



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA**

**ECONOMIA**

---

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN AMMINISTRAZIONE, ECONOMIA E  
FINANZA**

TESI DI LAUREA IN SCIENZA DELLE FINANZE

**PRODUTTIVITÀ, DIGITALIZZAZIONE E QUALITÀ DEI  
GOVERNI NELLE REGIONI EUROPEE: UN'ANALISI  
EMPIRICA<sup>1</sup>**

Relatore  
Prof.ssa Nadia Fiorino

Laureando  
Davide Di Paolo

Correlatore  
Prof.ssa Maria Gabriela Ladu

---

<sup>1</sup> Questa tesi è stata realizzata nell'ambito del progetto di Ateneo "Territori Aperti" (Centro di documentazione, formazione e ricerca per la ricostruzione e la ripresa dei territori colpiti da calamità naturali), con il sostegno finanziario ricevuto dal Fondo Territori, Lavoro e Conoscenza di CGIL, CISL e UIL.

## **Sommario**

<b>Introduzione</b> .....	<b>4</b>
<b>Capitolo 1 - Digitalizzazione, produttività del lavoro e paradosso della produttività</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Digitizzazione e Digitalizzazione</b> .....	<b>6</b>
<b>1.2 Produttività del lavoro</b> .....	<b>9</b>
1.2.1 Paradosso della produttività.....	10
<b>Capitolo 2 - Digitalizzazione e Produttività in letteratura</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 Quali indicatori utilizzare per misurare la digitalizzazione?</b> .....	<b>18</b>
2.1.1 La digital economy .....	18
2.1.2 La digital society.....	22
2.1.3 Il livello industria.....	24
2.1.4 Il livello impresa .....	24
2.1.5 Il digital client.....	24
<b>2.2 Digitalizzazione e produttività del lavoro a livello Paese</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3 Digitalizzazione e produttività del lavoro a livello impresa</b> .....	<b>32</b>
<b>Capitolo 3 – Dati, Variabili e Statistiche descrittive</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1 Presentazione dell’analisi</b> .....	<b>37</b>
<b>3.2 Descrizione delle variabili</b> .....	<b>38</b>
<b>3.3 Statische descrittive</b> .....	<b>47</b>
<b>Capitolo 4 – Produttività, digitalizzazione e qualità dei governi nelle regioni europee: un’analisi empirica</b> .....	<b>51</b>
<b>4.1 Framework teorico</b> .....	<b>51</b>
<b>4.2 Risultati principali</b> .....	<b>52</b>
<b>Conclusioni</b> .....	<b>56</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>58</b>
<b>Sitografia:</b> .....	<b>62</b>
<b>Appendice</b> .....	<b>63</b>

## ***Indice delle Figure***

<i>Figura 1 - Funzione di produzione</i> .....	10
<i>Figura 2 - Distribuzione spaziale della produttività del lavoro durante il periodo 2011-2021</i> .....	39
<i>Figura 3 - Distribuzione spaziale della variabile “Households with access to the internet at home” durante il periodo 2011-2021</i> .....	42
<i>Figura 4 - Distribuzione spaziale della variabile “Individuals who used the internet for interaction with PA” durante il periodo 2011-2021</i> .....	42
<i>Figura 5 - Distribuzione spaziale della variabile “Individuals who used the internet for internet banking” durante il periodo 2011-2021</i> .....	43
<i>Figura 6 - Distribuzione spaziale dell’indice di qualità istituzionale durante il periodo 2010-2021</i> .....	45
<i>Figura 7 - Eterogeneità dell’institutional quality nei Paesi europei</i> .....	46
<i>Figura 10 - Effetti dell’interaction term sul tasso di crescita della produttività (1)</i> .....	55
<i>Figura 11 - Effetti dell’interaction term sul tasso di crescita della produttività (2)</i> .....	56

## ***Indice delle Tabelle***

<i>Tabella 1 - Digitization e Digitalization</i> .....	8
<i>Tabella 2 - Framework del Digital Density Index (DDI)</i> .....	18
<i>Tabella 3 - Digital Economy and Society Index - activities and metrics</i> .....	20
<i>Tabella 4 - OECD activity area – Metriche aggiuntive versus DESI</i> .....	22
<i>Tabella 5 - Unità territoriali analizzate</i> .....	38
<i>Tabella 6 - Variables’ overview</i> .....	40
<i>Tabella 7 - Descriptive statistics</i> .....	47
<i>Tabella 8 - Matrice di correlazione tra le variabili indipendenti</i> .....	49
<i>Tabella 9 - Two-way FE Estimates</i> .....	53
<i>Tabella 10 - Unità territoriali presenti nell’analisi</i> .....	63

## Introduzione

Negli ultimi anni, accademici e ricercatori hanno rivolto un'attenzione particolare alla produttività del lavoro. Il motivo è ben chiaro: il principale driver della ricchezza delle nazioni e della loro fortuna economica, e quindi del welfare nazionale, è proprio la produttività del lavoro. Lavoratori più produttivi guadagnano salari più elevati, godono di standard di vita più elevati e dunque contribuiscono maggiormente alla crescita economica del Paese.

Nelle ultime decadi però il tasso di crescita della produttività nell'Unione europea ha mostrato una tendenza decrescente. [Draghi, 2016](#) mostra quanto rilevante sia stata tale riduzione: a fronte di un tasso di crescita del 4,6% nel 1960 registrato nell'eurozona, si è giunti a un tasso medio tra 2008 e 2016 dello 0,35% annuo.

Questo declino della produttività ha peggiorato la posizione relativa dell'unione europea rispetto ad altri Paesi del mondo. Sempre [Draghi, 2016](#) sottolinea come dal 1990 la crescita annua della produttività nell'eurozona sia stata inferiore a quella osservata nelle altre economie avanzate e anche delle economie emergenti (l'unica eccezione è stata registrata nel 1999).

Inoltre, la situazione all'interno dell'unione europea è alquanto variegata: [Marrocu et al., 2013](#) mostrano che gli Stati del centro e dell'est Europa presentano dal 2004 dei tassi di crescita marcatamente positivi, mentre nei Paesi dell'ex UE15 il tasso è di poco superiore allo zero. Similmente, un divario crescente emerge tra un nord Europa, più produttivo e un sud più stagnante ([Gopinath et al., 2017](#)).

Molti studi ([Mckinsey Gloabal Institute, 2017](#); [Office for National Statistics UK, 2015](#)) hanno cercato di spiegare le ragioni di questo “*productivity puzzle*”, indagando le cause a livello sia macroeconomico sia microeconomico. Nonostante l'andamento del tasso di crescita della produttività vada ben oltre ciò che accade a livello impresa, e differisca notevolmente da Paese a Paese, molti studiosi ([Inklaar, 2003](#); [Habibi, 2020](#); [Nucci, 2022](#)) ritengono che un ruolo fondamentale sia giocato dal progresso scientifico e dalla conseguente introduzione delle tecnologie digitali nel mondo del lavoro.

Mai come negli ultimi due decenni l'innovazione ha portato a una serie di cambiamenti radicali nella cultura e nella società, nel mondo del business e nel modo di fare impresa, tali da aver stravolto anche la sfera personale di ogni individuo.

Internet of things (IOT), 5G Network, Cloud Computing, Big Data Analysis, Artificial Intelligence (AI), Blockchain, Augmented Reality (AR) e Increasing Computing Power sono le tecnologie che stanno dirigendo il mondo verso la quarta rivoluzione industriale e che rendono necessario il passaggio a nuove forme di impresa.

Secondo un'indagine *Boston Consulting Group* (BCG) gli effetti positivi dell'industria 4.0, derivanti da automazione e ottimizzazione dei processi, consistono in una maggiore efficienza (circa 10-15% nel breve termine e tra il 20%-40% nel lungo termine), una maggiore flessibilità dovuta a una riduzione del *changeover*<sup>2</sup> e una riduzione significativa dei costi grazie alla diminuzione degli errori e a una maggiore qualità dei prodotti.

Un'innovazione di tipo *disruptive*<sup>3</sup> crea, per chi ha le giuste competenze, nuove opportunità, mentre spinge, coloro le cui competenze non sono più richieste dal mercato a un aggiornamento della formazione. Questa doppia natura del cambiamento digitale ha creato un profondo dibattito, in ambito sociale e accademico, che cerca di controbilanciare interessi contrastanti. Fino a che punto dovrebbe spingersi la rivoluzione digitale?

L'analisi condotta cerca di comprendere quali sono le variabili che influenzano il tasso di crescita della produttività. In particolare, utilizzando una serie di misure fornite da Eurostat, questo elaborato si propone di rilevare e misurare gli effetti della digitalizzazione in modo da comprenderne le conseguenze in termini di crescita della produttività. All'interno dell'analisi viene inoltre considerato l'*Institutional Quality index*, fornito dall'università di Gothenburg, per esaminare l'effetto della qualità delle istituzioni sul rapporto digitalizzazione-produttività.

L'analisi è condotta a livello NUTS 2 per il periodo 2011-2021 in 204 regioni facenti parte di 26 Paesi membri dell'UE. Realizzare l'analisi a livello regionale consente di mettere meglio in luce le differenze in termini di dotazione di capitale fisico e umano tra regione e regione.

L'analisi è strutturata come segue.

Nel primo capitolo viene fornita una presentazione più approfondita delle due variabili chiave (produttività del lavoro e digitalizzazione); il secondo capitolo offre un quadro delle principali evidenze emerse nella letteratura sulla relazione tra produttività e digitalizzazione. Il terzo capitolo presenta i dati e le variabili utilizzati per l'analisi di regressione; il quarto capitolo infine presenta i risultati dell'analisi di regressione. A chiusura del lavoro vengono presentate le principali conclusioni tratte dall'analisi.

---

<sup>2</sup> L'intervallo di tempo necessario per passare dalla produzione di un prodotto o servizio alla produzione di un prodotto o servizio del lotto successivo.

<sup>3</sup> Innovazione rivoluzionaria che crea un nuovo mercato e una nuova rete di valore e/o che sostituisce i leader di mercato, i prodotti e le alleanze. [Airini et al., 2017](#)

# Capitolo 1 - Digitalizzazione, produttività del lavoro e paradosso della produttività

## 1.1 Digitizzazione e Digitalizzazione

Digital, digitalizzazione e rivoluzione digitale sono termini ormai entrati nel linguaggio comune, spesso però vengono fraintesi o utilizzati inappropriatamente.

In accordo con uno studio realizzato nel 2016 da J. Scott Brennen e Daniel Kreiss ([Brennen & Kreiss, 2016](#)) dell'Università del Nord Carolina, per digitalization s'intende il modo in cui molti ambiti della vita sociale sono ristrutturati in base alle infrastrutture di comunicazione digitale e dei media.

Tale definizione, pur essendo la più accreditata, ha una portata molto ampia e può essere intesa diversamente a seconda del contesto in cui si utilizza. Per un chiarimento, dunque, e per comprendere appieno cosa significa *digitalizzazione* bisogna prima di tutto avere ben chiaro cosa s'intende per *digitization*, in quanto quest'ultima è presupposto per la realizzazione della prima.

In accordo con l'Oxford English Dictionary (OED), il termine *digitization*, che può essere fatto risalire agli anni '50, indica quel processo materiale di conversione di flussi di informazioni analogiche in bit digitali, cosicché un computer possa processare e conservare tali dati. Pertanto, un semplice processo di *digitization* consiste nello scannerizzare una pagina scritta a mano.

In letteratura, le definizioni di *digitization* sono tutte molto simili a quella su esposta. Ad esempio, [Pearce e Moses \(2005\)](#) definiscono la *digitization* come il processo di trasformazione del materiale analogico in una forma elettronica binaria (digitale), in particolare per l'archiviazione e l'utilizzo da parte di un computer.

In campo accademico, dunque, il concetto di *digitization* è chiaro e ben definito, spesso invece nel linguaggio comune capita che i due termini, *digitization* e *digitalization*, vengano confusi o utilizzati come sinonimi.

Per far chiarezza, quindi è utile analizzare a fondo il concetto di *digitalization*, esaminando le diverse interpretazioni che via via sono state proposte in letteratura.

L'Oxford English Dictionary definisce la *digitalizzazione* semplicemente come l'adozione o l'incremento nell'utilizzo delle tecnologie digitali e informatiche da parte di un'organizzazione, un'industria o un paese. Sostanzialmente per *digitalizzazione* s'intende la sostituzione dei vecchi modi di fare con attività *digital*, ad esempio con l'inserimento di database digitali e software

gestionali. L'OED limita la sua attenzione al mondo del business, non rilevando cambiamenti in altri ambiti.

Similmente il Gartner IT Glossary, per *digitalization* intende l'uso delle tecnologie digitali per innovare il business model e generare nuove opportunità di produzione di valore e nuove entrate. La digitalizzazione, dunque, è ciò che consente il passaggio a un business digitale. La definizione proposta da Gartner inc. assume un focus più specifico, mettendo a fuoco il concetto di *digitalization* nel mondo dell'impresa. In un report del 2017, *Digitalization and the American Workforce*, la Gartner inc. compie un ulteriore passo avanti nella comprensione del termine *digitalization*. La digitalizzazione consiste nel processo di utilizzo di tecnologie digitali e dell'informazione per trasformare le operazioni di business. Estremizzando il concetto di fondo, si può intendere per digitalizzazione il processo che spinge gli operai ad abbandonare il martello e il tornio per iniziare a utilizzare il computer.

Similmente alla Gartner, l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD) intende per digitalizzazione l'uso di tecnologie digitali e dati che comportino la generazione di nuove attività o la modifica di quelle esistenti.

L'OECD, dunque, compie un passo in avanti rispetto al concetto di digitalizzazione esclusivamente legato al mondo dell'impresa e si avvicina alla definizione che oggi ottiene il maggior seguito in campo accademico.

Quest'ultima è sintetizzata puntualmente da [Brennen & Kreiss \(2016\)](#), i quali definiscono la digitalizzazione come la spinta attraverso la quale molti ambiti della vita sociale vengono ristrutturati in base alle infrastrutture di comunicazione digitale e dei media.

Il focus non si limita più alla sola impresa, ma è molto più ampio. I due accademici costruiscono il significato del termine *digitalization* intorno al concetto di *social life*, riferendosi al modo in cui le persone interagiscono sia con gli altri individui sia con gli oggetti inanimati. La digitalizzazione ha reso possibile l'implementazione di mezzi di comunicazione rapidi (chat, videochiamate ecc.) e ha cambiato il modo di relazionarsi con gli oggetti della vita quotidiana (Alexa e altri assistenti vocali, Smart-home, Smart-tv ecc.).

Dato che, come si è appena visto, spesso per digitalizzazione s'intendono differenti sfumature dello stesso concetto, e che ciò può creare una certa confusione, soprattutto con il termine *digitization*, in letteratura si è cercato di fissare in maniera univoca cosa s'intende per *digitization* e per *digitalization*.

Nel lavoro realizzato nel 2015 da [Gray & Rumpe, \(2015\)](#) la digitalizzazione è rappresentata come l'integrazione di un insieme di tecnologie, che presuppone la digitizzazione, in tutti gli aspetti della

vita quotidiana. Anche in questo caso, dunque, si ribadisce il nesso causale tra i due processi. Gli autori forniscono come esempi di digitalizzazione le *smart house*, le città intelligenti e l'assistenza sanitaria elettronica, le quali senza la digitizzazione di una quantità ingente di dati non sarebbero possibili.

[Brennen & Kreiss, \(2016\)](#) hanno chiarito la distinzione sostenendo che il termine *digitization* si riferisce al processo materiale di conversione di flussi analogici di informazioni in bit digitali, mentre per *digitalization* s'intende il modo in cui molti ambiti della vita sociale vengono ristrutturati attorno alla comunicazione digitale e alle infrastrutture dei media.

[Schumacher et al., \(2016\)](#), dopo aver analizzato oltre 40 studi, identificano le caratteristiche distintive di digitization e digitalization.

*Tabella 1 - Digitization e Digitalization*

	<b><i>DIGITIZATION</i></b>	<b><i>DIGITALIZATION</i></b>
<b><i>Description</i></b>	Describes the conversion of continuous analog, noisy and smoothly varying information into clear bits of 1s and 0s.	Describes the social implications of increased computer-assistance, new media and communication platforms for economy, society and culture.
<b><i>Focus areas / level of analysis</i></b>	Micro level, analogue and digital signals; binary states, signal sampling; algorithms, signal interpretation; signal storage material, electrical components.	Macro level; digital media infrastructure; communication platforms; social structure; cultural aspects, networked society; human centered; knowledge production and management.
<b><i>General implications / effects</i></b>	Dematerialization of information; loss of information due to sampling; limitless transfer of information between two points; transfer of information.	Linkage of all activities in society; connection and circulation of cultures; information as organizing mode of social life; convergence of all aspects of life (connected life).

Fonte: [Schumacher et al., \(2016\)](#)

Sulla base dell'analisi condotta, i due autori concludono affermando che la digitizzazione indica il puro processo di conversione tecnica e tecnologica di segnali analogici in digitali, nonché la loro memorizzazione e il loro trasferimento. La digitalizzazione esprime invece un concetto più ampio, descrivendo tutti gli effetti, gli impatti e le conseguenze che la disponibilità di informazioni digitali genera, indipendentemente dal campo di riferimento.

Dunque, riassumendo quanto esposto nella letteratura, la *digitization* è quel processo di traduzione in formato digitale di informazioni analogiche che si è realizzato durante la seconda metà del XX secolo e che ha dato il via all'innovazione digitale durante gli anni '90. La *digitalizzazione* invece è quel processo che, basandosi sull'attività di *digitization*, ha dato il via ad una vera e propria rivoluzione che abbraccia ogni aspetto del vivere quotidiano, dallo svolgimento di attività lavorative in via digitale (es. smart working) all'utilizzo quotidiano di ogni dispositivo.

## ***1.2 Produttività del lavoro***

Secondo l'International Labour Organization (ILO), per produttività del lavoro s'intende il volume totale della produzione di un paese, misurato dal PIL, per unità di lavoro, misurata in termini di numero di persone occupate o di ore lavorate, durante un determinato periodo di riferimento. Dunque, la produttività del lavoro misura la quantità di prodotti e servizi realizzati da ogni membro della forza lavoro, per questo, indica anche il valore aggiunto da ogni lavoratore nell'economia.

La produttività del lavoro è un indicatore molto importante perché è strettamente correlato alla crescita economica, alla competitività, agli standard di vita in un paese e alla qualità del suo capitale umano.

Matematicamente, la produttività del lavoro si calcola come:

$$\text{GDP per worker} = \frac{\text{GDP constant prices}}{\text{Number of employed persons}} \quad (1)$$

$$\text{GDP per hour worked} = \frac{\text{GDP at constant prices}}{\text{Total hours worked of employed persons}} \quad (2)$$

La comprensione delle forze trainanti la produttività del lavoro, come l'accumulo di macchinari e attrezzature, i miglioramenti nelle infrastrutture, il miglioramento della salute e delle competenze dei lavoratori (capitale umano) e l'adozione di nuove tecnologie, è fondamentale per comprendere i punti in cui è necessario un intervento statale e quindi per la formulazione di politiche a sostegno della crescita economica.

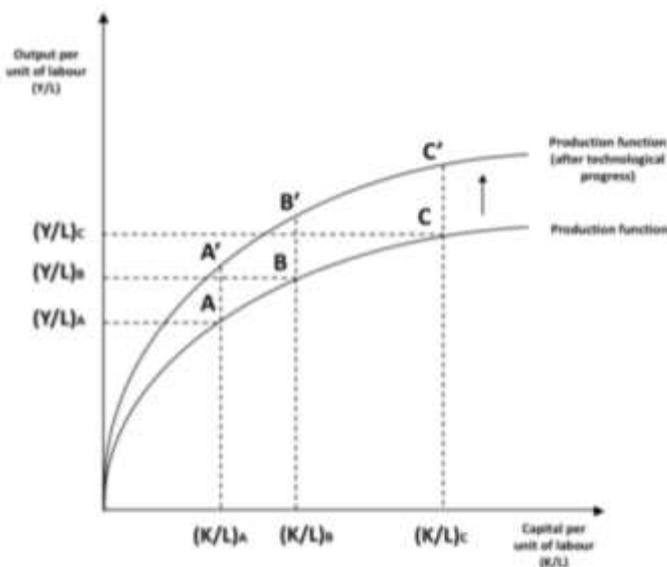
### 1.2.1 Paradosso della produttività

Durante la seconda metà del XX secolo si è assistito, in tutto il mondo e in particolare negli USA, a un rapido sviluppo in chiave tecnologica. Com'è lecito aspettarsi, questo cambiamento ha portato con sé una serie di domande relative alle future possibili conseguenze delle *Information and Communications Technology*. Nello specifico, a partire dalla fine del secolo scorso, una porzione rilevante del dibattito accademico si è incentrata sul comprendere quali sarebbero state le conseguenze in chiave economica.

Per [Robert Solow, \(1956\)](#), premio Nobel per l'economia nel 1987, il progresso tecnologico rappresenta il fattore principale nel garantire la crescita economica di un Paese. L'idea di Solow può essere facilmente spiegata attraverso l'analisi della funzione di produzione di un Paese.

Per funzione di produzione s'intende la relazione che intercorre tra la quantità di fattori produttivi utilizzati e la relativa quantità di output. La funzione di produzione, dunque, indica la quantità realizzata per ogni combinazione di input.

Figura 1 - Funzione di produzione



Fonte: The ICTs revolution: routine-biased technical change and social inequality. Tesi LUISS.

Nel grafico, l'output per lavoratore ( $Y/L$ ), misurato sull'asse delle ordinate, è funzione del capitale per unità di lavoro ( $K/L$ ), che indica la quantità di capitale che ogni lavoratore ha a disposizione durante il processo produttivo. Un incremento della variabile misurata sull'asse delle ascisse porta a un incremento dell'output realizzato. Per via della legge dei rendimenti di scala decrescenti, formulata da David Ricardo, l'effetto di un incremento unitario di capitale per unità di lavoro è via

via decrescente. Tanto maggiore è la quantità di  $K/L$  già utilizzata, tanto minore sarà l'incremento relativo di output.

Assumendo che l'ammontare del numero di lavoratori rimanga costante nel tempo, Solow identifica due fattori che determinano la crescita dell'output realizzato e quindi la crescita economica di un Paese: l'accumulazione di capitale e il progresso tecnologico. Isolando gli effetti delle due fonti si può comprendere da cosa dipende la crescita economica nel lungo periodo.

Per semplicità conviene iniziare ipotizzando un incremento della quantità di capitale utilizzata. In questo caso, continuando a supporre un'invarianza del numero di lavoratori, si assisterebbe a uno spostamento lungo la funzione di produzione, ad esempio dal punto A al punto B, con un relativo incremento della quantità di output prodotto e della produttività marginale dei lavoratori. Ricordando la legge dei rendimenti di scala decrescenti, l'aumento di capitale che nel punto  $K/L_a$  garantisce uno spostamento fino al punto B, non sarà sufficiente a determinare lo stesso spostamento se ci si trovasse nel punto  $K/L_b$  o  $K/L_c$ . Inoltre, a un certo punto l'incremento di capitale non sarà sufficiente a determinare nessun incremento di output (a destra del punto C l'incremento di output tende a diventare infinitesimale). Per questo, dunque, l'incremento della quantità di capitale, da solo, non è in grado di sostenere la crescita dell'output nel lungo termine e quindi la crescita economica di un Paese.

L'effetto del progresso tecnologico sulla funzione di produzione invece è differente. Esso, infatti, determina una traslazione verso l'alto. Grazie all'innovazione è possibile realizzare una maggiore quantità di output con la stessa combinazione di capitale e lavoro. Il progresso, inoltre, non è soggetto alla legge dei rendimenti decrescenti, quindi maggiore progresso porta sempre a maggiore output.

Dunque, seguendo la tesi proposta da Solow, se le uniche due fonti di crescita economica sono accumulazione di capitale e progresso tecnologico e, dimostrato che la prima non è in grado di sostenere la crescita nel lungo termine, allora lo sviluppo economico di un Paese dipenderà necessariamente dall'innovazione tecnologica.

Raggiunta questa conclusione, il focus dell'analisi deve spostarsi sul progresso tecnologico, che Solow assume essere "*Hicks-neutral*": l'innovazione produce uno spostamento della funzione di produzione ma non modifica il saggio marginale di sostituzione tecnica, lasciando quindi inalterato il rapporto capitale lavoro. Riprendendo le parole di [Reati \(2001\)](#): "*technical change (...) for any given capital/labor ratio, proportionally increases total output*".

Dall'assunzione di progresso *Hicks-neutral* deriva inoltre che esso è anche *Total Factor Productivity* (TFP) *augmenting* (o *multy-factor productivity*), in quanto porta a un aumento della

produttività totale dei fattori e non a un incremento della produttività marginale di uno dei due fattori maggiore relativamente all'altro.

[Solow, \(1956\)](#) dimostra che il progresso tecnologico della prima e seconda rivoluzione industriale ha portato a un aumento della TFP e quindi della crescita economica. L'innovazione digitale, iniziata negli anni '70, non ha portato invece a una crescita economica, come testimonia il fatto che il tasso di crescita della TFP decrebbe.

Comunque, secondo [Reati, \(2001\)](#) la TFP non è l'indicatore più adatto per rappresentare le principali caratteristiche del recente progresso tecnologico.

Prima di tutto perché nasce dalla teoria neoclassica, la quale si basa su una serie di assunzioni alquanto irrealistiche, come concorrenza perfetta e convessità della funzione di produzione, che non sempre si riflettono nella realtà. In particolare, l'ipotesi di convessità non regge poiché le tecnologie IT sono caratterizzate da rendimenti di scala crescenti: una volta che un software è stato realizzato può essere replicato praticamente a costo zero. Quest'aspetto rende insostenibile l'ipotesi di rendimenti di scala decrescenti su cui si basa la funzione di produzione di Solow.

In secondo luogo, la multi factor productivity identifica la porzione di crescita nell'output che residua dopo aver considerato gli effetti della crescita di capitale e lavoro. *Miglioramenti organizzativi o di processo e capacità manageriali sono sicuramente importanti per la crescita dell'output, ma in questo momento storico hanno un effetto limitato. La caratteristica più saliente di un tale cambiamento è che il progresso tecnico è prima di tutto incarnato in beni strumentali, ed è proprio perché la forza lavoro opera con macchine migliorate che l'impresa beneficia di un notevole aumento della produttività del lavoro.*<sup>4</sup>

Sostanzialmente, la TFP non è la misura adatta per spiegare il cambiamento tecnologico, in quanto considera solo una parte del progresso, ma non la parte che dipende dagli input.

Per questo, dunque, si è preferito spostare l'attenzione dalla TFP alla produttività del lavoro.

Fino agli anni '70 sia la *labour productivity* che la *total factor productivity* sono aumentate significativamente. Negli anni seguenti invece si è assistito a un netto calo nel tasso di crescita della produttività del lavoro.

La diffusione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione avrebbero dovuto determinare un netto incremento negli indici della produttività; le statistiche invece presentavano dei trend al quanto sorprendenti. Perché l'ammontare di output e la produttività del lavoro non stavano crescendo se si stava investendo decisamente di più in tecnologia?

---

<sup>4</sup> Reati, A. Total factor productivity – A misleading concept. BNL Quarterly Review, p. 324. 2001.

Questa situazione, in cui la realtà non rispecchiava le aspettative, prese il nome di paradosso della produttività, che Robert Solow, nel 1987, sintetizzò così:

*“You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics”.*

In linea teorica, il rendimento atteso in termini di produttività avrebbe dovuto essere di circa il 3-4%, le evidenze empiriche però, mostravano, tra 1970 e 1990, un ritorno di un solo punto percentuale.

[Macdonald et al.\(2000\)](#) classificano le principali aree di attenzione del dibattito accademico sul paradosso della produttività:

- Stage I. Si riteneva che la tecnologia IT sostituisse l’input lavoro, perciò si dava per scontato che la labor productivity fosse l’appropriata misura dell’adozione e degli effetti delle IT. Vi era una netta distinzione tra sostenitori e detrattori dell’IT.
- Stage II. Dalla seconda metà degli anni ’70 cominciarono a emergere sporadiche prove del fatto che la performance dell’IT era inferiore rispetto a quella attesa. Nonostante ciò, si continuavano a spendere somme ingenti in IT: praticamente ogni impresa cominciava a offrire servizi basati sulla tecnologia, dunque, anche se non erano chiari i suoi effetti sulla performance, bisognava continuare a investire, *“just to stay in game”*.
- Stage III. A partire dagli anni ’80 cominciò ad essere considerato un errore pensare all’IT in relazione alla produttività. L’IT doveva essere utilizzato per scopi di maggior rilevanza, per scopi strategici. Si rendeva necessario cominciare a pensare all’IT in termini radicalmente nuovi.
- Stage IV. Verso la fine degli anni ’80, le IT cominciarono ad essere utilizzate per lo più nei management information system, dunque non ci si aspettava più che esse avessero un impatto diretto sulla produttività.
- Stage V. L’attenzione era focalizzata sull’identificazione delle cause del paradosso.

Alcuni accademici cominciarono a sostenere che le ICT fossero la causa del rallentamento della produttività, ritenendo che i miglioramenti tecnologici portati dalla seconda rivoluzione industriale non avessero una portata significativa come quella delle due precedenti rivoluzioni. In particolare, l’economista [Robert J. Gordon, \(2012\)](#) sosteneva che: *“the rapid progress made over the past 250 years could well turn out to be a unique episode in human history (...) I doubted that the ‘new economy’ would have an impact comparable to the invention of the second Industrial Revolution”*.

Gordon riteneva che motore a combustione interna, acqua corrente ed elettricità fossero dei cambiamenti epocali e che le ICT non fossero ad essi paragonabili.

Dello stesso parere era [Taylor Cowen, \(2011\)](#) economista americano e professore della George Mason University, il quale riteneva che: *“apart from the seemingly magical internet, life in broad material terms isn't so different from what it was in 1953”*.

Per quanto, sotto alcuni aspetti, queste tesi possano sembrare razionali, furono ben presto smentite dalle evidenze empiriche, le quali testimoniavano che a partire dagli anni '90 la produttività del lavoro era tornata a crescere.

Negli anni '90, negli USA si assiste a un rilevante incremento della produttività, che porterà a un periodo di forte crescita economica, creazione di nuovi posti di lavoro e bassa inflazione. Tra gli studi più rilevanti ed influenti vi è sicuramente quello di [Brynjolfsson et al \(1996\)](#). Il lavoro rappresenta infatti un vero punto di svolta: dopo aver rilevato una correlazione positiva tra produttività e IT in un campione di 367 imprese, gli autori terminavano la loro analisi così: *we conclude that the productivity paradox disappeared by 1991, at least in our sample of firms*.

La crescita della produttività negli anni '90 risolse il dibattito nato intorno al paradosso a favore di chi sosteneva che la stagnazione degli anni precedenti dipendeva esclusivamente da uno sfasamento temporale.

Va comunque sottolineato che tra 1990 e 2000 si è assistito a un netto incremento della produttività negli USA ma non in Europa.

In molti ritennero che questa ripresa fosse dovuta alle ICT e alla loro introduzione nei processi di produzione.

[Oliner e Sichel, \(2000\)](#), misero in luce l'importanza delle IT nella crescita della produzione e della produttività. Utilizzando la *Bureau of Economic Analysis (BEA)* e le *Bureau of Labour Statistics (BLS)*, dimostrarono che il progresso tecnologico e le IT avevano influenzato relativamente poco la crescita della produttività prima degli anni '90, ma che, dalla seconda metà della decade avevano assunto un ruolo determinante. Lo studio terminava constatando che l'utilizzo delle tecnologie dell'informazione aveva determinato circa due terzi dell'aumento di 1 punto percentuale nella crescita della produttività tra la prima e la seconda metà del decennio.

[Stiroh \(2001\)](#), vicepresidente esecutivo della Federal Reserve, condusse uno studio sull'industria americana per verificare se i guadagni in termini di produttività fossero concentrati in poche industrie o meno e, in secondo luogo, se essi fossero associati alla produzione e all'uso di IT. A seguito di una serie di analisi econometriche, Stiroh concluse che maggiori investimenti in IT, in un'industria, portavano a un incremento della produttività. Allo stesso modo dimostrò che la ripresa della produttività a livello nazionale era dovuta alle industrie che producevano e utilizzavano IT

(*IT-producing* e *IT-using industries*), mentre le industrie rimanenti, quelle non collegate alla rivoluzione IT, non avevano contribuito alla ripresa della produttività.

Chiarita la rilevanza delle IT sulla produttività del lavoro, rimaneva ancora un aspetto da spiegare: perché la produttività ha cominciato a crescere solamente 20 anni dopo l'introduzione delle tecnologie IT?

[Brynjolfsson \(1993\)](#) identificò tre differenti cause.

Per prima cosa egli riteneva che il paradosso della produttività fosse dovuto al fatto che le IT erano tecnologie così complesse e innovative per l'epoca che le persone e le imprese possono aver avuto bisogno di tempo prima di diventare competenti ed efficienti. Dunque, sono stati necessari diversi anni prima di poter osservare i benefici dell'innovazione.

[Brynjolfsson & Hitt \(2003\)](#), usando dati a livello impresa ottenuti da 600 imprese americane durante il periodo 1987-1994, testarono la veridicità della "*diffusion lag hypothesis*", secondo la quale questo tipo di innovazione richiede molto tempo prima di generare risultati tangibili. L'analisi mostra che i guadagni in termini di produttività nel lungo periodo sono cinque volte maggiori rispetto a quelli nel breve termine. Inoltre, i loro risultati erano consistenti con l'idea che il contributo delle IT alla crescita di lungo termine fosse possibile solo grazie alla combinazione con investimenti complementari da parte delle organizzazioni.

In secondo luogo, [Brynjolfsson \(1993\)](#) identificò un'altra possibile spiegazione del paradosso della produttività: le nuove tecnologie non sempre espandono il mercato, a volte, semplicemente, spostano quote di mercato da un player all'altro. Ciò potrebbe essere proficuo per alcune imprese, ma non porterebbe a nessun guadagno per l'industria in sé. In pratica, le imprese che investono in IT guadagnano alle spese di imprese che non investono in IT (si pensi agli esempi di Fujifilm e Kodak e di Blockbuster e Netflix).

Un'ultima possibile spiegazione del paradosso, sempre ipotizzata da [Brynjolfsson \(1993\)](#), riguarda i problemi di misurazione associati alle IT.

Le IT, infatti, non portano esclusivamente a un incremento della quantità di output realizzabile, ma consentono anche la realizzazione di benefici ulteriori. La riduzione del tempo di consegna, l'incremento della varietà dei prodotti e la possibilità per il cliente di personalizzare il proprio prodotto sono solo alcuni esempi di ciò che le IT hanno reso possibile e alla portata di tutti.

Tutti questi aspetti, pur avendo un indubbio valore, sono particolarmente difficili da misurare e valutare e dunque spesso non sono inclusi nelle statistiche. Il rischio, quindi, è quello di non

assegnare l'adeguato valore ad aspetti differenti dalla quantità prodotta, ma più difficilmente misurabili.

A partire dai primi anni 2000, la crescita della produttività ha mostrato una tendenza al ribasso sia in economie mature come USA, Eurozona e Giappone che in economie in crescita come Cina, India, Brasile e Messico. A livello mondiale il tasso di crescita della produttività del lavoro è passato dal 2,6% annuo nel periodo 1996-2006 al 2,4% annuo nel periodo 2007-2014, mentre negli USA si è ridotto dal 3,3% annuo per il periodo 1996-2003 al 1,5% per il 2015. Situazione al quanto sorprendente.

Molti accademici, infatti, si aspettavano di vedere nelle statistiche gli effetti dell'introduzione delle tecnologie dell'industria 4.0. [Mekala Krishnan, \(2018\)](#) della Mckinsey rifletteva così: “*digitization isn't stimulating productivity growth - yet. Is the Solow paradox back?*”

In accordo con uno studio condotto dalla Banca del Belgio nel 2018 ([Dhyne et al., 2018](#)) questo nuovo paradosso potrebbe dipendere da due cause: investimenti in IT insufficienti e una cattiva allocazione degli investimenti realizzati. Mentre secondo uno studio OECD ([Andrews et al., 2018](#)) il calo nella produttività dipende da alcuni fattori complementari come la bassa qualità manageriale e una mancanza di competenze ICT. Per questo, dunque, politiche e incentivi di mercato volti a migliorare le capacità aziendali nell'utilizzo delle tecnologie digitali potrebbero avere un ampio effetto.

L'innegabile rallentamento della produttività ha generato un nuovo dibattito. Secondo alcuni la rivoluzione IT ha fatto il suo corso e ha esaurito i suoi effetti positivi.

[Gordon, 2010](#) afferma che il problema della rivoluzione IT sta nel fatto che ormai essa è sempre più gravata dalla legge dei rendimenti di scala decrescenti. Il rallentamento della produttività, dunque, rappresenta un ritorno alla normalità dopo un decennio di vantaggi portati dall'IT ([Gordon, 2012](#)).

Secondo altri contributi, invece, la rivoluzione IT sta continuando a un ritmo sostenuto e permetterà una nuova ondata di crescita della produttività nell'economia ([Brynjolfsson & McAfee, 2011](#)).

Questa stagnazione riflette le difficoltà nella transizione da un'economia basata *on tangible production* a una basata *on ideas*. Approfondendo questa visione, dunque si può affermare che l'economia non ha ancora visto tutti i benefici della digital economy, dato che ci si trova ancora in una fase di transizione.

[Van Ark \(2016\)](#), in uno studio pubblicato presso l'University of Groningen, ha evidenziato una serie di possibili cause che possono aver determinato il rallentamento della produttività: esaurimento del potenziale di crescita della produttività dei mercati emergenti; intensificazione delle misure di regolamentazione e altre politiche che inibiscono la produttività; una sempre più

debole traduzione della tecnologia e dell'innovazione in produttività dalla metà degli anni 2000; gli effetti delle recenti recessioni (Grande Recessione 2008 e Euro-crisi 2012).

Van Ark (2016) giunge alla stessa conclusione elaborata da Brynjolfsson (2011): la *New Digital Economy*<sup>5</sup> si trova ancora in una sorta di *installation phase*, mentre gli effetti delle produttività potrebbero rivelarsi solamente una volta raggiunta la *deployment phase*.

In ambito accademico, quest'ultima ipotesi è quella che sembra aver preso più piede e che ha ottenuto maggiori consensi.

Visione più positiva è quella sostenuta dal [Mckinsey Global Institute, \(2013\)](#) il quale ritiene che nell'immediato futuro ci saranno dei netti miglioramenti: *“Some economists question whether technology can still deliver the kind of wide-ranging, profound impact that the introduction of the automobile or the semiconductor chip had and point to data showing slowing productivity growth in the United States and the United Kingdom as evidence. While we agree that significant challenges lie ahead, we also see considerable reason for optimism about the potential for new and emerging technologies to raise productivity and provide widespread benefits across economies”*.

Nel report, la Mckinsey sostiene che la digitalizzazione dei processi di produzione porterà a un tasso annuo di crescita della produttività compreso tra 0,8% e 1,4%.

---

<sup>5</sup> Rete di attività economiche, transazioni commerciali e interazioni professionali che sono abilitate dalle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT).

## Capitolo 2 - Digitalizzazione e Produttività in letteratura

### 2.1 Quali indicatori utilizzare per misurare la digitalizzazione?

La digitalizzazione è un concetto vasto e ricco di sfumature e non esiste un indicatore in grado di coglierne integralmente il senso.

Per questo, la letteratura utilizza indicatori differenti a seconda dell'obiettivo dell'analisi.

[Kotarba, \(2017\)](#) ha identificato gli indicatori maggiormente utilizzati per misurare la digitalizzazione.

Essi, a seconda della loro portata, sono stati classificati in 5 livelli: economia, società, industria, impresa e clienti. Scendendo lungo i cinque livelli si passa da una visione più generale a una più microeconomica e di dettaglio.

#### 2.1.1 La digital economy

Il primo livello, quello più generale, è definito *digital economy*.

Per *digital economy* s'intende un'economia in cui l'utilizzo delle ICT è ampiamente diffuso e ravvisabile in particolare nell'utilizzo di:

- Infrastrutture di base (ad esempio, accesso a internet ad alta velocità);
- E-business (Business models che fanno ampio utilizzo delle ICT);
- E-commerce (Utilizzo delle ICT nei B2B, B2C e C2C).

Per misurare gli effetti delle ICT sulla crescita economica, l'Oxford Economics e Accenture hanno sviluppato congiuntamente il *Digital Density Index* (DDI). L'indice si pone come obiettivo primario quello di creare uno strumento in grado di guidare i futuri investimenti, pubblici e privati, in modo da stimolare efficientemente ed efficacemente la crescita economica.

Il DDI sintetizza 50 indicatori raggruppati in 4 aree di attività e 18 gruppi di metriche (Tabella 2).

Tabella 2 - Framework del Digital Density Index (DDI)

Activity area	Description and metrics
1. Making markets	Increasing digitalization of existing markets and creation of new digital markets. Recognition that existing markets are becoming increasingly digital and new

	markets are being created through digital means.	
<i>Metrics:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Customer activity cycle</li> <li>• Digitally contestable markets<sup>6</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfirm collaboration</li> </ul>
2. Sourcing inputs	Use of digital technologies to source and/or use factors of production. Degree to which digital technologies change the lifecycle of sourcing these factors for the business.	
<i>Metrics:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plant, property, equipment</li> <li>• Labor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finance (capital, liquidity)</li> </ul>
3. Running enterprises	Business use of digital technologies and activities to execute key business functions.	
<i>Metrics:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technology process</li> <li>• Strategy process</li> <li>• Human capital/talent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Business model</li> <li>• Innovation</li> <li>• Research and development (R&amp;D) spending</li> </ul>
4. Fostering enablers	Changes in institutional and socioeconomic environments to facilitate digitalization.	
<i>Metrics:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizational flexibility</li> <li>• Connectivity</li> <li>• Attitudes in society</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Government spending</li> <li>• Ease of business</li> <li>• Long-term regulatory outlook</li> </ul>

Fonte: Macchi, M., Berthon, B., Robinson, M. *Accenture Digital Density Index – Guiding Digital Transformations*. 2015.

Nel 2016, nell'ambito della strategia Europa 2020, la Commissione europea ha introdotto un sistema di misurazione delle prestazioni, il *Digital Economy and Society Index* (DESI), per monitorare l'evoluzione delle prestazioni digitali europee degli Stati membri.

Annualmente il DESI monitora le prestazioni dei membri al fine di valutare il livello di digitalizzazione di ciascuno Stato e di identificare le aree che richiedono maggiori investimenti.

Il DESI è un indice composto che racchiude cinque dimensioni (Tabella 3).

<sup>6</sup> Mercato in cui ci sono poche barriere all'uscita e, in questo caso, i costi del capitale investito saranno recuperabili. Perciò, la minaccia della possibile entrata di nuove imprese è sufficiente a far sì che quelle native guadagnino solo un profitto normale e non uno "extra".

Tabella 3 - Digital Economy and Society Index - activities and metrics

Activity area	Description and metrics
1. Connectivity	The deployment of broadband infrastructure and its quality. Access to fast broadband-enabled services is a necessary condition for competitiveness.
<i>Metrics:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1a Fixed Broadband               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1a1 Fixed BB Coverage</li> <li>○ 1a2 Fixed BB Take-up (usage)</li> </ul> </li> <li>• 1b Mobile Broadband               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1b1 Mobile BB Take-up</li> <li>○ 1b2 Spectrum</li> </ul> </li> <li>• 1c Speed               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1c1 NGA Coverage (&gt;24Mb/s)</li> <li>○ 1c2 Subscriptions to Fast BB</li> </ul> </li> <li>• 1d Affordability               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1d1 Fixed BB Price</li> </ul> </li> </ul>
2. Human capital	<p>Skills needed to take advantage of the possibilities offered by a digital society.</p> <p>Such skills go from basic user skills that enable individuals to interact online and consume digital goods and services to advanced skills that empower the workforce to take advantage of technology for enhanced productivity and economic growth.</p>
<i>Metrics:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2a Basic Skills and Usage               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2a1 Internet Users</li> <li>○ 2a2 Basic Digital Skills</li> </ul> </li> <li>• 2b Advanced Skills and Development               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2b1 ICT Specialists</li> <li>○ 2b2 STEM (science, technology, engineering, math) graduates</li> </ul> </li> </ul>
3. Use of Internet	<p>Variety of activities performed by citizens already online.</p> <p>Such activities range from consumption of online content to modern communication activities or online shopping and banking.</p>
<i>Metrics:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3a Content               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3a1 News</li> <li>○ 3a2 Music, Videos and Games</li> <li>○ 3a3 Video on Demand</li> </ul> </li> <li>• 3b Communication</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3b1 Video Calls</li> <li>○ 3b2 Social Networks</li> <li>• 3c Transactions <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3c1 Banking</li> <li>• 3c2 Shopping</li> </ul> </li> </ul>
4. Integration of information technology	<p>Digitization of businesses and their exploitation of the online sales channel.</p> <p>By adopting digital technology, businesses can enhance efficiency, reduce costs, and better engage customers, collaborators, and business partners.</p> <p>Furthermore, the Internet as a sales outlet offers access to wider markets and potential for growth.</p>
<i>Metrics:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4a Business digitization <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 4a1 Electronic Information Sharing</li> <li>○ 4a2 RFID</li> <li>○ 4a3 Social Media</li> <li>○ 4a4 eInvoices</li> <li>○ 4a5 Cloud</li> </ul> </li> <li>• 4b eCommerce <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 4b1 SMEs Selling Online</li> <li>○ 4b2 eCommerce Turnover</li> <li>○ 4b3 Selling Online Cross-border</li> </ul> </li> </ul>
5. Digital public services	<p>Digitization of public services, focusing on eGovernment.</p> <p>Modernization and digitization of public services can lead to efficiency gains for the public administration, citizens, and businesses alike as well as to the delivery of better services for the citizen.</p>
<i>Metrics:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5a eGovernment <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 5a1 eGovernment Users</li> <li>○ 5a2 Pre-filled Forms</li> <li>○ 5a3 Online Service Completion</li> <li>○ 5a4 Open Data</li> </ul> </li> </ul>

*Fonte: Commissione europea 2016*

La differenza principale tra i due indici è che il DDI è prevalentemente orientato al mercato mentre il DESI considera sia fattori economici che sociali come, ad esempio, il capitale umano e il grado di utilizzo delle ICT da parte della popolazione.

## 2.1.2 La digital society

Al secondo livello, al di sotto della *digital economy*, si trova la *digital society*.

Per *digital society* s'intende una società in cui l'uso delle ICT è comune e i cittadini operano nell'economia digitale utilizzando infrastrutture digitali, pubbliche e private, per svolgere attività di vita quotidiana.

Oltre al DESI score, a questo livello, è utile sfruttare una serie di indicatori proposti dall'OCSE, che vanno a espandere e dettagliare la visione proposta dal DESI.

Nella tabella 4 vengono presentati alcuni esempi.

Tabella 4 - OECD activity area – Metriche addizionali versus DESI

1.	<p>Smart infrastructure (DESI: Connectivity):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• availability of fiber optics,</li> <li>• average download speeds,</li> <li>• connectivity costs (outside of the primary broadband connection): ICT devices (e.g., laptop, tablet, desktop), ICT applications, people using smartphones.</li> </ul>
2.	<p>Internet users (DESI: Human capital):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• number of activities performed online per person,</li> <li>• digital natives: age of first Internet access, Internet usage by students at school and outside, usage of parental controls and Web filters,</li> <li>• ICTs in schools: Internet connectivity, computer use for practicing, drilling, mathematics, and foreign languages,</li> <li>• online course usage (e.g., word processor, spreadsheet, programming),</li> <li>• computer use at work (simple, advanced, no use),</li> <li>• people who believe that they have sufficient ICT skills to find new jobs.</li> </ul>
3.	<p>The growth of the Internet (DESI: Use of Internet):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• online purchase analytics (e.g., travel, music, books, food, ticketing),</li> <li>• usage per type of operation (e.g., e-mail, news, social networks, eBanking, eGovernment, eCommerce, gaming, travel, accommodation, Web radio, Web TV, telephone, job search, content creation),</li> <li>• average Wikipedia views (fixed and mobile connectivity),</li> <li>• YouTube views of domestic content,</li> <li>• top Web sites by type (e.g., search engine, social network, media content, portal, reference/encyclopedia, news, eCommerce, eBanking, blogging),</li> <li>• search for health information,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• number of domestic Internet domains.</li> </ul>
4.	<p>Digital technology (DESI: Integration of the digital technology):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• trust in cross-border eCommerce,</li> <li>• number of applications considered “standard” on the mobile phones, overall number of applications,</li> <li>• usage of data analytics and big data, data-mining-related scientific articles, average data storage cost,</li> <li>• innovation (R&amp;D activity and intensity, innovative enterprises in ICT manufacturing and services, engagement in in-house ICT manufacturing),</li> <li>• patents related to digitalization (ICT related, radicalness of patents, ICT industrial designs, and ICT trademarks),</li> <li>• labor productivity in ICT,</li> <li>• cost of genome sequencing,</li> <li>• security measures used for authorization and authentication (strong/weak, offsite backups, intrusion detection systems, tokens, biometrics),</li> <li>• number of ICT security issues,</li> <li>• acknowledging security issues. changes to browser settings, number of issues on client data protection.</li> </ul>
5.	<p>eGovernment services (DESI: Digital public services):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• problems in using eGovernment services (technical issues with portals, outdated information, no support for digital solutions).</li> </ul>
6.	<p>Other metrics (not explicitly specified in DESI):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• weight of the digital economy in the overall economy (measured by GDP, number and performance/size of ICT companies, new entrants on the ICT market, global trade, gross exports),</li> <li>• ICT investments (capital inflows, investment as a percentage of GDP, value added of ICT, venture capital investments),</li> <li>• digital IQ (graduates in ICT, researchers in ICT).</li> </ul>

Fonte: Commissione europea 2016

I due dataset di indicatori forniti dalla Commissione Europea (DESI) e dall’ OCSE, sono complementari per realizzare un’analisi a livello di società: alcuni sono presenti in entrambi i dataset, mentre altri sono distintivi di uno solo.

### **2.1.3 Il livello industria**

Al livello industria, i principali indicatori da utilizzare sono stati proposti dal McKinsey Global Institute (MGI). [Manyika, et al. \(2015\)](#) propongono un indice basato su tre differenti gruppi di metriche:

- *Assets*: suddiviso in *Digital spending* e *Digital asset stock*;
- *Usage*: suddiviso in *Digital transactions*, *Interactions between firms, customers, and suppliers*, *Business processes conducted internally* e *digitally enabled markets*;
- *Labor*: suddiviso in *Digital spending*, *Digital capital deepening* e *Digitization of work*.

Ognuna di queste dimensioni poi viene sotto ripartita in maniera più dettagliata.

Un altro indicatore è l'*Industry Digitalization Index* (IDI) realizzato sulla base dei dati raccolti dall'Eurostat. Questo indice contiene informazioni sull'utilizzo, da parte delle imprese, delle infrastrutture digitali e si articola in quattro sub-dimensioni:

- Digitalizzazione del processo di approvvigionamento (*digital input*);
- Digitalizzazione dei processi di vendita (*digital output*);
- Elaborazione digitale (CRM ed ERP);
- Livello di sviluppo delle infrastrutture digitali.

### **2.1.4 Il livello impresa**

A livello impresa gli indicatori più importanti sono quelli che compongono l'*Industry Digitalization Index* (IDI).

Per raffinare l'analisi, a questi KPI, se ne possono aggiungere altri con un focus specifico sull'andamento dell'E-commerce e delle interazioni digitali con i clienti. Ne sono esempi:

- Il *conversion funnel* (*users/visitors*);
- Le fonti del traffico (*paid search*, *affiliate networks*, *direct e-mail*, *social media*);
- La performance di email e SMS (*bounce/delivery rate*, *sharing*, *open rate*, *click-through-rate*);
- Le visite sui siti di E-commerce;
- Il livello di *customer engagement* (*Client Satisfaction Index*, *Net Promoter Score* (NPS), *churn rate* e *retention level*).

### **2.1.5 Il digital client**

L'ultimo livello, quello di maggior dettaglio è il *digital client*.

È complesso identificare gli indicatori per definire il grado di digitalizzazione di un cliente in quanto tale livello è influenzato dal tipo di prodotto/servizio acquistato.

A seconda del *customer journey* bisognerà identificare indicatori differenti. A titolo di esempio vengono riportati gli indicatori maggiormente utilizzate dalle istituzioni bancarie:

- utilizzo delle soluzioni online (login per giorno/mese, numero/volume di transazioni, funzionalità più utilizzate, piattaforma utilizzata ...);
- vendite (volumi), ricavi e redditività dei clienti digitali;
- prestazioni delle app (download per piattaforma, classifiche/stelle e feedback).

## ***2.2 Digitalizzazione e produttività del lavoro a livello Paese***

[Ben Westmore, \(2013\)](#) ha analizzato l'effetto delle politiche pubbliche sull'innovazione del settore privato e sul rendimento degli investimenti in conoscenza.

Nello specifico, lo studio esamina dati per 19 paesi<sup>7</sup>, dalla metà degli anni '80 al 2008, al fine di definire:

- le determinanti politiche che influenzano maggiormente la ricerca e lo sviluppo aziendale (R&S);
- le determinanti politiche che influenzano il numero di nuovi brevetti;
- il legame tra attività innovativa e produttività multifattoriale (MFP).

I risultati principali sono i seguenti:

- Gli incentivi fiscali per le attività di ricerca e sviluppo determinano un incremento delle spese in R&S nel settore privato. Questa correlazione, però, si perde in quei Paesi soggetti a una forte instabilità politica, in cui il quadro di governo cambia spesso;
- Le politiche quadro che promuovono la concorrenza sono fondamentali nell'incentivare l'innovazione e nell'influenzare i rendimenti derivanti dalla nuova conoscenza. Ad esempio, le riforme a favore della concorrenza nel mercato dei prodotti producono un aumento del numero dei brevetti. Una relazione positiva, meno significativa, si identifica anche con l'aumento della spesa in R&S da parte delle imprese;
- Il rafforzamento dei diritti brevettuali porta a un incremento del numero dei brevetti, in particolar modo quando le barriere normative all'ingresso dei mercati sono basse;
- Il numero di brevetti è positivamente influenzato dall'attività di R&S straniera, se questa si associa a basse barriere di accesso al mercato per imprese straniere. Questa situazione,

---

<sup>7</sup> Paesi inclusi sono Australia, Austria, Belgio, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Irlanda, Italia, Giappone, Paesi Bassi, Norvegia, Portogallo, Spagna, Svezia, Svizzera, Regno Unito e Stati Uniti d'America.

infatti, riduce la possibilità che le imprese native, con potere di monopolio, resistano all'adozione di innovazioni provenienti dall'estero. Infatti, nel caso in cui la regolamentazione del mercato dei prodotti sia stringente, le nazioni impiegano più tempo a raggiungere la frontiera della produttività;

- Una regolamentazione meno rigorosa del mercato è associata a una maggiore crescita della produttività multifattoriale, in quanto, in mercati più competitivi, è più semplice commercializzare e attuare nuove idee. Inoltre, quando le barriere sono basse, i Paesi con maggiore vicinanza geografica ai leader tecnologici beneficiano di una crescita più rapida. Ciò testimonia come ancora oggi la distanza geografica sia un fattore rilevante nell'analisi degli spillover;
- Le politiche fallimentari sono molto importanti. La convergenza verso la frontiera produttiva è più rapida in quei Paesi che hanno un regime fallimentare meno penalizzante nei confronti dei debitori.

Riassumendo, particolari politiche di governo hanno un'influenza positiva su investimenti in R&S aziendale e sul numero di brevetti. Questi ultimi sono positivamente correlati con la crescita della produttività multifattoriale e, quindi con la crescita economica di un Paese. Il rapporto tra digitalizzazione e produttività, pertanto, cambia da nazione a nazione, in base all'organizzazione politica, l'ideologia di base e le politiche adottate.

[Andrews e Criscuolo \(2013\)](#) hanno ripreso il tema ricercando i fattori che determinano le differenze di rendimento degli investimenti in *knowledge-based capital*<sup>8</sup> (KBC) tra i Paesi OCSE.

Perché alcuni Paesi sono in grado più di altri di canalizzare risorse verso le imprese più grandi e innovative?

Il rendimento degli investimenti sulla produttività dipende dalle politiche di governo che influenzano la capacità dell'economia di riallocare le risorse alle imprese che investono in KBC. Gli incentivi fiscali per la Ricerca e Sviluppo (R&S) e una buona definizione dei diritti di proprietà intellettuale costituiscono un elemento fondamentale per spingere le imprese a investire in ricerca. Inoltre, è fondamentale che le politiche di protezione dei diritti intellettuali siano accompagnate da politiche volte a stimolare la concorrenza e la competizione, in modo da non incorrere nel rischio che le imprese si sentano eccessivamente protette e che quindi smettano di investire.

---

<sup>8</sup> Assets privi di realizzazione fisica, quali informazioni digitali, proprietà innovative, competenze dei dipendenti, know-how organizzativo, banche dati, progettazione, marchi e varie forme di proprietà intellettuale.

[Andrews e Criscuolo \(2013\)](#) identificano le seguenti come politiche di governo che favoriscono gli investimenti in KBC:

- Leggi fallimentari che non penalizzano eccessivamente il fallimento. Una riduzione dei costi del fallimento spinge le imprese a mettersi maggiormente in gioco e assumersi più rischi, incoraggiandole a sperimentare nuove opportunità di crescita;
- Politiche di liberalizzazione e di eliminazione degli ostacoli al commercio e agli investimenti internazionali. L'espansione del mercato nazionale porta a un'allocazione delle risorse più efficace ed efficiente e a una maggiore diffusione della conoscenza da una nazione all'altra.
- Diritti di proprietà intellettuale (DPI) ben definiti e di alta qualità. Sono politiche che forniscono alle imprese un incentivo a innovare, promuovono la diffusione della conoscenza e favoriscono la divulgazione delle idee. Come affermato in precedenza, la definizione dei diritti di proprietà deve associarsi a politiche di liberalizzazione e, com'è ovvio a riforme che rendano i sistemi giudiziari efficienti.

Simili sono le domande a cui [Dewan e Kraemer \(1998\)](#) cercano di rispondere:

- Qual è l'esperienza internazionale in termini di rendimento degli investimenti in IT?
- Qual è la differenza di rendimento tra investimenti in capitale IT e in capitale non-IT? Queste differenze dipendono dal livello di sviluppo del Paese?

Per dare delle risposte, i due autori utilizzano dati per il periodo 1985-1993 per 36 Paesi<sup>9</sup> e stimano una funzione di produzione inter-country in modo da analizzare il rendimento derivante da investimenti in capitale IT e non.

Lo studio evidenzia significative differenze tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo relativamente al rendimento degli investimenti in capitale.

Per i Paesi sviluppati, che dispongono già di una solida base di capitale che sostiene l'economia, la produttività marginale degli investimenti non-IT è bassa. Al contrario invece, il rendimento degli investimenti in IT è positivo e consistente.

I Paesi in via di sviluppo, come è ovvio, presentano delle differenze strutturali rispetto quelli già sviluppati. Posseggono meno infrastrutture, un capitale umano meno produttivo (a causa del livello d'istruzione più basso) e business model ancora in transizione da un modello industriale a uno basato "sull'informazione". Questi aspetti, in aggiunta ad appropriate politiche di governo,

---

<sup>9</sup>Argentina, Australia, Austria, Belgio, Canada, Cile, Colombia, Danimarca, Filippine, Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Grecia, Honk kong, Korea, Irlanda, India, Israele, Italia, Messico, Nuova Zelanda, Norvegia, Paesi Bassi, Portogallo, Regno Unito, Singapore, Spagna, Stati Uniti, Svezia, Svizzera, Thailandia, Taiwan, Turchia e Venezuela.

rappresentano delle precondizioni essenziali affinché si possa beneficiare dei rendimenti delle nuove tecnologie.

Per i Paesi in via di sviluppo, pertanto, i rendimenti degli investimenti in capitale non-IT sono sufficientemente consistenti, mentre quelli derivanti dagli investimenti in capitale IT non sono statisticamente significativi.

[Dewan e Kraemer \(1998\)](#) mostrano come il rendimento degli investimenti in capitale sia soggetto a una “learning curve”: qualsiasi economia deve, anzitutto, costruire uno stock di capitale ordinario, il quale è propedeutico a rendere gli investimenti in IT produttivi. Questo stock deve però essere supportato da buoni livelli in: tecnologia, capitale sociale e umano, infrastrutture e politiche di governo.

Qualche anno prima, [Kraemer e Dedrick, \(1994\)](#) avevano svolto uno studio con obiettivi molto simili cercando di comprendere quali sono i fattori che maggiormente influenzano gli investimenti in IT e, in secondo luogo quali sono gli effetti delle IT su produttività del lavoro e crescita economica.

L’analisi è stata svolta su 12 Paesi asiatici<sup>10</sup> con un differente livello di sviluppo tecnologico, nel periodo 1984–1990. La scelta è ricaduta sui Paesi asiatici poiché questi hanno attraversato un periodo di forte crescita economica negli anni ‘90, che, almeno in parte, è stato il frutto degli investimenti in IT che hanno determinato un incremento di produttività e competitività. In modo simile, la stagnazione di altri Paesi era stata attribuita alle politiche che vietavano di importare tecnologia dall’estero.

Lo studio di Kraemer e Dedrick supporta l’idea di sviluppo “*IT-lead*”: esiste una correlazione significativa e positiva tra investimenti in IT, crescita della produttività e PIL.

Gli stessi autori però sottolineano come questi risultati, pur essendo validi, non forniscono prove conclusive dell’esistenza di una relazione causale dato che gli investimenti in IT rappresentano una percentuale relativamente piccola degli investimenti complessivi e data l’ampia gamma di fattori che influenzano la crescita economica.

Recentemente, [Habibi, \(2020\)](#) ha analizzato il contributo delle ICT e dell’istruzione alla crescita economica e alla produttività. L’analisi è stata condotta per il periodo 2000-2017 per 10 Paesi del Medio Oriente e 24 economie appartenenti all’OCSE. La scelta di analizzare economie così differenti è stata dettata dalla volontà di comprendere se l’effetto delle ICT e dell’istruzione sia influenzato dal livello di sviluppo del Paese.

---

<sup>10</sup> Australia, Corea del Sud, Filippine, Giappone, Hong Kong, India, Indonesia, Malesia, Nuova Zelanda, Singapore, Taiwan e Thailandia.

Nel lavoro sono state utilizzate, come misure del progresso tecnologico, la presenza di infrastrutture di telecomunicazione, il numero di utenti che utilizzano Internet, il numero di abbonati alla banda larga e l'utilizzo di telefoni cellulari.

Più nello specifico, l'obiettivo del lavoro è comprendere se queste misure di digitalizzazione favoriscano la crescita nei Paesi con un migliore accesso all'istruzione rispetto a quelli con minor accesso.

I risultati mostrano una correlazione positiva e significativa in entrambi i gruppi di Paesi, ma la crescita è maggiore nelle nazioni nelle quali l'accesso all'educazione è più semplice.

Inoltre, l'educazione è un fattore essenziale affinché internet possa generare valore, mentre non è un fattore essenziale relativamente ai rendimenti derivanti dall'utilizzo della telefonia mobile. A tal riguardo, comunque, si registra un impatto positivo in entrambe le nazioni, anche se la correlazione è meno significativa nei Paesi Medio Orientali a causa di una maggiore arretratezza delle infrastrutture di rete.

Si rileva poi una correlazione positiva tra banda larga e crescita della produttività per i Paesi del Medio Oriente, mentre non esiste correlazione per i Paesi OCSE. Questi risultati suggeriscono che, nei Paesi già sviluppati, sono altre le tecnologie che stimolano l'economia e lo sviluppo.

Una parte rilevante della letteratura ha analizzato la relazione tra digitalizzazione e produttività in Europa e USA.

L'interesse per queste economie deriva dal peculiare andamento della produttività che si è registrato nel corso degli anni.

Infatti, dalla Seconda guerra mondiale in poi, la crescita della produttività in Europa è stata costantemente superiore rispetto a quella americana.

A partire dagli anni '90, invece si è registrata una vera e propria inversione di tendenza, con la crescita negli USA che è sostanzialmente duplicata rispetto agli anni precedenti, passando da un incremento annuo dell'1,2% nel periodo 1973-1995 al 2,3% tra 1995 e 2006. Per i 15 Paesi che costituivano l'Unione Europea fino al 2004, la crescita della produttività del lavoro invece è scesa da un tasso annuo del 2,4% nel periodo 1973-1995 all'1,5% nel periodo 1995-2006.

Durante gli anni '90, gli USA hanno attraversato un periodo di forte crescita economica e stabilità, caratterizzato da una riduzione del deficit di bilancio, bassi tassi d'interesse e un incremento del commercio internazionale. Molti ritennero che quest'economia così florida fosse il frutto delle IT e dello sviluppo di Internet. Persino il Presidente del Consiglio della Federal Reserve, Alan Greenspan, affermò nell'ottobre del '97 che: *"...our nation has been experiencing a higher growth*

*rate of productivity worked in recent years. The dramatic improvements in computing power and communication and information technology appear to have been a major force behind this beneficial trend*". Infatti, in quegli anni, l'industria IT cresceva a più del doppio del tasso di crescita dell'intera economia, con investimenti in campo IT che rappresentavano circa il 45% del totale degli investimenti.

Chiaramente quindi, molti studi hanno cercato di comprendere quali fattori avessero generato quest'inversione di tendenza e di spiegare perché ciò non stesse avvenendo in Europa.

[Robert Inklaar, \(2003\)](#), ha analizzato i fattori che hanno determinato la crescita della produttività in quattro paesi europei<sup>11</sup> e negli USA tra 1979 e 2000.

L'analisi è stata realizzata a livello di industria e i risultati mostrano come il contributo all'incremento del capitale per lavoratore in tutta l'economia (*capital deepening*) derivi da poche industrie e che questo contributo è minore nei paesi europei rispetto agli USA.

Inklaar mostra inoltre come gran parte della crescita di fine anni '90 negli USA sia spiegata dal fatto che le industrie di servizi (in particolare commercio e finanza) hanno sfruttato notevolmente le ICT. Queste industrie, quindi, sono le maggiori responsabili dell'accelerazione dell'*ICT capital deepening* e della crescita della TFP.

Nei 4 Paesi europei analizzati invece, pur essendo vero che le industrie di servizi hanno determinato la parte più rilevante dell'incremento dell'*ICT capital deepening*, il contributo in termini assoluti è notevolmente inferiore rispetto a quello negli USA, a causa di un livello inferiore di *ICT capital stock*. Ciò ha fatto sì che in Europa queste imprese non abbiano determinato un incremento della produttività a livello aggregato, ma che questo sia rimasto prevalentemente confinato all'interno delle singole industrie.

Date queste conclusioni, dunque, bisogna rispondere a un'importante domanda: i Paesi europei sono semplicemente in ritardo rispetto agli USA o esistono fattori strutturali che impediscono loro di sfruttare questa crescita?

[Van Ark, \(2008\)](#) spiega perché i benefici della moderna *economia della conoscenza* differiscono così largamente tra le economie avanzate.

Una piccola parte di questa divergenza, sostiene l'autore può essere spiegata dal differente timing nel quale si trova l'economia europea rispetto quella americana. Comunque, questa non rappresenta una motivazione sufficiente a chiarire un divario così netto.

---

<sup>11</sup> Francia, Germania, Paesi Bassi e Regno Unito.

La rapida crescita della produttività negli USA sembra piuttosto essere il frutto degli elevati livelli di investimento nelle tecnologie delle informazioni e delle comunicazioni durante gli anni '90 e della rapida crescita della produttività nel settore dei servizi di mercato dell'economia nella prima metà degli anni 2000.

Al contrario invece, il rallentamento della produttività aggregata nei Paesi europei deriva da una minor crescita della produttività multifattore nelle industrie di servizio come commercio, finanza e servizi alle imprese.

Il lavoro mostra quindi che il rallentamento della produttività europea dipende dal rallentamento dell'economia della conoscenza in Europa, rispetto agli USA. Ad esempio, in Europa si registrano minori investimenti in IT, una minor quota di industrie produttrici di tecnologie e una crescita più lenta della produttività multifattore, la quale è un indicatore di progresso tecnologico.

Al fine di incrementare la produttività, l'Europa non può nemmeno basarsi sul tradizionale modello di convergenza. In primo luogo, perché l'UE aveva raggiunto la frontiera produttiva già dalla metà degli anni '90 e in secondo luogo perché le innovazioni dei servizi sono più difficili da imitare rispetto alle tecnologie “*dure*” del mondo della produzione in senso stretto.

Un approccio più flessibile verso i mercati del lavoro, dei prodotti e dei capitali invece consentirebbe all'Europa un'allocazione più efficiente delle risorse. Così come la realizzazione di un mercato unico europeo che consentirebbe di beneficiare di forti vantaggi di scala e dei vantaggi offerti dalla maggiore concorrenza.

Proprio al fine di ridurre l'elevato livello di regolamentazione del mercato nel 2000 fu sviluppato un programma di azione da parte della Commissione europea chiamato Agenda di Lisbona, con l'obiettivo di rendere l'Europa *l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo*. L'agenda si proponeva di aumentare la spesa pubblica e privata per la ricerca e lo sviluppo, di incrementare la concorrenza, di riformare il mercato del lavoro e di spingere verso una crescita sostenibile. L'agenda però non raggiunse i risultati sperati.

Nel 2010, fu introdotta la *Strategia Europa 2020* con l'obiettivo di promuovere una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva, con un maggiore coordinamento della politica economica e sociale tra UE e Stati membri.

Nel 2021 poi l'UE ha presentato l'Agenda Digitale europea per lo sviluppo nel decennio 20-30 identificando 4 punti cardinali:

- Competenze, sia in termini di esperti di IT sia in termini di conoscenze digitali basilari, che, secondo l'obiettivo fissato dovrebbero essere possedute da almeno l'80% della popolazione;
- Infrastrutture digitali sicure e sostenibili. In particolare, si punta a rendere ovunque disponibile il 5G;

- Trasformazione digitale delle imprese che prevede che il 75% delle imprese dell'UE utilizzino cloud/IA/Big Data e che oltre il 90% delle PMI raggiunga almeno un livello di intensità digitale di base;
- Digitalizzazione dei servizi pubblici, in particolare della sanità.

### ***2.3 Digitalizzazione e produttività del lavoro a livello impresa***

[Dinlersoz e Wolf, \(2018\)](#) hanno condotto uno studio sull'industria manifatturiera americana dimostrando che gli stabilimenti più automatizzati, e con una minore quota di manodopera di produzione e una maggiore quota di capitale, sono quelli che presentano una maggiore produttività del lavoro.

Uno spunto ulteriore ci viene offerto dall'annosa questione secondo cui l'automazione potrebbe distruggere posti di lavoro. La letteratura è ricca di studi in merito, i quali presentano sostanzialmente un punto di vista simile. Tutti infatti concordano sul fatto che l'automazione generi una riduzione dell'input di lavoro necessario a produrre un'unità di output (incremento della produttività), che a sua volta implica una riduzione del tasso di occupazione, circostanza questa comunque attenuata da ulteriori dinamiche ([Kromann et al, 2011](#)).

[Gal et al, \(2019\)](#) mostrano l'esistenza di una correlazione positiva tra l'adozione di alcune tecnologie digitali (*high speed broadband, cloud computing, CRM e ERP*) e la produttività delle imprese. Questa correlazione si rafforza all'interno delle imprese già altamente produttive, le quali dispongono di competenze organizzative complementari. Una netta influenza negativa è invece esercitata dalla carenza di competenze e dallo *skill shortage*.

Vi è un netto gap tra le imprese più produttive che già si trovano sulla frontiera e quelle che ancora non riescono a raggiungerla. Oggi, infatti, rispetto alle passate ondate di innovazione, i guadagni derivanti dalle tecnologie digitali sono più difficili da catturare per le imprese meno produttive, perché questi guadagni dipendono in modo cruciale da attività e competenze immateriali specifiche dell'azienda (dati, conoscenze tacite, capitale organizzativo).

Questa complessità è in linea con le recenti evidenze macroeconomiche che testimoniano una diffusione variegata delle tecnologie tra Paesi e al loro interno, generando il c.d. *productivity puzzle* o *modern productivity paradox*.

Non tutte le imprese sono in grado di sfruttare il potenziale offerto dalla digitalizzazione e ciò sta acuendo la dispersione nel livello di produttività tra aziende. L'esistenza di un divario così netto

potrebbe inoltre autoalimentarsi, facendo in modo che le imprese più produttive beneficino di asset intangibili sempre più *firm-specific* e dei lavoratori più talentuosi e con le maggiori abilità.

[Metlyakhin, \(2020\)](#) ha mostrato l'esistenza di una significativa correlazione positiva tra digitalizzazione, misurata da fattori come *computerization* degli spazi di lavoro, server e internet a banda larga, e produttività del lavoro nelle regioni russe.

Allo stesso modo però, fornire l'accesso a internet a tutti i PC di un'organizzazione produce un effetto negativo sulla *labor productivity*. Circostanza che viene spiegata dal fatto che, senza un adeguato controllo, è molto probabile che le ore di lavoro vengano utilizzate in maniera non produttiva.

[Cette et al, \(2020\)](#) hanno analizzato la relazione tra produttività e digitalizzazione trovando un effetto positivo dell'utilizzo di specialisti in ICT e tecnologie digitali (Cloud e Big Data) sulla produttività dell'impresa e sulla *labor share*. In particolare, la digitalizzazione porta a un miglioramento della produttività del lavoro nelle imprese di circa il 23% e della produttività totale dei fattori del 17%.

La Francia è un ottimo candidato per questo tipo di studi ed è rappresentativa della situazione europea perché è un'economia importante, vicina alla frontiera tecnologica e per la quale i dati sull'occupazione di ICT *specialist* e sull'utilizzo delle tecnologie digitali sono disponibili.

Lo studio di [Cette et al, \(2020\)](#) è importante, inoltre, perché testimonia l'esistenza di un *learning by doing effect*: l'impiego di ICT *specialist* e l'utilizzo del cloud cominciano ad avere effetti positivi sulla produttività dell'impresa dopo 5 anni (sfasamento temporale alla base del paradosso).

L'utilizzo di big data invece si associa a un *second mover advantage*: chi per primo utilizza questa tecnologia deve sostenere degli *appropriation cost*, mentre i *second mover* beneficiano indirettamente della loro esperienza.

La maggior parte degli studi ha adottato un approccio che si focalizza su misure contabili di performance, ignorando quasi del tutto il contributo dell'IT ad altre dimensioni come la flessibilità strategica e il valore intangibile.

[Bharadwaj, \(1999\)](#) utilizza la Tobin  $q$ <sup>12</sup> per studiare la relazione tra investimenti in IT e asset intangibili. I risultati dimostrano che le IT contribuiscono alla potenziale performance futura dell'impresa che, grazie alla Tobin  $q$ , non cattura esclusivamente valori reddituali ma anche il valore degli asset intangibili. Il limite principale dell'analisi realizzata da Bharadwaj sta nel fatto

---

<sup>12</sup> Misura della performance dell'impresa basata sul mercato finanziario.

che la Tobin q è una misura aggregata del valore immateriale dell'impresa e per questo sono necessari ulteriori studi per disaggregare le varie fonti di valore immateriale.

Similmente, la maggior parte degli studi si è focalizzata sul dimostrare l'esistenza di una relazione positiva tra IT e produttività dell'impresa senza però dare una risposta alla domanda: maggiori investimenti in IT portano a un incremento della produttività o una maggiore produttività porta a maggiori investimenti in IT?

[Hua e Quanb, \(2005\)](#) utilizzando dati a livello di industria tra 1970 e 1999, hanno dimostrato come siano gli investimenti in IT a contribuire al miglioramento della produttività, per lo meno in 6 delle 8 industrie considerate.

Un'ampia attenzione è stata poi rivolta alla relazione che sussiste tra internet a banda larga e produttività o performance delle imprese.

Le evidenze, basate su dati per il Regno Unito mostrano che l'utilizzo di internet a banda larga non ha un effetto positivo sulla performance delle imprese, sul livello dell'occupazione, delle vendite, della produttività del lavoro e sulla sopravvivenza dell'impresa ([De Stefano et al, 2014](#)). A simili conclusioni si giunge anche osservando i dati tra 2001 e 2003, periodo di espansione nell'utilizzo della tecnologia DSL in Germania. Anche in questo caso, infatti, l'utilizzo di internet a banda larga non ha alcun effetto positivo sulla produttività del lavoro dell'impresa, ma solo sulla sua probabilità di realizzare innovazioni di processo o di prodotto. Dunque, internet consente alle imprese di ottimizzare i processi esistenti e di svilupparne di nuovi, oltre che consentire la creazione di nuovi prodotti. Questa circostanza, insieme al fatto che non si evidenzia nessun impatto significativo sulla produttività del lavoro, suggerisce che questo processo di riorganizzazione e ristrutturazione si accompagni a una fase di sperimentazione e di apprendimento, solamente al termine della quale vi saranno benefici in termini di *labor productivity*, e, dunque, nel lungo periodo ([Bertschek et al, 2013](#)).

Simili evidenze emergono anche analizzando gli effetti del cloud computing. In media, le imprese di dimensioni più ridotte che adottano questa tecnologia registrano un incremento dell'occupazione e delle vendite. Per le imprese di maggiore dimensione invece non si hanno guadagni in termini di produttività.

Inoltre, l'adozione di tecnologia cloud si lega a un calo degli investimenti in apparecchiature IT, che ne vengono appunto in parte sostituite ([De Stefano et al, 2020](#)).

In anni più recenti la letteratura ha spostato gran parte della sua attenzione sull'identificazione di asset complementari ai fattori tecnologici che riuscissero a incrementare la produttività.

[Akerman \(2013\)](#), basandosi su dati norvegesi, mostra come il segno della correlazione tra internet a banda larga e produttività del lavoro possa variare a seconda della tipologia di lavoratori considerati.

In particolare, la banda larga migliora i risultati dei lavoratori più qualificati, mentre riduce la produttività dei lavoratori meno qualificati. Inoltre, la banda larga sostiene e assiste i lavoratori qualificati nello svolgimento di compiti complessi, mentre sostituisce i lavoratori meno qualificati nello svolgimento di compiti routinari. Per questo, dunque, politiche volte a sviluppare digital skill possono essere importanti anche nello stimolo della produttività delle imprese.

Secondo la *Resource based view*, le imprese che ottengono i migliori risultati finanziari sono quelle che posseggono particolari risorse e capacità. L'idea di fondo è che le imprese competono sulla base di risorse aziendali uniche che hanno valore, sono rare, difficili da imitare e non possono essere sostituite. [Bharadwaj, \(2000\)](#), trasponendo la resource based view al mondo IT, ha identificato varie forme di IT:

- IT *infrastructure*: Computer, tecnologie di comunicazione, piattaforme tecniche e banche dati condivisibili;
- Human IT: le risorse umane dell'organizzazione, che comprendono anche la formazione, l'esperienza, le relazioni e le intuizioni dei dipendenti;
- Beni immateriali abilitanti l'IT: Know-how, corporate culture e corporate reputation, che tendono ad essere tacite, idiosincratiche e profondamente integrate nell'organizzazione e nella sua storia.

Ognuna di queste forme di IT è necessaria alla creazione di vantaggio competitivo.

I risultati dell'analisi mostrano come le imprese che presentino più IT capability, e non esclusivamente IT *infrastructure*, siano quelle che registrano i più alti livelli di produttività. Le imprese con *superior IT capability* presentano *superior firm performance*. In particolare, i *leader IT* non sono focalizzati necessariamente sul contenimento dei costi, ma tendono a sfruttare le IT per generare ricavi superiori.

[Nucci, \(2022\)](#) ha utilizzato tre database<sup>13</sup> con dati a livello impresa curati dall'ISTAT per stimare gli effetti della digitalizzazione sulla produttività nelle imprese italiane.

---

<sup>13</sup> Permanent Census of enterprises, the Statistical register of active enterprises (ASIA - Enterprises) e SBS Frame (Structural Business Statistics).

L'autore ricava informazioni accurate e minuziose da un questionario realizzato nel 2019, nel quale le imprese hanno indicato quali tecnologie digitali, raggruppate in 11 sottogruppi, avevano utilizzato nel periodo 2016-2019.

Ai fine dell'analisi le imprese sono state classificate in due gruppi:

- *Non-systematic attitude towards digitalization;*
- *Experimenting innovative IT solutions o digitally mature.*

Le imprese ricomprese nel secondo gruppo fanno un utilizzo estensivo delle tecnologie digitali rispetto a quelle del primo gruppo. Lo studio considera l'esposizione alla digitalizzazione delle imprese del secondo gruppo come una "cura". Perciò, le imprese del secondo gruppo saranno quelle "trattate" (*treated firms*), mentre quelle del primo gruppo sono le *untreated firms* o gruppo di controllo.

I risultati dell'analisi condotta dimostrano l'esistenza di un legame positivo e statisticamente significativo tra adozione digitale e produttività. Inoltre, tale nesso è influenzato dalle caratteristiche dell'impresa: è maggiore nelle imprese manifatturiere e nelle imprese giovani e piccole.

Dunque, a livello microeconomico, molti studi dimostrano l'esistenza di una relazione positiva tra digitalizzazione e produttività.

Allo stesso tempo però è assodato che non tutte le imprese riescono a beneficiare allo stesso modo dei benefici derivanti dall'innovazione. Fattori come la presenza di asset intangibili, competenze tecniche manageriali e digitali, capacità di adattare le pratiche aziendali e di automatizzare le attività di routine rappresentano delle precondizioni essenziali.

La digitalizzazione, sebbene porti a un incremento della produttività aggregata, contribuisce ad ampliare la dispersione del livello di produttività tra imprese.

## Capitolo 3 – Dati, Variabili e Statistiche descrittive

### 3.1 Presentazione dell'analisi

L'obiettivo del mio lavoro è quello di analizzare l'impatto della digitalizzazione e della qualità delle istituzioni sulla crescita della produttività del lavoro.

L'analisi è condotta per un campione di regioni europee per il periodo 2011-2021

. Sono state escluse dall'analisi le regioni del Regno Unito e quelle tedesche a causa dell'indisponibilità di dati a livello NUTS 2.

L'Unione europea ha istituito una classificazione delle unità territoriali (nomenclatura statistica), definita NUTS, al fine di armonizzare le rilevazioni e la divulgazione di statistiche regionali.

Dunque, la *Nomenclatura comune delle unità territoriali statistiche* (NUTS) è fondamentale in quanto consente di comparare dati e rilevazioni in tutti i Paesi europei.

La NUTS prevede una suddivisione del territorio economico dei vari Stati membri, dove per territorio economico s'intende, oltre al territorio emerso, anche spazio aereo, acque territoriali, piattaforma continentale, enclave territoriali (ambasciate, consolati e basi militari), giacimenti di risorse situati nelle acque internazionali e sfruttati da unità che risiedono sul territorio.<sup>14</sup>

La classificazione è basata su tre livelli (NUTS 1, NUTS 2 e NUTS 3) comparabili dal punto di vista della dimensione e della popolazione.

A livello aggregato, a volte definito come NUTS 0, in accordo con l'aggiornamento della classificazione rilasciato nel 2021, il Parlamento europeo identifica 28 Paesi. L'analisi però, come anticipato, ne considera solamente 26 data l'esclusione del Regno Unito e della Germania a causa della scarsa disponibilità dei dati.

L'UE prevede poi per il livello NUTS 1 una suddivisione in 132 unità territoriali. Nell'analisi invece ne sono state considerate solamente 76, a seguito dell'esclusione delle 28 *extra region*<sup>15</sup> non rilevanti ai fini dell'obiettivo preposto, delle 12 unità organizzative del Regno Unito e delle 16 unità previste per la Repubblica tedesca.

---

<sup>14</sup> Parlamento europeo. Note tematiche sull'Unione europea.

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/99/nomenclatura-comune-delle-unita-territoriali-statistiche-nuts->

<sup>15</sup> Ufficio statistico polacco. Unità progettate per raccogliere le statistiche per parti del territorio economico che non possono essere collegate ad una determinata regione (spazio aereo, acque territoriali, piattaforma continentale, ambasciate, consolati, basi militari e giacimenti di petrolio, gas naturale, ecc. in acque internazionali).

Allo stesso modo, a livello NUTS 2, vengono considerate 204 sub-unità, escludendo nuovamente le 28 *extra region* proposte per il suddetto livello, le 41 regioni UK e le 38 unità tedesche. Su queste 204 unità territoriali è stata svolta l'analisi.

La tabella di seguito presenta una classificazione delle unità territoriali considerate:

*Tabella 5 - Unità territoriali analizzate*

<b>NUTS 0</b>	<b>NUTS 1</b>	<b>NUTS 2</b>	<b>NUTS 0</b>	<b>NUTS 1</b>	<b>NUTS 2</b>
<i>Austria</i>	3	9	<i>Italy</i>	5	21
<i>Belgium</i>	3	11	<i>Latvia</i>	1	1
<i>Bulgaria</i>	2	6	<i>Lithuania</i>	1	2
<i>Croatia</i>	1	4	<i>Luxembourg</i>	1	1
<i>Cyprus</i>	1	1	<i>Malta</i>	1	1
<i>Czechia</i>	1	8	<i>Netherlands</i>	4	12
<i>Denmark</i>	1	5	<i>Poland</i>	7	17
<i>Estonia</i>	1	1	<i>Portugal</i>	3	7
<i>EU 27</i>	0	0	<i>Romania</i>	4	8
<i>Finland</i>	2	5	<i>Slovakia</i>	1	4
<i>France</i>	14	27	<i>Slovenia</i>	1	2
<i>Greece</i>	4	13	<i>Spain</i>	7	19
<i>Hungary</i>	3	8	<i>Sweden</i>	3	8
<i>Ireland</i>	1	3			
<b>TOTAL</b>			<b>27</b>	<b>76</b>	<b>204</b>

*Fonte: elaborazione su dati Eurostat*

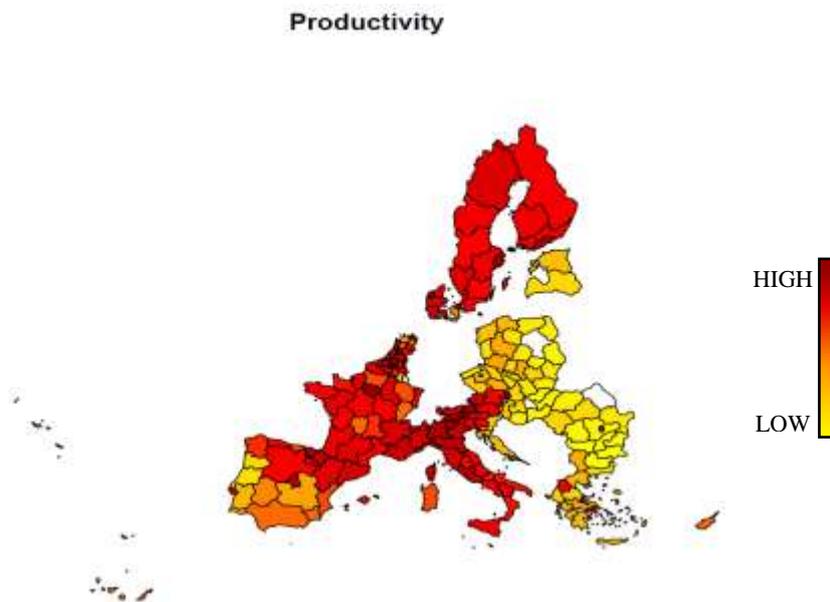
### **3.2 Descrizione delle variabili**

Il grafico seguente mostra la distribuzione spaziale della produttività del lavoro a livello europeo. La produttività è stata costruita come rapporto tra GDP a parità di potere di acquisto e il numero di occupati per regione. Dalla serie di dati così costruita per il periodo 2011-2020, è stata poi calcolata una media. Dunque, il grafico mostra la produttività media per regione dell'ultimo decennio.

Esiste una netta variabilità tra le regioni europee: le regioni dell'Europa orientale presentano un rilevante ritardo rispetto a quelle dell'Europa settentrionale e occidentale.

Tra le regioni che registrano il più alto livello di PIL per occupato vi sono il Lussemburgo (155.000), Bruxelles (146.000) e Ile de France (103.000). Mentre, tra le regioni italiane, quella con la produttività maggiore è la provincia autonoma di Bolzano (83.000).

Figura 2 - Distribuzione spaziale della produttività del lavoro durante il periodo 2011-2021



Fonte: Elaborazione su dati Eurostat

Le variabili indipendenti utilizzate nell'analisi possono essere classificate in tre categorie:

- Variabili macroeconomiche;
- Variabili microeconomiche;
- Livello di qualità istituzionale delle amministrazioni pubbliche.

Per le variabili appartenenti ai primi due gruppi, i dati sono stati raccolti dal database gestito e integrato dall'EUROSTAT, l'ufficio statistico dell'Unione europea. Per l'ultima variabile invece, l'*institutional quality*, si è fatto riferimento al *Quality of Government Institute* dell'Università di Gothenburg.

Tutte le variabili provenienti dall'Eurostat hanno frequenza annuale e sono disponibili per l'orizzonte temporale 1999-2021. Per l'*institutional quality index* invece, si dispone solamente di dati per 2010, 2013, 2017 e 2021 in quanto l'indice è costruito sulla base di un questionario, rivolto ai singoli individui, realizzato dall'università una volta ogni quattro anni.

Di seguito sono riassunte le principali caratteristiche di ordine generale delle variabili.

Tabella 6 - Variables' overview

Variable	Type	Source
Employment	Thousand	EUROSTAT
GDP	Million purchasing power standards	EUROSTAT
Gross Fixed Capital Formation, % GDP	Ratio	EUROSTAT
Households with access to the internet at home	Percentage of households	EUROSTAT
Individuals who used the internet for interaction with public authorities	Percentage of individuals	EUROSTAT
Individuals who used the internet for internet banking	Percentage of individuals	EUROSTAT
Human Capital // Population with tertiary education	Percentage of population	EUROSTAT
Employment in Information and Communication	Percentage of employment	EUROSTAT
Institutional quality	Quality Index	UNIVERSITY OF GOTHENBURG

Tra le variabili macroeconomiche rientrano:

- *Employment*. Dati disponibili dal 2008 al 2021;
- *GDP* in PPP. I dati sono disponibili per il periodo 2000-2020;
- *Gross Fixed Capital Formation* in rapporto al GDP che indica il valore degli investimenti fissi lordi in immobilizzazioni, materiali e non, realizzati dai produttori residenti. I dati sono disponibili per il periodo 2000-2019;

La seconda categoria è costituita da variabili microeconomiche utilizzate come indicatori semplici della digitalizzazione:

- *Households<sup>16</sup> with access to the internet at home*. Misura che identifica il numero di famiglie che dispongono di una connessione internet in casa e calcolata come percentuale sul totale delle famiglie nelle unità territoriale in considerazione. Dati disponibili dal 2006 al 2021;

<sup>16</sup> Il termine *Households* racchiude solo le famiglie con almeno un membro nella classe di età 16-74 anni.

- *Individuals<sup>17</sup> who used the internet for interaction with public authorities*. Calcolata come percentuale sul totale degli individui. Dati disponibili dal 2008 al 2021;
- *Individuals who used the internet for internet banking*, indice calcolato come percentuale sul totale degli individui. Dati disponibili dal 2006 al 2021;
- *Employment in Information and Communication*. Indicatore che misura qual è la percentuale di impiegati in ICT sul totale degli occupati. Dati disponibili dal 2008 al 2021.

I dati per tutte le variabili di questa seconda categoria, a eccezione dell'*employment in IT*, vengono raccolti attraverso un questionario annuale realizzato dall'Eurostat. L'indagine, utile per valutare gli effetti degli sviluppi delle ICT e per analizzare nel dettaglio eventuali aspetti più specifici, garantisce dati sull'utilizzo di internet da parte degli individui nei tre mesi antecedenti il sondaggio stesso.

Le domande, rivolte a famiglie e individui, sono incentrate su cinque aree principali:

- Accesso a tecnologie ICT selezionate (dati raccolti a livello di famiglia);
- Utilizzo di computer, ubicazione e frequenza di utilizzo (dati raccolti a livello individuale);
- Uso di Internet (dati raccolti a livello individuale);
- Commercio via Internet (dati raccolti a livello individuale);
- E-skills, uso mobile di Internet (connettività onnipresente), cloud computing, e-government, fiducia e sicurezza.

Sulla base di questi dati è stato possibile rappresentare la distribuzione spaziale dei tre indici<sup>18</sup>.

Le rappresentazioni grafiche suggeriscono sostanzialmente tre messaggi:

- Vi è una netta correlazione tra le tre variabili. Le Nazioni che presentano valori elevati per *Households with access to the internet at home* li presenteranno anche per le altre due variabili. Lo stesso vale per le Nazioni che presentano valori bassi;
- Variabilità inter-nazioni. Esiste una netta eterogeneità tra Nazioni europee. I Paesi Nordici e la Francia si posizionano sempre ai massimi livelli della scala in termini di diffusione della digitalizzazione;
- Variabilità intra-nazione. Tra le regioni all'interno dello stesso Paese non si riscontra una differenza particolarmente significativa. L'unica differenza degna di nota è tra nord e sud Italia.

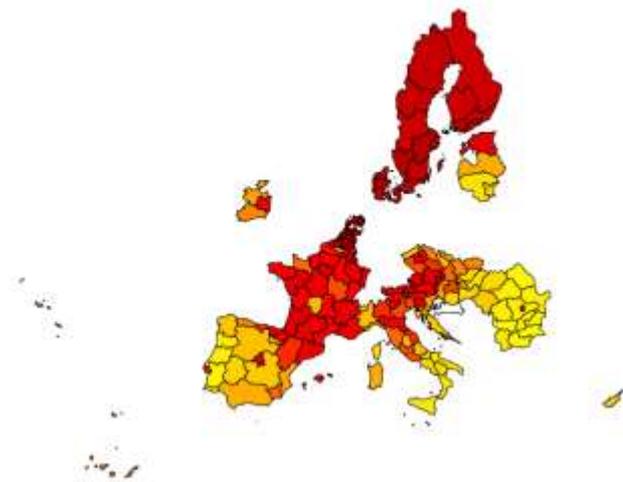
---

<sup>17</sup> Il termine *Individuals* considera solo gli individui con età compresa tra i 16 e i 74 anni.

<sup>18</sup> Grecia e Polonia sono escluse per mancanza di dati.

Figura 3 - Distribuzione spaziale della variabile “Households with access to the internet at home” durante il periodo 2011-2021

Households with access to the Internet at home



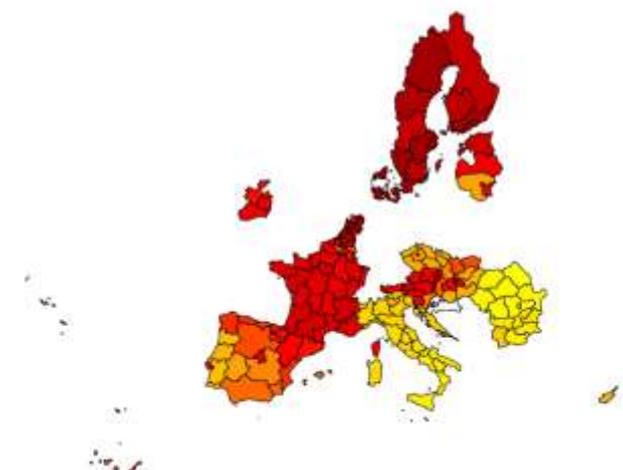
Fonte: Elaborazione su dati Eurostat

Tra i tre grafici, quello costruito per la variabile *households with access to the internet at home* è quello che presenta la variabilità intra-nazione maggiore.

In questo caso, infatti, è ravvisabile una netta differenza tra nord e sud Italia, sicuramente dovuta almeno in parte all'arretratezza delle infrastrutture nel meridione. Una certa varietà si nota anche all'interno della Spagna e del Portogallo.

Figura 4 - Distribuzione spaziale della variabile “Individuals who used the internet for interaction with PA” durante il periodo 2011-2021

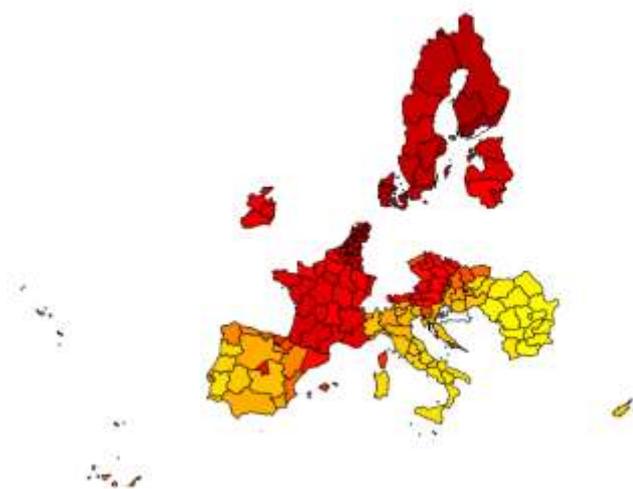
Individuals who used the internet for interaction with PA



Fonte: Elaborazione su dati Eurostat

Figura 5 - Distribuzione spaziale della variabile "Individuals who used the internet for internet banking" durante il periodo 2011-2021

Individuals who used the internet for internet banking



Fonte: Elaborazione su dati Eurostat

Nell'analisi della produttività riveste un ruolo importante il capitale umano che viene misurato con la variabile *Population with tertiary education*, ovvero la percentuale di individui che hanno seguito uno *short-cycle tertiary education*<sup>19</sup> o che hanno ottenuto un diploma di laurea triennale o superiore. I dati sono disponibili dal 2000 al 2021.

Infine, conclude il set di variabili considerate l'*institutional quality index*, calcolato attraverso un questionario individuale realizzato e pubblicato dall'Università di Gothenburg.

Alla prima versione del questionario, proposta nel 2010, risposero 34.000 cittadini in 172 regioni dell'UE. Negli aggiornamenti successivi (2013, 2017 e 2021) il numero di cittadini intervistati è stato mediamente di 80.000 suddivisi su circa 200 regioni. A differenza delle altre variabili considerate nell'analisi, per l'*institutional quality*, i dati sono disponibili a livello NUTS 2 solamente per 20 Paesi europei. Restano infatti esclusi Belgio, Estonia, Germania, Lettonia, Lussemburgo, Malta e Repubblica Ceca per i quali l'indice non è disponibile a questo livello di disaggregazione.

L'indice, considerando sia le percezioni dei cittadini sia le esperienze concrete di corruzione delle funzioni pubbliche, analizza tre dimensioni:

---

<sup>19</sup> *Unesco, Institute for statistics*. I programmi di livello ISCED 5, o istruzione terziaria a ciclo breve, sono spesso progettati per fornire ai partecipanti conoscenze, abilità e competenze professionali. Tipicamente, sono corsi pratici e specifici per professione che preparano gli studenti ad entrare nel mercato del lavoro.

- Qualità nell'erogazione dei servizi pubblici;
- Livello percepito di corruzione;
- Grado di imparzialità nell'esercizio delle funzioni pubbliche.

L'*institutional quality index* è di fondamentale importanza in quanto al momento, è l'unico strumento in grado di consentire una comparazione della qualità del governo tra Paesi e al loro interno. L'obiettivo per il quale è stato ideato è quello di fornire a ricercatori e policy maker uno strumento in grado di migliorare la comprensione di come varia la governance tra i Paesi dell'Unione europea, tanto nella geografia territoriale quanto nel tempo.

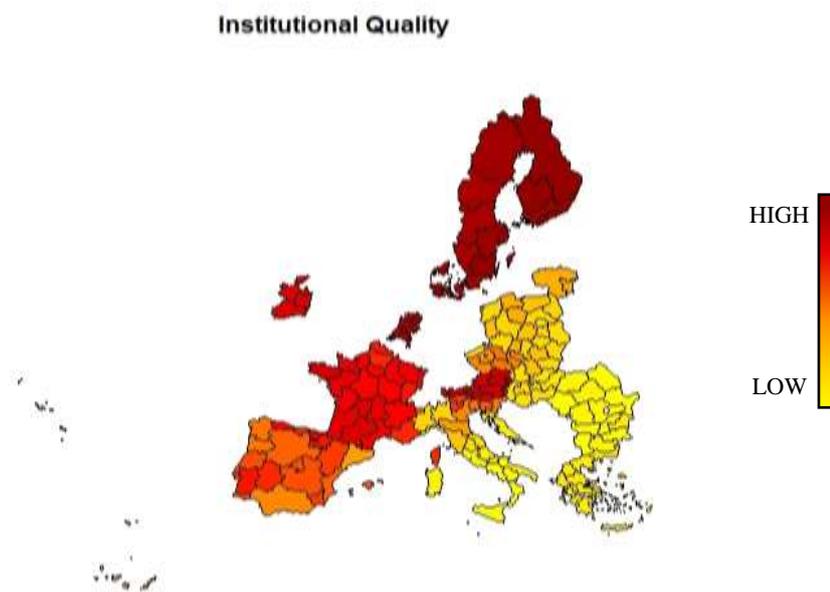
I dati forniti dall'università di Gothenburg mostrano come i Paesi europei si caratterizzino per una marcata eterogeneità: alle Nazioni del nord (Finlandia, Scandinavia, Paesi Bassi), con un'elevata qualità delle istituzioni, si contrappongono le Nazioni del sud e sud-est (Italia, Grecia e Romania) con livelli notevolmente inferiori.

La Finlandia, subito seguita da Danimarca e Svezia, è il Paese che presenta il valore più elevato in termini di qualità istituzionale. Dal lato opposto della scala invece si trovano Bulgaria e Romania con un valore dell'indice praticamente identico (-1,6). L'Italia, si posiziona come sesta tra i Paesi europei con il peggior livello di qualità istituzionale. A pesare, oltre alla demarcazione geografica tra nord e sud, è l'elevato grado di percezione negativa dei cittadini su corruzione e imparzialità. La qualità dei servizi pubblici invece, pur non ancora soddisfacente, si posiziona a una distanza minore dalla media europea.

Nella figura 6 è presente una mappatura della distribuzione spaziale dell'indice di qualità istituzionale a livello regionale.

La scala cromatica utilizzata associa a valori più bassi dell'indice una colorazione più chiara. Una colorazione più scura si associa invece a un livello più elevato dell'indice e, quindi, a una percezione di qualità istituzionale maggiore.

Figura 6 - Distribuzione spaziale dell'indice di qualità istituzionale durante il periodo 2010-2021



Fonte: Elaborazione su dati dell'Università di Gothenburg

Secondo il questionario su cui si basa la realizzazione dell'istituzionale quality index, la regione con il minor valore di EQI è Bucarest (-2,69) seguita da due regioni bulgare (Yugozapaden con -2,65 e Severozapaden con -2,52). Le regioni italiane con valore dell'indice più basso sono Campania (-2,23) e Calabria (-2,09).

Le regioni più virtuose invece appartengono tutte a Paesi del nord Europa: Åland in Finlandia (2,28), Midtjylland in Danimarca (1,89) e Länsi-Suomi nuovamente in Finlandia (1,73).

Il grafico è costruito mostrando un valore medio del QI tra 2010, 2013, 2017 e 2021, quindi, non mostra come è variato l'indice nel corso del periodo in osservazione.

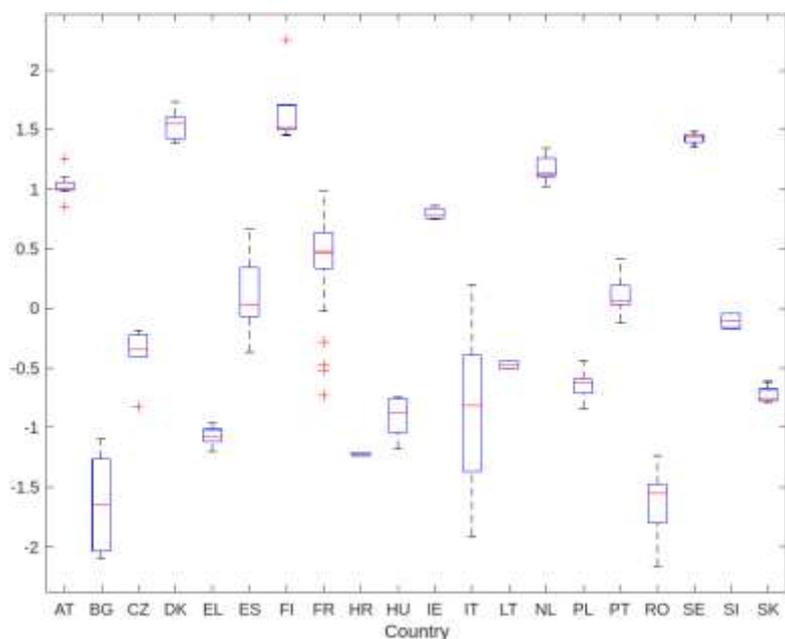
Comunque, la disponibilità di una serie storica, per quanto limitata nel tempo, permette una serie di valutazioni:

- In primo luogo, l'indice evidenzia una certa stabilità nella qualità istituzionale tra le regioni durante il periodo analizzato;
- In secondo luogo, i dati del 2017 testimoniano una riduzione nel divario tra regioni europee dell'est e dell'ovest e, anche se in maniera meno marcata, tra regioni del nord e del sud Europa.

La variabilità dell'indice della qualità istituzionale, oltre che nel grafico precedente, si può notare anche nel seguente boxplot che rappresenta, per ogni Nazione, media, primo e terzo quartile e tutti gli outlier<sup>20</sup>.

Particolarmente significativa è la rappresentazione per Italia e Francia, in cui sono svariate le regioni che presentano valori notevolmente discordanti con la media del Paese. In particolare, si nota come la regione italiana che presenta il valore più alto in termini di *institutional quality* sia comunque significativamente al di sotto della media francese.

Figura 7 - Eterogeneità dell'*institutional quality* nei Paesi europei



Fonte: Elaborazione su dati dell'Università di Göteborg

Per ottenere un indice a livello regionale disponibile dal 2011 al 2021, sono state necessarie una serie di computazioni. [Charron et al., \(2014\)](#) propongono di interpolare l'indice risultante dal questionario con quattro delle sei dimensioni che definiscono i *country-level Worldwide Governance Indicators* (WGI), sviluppati dalla *World Bank*. Le quattro dimensioni considerate sono: government effectiveness, rule of law, voice and accountability, and control of corruption. Rimangono dunque escluse: *Political Stability and Absence of Violence/Terrorism* e *Regulatory Quality*.

Interpolare un indice a livello regionale con uno a livello nazionale comporta una serie di vantaggi. Prima di tutto consente di realizzare una statistica disponibile per l'intero periodo di analisi, senza osservazioni mancanti. In secondo luogo, l'indice derivante sarà espressivo anche delle dimensioni

<sup>20</sup> Valori che si discostano nettamente dagli altri valori della stessa serie.

specifiche della Nazione come, ad esempio, sistema legale, immigrazione e commercio, che non vengono considerate nel questionario di base dell'*institutional quality index*. Infine, consente di superare eventuali bias derivanti dalla possibilità che il questionario abbia avuto un numero limitato di rispondenti.

Charron propone di costruire l'*insitutional quality index*, specifico per regione e variabile nel tempo, utilizzando la seguente struttura:

$$IQI_{r,t-1} \equiv IQI_{r,c,t-1} \quad (3)$$

$$= \overline{WGI}_{c,t-1} + (IQS_{r,c} - \overline{IQS}_c^w) \quad (4)$$

Il termine  $\overline{WGI}_{c,t-1}$  indica la media delle quattro dimensioni considerate del WGI per la nazione c al tempo t-1;  $IQS_{r,c}$  rappresenta l'*institutional quality index* specifico per ogni regione derivante dal questionario proposto dall'università di Gothemburg;  $\overline{IQS}_c^w$  indica la media dell'*institutional quality* per Nazione ponderata per la popolazione.

L'indice così ottenuto è stato successivamente standardizzato per ottenere la variabile raffigurante la qualità delle istituzioni a livello regionale ( $IQI_{r,t-1}$ ).

### 3.3 Statistiche descrittive

La tabella 8 sintetizza le principali caratteristiche del dataset utilizzato.

Le metriche che contiene sono state calcolate considerando solamente i dati per le unità regionali definite a livello NUTS 2.

Tabella 7 - Descriptive statistics

Variable	N. obs.	Mean	St. Dev.	CV	Min	Max	Kurtosis	Skewness
<i>Employment</i>	98%	750.80	699.83	0.93	14.8	5620.8	12.58	2.89
<i>Employment in ICT</i>	85%	2.64	1.74	0.66	0.60	12.9	3.72	1.84
<i>GDP PPS</i>	91%	25347	10675.8	0.42	6400	81300	3.31	1.39
<i>GFCF, % GDP</i>	82%	19%	7.72	0.40	6%	132%	28	2.61
<i>Households with access to the internet at home</i>	75%	82%	11.99	0.15	35%	100%	0.52	-0.92
<i>Individuals who used the internet for interaction with public authorities</i>	75%	51%	22.34	0.43	3%	94%	-0.92	-0.14
<i>Individuals who used the</i>	75%	50%	25.11	0.50	1%	96%	-0.93	-0.15

<i>internet for internet banking</i>								
<i>Human Capital // Population with tertiary education</i>	97%	29%	10	0.35	10%	61%	-0.31	0.50
<i>Institutional Quality</i>	-	-0.09	1.01	-11	-2.69	2.82	-0.83	0.04

La *numerosità dei dati* viene calcolata, sul periodo 2011-2021, come rapporto tra numero di osservazioni disponibili a livello NUTS 2 e numero totale delle possibili osservazioni. Fornisce dunque la percentuale di dati a disposizione e la porzione di dati mancanti.

La copertura dei dati è ottima per tutte le variabili tranne che per *Households with access to the internet at home*, *Individuals who used the internet for interaction with public authorities* e *Individuals who used the internet for internet banking*. Per le tre variabili infatti, la numerosità, pur rimanendo buona, si assesta sul 75% a causa dei gap presenti nei dati forniti dall'Eurostat.

Il *coefficiente di variazione (CV)* o *deviazione standard relativa (RST)* indica quante volte è maggiore il valore della deviazione standard rispetto alla sua media. Tanto maggiore è il valore assunto dall'indice tanto minore sarà l'attendibilità della media, dato che i dati saranno distribuiti meno uniformemente rispetto alla media stessa. L'indice è notevolmente influenzato dalla presenza degli outlier che ne determinano un netto incrementano di valore. In genere, un valore superiore al 50% indica una marcata variabilità dei dati e quindi una media scarsamente significativa.

I valori più elevati del coefficiente sono quelli registrati per le variabili macroeconomiche. Sono tutti valori però spiegati dal fatto che vi è una netta eterogeneità nelle regioni dei Paesi UE, come, in tutti i Paesi del mondo, in termini di dimensioni, densità e grado di sviluppo economico.

Un coefficiente di variazione contenuto (15%) come quello proposto per la percentuale di famiglie che dispongono di una connessione internet a casa assume un significato marcatamente positivo: testimonia che, da questo punto di vista, non ci sono differenze particolarmente significative tra le regioni UE.

L'*indice di curtosi* è espressione della punta massima o minima relativa di una distribuzione rispetto alla distribuzione normale. Indica cioè il maggiore o minore acume di una distribuzione di dati, rispetto alla distribuzione normale.

Un indice di curtosi vicino allo zero indica una distribuzione di tipo normale. Un indice altamente positivo, come per l'*Employment* denota invece una distribuzione *leptocurtica*, con una marcata

punta centrale. Un indice negativo infine denota una distribuzione relativamente piatta, definita *platicurtica*.

L'*indice di asimmetria* identifica la mancanza di simmetria in una distribuzione.

Un indice positivo, ad esempio per l'*Employment*, identifica una distribuzione con valori prevalentemente raggruppati nella parte bassa, con una lunga coda di valori a destra (asimmetria a destra). Questo valore per l'*Employment* è coerente con le informazioni fornite dall'indice di curtosi e dal coefficiente di variazione.

Un indice di asimmetria negativo identifica invece la situazione opposta, con una distribuzione caratterizzata da una lunga coda verso sinistra.

Tabella 8 - Matrice di correlazione tra le variabili indipendenti

Variable		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
<i>Growth rate of productivity</i>	[1]	1.00								
<i>Employment</i>	[2]	0.02	1.00							
<i>Employment in Information and Communication</i>	[3]	0.01	0.24 ***	1.00						
<i>GDP PPS</i>	[4]	0.03	0.18 ***	0.68 ***	1.00					
<i>GFCF, % GDP</i>	[5]	-0.07 **	-0.06 ***	0.21 ***	0.46 ***	1.00				
<i>Households with access to the internet at home</i>	[6]	-0.10 ***	0.03	0.39 ***	0.58 ***	0.52 ***	1.00			
<i>Individuals who used the internet for interaction with public authorities</i>	[7]	-0.07 **	-0.05 **	0.39 ***	0.49 ***	0.62 ***	0.73 ***	1.00		
<i>Individuals who used the internet for internet banking</i>	[8]	-0.09 ***	-0.05 *	0.38 ***	0.55 ***	0.66 ***	0.82 ***	0.92 ***	1.00	
<i>Human Capital</i>	[9]	-0.02	0.13 ***	0.68 ***	0.62 ***	0.40 ***	0.58 ***	0.70 ***	0.67 ***	1.00

Significance level: "\*" <0.1; "\*\*\*" <0.05; "\*\*\*\*" <0.01

La matrice di correlazione mostra i coefficienti di correlazione tra coppie di variabili e permette dunque di valutare il grado di interdipendenza tra una serie di grandezze.

La correlazione è studiata, per il periodo 2011-2021, tra le variabili oggetto di analisi nelle unità territoriali facenti parte della classificazione NUTS 2.

L'indice di correlazione esprime l'esistenza o meno di una relazione lineare tra le variabili, dove un valore pari a 1 corrisponde a una perfetta correlazione lineare positiva. Ad esempio, come era lecito aspettarsi esiste una forte correlazione positiva tra *Individuals who used the internet for interaction with public authorities* e *Individuals who used the internet for internet banking*. Un individuo con buone conoscenze digitali se interagisce con le autorità pubbliche attraverso canali digitali, molto probabilmente lo farà anche per l'internet banking.

Un valore pari a 0 identifica invece un'assoluta mancanza di correlazione. Ad esempio, ci si aspetta una scarsa correlazione, e quindi un valore dell'indice di correlazione tendente allo zero, tra *Individuals who used the internet for interaction with public authorities* e *Employment* in quanto l'una non influenza l'altra.

Infine, un indice pari a -1 identifica una perfetta correlazione lineare negativa. Nella tabella non ci sono valori particolarmente significativi in questo senso.

Chiaramente, tra variabili macroeconomiche e variabili "digital" non è ravvisabile una forte correlazione positiva, così come tra variabili facenti parte dello stesso sottogruppo. Ad esempio, la correlazione tra il numero di occupati e *Households with access to the internet at home*, *Individuals who used the internet for interaction with public authorities* e *Individuals who used the internet for internet banking* è sostanzialmente assente.

Un ulteriore aspetto che vale la pena notare è la sussistenza di una relazione positiva tra il numero di persone con un'educazione terziaria (*Human capital*) e il numero di individui che usano internet per interagire con le autorità pubbliche e per l'internet banking. Un maggior grado di istruzione contribuisce a una crescita delle *skill* digitali.

## Capitolo 4 – Produttività, digitalizzazione e qualità dei governi nelle regioni europee: un’analisi empirica

### 4.1 Framework teorico

In questo capitolo analizzo la relazione tra produttività, digitalizzazione e qualità delle istituzioni facendo riferimento alla letteratura della crescita, adottando il seguente modello di crescita endogena:

$$LP_{r,t} = f(D_{r,t}, K_{r,t}, H_{r,t}, L_{r,t}) \quad (5)$$

La produttività in una regione  $r$  al tempo  $t$  ( $LP_{r,t}$ ) è funzione del livello di digitalizzazione ( $D_{r,t}$ ), del capitale fisico ( $K_{r,t}$ ), del capitale umano ( $H_{r,t}$ ) e della forza lavoro ( $L_{r,t}$ ).

Nel modello ipotizzo che il parametro  $D_{r,t}$  sia funzione della qualità delle istituzioni:

$$D_{r,t} = g(I_{r,t}) \quad (6)$$

La diffusione della digitalizzazione potrebbe essere influenzata positivamente o negativamente dall’azione svolta dalle istituzioni. La corruzione, ad esempio, potrebbe impedire la corretta allocazione delle risorse necessarie per garantire lo sviluppo digitale. La qualità delle istituzioni è misurata dalla variabile *institutional quality*, la quale cattura le differenze in termini di efficienza, affidabilità e capacità di allocare le risorse da parte delle istituzioni locali.

Il secondo fattore presente nell’analisi è il capitale fisico, che viene rappresentato dal *Gross Fixed Capital Formation* espresso in percentuale del GDP, in modo da rendere il valore degli investimenti realizzati confrontabile tra regioni, escludendo le differenze dovute esclusivamente alla dimensione dell’unità geografica.

Come misura del capitale umano invece, come già chiarito nel corso della trattazione, viene utilizzata la percentuale di individui con età compresa tra i 25 e i 64 anni che hanno completato un ciclo di istruzione terziaria.

Per la forza lavoro ( $L_{r,t}$ ) infine, vengono utilizzati dati sul numero di occupati per ogni unità organizzativa considerata.

L’equazione che stimo nel lavoro è la seguente:

$$\ln Y_{r,t} - \ln Y_{r,t-1} = \alpha \ln Y_{r,t-1} + \beta IQI_{r,t} + \gamma \ln D_{r,t} + \delta \ln X_{r,t} + \varepsilon_{r,t} \quad (7)$$

Il termine sinistro dell'equazione rappresenta il tasso di crescita annuale della produttività, l definita come rapporto tra *GDP purchasing power standard* e numero di occupati );

Il termine  $\alpha \ln Y_{r,t-1}$  esprime il valore della produttività al tempo t-1 e indica il ritardo della variabile;  $\beta IQI_{r,t}$  indica il valore dell'*institutional quality index* per ogni unità organizzativa; il termine  $\gamma \ln D_{r,t}$  denota le variabili di digitalizzazione (*Households with access to the internet at home, Individuals who used the internet for internet banking e Individuals who used the internet for interaction with public authorities*), che, data l'alta correlazione che presentano tra loro, vengono inserite una alla volta all'interno dell'analisi; il termine  $\delta \ln X_{r,t}$  rappresenta le variabili di controllo<sup>21</sup> (*Human capital, quota di investimenti in percentuale del PIL e il numero di occupati in IC*);  $\varepsilon_{r,t}$  indica il termine di errore.

Per la descrizione delle variabili utilizzate nell'analisi si veda il capitolo 3.

## 4.2 Risultati principali

Tramite l'analisi Fixed Effects Two Way è stata dunque stimata la relazione sussistente tra dotazione di capitale fisico e umano, livello di innovazione e qualità delle istituzioni da una parte e tasso di crescita della produttività dall'altra, come segue:

$$\ln Y_{r,t} - \ln Y_{r,t-1} = \alpha \ln Y_{r,t-1} + \beta IQI_{r,t} + \gamma \ln D_{r,t} + \delta \ln X_{r,t} + \varepsilon_{r,t} \quad (7)$$

I risultati principali emersi dall'analisi sono riportati nella tabella seguente.

Le colonne (1), (2) e (3) propongono le principali evidenze emerse dalla stima dell'equazione (7) e differiscono l'una dall'altra per la variabile di digitalizzazione utilizzata.

Le colonne (4), (5) e (6) propongono invece i risultati della medesima equazione con l'aggiunta di un termine di interazione tra livello di qualità istituzionale e capitale umano. Il termine di interazione è utile a studiare l'effetto indiretto del livello di qualità istituzionale sul tasso di crescita della produttività.

---

<sup>21</sup> Variabile che di per sé non ha alcuna effetto causale sulla variabile dipendente, ma che controlla (ed è correlata) per un fattore causale omissso nella regressione.

Tabella 9 - Two-way FE Estimates

Dependent Variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>Ln Productivity at time -1</b>	- 0.240*** (0.024)	- 0.225*** (0.024)	- 0.232*** (0.024)	- 0.238*** (0.024)	- 0.226*** (0.024)	- 0.231*** (0.024)
<b>IQI</b>	0.047*** (0.015)	0.065*** (0.015)	0.057*** (0.014)	0.097*** (0.035)	0.147*** (0.032)	0.126*** (0.033)
<b>Households_access internet_home</b>	0.073*** (0.018)			0.063*** (0.019)		
<b>Individuals_used internet_with_public_authorities</b>		0.005 (0.006)			0.005 (0.006)	
<b>Individuals_internet internet banking</b>			0.017** (0.007)			0.013* (0.007)
<b>Human Capital</b>	0.026 (0.017)	0.013 (0.017)	0.018 (0.017)	0.033* (0.017)	0.028 (0.018)	0.03* (0.017)
<b>Employment in IC</b>	-0.010 (0.007)	-0.010 (0.007)	-0.10 (0.007)	-0.011* (0.007)	-0.011* (0.007)	-0.11* (0.007)
<b>GFCF as % of GDP</b>	-0.041 *** (0.01)	- 0.042*** (0.01)	- 0.041*** (0.01)	- 0.041*** (0.001)	- 0.043*** (0.001)	- 0.042*** (0.01)
<b>Interaction term (IQI &amp; Ln Human Capital)</b>				-0.017 (0.120)	-0.03*** (0.010)	-0.025** (0.011)
<b>Time Period</b>	2009- 2021	2009- 2021	2009- 2021	2009- 2021	2009- 2021	2009- 2021
<b>N. of Regions</b>	204	204	204	204	204	204
<b>N. of observations</b>	1018	1018	1018	1018	1018	1018
<b>Model F-Statistic</b>	21.95***	19.02***	20.12***	19.19***	17.58***	18.08***

Significance level: "\*" <0.1; "\*\*\*" <0.05; "\*\*\*\*" <0.01

Guardando ai risultati proposti nella tabella 7 si possono trarre una serie di conclusioni:

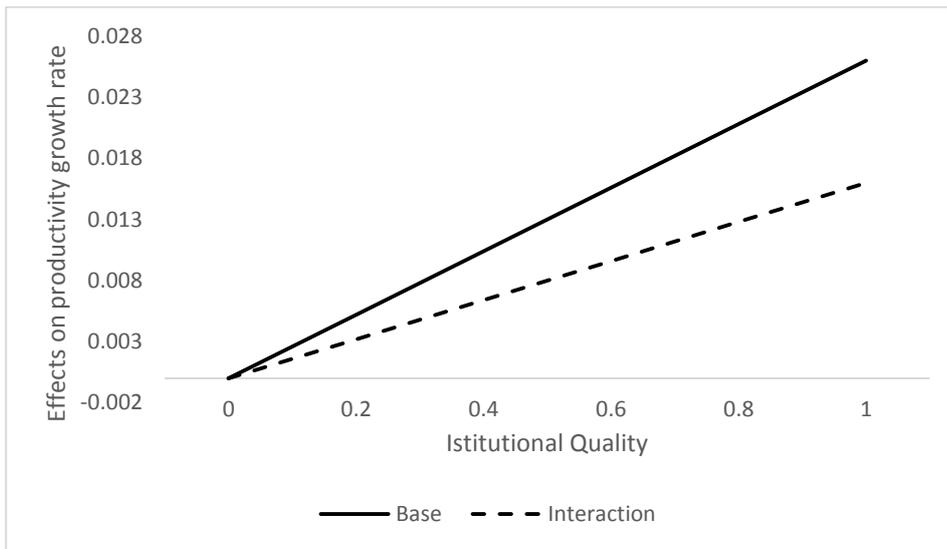
- La presenza di un coefficiente negativo e statisticamente significativo per la variabile *produttività al tempo t-1* testimonia l'esistenza di un processo di convergenza della produttività nelle regioni europee. Tanto maggiore il livello di partenza della produttività in una regione ( $Y_{r,t-1}$ ) tanto maggiore sarà l'effetto negativo sul tasso di crescita della produttività. Dunque, le regioni che presentano un livello della produttività inferiore sono quelle che beneficeranno del tasso di crescita maggiore.
- Il grado di *institutional quality* è significativo e positivamente correlato al tasso di crescita della produttività. Una variazione di un punto percentuale nel livello di *institutional quality* porta, in media, a un incremento del 6% del tasso di crescita della produttività. L'evidenza empirica, dunque, conferma che efficienza e affidabilità delle istituzioni rappresentano un fattore rilevante nel processo di crescita economica di una regione.
- Per quanto riguarda le variabili di digitalizzazione, queste presentano un coefficiente a segno positivo, come atteso. Lo sviluppo di tecnologia e digitalizzazione e la loro diffusione ha un effetto positivo sulla produttività. Ad esempio, l'abituarsi all'utilizzo di strumenti digitali nella vita quotidiana sviluppa una serie di capacità che semplificano l'utilizzo di strumenti digitali in campo lavorativo e, in ultima analisi rendono possibile un incremento della produttività.
- Sebbene dai risultati proposti in tabella non emerga una correlazione particolarmente significativa tra livello di capitale umano e tasso di crescita della produttività, la presenza di un segno positivo sottolinea l'esistenza di una correlazione positiva, per quanto minima. Questi risultati contrastano con alcune evidenze empiriche rilevate in letteratura. Ad esempio, [Rodriguez Pose, \(2019\)](#) rilevava una correlazione negativa tra capitale umano e tasso di crescita della produttività. Nello studio questa veniva spiegata come l'incapacità del mercato del lavoro nelle regioni europee di allocare le persone con maggiori livelli di istruzione all'interno delle aziende, o al contrario dell'esistenza di un fenomeno di *over education*. I risultati di quest'analisi sembrano mostrare che non sussistano più problematiche di questo tipo.

Le colonne (4), (5) e (6) presentano i risultati derivanti da un'estensione dell'equazione (7):

$$\ln Y_{r,t} - \ln Y_{r,t-1} = \alpha \ln Y_{r,t-1} + \beta IQI_{r,t} + \gamma \ln D_{r,t} + \delta \ln X_{r,t} + \zeta \ln H * IQI + \varepsilon_{r,t} \quad (8)$$

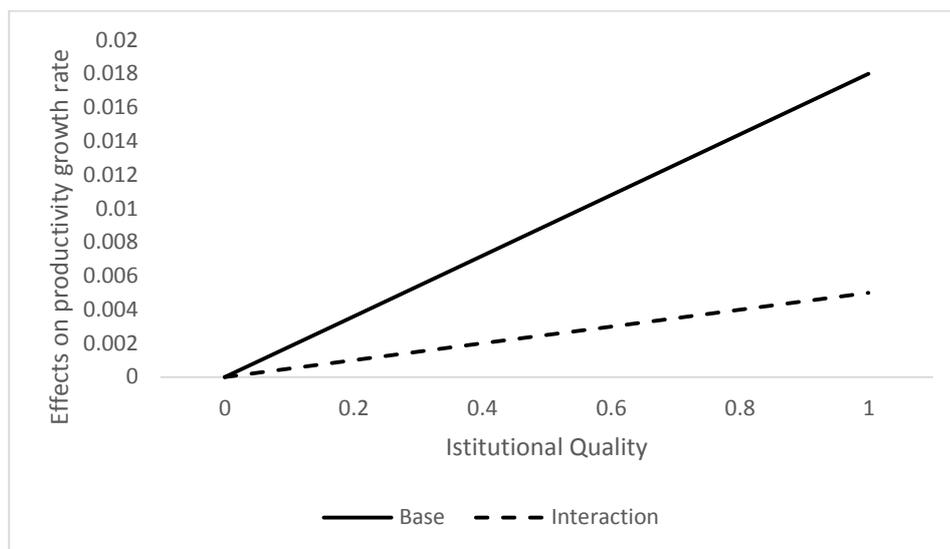
L'aggiunta di un termine di interazione tra capitale umano e *institutional quality* consente di incentrare il focus dell'analisi sull'effetto indiretto dell'*institutional quality* alla crescita della produttività. È dunque possibile verificare se e in che misura l'efficienza e l'affidabilità delle istituzioni a livello regionale influenza i rendimenti in termini di produttività del capitale umano.

Figura 8 - Effetti dell'interaction term sul tasso di crescita della produttività (1)



Nella figura 10 viene mostrato l'effetto dell'introduzione dell'*interaction term* (*IQI-Human Capital*) all'interno dell'equazione contenente come variabile di digitalizzazione *Ln Households with access to the internet at home*. Essendo il coefficiente dell'*interaction term* negativo, il suo effetto sarà quello di ridurre l'effetto positivo dello *human capital* alla crescita della produttività. La retta tratteggiata nel grafico, espressiva dell'equazione (8) assumerà una pendenza inferiore rispetto alla retta continua, espressiva dell'equazione (7).

Figura 9 - Effetti dell'interaction term sul tasso di crescita della produttività (2)



In figura 11 viene riportato il grafico per l'equazione (8), contenente l'ultima delle variabili digitali analizzate (*Ln Individuals who used the internet for internet banking*). Come nella figura precedente, il coefficiente negativo del termine di interazione comporta una riduzione dell'effetto positivo del capitale umano sul tasso di crescita della produttività e dunque viene rappresentato da una retta (tratteggiata) con coefficiente angolare inferiore.

Dunque, tenendo in considerazione le analisi svolte e integrate con il termine di interazione, ad eccezione di quella riportata in colonna (5) data la non significatività dello *human capital*, si può concludere che l'*institutional quality index* ha due effetti differenti sulla produttività del lavoro:

- Un effetto positivo derivante dal fatto che migliori istituzioni locali portano a un miglioramento nella produttività del lavoro;
- Un effetto negativo, espressivo dell'incapacità delle istituzioni locali di allocare efficacemente le risorse con maggiore capitale umano.

## Conclusioni

Ripercorrendo la letteratura presentata nei capitoli 1 e 2 emerge chiaramente quanto sia stato complesso l'andamento della produttività negli ultimi decenni. Se negli USA il tasso di crescita della produttività è tornato ad essere significativamente positivo, e tra 1990 e 2000 il paradosso della produttività si è risolto, lo stesso non è accaduto in Europa.

Tale rallentamento del tasso di crescita della produttività ha peggiorato notevolmente la posizione relativa dell'Europa nei confronti delle altre economie, avanzate e non.

Comunque, come evidenziato dalla figura 2 nel capitolo 3, la distribuzione della produttività all'interno dell'Unione europea è alquanto variegata: i Paesi dell'est e alcune regioni italiane e spagnole sono in netto ritardo rispetto al resto dell'Europa. Fattori come l'invecchiamento della popolazione, un'eccessiva rigidità del mercato del lavoro e una maggiore vulnerabilità di alcuni settori economici alla concorrenza internazionale ne sono le cause fondamentali.

Le principali evidenze emerse dalla letteratura presentata indicano che la produttività del lavoro è positivamente influenzata da:

- **Digitalizzazione.** A seconda della variabile proxy utilizzata si otterrà una correlazione più o meno forte. Si può comunque concludere che innovazione, know how tecnologico e quindi digitalizzazione siano tra le variabili più importanti nel determinare una crescita della produttività;
- **Capitale fisico.** Maggiori investimenti e infrastrutture facilitano l'attività produttiva;
- **Capitale umano** che presenta un duplice effetto (diretto e indiretto) sulla produttività;
- **Politiche di governo** come incentivi per gli investimenti in ricerca e sviluppo, politiche quadro a favore della concorrenza, rafforzamento dei diritti brevettuali.

Tutti questi fattori sono poi strettamente correlati tra di loro. La presenza di un sistema con buoni livelli di digitalizzazione, capitale fisico e capitale umano produce un effetto positivo sulla produttività che non è dato dalla semplice somma degli effetti singoli. L'influenza reciproca di tali fattori crea un sistema florido che si autostimola e che favorisce lo sviluppo della produttività. Ad esempio, [Habibi, \(2020\)](#) verifica come gli effetti positivi della digitalizzazione sulla crescita della produttività aumentino significativamente in presenza di livelli alti di capitale umano.

Infine, una menzione a parte va fatta per l'*institutional quality index*. Il livello di qualità istituzionale si posiziona come il fattore più rilevante nel definire la crescita della produttività.

Una bassa qualità istituzionale può rappresentare una vera e propria barriera alla crescita. La corruzione, o semplicemente una scarsa efficacia ed efficienza delle istituzioni, può impedire che le innovazioni tecnologiche vengano adottate nel territorio; che i lavoratori con maggiore capitale umano vengano allocati nelle posizioni che gli competono e infine potrebbe essere un fattore di sbarramento alla crescita degli investimenti, alla creazione di infrastrutture e alla corretta allocazione delle risorse tra imprese.

Com'è chiaro quindi la qualità delle istituzioni influenza direttamente tutte le determinanti del tasso di crescita della produttività e può quindi esserne un fattore di miglioramento o di sbarramento.

L'analisi condotta nello studio mostra che la qualità delle istituzioni ha un duplice effetto sul tasso di crescita della produttività.

Un effetto diretto, in quanto una migliore qualità delle istituzioni, intesa come un migliore sistema legale e di allocazione delle risorse disponibili, porta a un incremento del tasso di crescita della produttività.

Un effetto indiretto, mostrato dall'*interaction term*, che si oppone all'effetto diretto positivo e che potrebbe testimoniare la difficoltà da parte del mercato del lavoro ad associare lavoratori con capitale umano maggiore a professioni che possano portare a una reale crescita della produttività.

Dunque, data la rilevanza e la pervasività della qualità delle istituzioni sulle determinanti del tasso di crescita della produttività, si può concludere che l'*institutional quality index* rappresenta il driver fondamentale per invertire il trend di rallentamento della produttività in Europa.

## ***Bibliografia***

- Airini, R; Zakir Abdul Hamid, U; Ai Chin, T. Emerging Technologies with Disruptive Effects: A Review. Perintis eJournal. 2017
- Akerman, A., Gaarder, I., Mogstad, M. The skill complementarity of broadband internet. Quarterly Journal of Economics. 2013.
- Andreas Schumacher, Wilfried Sihm, Selim Erol. Automation, digitization and digitalization and their implications for manufacturing processes. International scientific Conference Bucharest. 2016
- Andrews D., Criscuolo C. Knowledge based capital, innovation and resource allocation economics department working papers No. 1046. OECD. 2013.
- Andrews D., Nicoletti G. e Timiliotis C. Digital technology diffusion: a matter of capabilities, incentives or both? Economics department working papers no. 1476. 2018
- Bertschek, I., Cerquera, D., Klein, G. More bits - more bucks? Measuring the impact of broadband internet on firm performance. Discussion Paper, No. 86, Heinrich Heine University Düsseldorf, Düsseldorf Institute for Competition Economics (DICE). 2013.

- Bharadwaj, A. A Resource-Based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance: An Empirical Investigation. Management Information Systems Research Center, University of Minnesota. 2000.
- Bharadwaj, A. S., Bharadwaj, S. G., and Konsynski, B. R. Information Technology Effects on Firm Performance as Measured by Tobin's q. Management Science. 1999.
- Brennen J. S, Kreiss D. Digitalization. Wiley online library. 2016.
- Brynjolfsson, E, McAfee A. Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy. Digital Frontier Press. 2011
- Brynjolfsson, E. (1993). The productivity paradox of IT: review and assessment. Communications of the ACM, p.12.
- Brynjolfsson, E. and Hitt, L. (2003). Computing Productivity: Firm-Level Evidence. SSRN Electronic Journal.
- Brynjolfsson, E; Hitt, L. Paradox Lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. 1996.
- Cette, G., Nevoux, S., Py, L. The impact of ICTs and digitalization on productivity and labor share: Evidence from French firms. Banque De France. 2020.
- Charron N., Dijkstra L., Lapuente V. Regional governance matters: Quality of government within European Union member states, Regional Studies 48(1), 68–90. 2014.
- Cowen, T. The Great Stagnation. Penguin Group US. 2011.
- De Stefano, T., Kneller, R., Timmis, J. Cloud Computing and Firm Growth. CESifo Working Papers. 2020.
- De Stefano, T., Kneller, R., Timmis, J. The (Fuzzy) Digital Divide: The Effect of Broadband Internet Use on UK Firm Performance. The University of Nottingham. 2014.
- Dewan, S., Kraemer, K. Information Technology and Productivity Evidence from Country-Level Data. Center for research on information technology and organizations. 1998.
- Dhyne E., Konings J., Van den Bosch J., Vanormelingen S. IT and productivity: A firm level analysis. National Bank of Belgium. 2018
- Dinlersoz, E., Wolf, Z. Automation, Labor Share, and Productivity: Plant-Level Evidence from U.S. Manufacturing. U.S. Census Bureau. 2018.
- Draghi, M. The productivity challenge for Europe. 2016
- Gal, P., Nicoletti, G., Renault, T., Sorbe, S., Timiliotis, C. Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries. OECD. 2019.

- Gopinath, G; Kalemli-Özcan, S.; Karabarbounis, L.; Villegas-Sanchez, C. Capital Allocation and Productivity in South Europe. *The Quarterly Journal of Economics*, Volume 132, Issue 4, 2017.
- Gordon, R. Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds. NBER Working Papers. 2012
- Gordon, R.J. Revisiting US Productivity Growth over the Past Century with a View of the Future. National Bureau of Economic Research Working Paper Series. 2010
- Gray J., Rumpe B. Models for digitalization. *SoftwSyst Model*, vol. 14. 2015.
- Habibi, F., Amjad Zabardast, M. Digitalization, education and economic growth: A comparative analysis of Middle East and OECD countries. 2020.
- Inklaar, R., O'Mahony M., Timmer, M. ICT and europe's productivity performance: industry-level growth account comparisons with the United States. 2003.
- Kotarba, M. Measuring digitalization: Key metrics, *Foundations of Management*. ISSN 2300-5661, De Gruyter, Warsaw, Vol. 9, Iss. 1, pp. 123-138. 2017.
- Kraemer K., Dedrick, J. Payoffs from Investment in Information Technology: Lessons from the Asia-Pacific Region. *World Development*. Vol. 22, No. 12, pp. 1921-1931. 1994.
- Krishnan M., Mischke J., e Remes J., Is the Solow Paradox back? *McKinsey Quarterly*. 2018.
- Kromann, L., Skaksen, J., Sørensen, A. Automation, labor productivity and employment – a cross country comparison. CEBR, Copenhagen Business School. 2011.
- Macdonald, S., Anderson, P., Kimbel, D. Measurement or Management? Revisiting the Productivity Paradox of Information Technology. *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*. 2000.
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P. and Marrs, A. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. Pag. 14. McKinsey Global Institute Report. 2013.
- Manyika, J., Ramaswamy, S., Khana, S., Sarrazin, H., Pinkus, G., Sethupathy, G., Yaffe, A. Digital America, A Tale of the Haves and Have-Mores, McKinsey Global Institute, December 2015.
- Marrocu, E.; Paci, R.; Usai, S. Productivity growth in the old and new europe: the role of agglomeration externalities. *Journal of regional science*. 2013
- Mckinsey Gloabal Institute. The productivity puzzle: a closer look at the United States. Discussion paper. 2017

- Mennis, E. U.S. Industry and Trade Outlook. U.S. Department of Commerce. 1998.
- Metlyakhin, A., Nikitina, N., Yarygina, L., Orlova, E. Analysis of the impact of economy digitalization on labor productivity in Russia. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. 2020.
- Nucci F., Puccioni C., Ricchi O. Digital technologies and productivity: a firm-level investigation. 2022.
- Oliner, S. and Sichel, D. The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? SSRN Electronic Journal. 2000
- Pearce-Moses, R. Digitization. In a glossary of archival and records terminology. 2005.
- Qing Hua, Jing Quanb. Evaluating the impact of IT investments on productivity: a causal analysis at industry level. International Journal of Information Management, Elsevier. 2005.
- Reati, A. Total factor productivity – A misleading concept. BNL Quarterly Review. Pag. 2. 2001
- Solow R. We'd better watch out", New York Times Book Review., pag 36. 1987.
- Solow, R. A Contribution to the Theory of Economic Growth. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, No. 1. pp. 65-94. 1956.
- Stiroh, K. (2001). Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What do the Industry Data Say? SSRN Electronic Journal.
- Trento, S.; Spaziani, S. I quaderni di approfondimento l'analisi della produttività. Fonsazioneergo. 2017
- Van Ark, B. The Productivity paradox of the New Digital Economy. University of Groningen/UMCG research database. 2016
- Van Ark, B., O'Mahony, M., Timmer M. The Productivity Gap between Europe and the United States: Trends and Causes. University of Groningen. 2008.
- Westmore, B. R&D, patenting and growth: the role of public policy. Economics department working papers No. 1047. OECD. 2013.

## ***Sitografia:***

- Parlamento europeo:
  - <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/99/nomenclatura-comune-delle-unita-territoriali-statistiche-nuts->
  - <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/99/nomenclatura-comune-delle-unita-territoriali-statistiche-nuts-#:~:text=La%20classificazione%20NUTS%20%C3%A8%20gerarchica,primo%20e%20del%20secondo%20livello.>
- Unesco, Istituto per le statistiche:
  - <https://uis.unesco.org/node/3080083>
- Università di Gothenburg:
  - <https://www.gu.se/en/quality-government/qog-data/data-downloads/european-quality-of-government-index>
- Presidenza del Consiglio dei ministri:
  - <https://ot11ot2.it/approfondimenti/quality-government-index>
- Commissione europea:
  - [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030\\_it](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_it)
- Ilsole24ore:
  - [https://www.infodata.ilsole24ore.com/2020/12/19/si-misura-la-digitalizzazione-delle-imprese-le-statistiche-sperimentali-spiegate-bene/?refresh\\_ce=1](https://www.infodata.ilsole24ore.com/2020/12/19/si-misura-la-digitalizzazione-delle-imprese-le-statistiche-sperimentali-spiegate-bene/?refresh_ce=1)

## Appendice

Tabella 10 - Unità territoriali presenti nell'analisi

COUNTRY	NUTS 1	NUTS 2	
<b>AT - Austria</b>	AT1 - Ostösterreich	AT11 - Burgenland	
		AT12 - Niederösterreich	
		AT13 - Wien	
	AT2 - Südösterreich	AT21 - Kärnten	
		AT22 - Steiermark	
	AT3 - Westösterreich	AT31 - Oberösterreich	
		AT32 - Salzburg	
		AT33 - Tirol	
		AT34 - Vorarlberg	
	<b>BE - Belgium</b>	BE1 - Région de Bruxelles-Capitale/Brussels Hoofdstedelijk Gewest	BE10 - Région de Bruxelles-Capitale/Brussels Hoofdstedelijk Gewest
			BE2 - Vlaams Gewest
		BE3 - Région wallonne	BE21 - Prov. Antwerpen
			BE22 - Prov. Limburg (BE)
BE23 - Prov. Oost-Vlaanderen			
BE24 - Prov. Vlaams-Brabant			
BE25 - Prov. West-Vlaanderen			
BE3 - Région wallonne		BE31 - Prov. Brabant wallon	
		BE32 - Prov. Hainaut	
		BE33 - Prov. Liège	
		BE34 - Prov. Luxembourg (BE)	
<b>BG - Bulgaria</b>	BG3 - Severna i yugoiztochna Bulgaria	BE35 - Prov. Namur	
		BG31 - Severozapaden	
		BG32 - Severen tsentralen	
		BG33 - Severoiztochen	
	BG4 - Yugozapadna i yuzhna tsentralna Bulgaria	BG34 - Yugoiztochen	
		BG41 - Yugozapaden	
		BG42 - Yuzhen tsentralen	
<b>CY - Cyprus</b>	CY0 - Kypros	CY00 - Kypros	

<b>CZ - Czechia</b>		
	CZ0 - Cesko	
		CZ01 - Praha
		CZ02 - Strední Cechy
		CZ03 - Jihozápad
		CZ04 - Severozápad
		CZ05 - Severovýchod
		CZ06 - Jihovýchod
		CZ07 - Strední Morava
		CZ08 - Moravskoslezsko
<b>DK - Denmark</b>		
	DK0 - Danmark	
		DK01 - Hovedstaden
		DK02 - Sjælland
		DK03 - Syddanmark
		DK04 - Midtjylland
		DK05 - Nordjylland
<b>EE - Estonia</b>		
	EE0 - Eesti	
		EE00 - Eesti
<b>EL - Greece</b>		
	EL3 - Attiki	
		EL30 - Attiki
	EL4 - Nisia Aigaiou, Kriti	
		EL41 - Voreio Aigaio
		EL42 - Notio Aigaio
		EL43 - Kriti
	EL5 - Voreia Ellada	
		EL51 - Anatoliki Makedonia, Thraki
		EL52 - Kentriki Makedonia
		EL53 - Dytiki Makedonia
		EL54 - Ipeiros
	EL6 - Kentriki Ellada	
		EL61 - Thessalia
		EL62 - Ionia Nisia
		EL63 - Dytiki Ellada
		EL64 - Sterea Ellada
		EL65 - Peloponnisos
<b>ES - Spain</b>		
	ES1 - Noroeste (ES)	
		ES11 - Galicia
		ES12 - Principado de Asturias
		ES13 - Cantabria
	ES2 - Noreste (ES)	
		ES21 - País Vasco
		ES22 - Comunidad Foral de Navarra
		ES23 - La Rioja

		ES24 - Aragón
	ES3 - Comunidad de Madrid	
		ES30 - Comunidad de Madrid
	ES4 - Centro (ES)	
		ES41 - Castilla y León
		ES42 - Castilla-la Mancha
		ES43 - Extremadura
	ES5 - Este (ES)	
		ES51 - Cataluña
		ES52 - Comunitat Valenciana
		ES53 - Illes Balears
	ES6 - Sur (ES)	
		ES61 - Andalucía
		ES62 - Región de Murcia
		ES63 - Ciudad de Ceuta
		ES64 - Ciudad de Melilla
	ES7 - Canarias	
		ES70 - Canarias
<b>EU27_2020</b>		
<b>FI - Finland</b>		
	FI1 - Manner-Suomi	
		FI19 - Länsi-Suomi
		FI1B - Helsinki-Uusimaa
		FI1C - Etelä-Suomi
		FI1D - Pohjois- ja Itä-Suomi
	FI2 - Åland	
		FI20 - Åland
<b>FR - France</b>		
	FR1 - Île de France	
		FR10 - Île de France
	FRB - Centre - Val de Loire	
		FRB0 - Centre - Val de Loire
	FRC - Bourgogne - Franche-Comté	
		FRC1 - Bourgogne
		FRC2 - Franche-Comté
	FRD - Normandie	
		FRD1 - Basse-Normandie
		FRD2 - Haute-Normandie
	FRE - Hauts-de-France	
		FRE1 - Nord-Pas-de-Calais
		FRE2 - Picardie
	FRF - Grand Est	
		FRF1 - Alsace
		FRF2 - Champagne-Ardenne
		FRF3 - Lorraine
	FRG - Pays-de-la-Loire	
		FRG0 - Pays-de-la-Loire

	FRH - Bretagne	
		FRH0 - Bretagne
	FRI - Nouvelle-Aquitaine	
		FRI1 - Aquitaine
		FRI2 - Limousin
		FRI3 - Poitou-Charentes
	FRJ - Occitanie	
		FRJ1 - Languedoc-Roussillon
		FRJ2 - Midi-Pyrénées
	FRK - Auvergne - Rhône-Alpes	
		FRK1 - Auvergne
		FRK2 - Rhône-Alpes
	FRL - Provence-Alpes-Côte d'Azur	
		FRL0 - Provence-Alpes-Côte d'Azur
	FRM - Corse	
		FRM0 - Corse
	FRY - RUP FR - Régions ultrapériphériques françaises	
		FRY1 - Guadeloupe
		FRY2 - Martinique
		FRY3 - Guyane
		FRY4 - La Réunion
		FRY5 - Mayotte
<b>HR - Croatia</b>		
	HR0 - Hrvatska	
		HR02 - Panonska Hrvatska
		HR03 - Jadranska Hrvatska
		HR05 - Grad Zagreb
		HR06 - Sjeverna Hrvatska
<b>HU - Hungary</b>		
	HU1 - Közép-Magyarország	
		HU11 - Budapest
		HU12 - Pest
	HU2 - Dunántúl	
		HU21 - Közép-Dunántúl
		HU22 - Nyugat-Dunántúl
		HU23 - Dél-Dunántúl
	HU3 - Alföld és Észak	
		HU31 - Észak-Magyarország
		HU32 - Észak-Alföld
		HU33 - Dél-Alföld
<b>IE - Ireland</b>		
	IE0 - Éire/Ireland	
		IE04 - Northern and Western
		IE05 - Southern
		IE06 - Eastern and Midland
<b>IT - Italy</b>		
	ITC - Nord-Ovest	

		ITC1 - Piemonte
		ITC2 - Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste
		ITC3 - Liguria
		ITC4 - Lombardia
	ITF - Sud	
		ITF1 - Abruzzo
		ITF2 - Molise
		ITF3 - Campania
		ITF4 - Puglia
		ITF5 - Basilicata
		ITF6 - Calabria
	ITG - Isole	
		ITG1 - Sicilia
		ITG2 - Sardegna
	ITH - Nord-Est	
		ITH1 - Provincia Autonoma di Bolzano/Bozen
		ITH2 - Provincia Autonoma di Trento
		ITH3 - Veneto
		ITH4 - Friuli-Venezia Giulia
		ITH5 - Emilia-Romagna
	ITI - Centro (IT)	
		ITI1 - Toscana
		ITI2 - Umbria
		ITI3 - Marche
		ITI4 - Lazio
<b>LT - Lithuania</b>		
	LT0 - Lietuva	
		LT01 - Sostines regionas
		LT02 - Vidurio ir vakaru Lietuvos regionas
<b>LU - Luxembourg</b>		
	LU0 - Luxembourg	
		LU00 - Luxembourg
<b>LV - Latvia</b>		
	LV0 - Latvija	
		LV00 - Latvija
<b>MT - Malta</b>		
	MT0 - Malta	
		MT00 - Malta
<b>NL - Netherlands</b>		
	NL1 - Noord-Nederland	
		NL11 - Groningen
		NL12 - Friesland (NL)
		NL13 - Drenthe
	NL2 - Oost-Nederland	
		NL21 - Overijssel
		NL22 - Gelderland
		NL23 - Flevoland

	NL3 - West-Nederland	
		NL31 - Utrecht
		NL32 - Noord-Holland
		NL33 - Zuid-Holland
		NL34 - Zeeland
	NL4 - Zuid-Nederland	
		NL41 - Noord-Brabant
		NL42 - Limburg (NL)
<b>PL - Poland</b>		
	PL2 - Makroregion Południowy	
		PL21 - Małopolskie
		PL22 - Śląskie
	PL4 - Makroregion Północno-Zachodni	
		PL41 - Wielkopolskie
		PL42 - Zachodniopomorskie
		PL43 - Lubuskie
	PL5 - Makroregion Południowo-Zachodni	
		PL51 - Dolnośląskie
		PL52 - Opolskie
	PL6 - Makroregion Północny	
		PL61 - Kujawsko-Pomorskie
		PL62 - Warmińsko-Mazurskie
		PL63 - Pomorskie
	PL7 - Makroregion Centralny	
		PL71 - Łódzkie
		PL72 - Świętokrzyskie
	PL8 - Makroregion Wschodni	
		PL81 - Lubelskie
		PL82 - Podkarpackie
		PL84 - Podlaskie
	PL9 - Makroregion Województwo Mazowieckie	
		PL91 - Warszawski stołeczny
		PL92 - Mazowiecki regionalny
<b>PT - Portugal</b>		
	PT1 - Continente	
		PT11 - Norte
		PT15 - Algarve
		PT16 - Centro (PT)
		PT17 - Área Metropolitana de Lisboa
		PT18 - Alentejo
	PT2 - Região Autónoma dos Açores (PT)	
		PT20 - Região Autónoma dos Açores (PT)
	PT3 - Região Autónoma da Madeira (PT)	
		PT30 - Região Autónoma da Madeira (PT)
<b>RO - Romania</b>		
	RO1 - Macroregiunea unu	
		RO11 - Nord-Vest

		RO12 - Centru
	RO2 - Macroregiunea doi	RO21 - Nord-Est
		RO22 - Sud-Est
	RO3 - Macroregiunea trei	RO31 - Sud - Muntenia
		RO32 - Bucuresti - Ilfov
	RO4 - Macroregiunea patru	RO41 - Sud-Vest Oltenia
		RO42 - Vest
<b>SE - Sweden</b>		
	SE1 - Östra Sverige	SE11 - Stockholm
		SE12 - Östra Mellansverige
	SE2 - Södra Sverige	SE21 - Småland med öarna
		SE22 - Sydsverige
		SE23 - Västsverige
	SE3 - Norra Sverige	SE31 - Norra Mellansverige
		SE32 - Mellersta Norrland
		SE33 - Övre Norrland
<b>SI - Slovenia</b>		
	SI0 - Slovenija	SI03 - Vzhodna Slovenija
		SI04 - Zahodna Slovenija
<b>SK - Slovakia</b>		
	SK0 - Slovensko	SK01 - Bratislavský kraj
		SK02 - Západné Slovensko
		SK03 - Stredné Slovensko
		SK04 - Východné Slovensko

Fonte: elaborazione su dati Eurostat