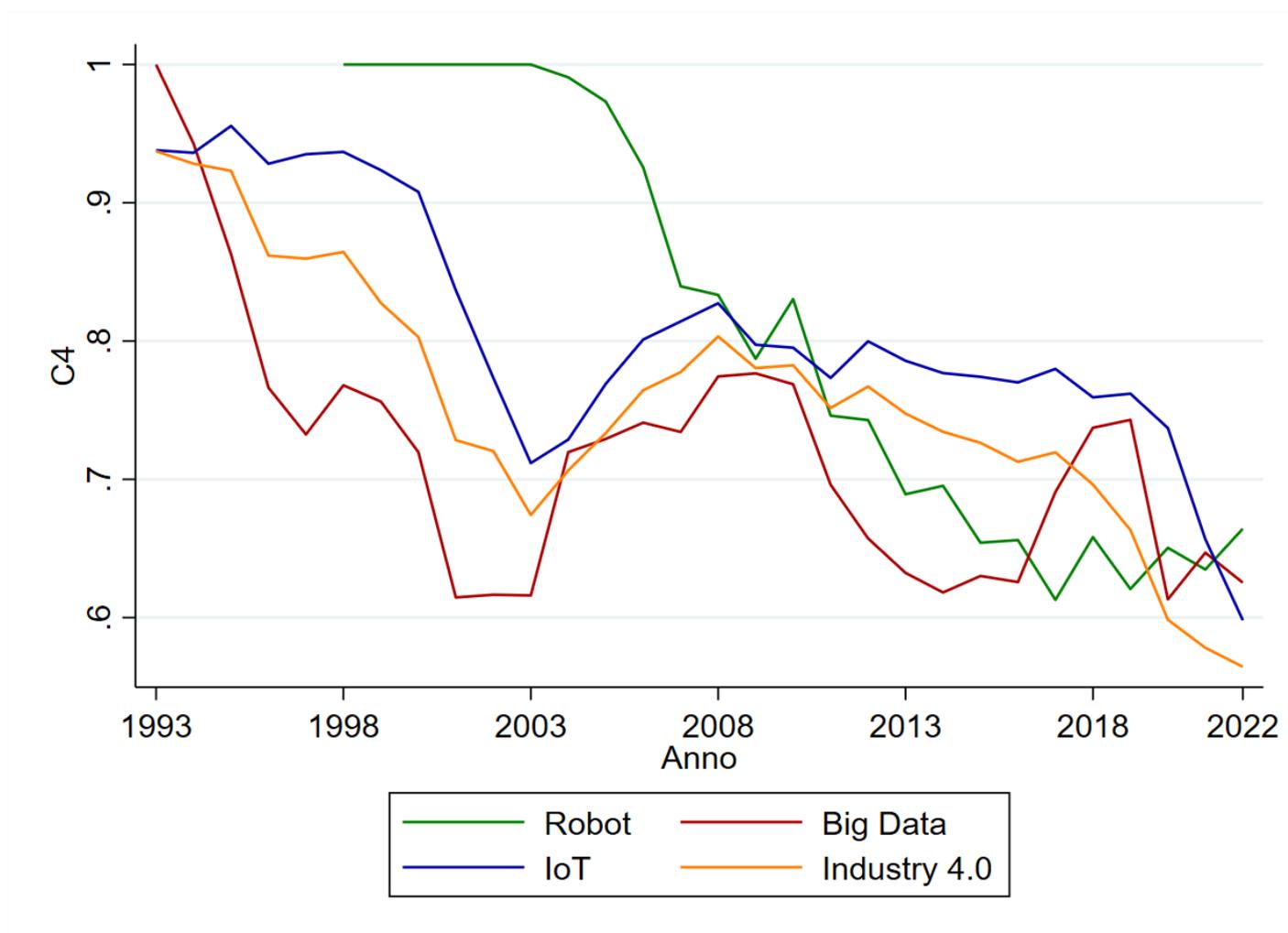
### 3.6 Analisi dei dati

In questa sezione affronteremo l'analisi del dataset come definito precedentemente, seguendo l'ordine degli indicatori nella sezione 3.5.1. L'analisi degli indicatori ha l'obiettivo di giungere ad una conclusione in termine di pattern Schumpeteriano dominante nella quarta Rivoluzione Industriale. Come sopra anticipato e al fine di attenuare l'eccessiva variabilità annuale, in tutti i grafici riportati sotto, i valori sono riportati come **media mobile triennale**. In prima analisi verranno studiati gli indicatori rispetto alle classi tecnologiche per poi passare nelle sezioni finali all'analisi in relazione alla dimensione Paese.

#### 3.6.1 C4

L'indicatore C4 rappresenta la quota di brevetti delle prime quattro imprese innovatrici rispetto al totale.

**Grafico 1: Concentrazione dei brevetti (C4) per Macroclasse**



Il Grafico 1 rappresenta il valore di C4 di diversi Macro\_IPC e l'industria 4.0, in intervalli di cinque anni tra il 1993 e 2022. La ricerca risale all'anno 2023 ma per mancanza di dati e per completezza metodologica, quest'ultimo anno non è stato preso in considerazione. Come specificato in precedenza, inoltre, il Macro\_IPC 2 riguardante la classe tecnologica relativa a Stampa 3D, non è stato riportato graficamente poiché ha un numero di osservazioni statisticamente irrilevante in questa fattispecie.

È evidenziato dal Grafico 1 un andamento simile per tutte le macroclassi di interesse, dove in primis è riscontrabile un'alta concentrazione di innovazione negli anni '90 che decresce sino a toccare il minimo relativo in concomitanza con la bolla finanziaria Dot.com del 1999/2000. In seguito, negli anni successivi è riscontrabile una tendenza di concentrazione, sino alla Crisi dei debiti sub-prime del 2008, la quale riportando incertezza a livello macroeconomico ha determinato una flessione e un processo di deconcentrazione sino agli anni contemporanei a noi. Questo andamento lascerebbe pensare all'esistenza di almeno due ondate nella brevettazione di tecnologie Industria 4.0, con un aumento del numero di imprese che brevetta in queste tecnologie (e quindi deconcentrazione) in corrispondenza dei periodi di crisi quali quelli della bolla finanziaria Dot.com (1999-2001) e quello della Crisi dei Debiti Sub-prime (2007-2008). Nel complesso, tuttavia, si può dire che l'attività innovativa rimane molto concentrata: se prendiamo l'insieme delle tecnologie Industria 4.0 nel 2022 poco meno del 60% dei brevetti prodotti nei sei grandi paesi esaminati si concentravano in 4 imprese. Più nello specifico, i primi anni del periodo di studio sono gli anni di nascita delle nuove tecnologie e coerentemente a ciò, si assiste ad una alta concentrazione negli anni precedenti al 2000, in tutte le macroclassi tecnologiche. Il peso, infatti, in termini di innovazione delle prime quattro innovatrici, ovvero il C4, si aggira all'incirca a 0.9 in tutte le macroclassi tecnologiche, ciò significa che il 90% dei brevetti nel periodo antecedente alla bolla finanziaria Dot.com era depositato da solo quattro imprese nelle varie tecnologie della quarta rivoluzione industriale. Nel periodo iniziale di sviluppo di una nuova tecnologia è naturale che vi siano andamenti di alta concentrazione dato dal carattere innovativo della stessa, che non è ancora diffusa.

In concomitanza con la Bolla finanziaria Dot.com degli anni 1999 e 2001 si evidenzia un minimo relativo al rango primo, il quale si può ipotizzare sia dettato dalla maggiore incertezza macroeconomica e finanziaria che porta le imprese in forma cautelare a ridurre le spese in R&S e conseguentemente un numero minore di brevetti depositati. Questo fenomeno è maggiormente accentuato per le grandi imprese che in relazione all'incertezza diminuiscono i brevetti depositati più delle imprese di piccole dimensioni.

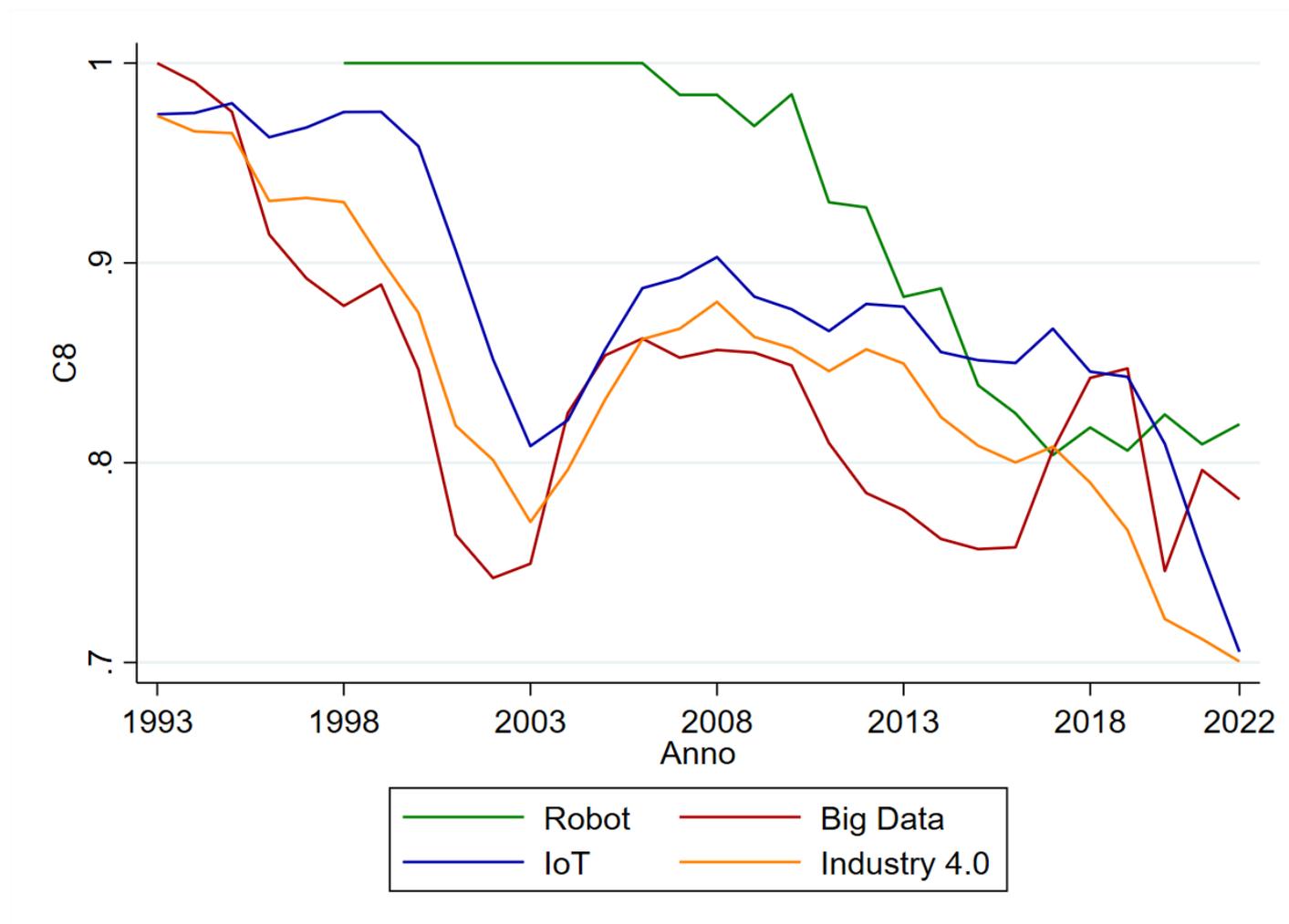
A seguito di ciò si riscontra, per tutti i Macro\_IPC una tendenza di concentrazione che riporta il valore medio di C4 nel quinquennio 2003-2008 nel range 0.7 - 0.8, sancendo che all'incirca il 70% dell'innovazione del nuovo millennio è stata generata solamente dalle prime quattro società per ogni macroclasse.

A seguito del 2008 in tutti i Macro\_IPC si riscontra un processo di deconcentrazione in C4 dovuto ipoteticamente, come in precedenza, all'incertezza macroeconomica dovuta alla Crisi dei Debiti Sub-prime che porta le grandi imprese, in modo più che proporzionale, ad investire meno in R&S e conseguentemente depositare meno brevetti, perdendo così quota rispetto al totale. Una deconcentrazione ancor più marcata nel secondo rango è evidenziata nel Macro\_IPC 3 (Big Data) negli anni asseribili alla crisi pandemica Covid-19. Si può concludere che dall'inizio della quarta rivoluzione industriale, si è riscontrato un peso significativo nel processo di innovazione delle prime quattro società innovative in tutte le macroclassi da noi studiate e conseguentemente l'andamento del C4 è simile per tutti i Macro\_IPC e la volatilità e fluttuazioni possono essere spiegate ipoteticamente da eventi macroeconomici e dall'incertezza.

### 3.6.2 C8

L'indicatore C8 rappresenta la quota di brevetti delle prime otto imprese innovatrici rispetto al totale. È una misura più ampia rispetto al C4 utile per avere una visione più completa della concentrazione. Le medesime considerazioni, in merito all'esclusione del Macro\_IPC 2 e alla semplificazione della rappresentazione con le medie mobili, si attuano anche in questa fattispecie.

**Grafico 2: Concentrazione dei brevetti (C8) per Macroclasse**



Per costruzione, il C8 ha un andamento simile a C4, ma evidenzia una minore volatilità e minore sensibilità rispetto agli shock macroeconomici. Infatti, come evidente nel Grafico 2, la quota di brevetti delle prime otto imprese innovatrici varia nel range compreso tra 100% e 70% rispetto al totale.

Inoltre, come in precedenza, si denota un andamento molto simile in tutte le classi tecnologiche della quarta Rivoluzione Industriale ed un peso rilevante di poche società sul totale dei brevetti depositati.

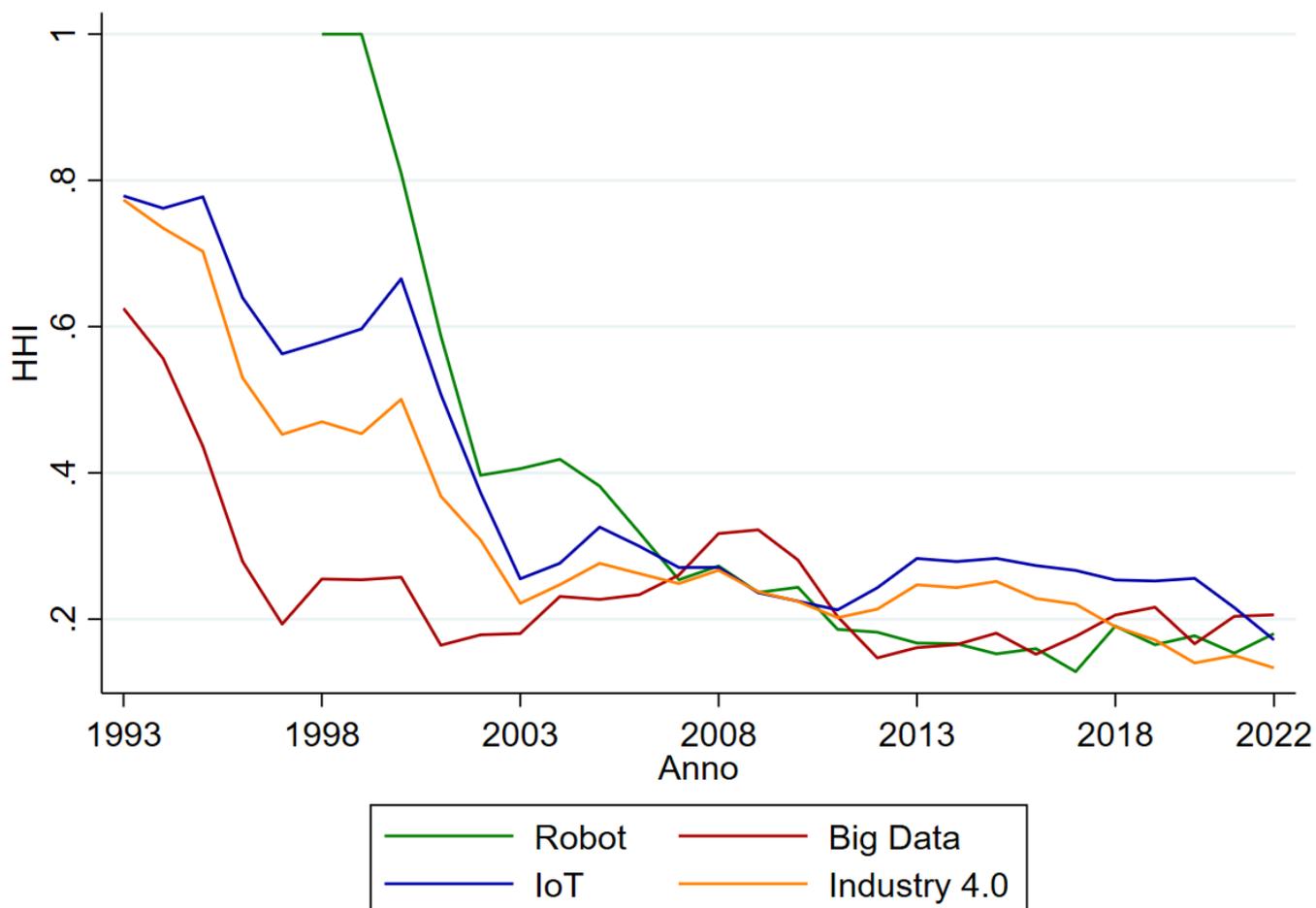
Si può sintetizzare che l'indicatore C8, ha rafforzato le considerazioni precedentemente fatte con C4, in merito al ruolo importante e preponderante di poche imprese nell'attività innovativa della quarta Rivoluzione Industriale.

### 3.6.3 Herfindahl-Hirschman Index – HHI

Concludendo gli indicatori di concentrazione dell'innovazione, in questa sezione verranno analizzati i risultati derivanti dall'applicazione dell'Indice di Herfindahl-Hirschman (HHI) all'attività innovativa dei brevetti delle diverse macroclassi.

Per comprendere il metodo di calcolo dell'HHI si rimanda alla sezione 3.5.1.

**Grafico 3: HHI per Macroclasse**



L'Indice di Herfindahl-Hirschman, coerentemente con quanto visto con gli altri indicatori di concentrazione, mostra il medesimo andamento per tutte le classi tecnologiche, dove nei primi anni di vita dell'industria vi è un'alta concentrazione dell'innovazione che diminuisce negli anni a seguire.

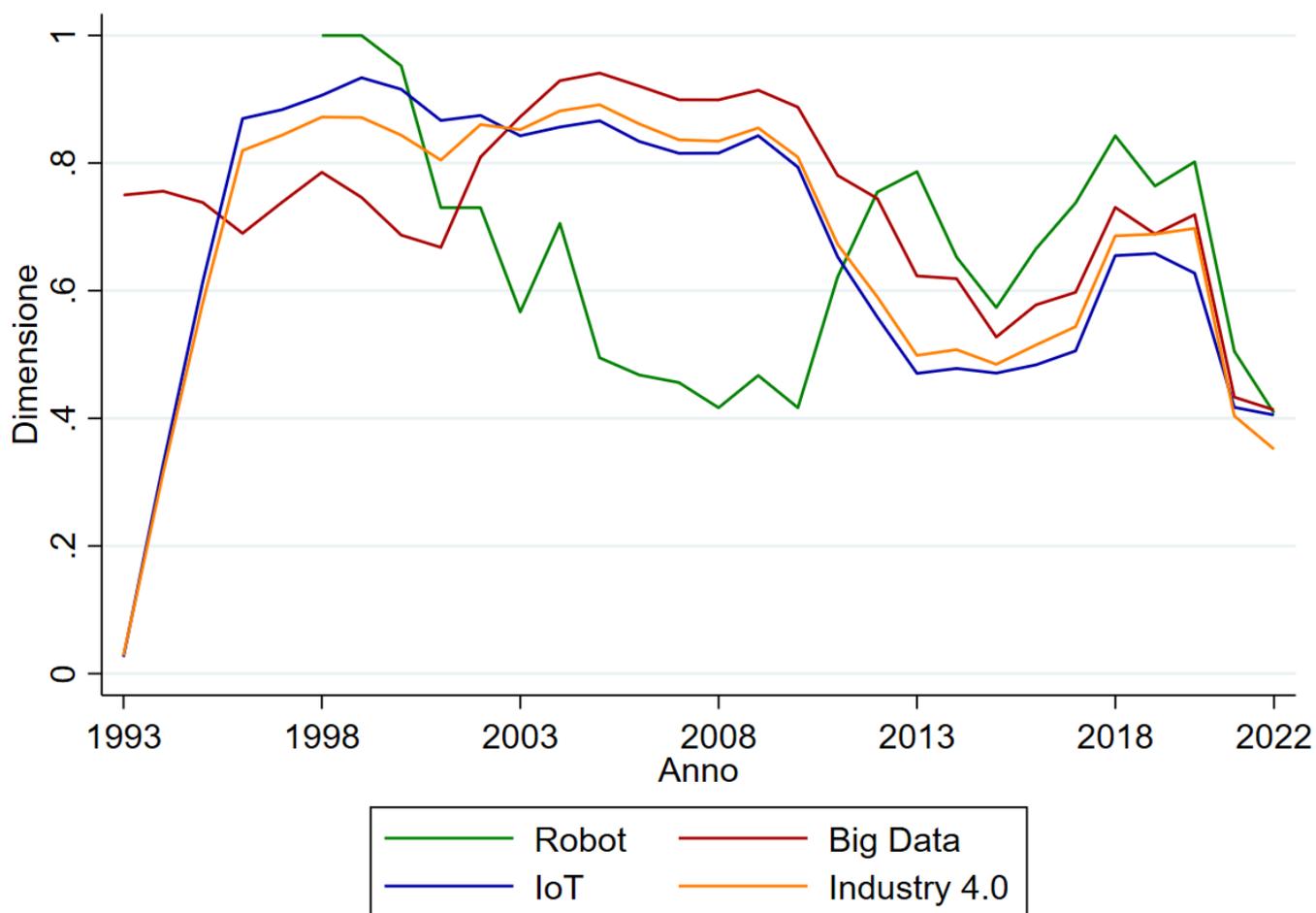
I valori minimi sono stati registrati a seguito delle crisi finanziarie degli anni 2000, 2008, 2020 e questo potrebbe esser spiegato dal fatto che le grandi imprese abbiano investito meno capitale in R&S e/o le piccole imprese abbiano visto un momento propizio per entrare tecnologicamente e richiedere di depositare brevetti. Si denota, inoltre, che il Macro\_IPC 4 (IoT) risulta essere mediamente più concentrato delle altre macroclassi, bensì abbia risposto alla crisi pandemica del 2020 con un andamento di deconcentrazione, opposto rispetto agli altri Macro\_IPC.

Concluse le considerazioni in termini di concentrazione dell'innovazione, in seguito verrà studiato l'indicatore "Dimensione" per comprendere al meglio la natura delle imprese che innovano.

### 3.6.4 Dimensione delle Imprese Innovatrici

L'indicatore "Dimensione" rappresenta, la quota di brevetti richiesti dalle imprese con più di 250 dipendenti rispetto al totale dei brevetti per ogni anno e per ogni singola macroclasse di interesse.

**Grafico 4: Dimensione delle imprese innovatrici per Macroclasse**



Il Grafico 4, mostra che le grandi imprese rappresentano una porzione rilevante delle imprese che richiedono brevetti nelle classi tecnologiche della quarta rivoluzione industriale. Infatti, nei primi anni di sviluppo delle tecnologie, il peso delle grandi imprese in relazione al totale dei brevetti era compreso tra 90% e 70%, mentre nel 2022 si arriva a circa il 40% del totale.

La linea arancione, raffigurante l'andamento aggregato delle macroclassi, potrebbe confermare le ipotesi fatte in precedenza, in merito alla concentrazione dell'innovazione. Infatti, se ci si sofferma ad analizzare la quota di brevetti delle grandi imprese, è possibile denotare che queste, a seguito delle crisi finanziarie degli anni 2000, 2008 e della crisi pandemica del 2020 abbiano raggiunto i valori minimi. Si potrebbe ricercare la causa di tale diminuzione nell'incertezza creatasi a seguito degli shock macroeconomici.

E' inoltre interessante evidenziare come il Macro\_IPC 1 (Robotica), raffigurato con la linea verde, a seguito della diminuzione dei primi anni 2000 abbia registrato un andamento dell'indicatore opposto rispetto alle altre macroclassi, denotando che le grandi imprese in questa macroclasse tecnologica abbiano avuto difficoltà a

recuperare quota rispetto agli altri Macro\_IPC. L'andamento dell'indicatore Dimensione per il Macro\_IPC 1 riprende un corso simile alle altre tecnologie dal 2013 sino alla fine del periodo studiato.

Si rimanda, dunque, alla futura ricerca il compito di cercare una spiegazione all'anomalia registrata nei primi anni 2000 della classe tecnologica Robotica rispetto alla quota di brevetti delle grandi imprese sul totale.

### 3.6.5 Indice di Spearman

L'Indice di correlazione di Spearman è stato calcolato sulle posizioni nella gerarchia dell'innovazione tra due sottoperiodi (ranghi) simmetrici 1993/2007 e 2008/2022, per poter comprendere se sussista nella quarta Rivoluzione Industriale una gerarchia stabile nel tempo. Per gerarchia dell'innovazione si intende una disposizione in modo decrescente delle imprese rispetto ai brevetti pubblicati. Se nel tempo la gerarchia rimane pressoché invariata, ciò denoterebbe una posizione di dominanza delle stesse imprese in termini di pubblicazione di brevetti nel corso degli anni.

Maggiore è la correlazione tra le gerarchie dei due ranghi maggiore è la persistenza nel tempo della rilevanza delle stesse imprese in termini di brevettazione.

Nella tabella 15 , vengono riportati i valori dell'Indice di Spearman per Macro\_IPC e n° of Industry 4.0.

**Tabella 15 - Indice di Spearman per Macroclasse**

	Coefficiente	P-value	Osservazioni
Robot	0.9236	0	1008
3D Printing	0.4909	0	616
Big Data	0.8823	0	18032
IoT	0.8741	0	20552
Industry 4.0	0.8604	0	33656

Dalla tabella 15 si evince un alto valore di Spearman per tutte le classi tecnologiche, salvo fatta eccezione per Macro\_IPC 2 (Stampa 3D), il quale, come sancito in precedenza, non è rilevante statisticamente.

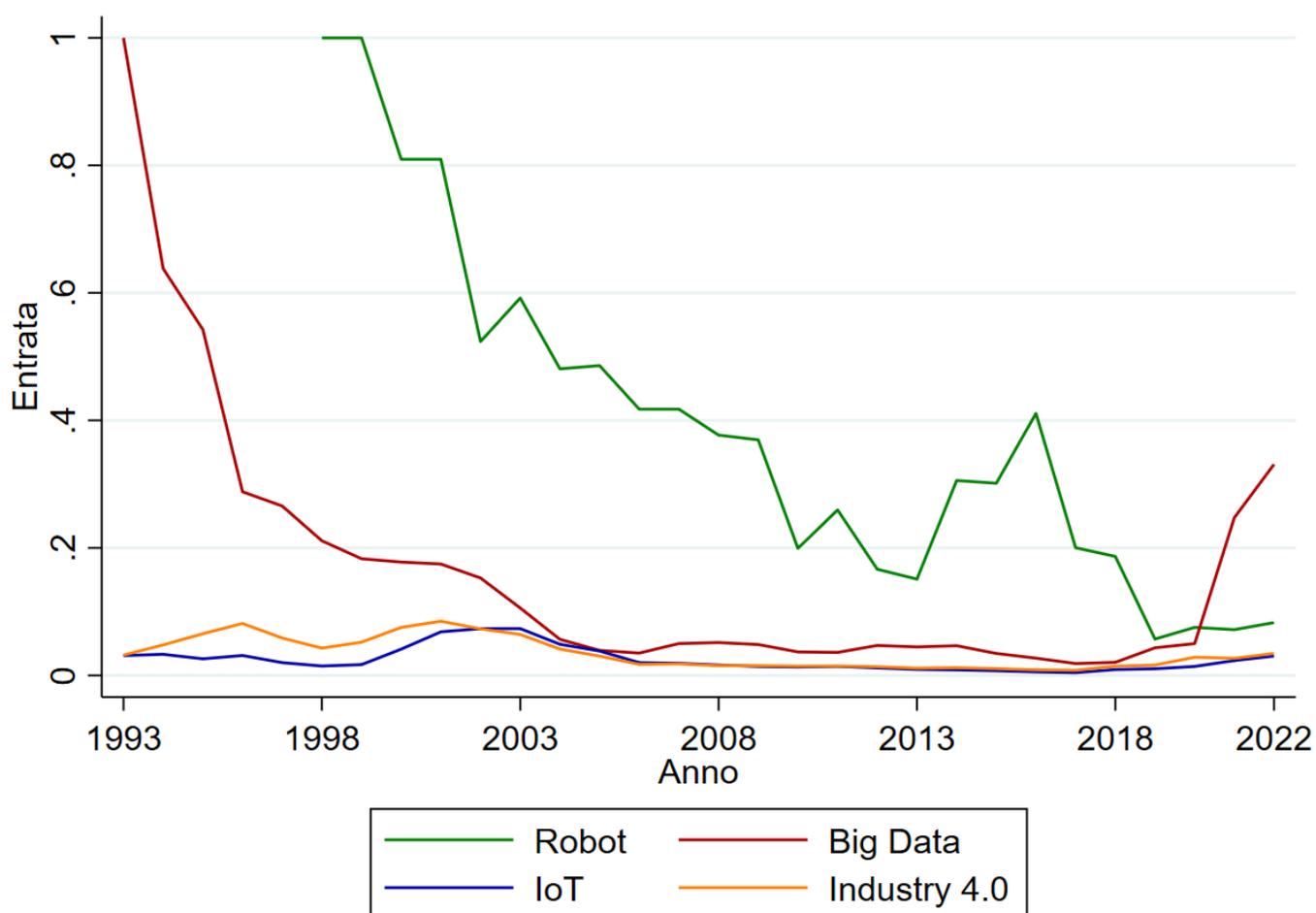
Un alto livello dell'indicatore indica che nel corso degli anni, all'interno della quarta Rivoluzione Industriale sono pressoché le medesime imprese a pubblicare brevetti nel corso del tempo.

In conclusione, un'alta stabilità della gerarchia degli innovatori pone i presupposti per identificare un modello d'innovazione Schumpeter Mark II all'interno dell'industria 4.0. Infatti, il comportamento evidenziato nel tempo dell'attività innovativa ricorda la *metafora della porta girevole*, ove sono sempre le medesime imprese nel corso del tempo a creare innovazione in un processo di continua accumulazione creativa.

### 3.6.6 Entrata tecnologica

In questa sezione affronteremo l'analisi delle due misure di entrata tecnologica definite **“entrata”** ed **“entrata PMI”** le quali misurano la quota di brevetti per imprese che applicano per la prima volta in un dato Macro\_IPC. L'entrata tecnologica è oggetto di studio sia nel suo complesso che nella sua forma specifica, poiché è uno strumento efficace per comprendere se siano le nuove entranti o le “incumbent” (imprese preesistenti) a creare innovazione tecnologica.

**Grafico 5: Entrata tecnologica per Macroclasse**



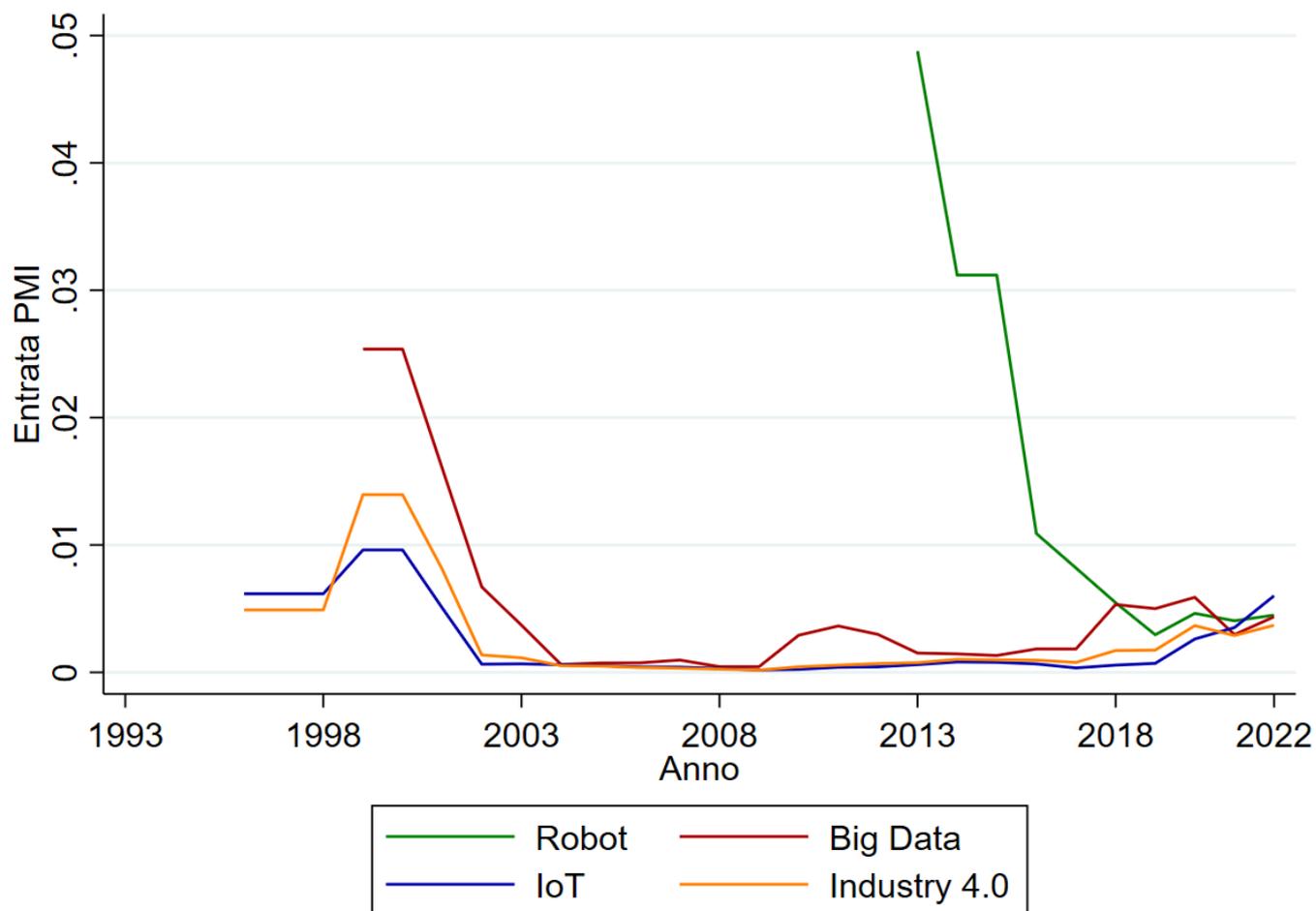
Il Grafico 5 evidenzia una riduzione costante della quota di brevetti delle imprese entranti rispetto al totale. Ciò è fortemente coerente con l'alto valore dell'Indice di Spearman, denotando che la maggiore stabilità nella gerarchia nel tempo è correlata con un basso tasso di entrata tecnologica.

Il nesso di causalità che intercorre tra la gerarchia e l'entrata tecnologica non è oggetto d'esame in questo studio. Si ipotizza che le incumbent siano riuscite nel corso degli anni a creare delle barriere all'ingresso tali da disincentivare un'entrata tecnologica nelle macroclassi prese in considerazione.

Per avere un livello di dettaglio maggiore in merito a tale entrata tecnologica è stato creato l'indicatore **“entrata PMI”**, il quale viene calcolato come la quota dei brevetti richiesti per la prima volta in un determinato Macro\_IPC dalle imprese con numero di dipendenti inferiore a 250.

Quest'indicatore ha l'obiettivo di evidenziare la percentuale di piccole e medie imprese che attuano un'entrata tecnologica rispetto al totale, per ogni Macro\_IPC.

**Grafico 6: Entrata PMI per Macroclasse**



Il Grafico 6 mostra come le piccole e media imprese rappresentino mediamente solo il 10% dell'entrata tecnologica, e conseguentemente l'entrata tecnologica è attuata mediamente per il 90 % da grandi imprese. Infatti, guardando all'asse verticale del Grafico 6 si nota come i valori varino tra 0.01 e 0.03, ovvero una percentuale molto irrisoria rispetto all'entrata tecnologica in Grafico 5.

I fenomeni di entrata tecnologica caratterizzati da imprese con grandi dimensioni è in sintonia con un'entrata per diversificazione rispetto al core business.

### 3.7 Interpretazione degli Indicatori e Pattern Schumpeteriani

Successivamente all'analisi dei singoli indicatori, è possibile trarre delle conclusioni sulla natura dell'innovazione nella quarta Rivoluzione Industriale.

Per sintetizzare, ricordiamo che sono stati registrati dei valori alti di C4 e C8 identificando un'alta concentrazione dell'innovazione in tutti i Macro\_IPC dell'industria 4.0, oltre ad un ruolo significativo delle grandi imprese nella creazione di innovazione e brevetti, ed un'alta stabilità della gerarchia dell'innovazione.

Dall'altro canto si evidenzia un'entrata tecnologica in diminuzione nel corso del tempo e mossa dalle grandi imprese.

Le imprese innovatrici sono sempre le medesime nel corso del tempo, accumulano conoscenze ed erigono barriere all'entrata per i nuovi innovatori, portando così ad un settore fortemente dipendente da poche grandi imprese che innovano continuamente mediante un processo di *accumulazione creatrice*.

Questi elementi presi in esame congiuntamente pongono le basi per valutare le tecnologie della quarta Rivoluzione Industriale all'interno del Pattern **Schumpeter Mark II** o anche definito **regime routinizzato o modello deepening**.

Le tecnologie dell'industria 4.0 essendo asseribili al modello **Schumpeter Mark II**, sono rappresentabili dalla **metafora della porta girevole**, dove le imprese che tentano un'entrata tecnologica escono poco tempo dopo sopraffatte dalle conoscenze accumulate delle imprese preesistenti o incumbent.

La base analitica per sostenere la metafora della porta girevole si ha in parte nell'indicatore di Spearman sulla stabilità della gerarchia dell'innovazione, il quale mostra che, nel corso dell'ultimo trentennio circa, sono sempre le medesime società ad innovare indipendentemente dalle macroclassi tecnologiche.

Infine un elemento importante da evidenziare è che indipendentemente dai Macro\_IPC presi in considerazione l'andamento degli indicatori costruiti è simile per tutti. Ciò ci porta a pensare di aver identificato le classi brevetto in modo efficace poiché tutte sono accumulate dal carattere innovativo della quarta Rivoluzione Industriale, caratterizzato dal modello **Schumpeter Mark II**.

### 3.8 Indicatori e Dimensione Paese

Malerba & Orsenigo, oltre a classificare le macroclassi tecnologiche, hanno dimostrato l'indipendenza dei Pattern Schumpeteriani dalla dimensione Paese. Ovvero, indipendentemente dal Paese di interesse l'andamento dell'innovazione di una tecnologia rimane pressoché invariato, salvo eccezioni fatte in merito a Sistemi Nazionali di Innovazione che determinano alcune differenze strutturali.

All'interno del nostro studio, per completezza metodologica, vi è intenzione di replicare tale analisi e comprendere se anche nella nostra fattispecie sussista indipendenza tra i modelli di innovazione Schumpeteriani e la dimensione Paese, per *Stati Uniti, Gran Bretagna, Germania, Italia, Francia e Giappone*. Sono stati studiati gli indicatori, precedentemente analizzati, per i 6 Paesi presi in esame, considerando la classe tecnologica aggregata *n° of Industry 4.0* tale da poter comparare più facilmente l'andamento tra i vari Paesi e attuare le corrette considerazioni. Nello specifico, in questa sezione verranno presentati i valori medi dei vari indicatori per ogni Paese per l'intero periodo di studi 1993-2022, fatta eccezione per l'Indice di Spearman il quale per costruzione è calcolato su due sottoperiodi.

È doveroso specificare che all'interno delle prossime tabelle il comportamento dell'Italia, è fortemente anomalo a causa del numero basso di osservazioni presenti nel nostro dataset, che portano a considerare i suoi valori come poco statisticamente significativi rispetto ad altri Paesi.

L'analisi dell'innovazione per Paese segue l'ordine di trattazione della sezione 3.5.1, incominciando, dunque, dalla trattazione degli indicatori di *concentrazione dell'innovazione*.

**Tabella 16 - Concentrazione dei brevetti per Paese**

	USA	GB	GER	ITA	FRA	JP
C4	0.856	0.873	0.896	1	0.939	0.816
C8	0.909	0.962	0.951	1	0.985	0.928
HHI	0.475	0.375	0.432	0.402	0.509	0.253

La tabella 16 raffigura il valore medio C4, C8 e HHI per tutti i Paesi presi in considerazione.

La tabella 16 mostra come nel periodo 1993-2022 la quarta Rivoluzione Industriale si sia sviluppata nei vari Paesi con in media un'alta concentrazione dell'attività innovativa in poche imprese. Nello specifico, nel corso del tempo, in tutti i Paesi, più del 80% dei brevetti è stato pubblicato da solo quattro imprese, ed inoltre, tale percentuale aumenta nel caso si osservi l'indicatore C8, arrivando a valori superiori al 90%.

In aggiunta, osservando l'Indice HHI si può notare un andamento simile per tutti i Paesi, fatta eccezione per il Giappone (JP). Elemento particolare da evidenziare, è, infatti, la bassa concentrazione sin dall'inizio del periodo di studi del Giappone, che potrebbe significare che le tecnologie dell'Industria 4.0 siano nate prima che rispetto agli altri Paesi. Questo paese era già leader nell'elettronica di consumo negli anni '80 del secolo scorso e questo fattore può aver contribuito a mantenere un maggior numero di imprese in grado di sviluppare le nuove tecnologie in esame.

Per ulteriori livelli di dettaglio si rimanda ai Grafici 1, 2, 3 in Appendice.

Come precedentemente analizzato per singole classi tecnologiche, si può concludere che anche in questa fattispecie, indipendentemente dal Paese vi sia una alta concentrazione innovativa in poche imprese.

In seguito a ciò, analizziamo l'indicatore "Dimensione" per Paese, anticipando che questo indicatore è il più sensibile alle caratteristiche specifiche del Paese e conseguentemente porta a maggior difficoltà di lettura.

**Tabella 17 - Dimensione delle imprese innovatrici per Paese**

	USA	GB	GER	ITA	FRA	JP
Dimensione	0.686	0.224	0.754	0.294	0.410	0.766

Ad esempio, l'Italia che prima presentava alti indici di concentrazione ora presenta un valore basso di brevetti richiesti da imprese con più di 250 addetti. Questo è ovviamente spiegato dalla struttura industriale del nostro paese e conferma quanto si va dicendo negli studi degli ultimi anni sul quarto capitalismo in Italia (Castellani e Pompei, 2013), vale a dire che il vero motore dell'innovazione e della crescita in questo paese sono le medie imprese che non vengono catturate da questo indice. La Gran Bretagna e la Francia per certi versi sembrano affidarsi anche loro ad imprese più piccole e specializzate per le attività innovative concentrate su industria 4.0, mentre Stati Uniti, Germania e Giappone mostrano coerentemente con il pattern Schumpeter Mark II, che sono le grandi imprese a brevettare maggiormente in queste tecnologie.

Continuando la nostra analisi dell'innovazione in relazione alla dimensione Paese, in seguito verranno riportati gli Indici di Spearman dei singoli Paesi, i quali sono stati calcolati secondo il medesimo procedimento, come riportato precedentemente nella sezione 3.5.1.

**Tabella 18 - Indice di Spearman per Paese**

	Coefficiente	P-value	Osservazioni
Stati Uniti	0.8584	0	21056
Gran Bretagna	0.6207	0	1624
Germania	0.8057	0	2128
Italia	1.00*	0	280
Francia	0.9444	0	1120
Giappone	0.8650	0	7280

Nella tabella 18 possiamo osservare un valore alto e positivo dell'Indice di Spearman per tutti i Paesi, ciò conferma che, indipendentemente dalla dimensione Paese, l'industria 4.0 ha un carattere transnazionale e vi è una alta stabilità nella gerarchia degli innovatori per tutti i Paesi. È doveroso specificare, però, che anche in questa fattispecie, l'Italia non è particolarmente statisticamente rilevante avendo come numero di osservazioni un valore eccessivamente ridotto, pari a 280.

Questo risultato conferma che indipendentemente dal Paese preso in esame nel corso del tempo sono sempre le medesime aziende a creare innovazione e pubblicare brevetti nelle macroclassi tecnologiche dell'ultima Rivoluzione Industriale.

Proseguendo la nostra analisi, in seguito vengono riportati nella tabella 19 i due indicatori di entrata tecnologica suddivisi per dimensione Paese.

**Tabella 19 - Entrata tecnologica ed Entrata PMI per Paese**

	USA	GB	GER	ITA	FRA	JP
Entrata	0.029	0.455	0.124	0.934	0.337	0.059
Entrata PMI	0.003	0.107	0.042	0.611	0.043	0.002

All'interno della tabella 19 si evidenzia che il valore dell'entrata tecnologica delle piccole e medie imprese (Entrata PMI), fatta eccezione per l'Italia, è irrisorio rispetto all'entrata tecnologica nel suo complesso e rappresenta una quota trascurabile del totale. Inoltre, attraverso un'approfondita analisi dei dati per alcuni tratti è emerso che l'indicatore Entrata PMI sia inesistente all'interno del periodo di studi analizzato. Ciò evidenzia che indipendentemente dalla dimensione Paese l'entrata tecnologica nell'industria 4.0 è attuata da grandi imprese e non da piccole e medie, confermando ciò che è stato visto in precedenza in relazione ai Macro\_IPC. Questo vale soprattutto per Francia e Gran Bretagna, che presentano un tasso di entrata non trascurabile (0.337 e 0.455, rispettivamente). Invece in coerenza stringente con il modello Schumpeter Mark II, USA, Germania e Giappone presentano nel complesso tassi di entrata tecnologica trascurabili. In questo caso, rispetto a quanto sancito in precedenza, possedere una quota di brevetti elevata rispetto al totale determina una vera e propria "barriera all'ingresso tecnologico" per i nuovi innovatori, i quali sono connotati da un'ampia dimensione. Tale considerazione denota che la conoscenza e il know-how della quarta Rivoluzione Industriale sono caratterizzati da un processo di *accumulazione creativa* e da un *regime routinizzato* indipendentemente dalla regione geografica d'interesse.

Si può dire quindi che in linea generale, le nuove tecnologie industria 4.0 sembrano basarsi su un pattern Schumpeter Mark II, che è confermato per tutti i paesi riguardo alla alta concentrazione e forte stabilità delle imprese innovative. Tuttavia Francia, Gran Bretagna e soprattutto Italia sembrano discostarsi dal modello Schumpeter Mark II fondato sulle grandi imprese e sembra suggerire che per queste tecnologie una accumulazione creativa può avvenire anche in imprese più piccole, presumibilmente medie imprese.

## Conclusioni

L'innovazione tecnologica è stata trattata nel primo capitolo nella sua dimensione temporale, enunciando e analizzando nella letteratura scientifica diversi studiosi che nel tempo hanno generato periodizzazioni differenti ed in alcuni casi in contrasto tra loro.

Lo studio della dimensione temporale è stato efficace, ai fini della nostra analisi, per circoscrivere nel miglior modo l'intervallo di tempo di nostro interesse. Infatti, lo studio si è concentrato nel periodo temporale che rientra nella periodizzazione della quarta Rivoluzione Industriale, ovvero dai primi anni '90 del secolo scorso ad oggi. Quest'ultima è stata presa in considerazione per poter comprendere al meglio i processi innovativi sottostanti nell'attualità e per ampliare la letteratura preesistente sugli studi delle Rivoluzioni tecnologiche.

L'innovazione tecnologica si articola non solo nel tempo ma anche nello spazio, ovvero nelle industrie, e questa consapevolezza ha spinto alla stesura del secondo capitolo in cui è stato trattato il pensiero e il contributo di diversi autori che analizzano come l'attività innovativa si sviluppi e si articoli nei settori industriali, avendo una particolare attenzione per i Pattern Schumpeteriani d'Innovazione e lo studio di Malerba & Orsenigo (1997).

Nel capitolo finale, si è cercato di mettere in luce in modo graduale i contributi offerti dagli argomenti di studio alla letteratura esistente, adottando la metodologia di Malerba & Orsenigo e applicandola alla Nuova Rivoluzione Industriale 4.0 all'interno di un periodo di studi compreso tra il 1993 e 2022. In questa fase conclusiva, al fine di fornire una visione completa e chiara, verranno ripresi e analizzati alcuni dei risultati ottenuti in termini di apporti innovativi alla ricerca.

Questo studio rientra all'interno della letteratura che abbraccia il pensiero neo-schumpeteriano e che tenta di comprendere se determinate classi tecnologiche possano rientrare nei pattern Schumpeter Mark I o Schumpeter Mark II.

All'interno dell'ultimo capitolo sono state definite le macroclassi di interesse della quarta Rivoluzione Industriale e sono state analizzate studiando i brevetti selezionati sul database Orbis Bureau van Dijk, identificando complessivamente 1479 imprese innovatrici e 20154 brevetti.

Nello specifico, all'interno della nostra ricerca sono stati creati e rappresentati degli indicatori di *concentrazione* dell'innovazione, di *dimensione* delle imprese innovatrici, di *stabilità della gerarchia* degli innovatori ed infine di *entrata tecnologica* per i 6 Paesi presi in considerazione da Malerba & Orsenigo, ovvero, *Italia, Germania, Francia, Regno Unito, Stati Uniti d'America e Giappone*. Rispetto alla metodologia preesistente, per ottenere un livello di dettaglio maggiore, sono stati creati ulteriori indicatori di concentrazione dell'innovazione, ovvero *C8*, e di entrata tecnologica, ovvero *entrata PMI*.

Il nostro studio ha evidenziato che nelle classi tecnologiche selezionate - *Robotica, Big Data e IoT* - sussista un'alta concentrazione dell'attività innovativa nelle prime quattro ed otto imprese nel corso del tempo.

Inoltre, vi è un ruolo molto rilevante delle grandi imprese sulla quota di brevetti totale, ed una alta stabilità della gerarchia dell'innovazione.

D'altro canto è stata evidenziata una diminuzione delle imprese entranti tecnologicamente nel corso del tempo e una grande dimensione di queste.

L'insieme e l'analisi congiunta di questi risultati porta questo studio a considerare le tecnologie della quarta Rivoluzione Industriale - *Robotica, Big Data e IoT* - come ascrivibili al modello **Schumpeter Mark II**.

Infatti, secondo questo modello, vi è una alta concentrazione dell'attività innovativa, le imprese innovatrici sono sempre le medesime nel corso del tempo e sono caratterizzate da una dimensione media molto importante, ed, inoltre, le entranti diminuiscono nel tempo disincentivate e svantaggiate da un processo di accumulazione creativa attuato dalle imprese preesistenti.

Tutto ciò è fortemente coerente con quanto evidenziato nella letteratura sulla diffusione delle innovazioni della quarta Rivoluzione Industriale e sul loro favorire forti fenomeni di dualismo tra le imprese operanti nelle stesse industrie (Andrews et al., 2019).

L'analisi è proseguita, in linea con quella di Malerba & Orsenigo, nell'individuare una regolarità dei modelli di innovazione indipendentemente dalla regione geografica presa in esame.

Per fare ciò, sono stati scomposti i singoli indicatori visti in precedenza per i 6 Paesi e sono state aggregate le singole classi tecnologiche per poter aver un miglior ordine di confronto.

Quest'ultima fase della nostra ricerca ha verificato una regolarità della macroclasse tecnologica aggregata in tutti i Paesi, confermando quanto dimostrato da Malerba & Orsenigo sui sistemi settoriali dell'innovazione.

Si può, dunque, concludere che l'innovazione della quarta Rivoluzione Industriale è diffusa tra i vari paesi industrializzati ed è caratterizzata da un modello d'innovazione ben specifico, che è rappresentato dal modello Schumpeter Mark II, o anche detto Regime Routinizzato o Modello *Deepening*.

Lo studio attuato è dunque riuscito a osservare empiricamente, tra i vari settori e tra i vari Paesi, modelli di innovazione simili che si avvicinano maggiormente ad un singolo ben specifico modello d'innovazione.

Si rimanda alla futura ricerca il compito di definire codici brevetto specifici ed univoci per l'Intelligenza Artificiale e per il Cloud Computing , tali da poterli includere nelle ricerche sui modelli d'innovazione futura.

Si rimanda, inoltre, alla futura ricerca il compito di ampliare lo studio effettuato ad altri Paesi per verificarne le regolarità ed i singoli modelli d'innovazione per poter trarre in futuro delle consapevoli decisioni di politica economica tali da sviluppare circoli virtuosi di sviluppo innovativo.

Kaloian Stanimirov Gueorguiev



# Bibliografia

- Andrews, D., Criscuolo, C. & Gal., P.N., (2019). The Best versus the Rest: Divergence across Firms during the Global Productivity Slowdown. CEP Discussion Paper No 164.
- Ardito, L., D'Adda, D., & Petruzzelli, A. M. (2018). Mapping innovation dynamics in the Internet of Things domain: Evidence from patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 317–330.
- Arrow, Kenneth J. (1962) 'Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention', in R.R. Press.
- Arthur, W B. 1988. "Competing technologies: an overview,p. 590-607, Columbia University Press and Printer
- Audretsch, David B. (1991) 'New-Firm Survival and the Technological Regime', *Review of Economics and Statistics* , 60, 441-450.
- Audretsch, David B. (1995) 'Innovation, Growth and Survival', *International Journal of Industrial Organization* , 13.
- Berlin, I. 1996. *The Sense of Reality: Studies in Ideas and Their History*. London: Chatto and Windus.
- Bessant & Rush, 2012. "Developing Innovation Capability: Meeting the Policy Challenge", Anthem Press.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company.
- CASTELLANI, Davide, POMPEI, Fabrizio (2013). La dimensione internazionale delle imprese. Le medie imprese del quarto capitalismo. In: Agenzia Umbria Ricerche. L'Umbria tra crisi e nuova globalizzazione. Rapporto Economico e Sociale 2012/2013. vol. Rapporto Economico e Sociale 2012-2013, p. 107-149, PERUGIA:Agenzia Umbria Ricerche, ISBN: 978-88-97448-06-8
- Castells, M.1996. "The Information Age: Economy, Society and Culture" computerisation?' Oxford Working Paper Sept. 17 Oxford Martin Programme / Published as a journal article in 2017 in *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 114, 2017, 254-280.
- Corradini C. and Santini E. & Vecciolini C. 2021 in "The geography of Industry 4.0 technologies across European regions" Pages 1667-1680 | Received 29 May 2020, Published online: 04 Mar 2021
- Davis, N. (2016) 'What is the fourth industrial revolution?', *Global Agenda*, World Economic Forum website, published online January 16th at <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-fourth-industrial-revolution/>
- Dosi, G. (1982) "Paradigmi tecnici e traiettorie tecnologiche: una proposta di interpretazione delle determinanti del cambiamento tecnico, *Research Policy*, vol2. n°3, 147-162.
- Dosi, G. and L. Soete. (1988) "Technical Change and International Trade". London: Pinter.

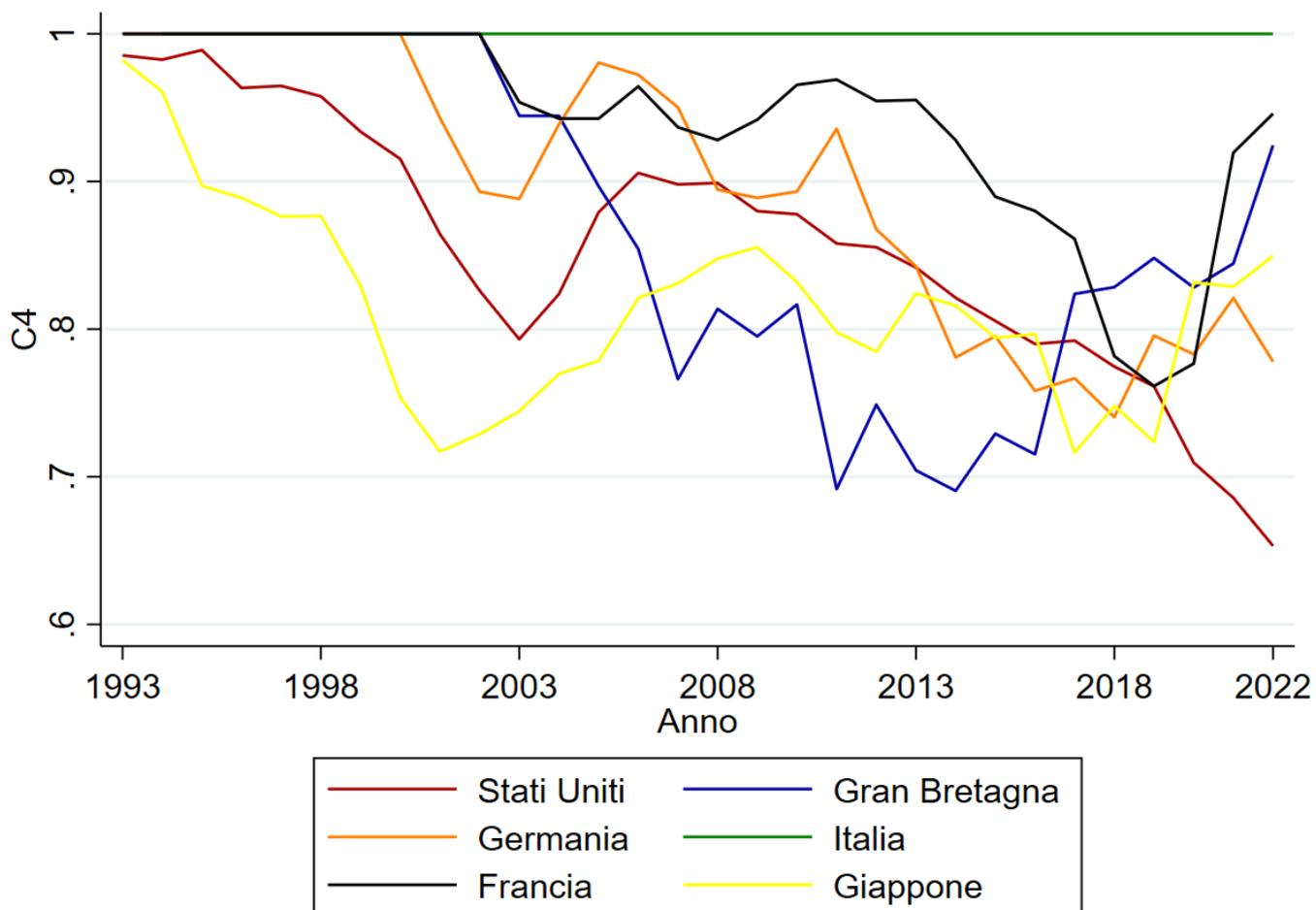
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete, L. (1988) *Technical Change and Economic Theory*. London, New York: Pinter.
- Drechsler, W. and Kattel, R. and Reinert, E. (2009) “Techno-Economic Paradigms Essays in Honour of Carlota Perez” Anthem Press.
- Freeman C. 2012 “Techno-Economic Paradigms Essays in Honour of Carlota Perez” Published online by Cambridge University Press: 05 March 2012 Wolfgang Drechsler, Reiner Kattel And Erik Reinert
- Freeman, C. 1987. “Politica tecnologica e risultati economici: Lessons from Japan, Londra, Pinter.
- Freeman, C., Clark, J. and Soete, L. (1982) *Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves in Economic Development*. London: Pinter Basic Books.
- Freeman, C. 2009. “Schumpeter’s Business Cycles and Techno-Economic Paradigms”, in “Techno-Economic Paradigms Essays in Honour of Carlota Perez” , Anthem Press.
- Frey, C.B. and Osborne, M. (2013) ‘The Future of Employment: How susceptible are jobs to
- Garvaglia C. 2014, “Analisi delle determinanti dell’entrata di nuove imprese nei settori industriali: una rassegna” pp.1-42; Liuc papers, 144, Università Carlo Cattaneo - LIUC;
- Gelderen, J. van (1913:1996) ‘Springtide: Reflections on Industrial Development and Price Movements’ in Freeman. C. (ed.) (1996) *Long Wave Theory*. Cheltenham: Elgar.
- Gutiérrez-Barbarrusa, T. 2019. ‘The interpretation of the cyclical history of capitalism. A comparison between the neo-Schumpeterian and social structure of accumulation (SSA) approaches in light of the long wave theory’, *Journal of Evolutionary Economics* Published online: 30 July 2019.
- Jevons, W.S. (1884) *Investigations in Currency and Finance*. London: Macmillan
- Jovanovic, Boyan (1982) “Selection and Evolution of Industry”, *Econometrica*, 50, 649-670
- Juglar, C. (1862) *Des Crises Commerciales et de leur retour périodique en France, en Angleterre et aux États-Unis*. Parigi: Guillaumin.
- Kattel, R. 2009. “Technological revolutions and techno-economic paradigms”- Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics no. 20 ,the other canon foundation, Norway Tallinn University of Technology, Tallinn.
- Kitchin, J. (1923) ‘Cycles and Trends in Economic Factors’, *Review of Economics and Statistics*, 5 (1): 10–16. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Klepper, Steven (1992) ‘Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle’, presented at the Conference on Market Processes and Corporate Networks, Berlin, November.
- Kondratiev, N. (1925) ‘The Major Economic Cycles’. Moscow. First English translation, in 1935, is an abridged version, entitled ‘The long waves in economic life’, in the *Review of Economic Statistics*.
- Kuznets, S. (1940) “Cicli economici di Schumpeter”, *American Review*, 30, 257-271
- Levin, R., A. Klevorick, R. Nelson and S. Winter (1987), ‘Appropriating the Returns from Industrial Research and Development,’ *Brookings Papers on Economic Activity*, 3, 147—163

- MaJerba, F. and I- Orsenigo (1996), 'Schumpeterian Patterns of Innovation are Technology-specific,' *Ream\* Policy*, 25,451-478.
- Malerba, F. (2005) “Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors” *Econ. Innov. New Techn.*, 2005, Vol. 14(1–2) Published by CESPRI, Università L. Bocconi, 20136 Milano
- Malerba, F. and L Orsenigo (1995), 'Schumpeterian Patterns of Innovation,' *Cambridge Journal of Economia*, 19, 47-65.
- Malerba, F. and L. Onenigo (1990), *Technological Regimes and Patterns of Innovation: A Theoretical and Empirical Investigation of The Italian Case*, in A. Heertje (ed.), *Evolving Industries and Market Structures*. University of Michigan Press: Ann Arbor.
- Malerba, F. and L. Orsenigo (1993), 'Technological Regimes and Finn Behaviour,' *Industrial and Corporate Change*, 2, 41-11.
- Malerba, F., L Orsenigo and P Peretto (1997), 'Persistence of Innovative .Activities, Sectoral Patterns of Innovation and International Technological Specialization,' *InternationalJournal of Industrial Organization*, forthcoming.
- Martinelli, A., Mina, A., & Moggi, M. (2019). *The enabling technologies of industry 4.0: Examining the seeds of the Fourth Industrial Revolution* (Working Paper Series No. 2019/09). LEM.
- Mjøset ,L. 2009 “The Art of Macro-Qualitative Modelling: An Exploration of Perez’ Sequence Model of Great Surges”
- Mokyr, J. (2016) *A Culture of Growth: The Origins of the Modern Economy: Why Enlightenment culture sparked the Industrial Revolution*. Princeton: Princeton University Press.
- Mowery, D. and Nelson, R. (1999) *The Sources of Industrial Leadership*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mueller, Dennis C. (1976) 'Information, Mobility, and Profit', *Kyklos* , 29, 419-448
- Nelson, R. (1993) *National Innovation Systems: A Comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. and S. Winter. 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Pavitt, K. (1984). *Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory*. *Research Policy*, 13, 343–374.
- Perez, C. (2002) *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Elgar.
- Perez, C. (2009) “Technological revolutions and techno-economic paradigms”, *Cambridge Journal of Economics*.
- Perez, C. (2009) *The double bubble of the turn of the century: technological roots and structural consequences*, *Cambridge Journal of Economics*, vol. 33, no. 4, 779-805

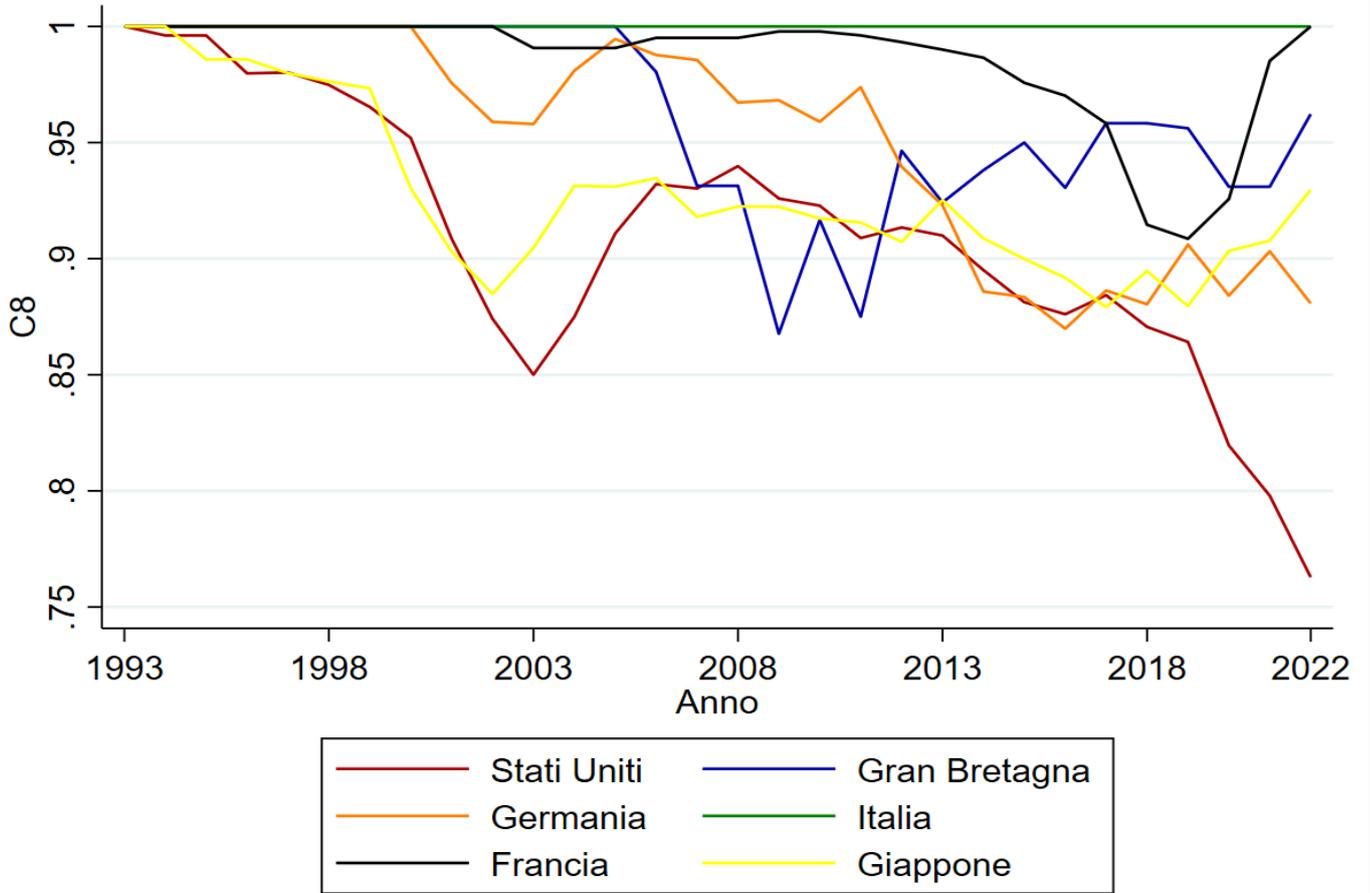
- Perez, C. (2022) Beyond 4.0 “technological revolutions: which ones, how many and why it matters: a neo-schumpeterian view” partners to this deliverable: UCL Institute for Innovation and Public Purpose (IIPP), London, UK.  
published as Schwab, K. (2017) The Fourth Industrial Revolution. London: Portfolio Penguin.
- Robert J. Gordon, 2012. NBER Working Paper, "Is US Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds", National Bureau of Economic Research.
- Rosenberg, N. 1976. Prospettive sulla tecnologia. Cambridge: Pressa dell'Università di Cambridge.1982. Dentro la scatola nera. Cambridge: Pressa dell'Università di Cambridge.
- Ruttan,V.1959. “Usher e Schumpeter su invenzione, innovazione e tecnologia”,Rivista trimestrale di economia 73, 596-606.
- Schumpeter, J. (1934) “The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle”. Oxford University Press.
- Schumpeter, J (1939) “Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process" pag 167.
- Schumpeter, J. A. (1942). Socialism, capitalism and democracy. Harper and Brothers
- Schumpeter, J. A. 1911 (1961). La teoria dello sviluppo economico, New York, Oxford University Press
- Schwab, K. (2016) The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum. Later
- Williamson, Oliver E. (1975) Markets and Hierarchies: Antitrust Analysis and Implications , New York: The Free Press.
- Wolf, J, 1912. “die volkswirtschaft der Gegenwart und Zukunft”, Lepzig, A.Deichert.
- Wolff, S. de (1929) Het economisch getij: bijdrage tot de verklaring van het conjunctuurverschijnsel (The Economic Tide: Contribution to the explanation of the economic phenomenon). Amsterdam:Emmering.

# Appendice

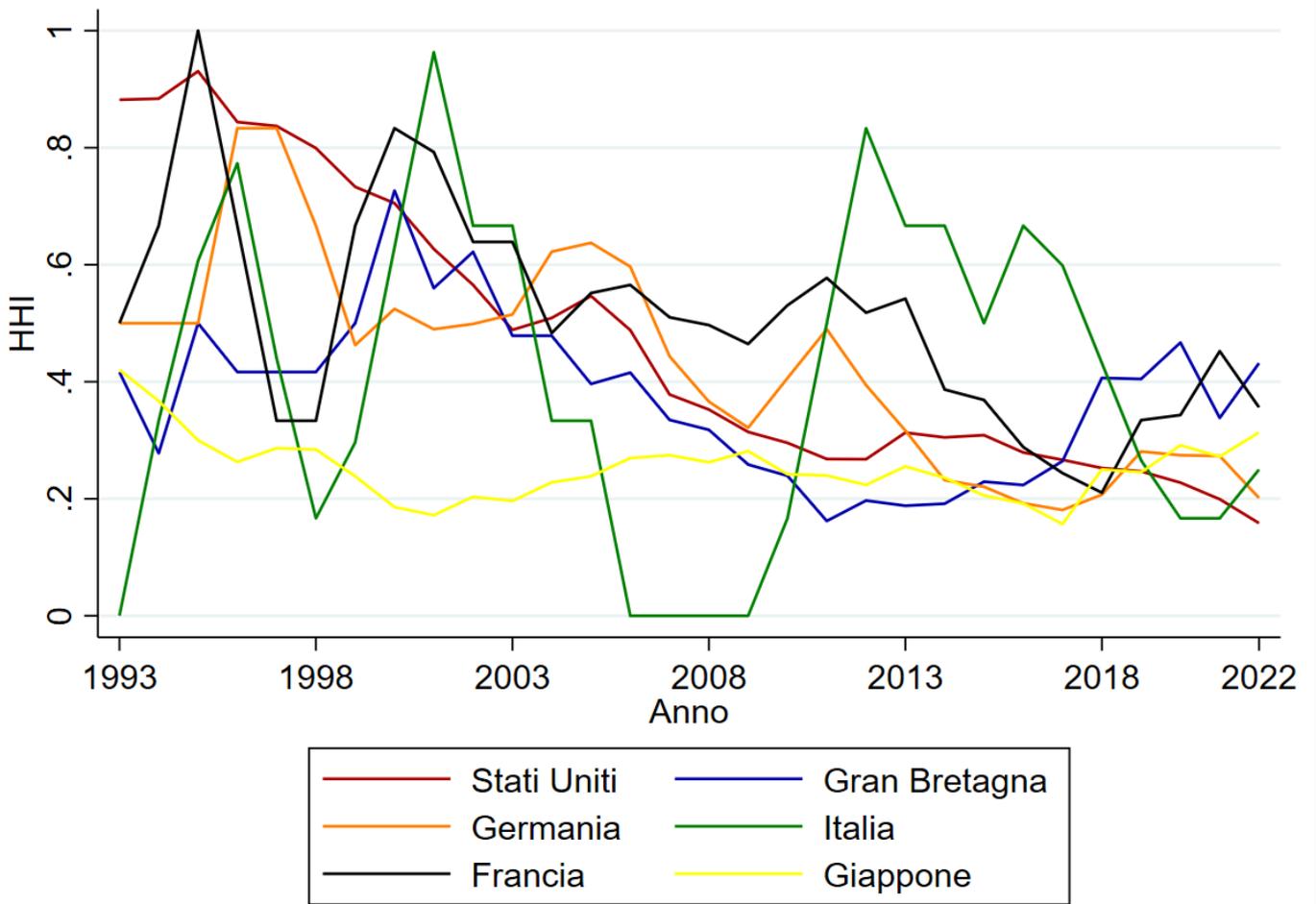
## Grafico 1: Concentrazione dei brevetti (C4) per Paese



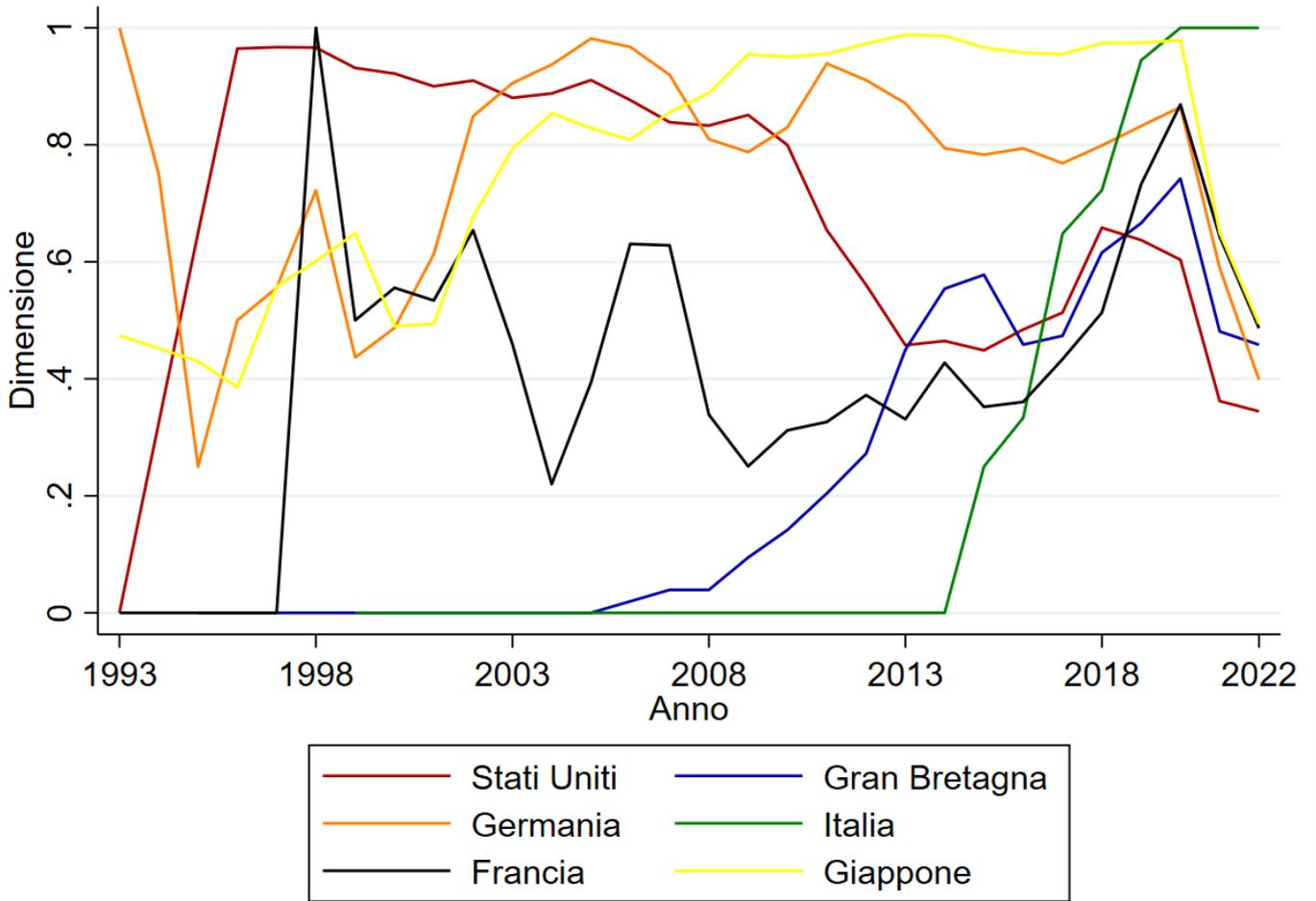
**Grafico 2: Concentrazione dei brevetti (C8) per Paese**



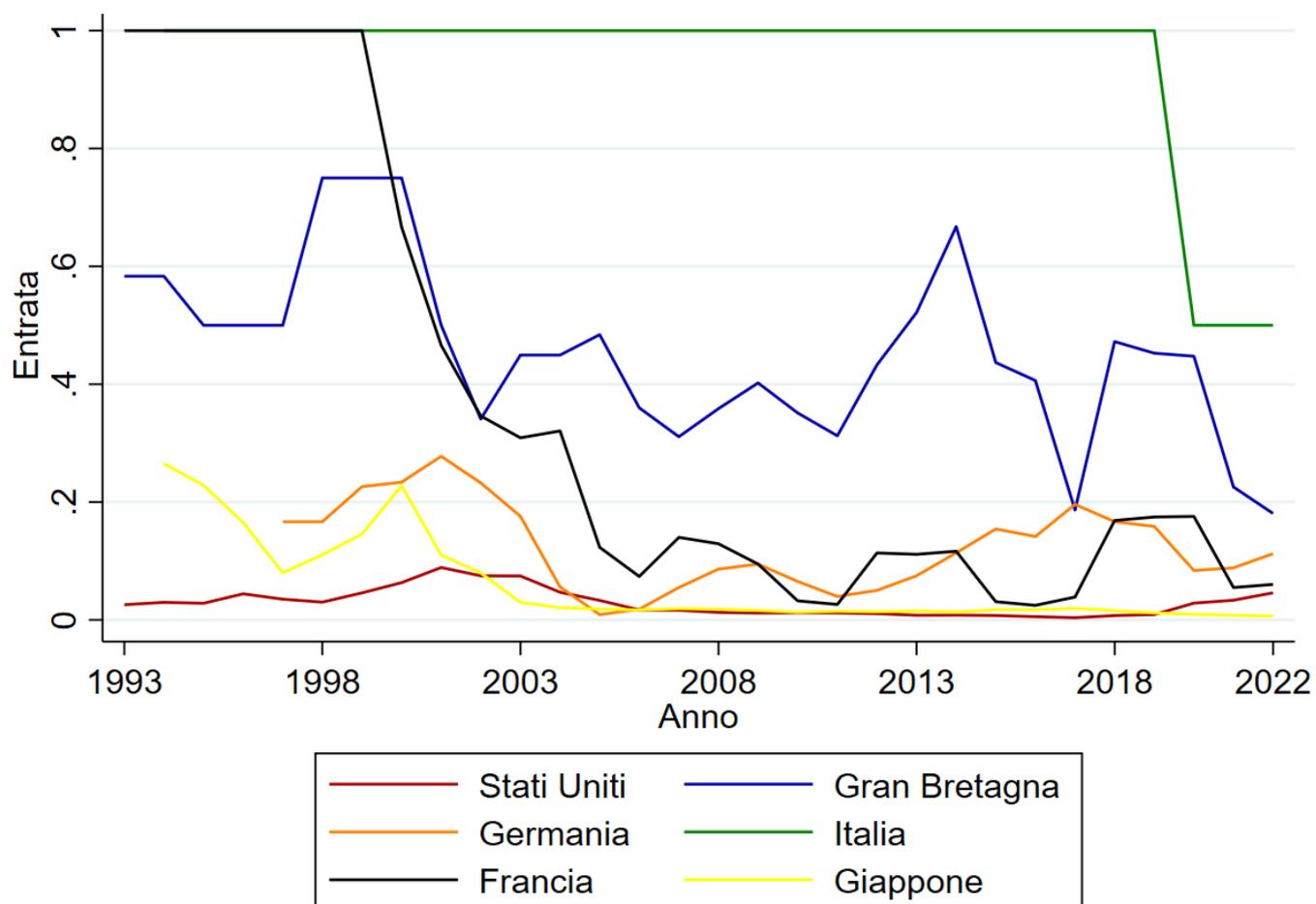
**Grafico 3: Herfindahl-Hirschman Index (HHI) per Paese**



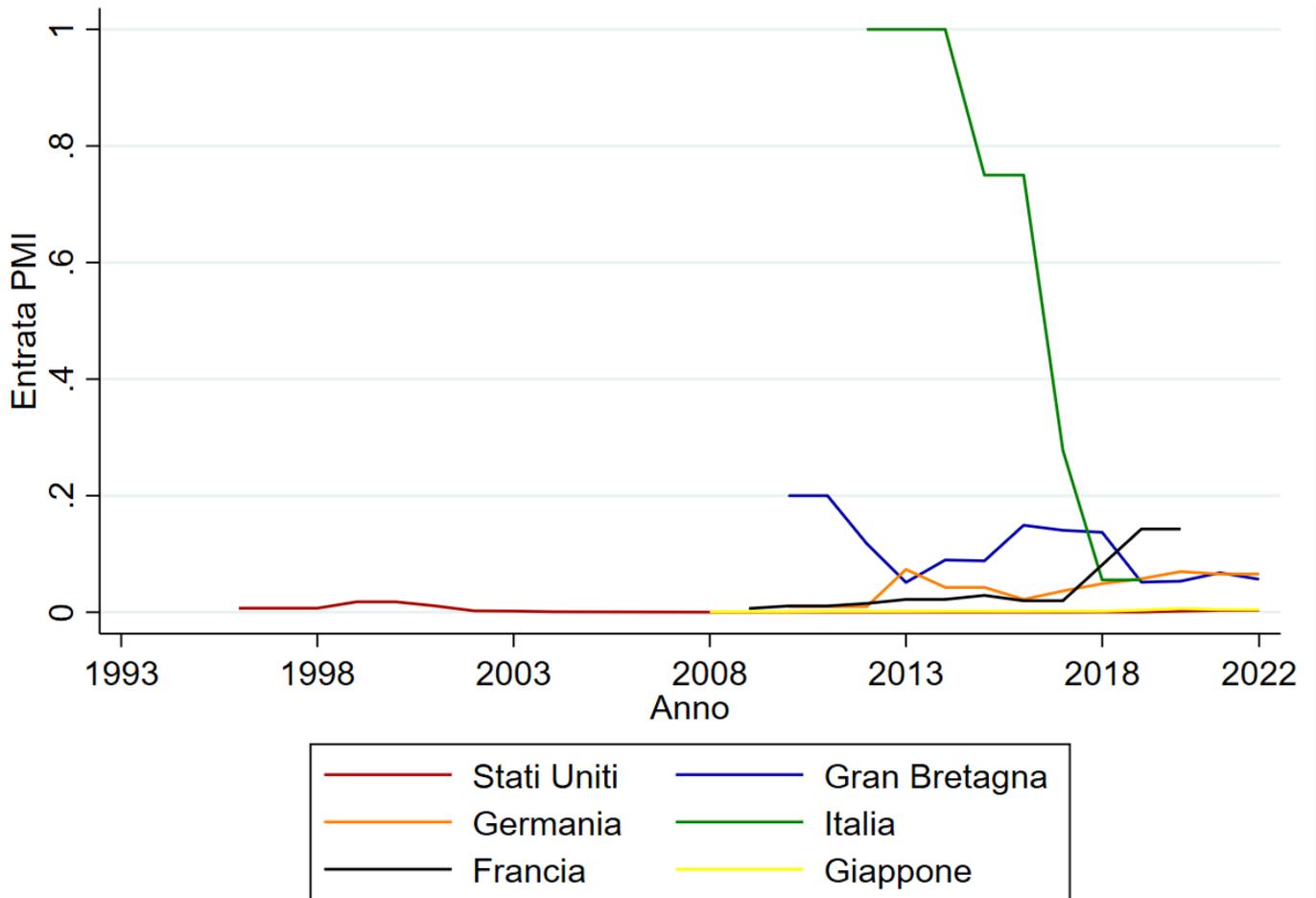
**Grafico 4: Dimensione delle imprese innovatrici per Paese**



**Grafico 5: Entrata tecnologica per Paese**



**Grafico 6: Entrata PMI per Paese**





# Riassunto

L'innovazione tecnologica è stata trattata nel primo capitolo nella sua dimensione temporale, enunciando e analizzando nella letteratura scientifica diversi studiosi che nel tempo hanno generato periodizzazioni differenti ed in alcuni casi in contrasto tra loro.

Nello specifico, nel capitolo primo, ci si è soffermati sulle diverse definizioni e gli autori che hanno nel corso del tempo studiato i cicli economici ed i paradigmi tecno-economici, con un particolare riguardo alla teoria di Carlota Perez e agli autori Neoschumpeteriani di Scuola Evoluzionista.

Lo studio della dimensione temporale è stato efficace, ai fini della nostra analisi, per circoscrivere nel miglior modo l'intervallo di tempo di nostro interesse. Infatti, lo studio si è concentrato nel periodo temporale definito, dalla teoria condivisa, come quarta Rivoluzione Industriale. Quest'ultima è stata presa in considerazione per poter comprendere al meglio i processi innovativi sottostanti nell'attualità e per ampliare la letteratura preesistente sugli studi delle Rivoluzioni tecnologiche.

L'innovazione tecnologica si articola non solo nel tempo ma anche nello spazio, ovvero nei settori industriali e questa consapevolezza ha spinto alla stesura del secondo capitolo in cui è stato trattato il pensiero e il contributo di diversi autori che analizzano come l'attività innovativa si sviluppi e si articoli nelle diverse industrie, avendo una particolare attenzione per i Pattern Schumpeteriani d'Innovazione e lo studio di Malerba & Orsenigo (1997), i quali attraverso l'analisi dei brevetti pubblicati hanno attuato una classificazione in pattern schumpeteriani di 49 classi tecnologiche nel periodo 1978-1991.

Nel capitolo finale, si è cercato di mettere in luce in modo graduale i contributi offerti dagli argomenti di studio alla letteratura esistente, adottando la metodologia di Malerba & Orsenigo e applicandola alla Nuova Rivoluzione Industriale 4.0 all'interno di un periodo di studi compreso tra il 1993 e 2022.

Questo studio rientra all'interno della letteratura che abbraccia il pensiero neo-schumpeteriano ed ha per obiettivo comprendere quali siano le caratteristiche dell'innovazione delle nuove classi tecnologiche dell'Industria 4.0 e tentare di approfondire se determinate classi tecnologiche possano rientrare nei pattern Schumpeter Mark I o Schumpeter Mark II. Entrando più nello specifico, interessa a quest'analisi arrivare a verificare se siano le piccole imprese innovatrici a portare avanti il processo di innovazione in quest'era tecnologica, o se siano le grandi imprese internazionalizzate a globalizzate ad essere il fulcro e il motore dell'innovazione moderna. Questo studio è stato ispirato dalla consapevolezza che ogni Rivoluzione Tecnologica, e le corrispettive classi tecnologiche che la definiscono, hanno delle caratteristiche proprie e distinte che ispirano curiosità e necessità di approfondimento.

All'interno dell'ultimo capitolo sono state definite la macroclassi di interesse della quarta Rivoluzione Industriale e sono state analizzate studiando i brevetti selezionati sul database Orbis Bureau van Dijk, identificando complessivamente 1479 imprese innovatrici e 20154 brevetti.

Nel nostro caso si adatterà la metodologia di Malerba & Orsenigo (1997) limitandoci però alla pura analisi descrittiva, senza quindi l'applicazione dell'analisi multivariata.

Nello specifico, all'interno della nostra ricerca sono stati creati e rappresentati degli indicatori di *concentrazione* dell'innovazione, di *dimensione* delle imprese innovatrici, di *stabilità della gerarchia* degli innovatori ed infine di *entrata tecnologica* per i 6 Paesi presi in considerazione da Malerba & Orsenigo, ovvero, *Italia, Germania, Francia, Regno Unito, Stati Uniti d'America e Giappone*. Rispetto alla metodologia preesistente, per ottenere un livello di dettaglio maggiore, sono stati creati ulteriori indicatori di concentrazione dell'innovazione, ovvero *C8*, e di entrata tecnologica, ovvero *entrata PMI*.

Il nostro studio ha evidenziato che nelle classi tecnologiche selezionate - *Robotica, Big Data e IoT* - sussista un'alta concentrazione dell'attività innovativa nelle prime quattro ed otto imprese nel corso del tempo.

Inoltre, vi è un ruolo molto rilevante delle grandi imprese sulla quota di brevetti totale ed una alta stabilità della gerarchia dell'innovazione.

D'altro canto è stata evidenziata una diminuzione delle imprese entranti tecnologicamente nel corso del tempo e una grande dimensione di queste.

L'insieme e l'analisi congiunta di questi risultati porta questo studio a considerare le tecnologie della quarta Rivoluzione Industriale - *Robotica, Big Data e IoT* - come ascrivibili al modello **Schumpeter Mark II**.

Infatti, secondo questo modello, vi è una alta concentrazione dell'attività innovativa, le imprese innovatrici sono sempre le medesime nel corso del tempo e sono caratterizzate da una dimensione media molto importante, ed, inoltre, le entranti diminuiscono nel tempo disincentivate e svantaggiate da un processo di accumulazione creativa attuato dalle imprese preesistenti. Tutto ciò è fortemente coerente con quanto evidenziato nella letteratura sulla diffusione delle innovazioni della quarta Rivoluzione Industriale e sul loro favorire forti fenomeni di dualismo tra le imprese operanti nelle stesse industrie (Andrews et al., 2019).

L'analisi è proseguita, in linea con quella di Malerba & Orsenigo, nell'individuare una regolarità dei modelli di innovazione indipendentemente dalla regione geografica presa in esame.

Per fare ciò, sono stati scomposti i singoli indicatori visti in precedenza per i 6 Paesi e sono state aggregate le singole classi tecnologiche per poter aver un miglior ordine di confronto.

Quest'ultima fase della nostra ricerca ha verificato una regolarità della macroclasse tecnologica aggregata in tutti i Paesi, confermando quanto dimostrato da Malerba & Orsenigo sui sistemi settoriali dell'innovazione.

Tuttavia Francia, Gran Bretagna e soprattutto Italia sembrano discostarsi dal modello Schumpeter Mark II fondato sulle grandi imprese e sembra suggerire che per queste tecnologie una accumulazione creativa può avvenire anche in imprese più piccole, presumibilmente medie imprese.

Si può, dunque, concludere che l'innovazione della quarta Rivoluzione Industriale è diffusa tra i vari paesi industrializzati ed è caratterizzata da un modello d'innovazione ben specifico, che è rappresentato dal modello Schumpeter Mark II, o anche detto Regime Routinizzato o Modello Deepening.

Lo studio attuato è dunque riuscito a osservare empiricamente, tra i vari settori e tra i vari Paesi, modelli di innovazione simili che si avvicinano maggiormente ad un singolo ben specifico modello d'innovazione.

