



**Dipartimento di Impresa e Management  
Cattedra di Dinamiche Industriali**

**Industria 4.0: analisi del fenomeno e risultati nel panorama industriale italiano**

**RELATORE**

**Prof.ssa Valentina Meliciani**

**CORRELATORE**

**Prof.ssa Francesca Lotti**

**CANDIDATO**

**Federico Taschetti**

**Matr. 696531**

**ANNO ACCADEMICO 2017 - 2018**



## INDICE DEI CONTENUTI

<b>CAPITOLO 1: Introduzione</b> .....	4
<b>CAPITOLO 2: La Quarta Rivoluzione Industriale: un nuovo paradigma tecnologico e di business</b> .....	9
<b>2.1 Introduzione</b> .....	9
<b>2.2 La Rivoluzione Industriale come passaggio ad un nuovo paradigma</b> .....	10
<b>2.3 Principali caratteristiche delle prime tre Rivoluzioni Industriali</b> .....	13
<b>2.4 La Quarta Rivoluzione Industriale</b> .....	17
2.4.1 Definizione del termine.....	17
2.4.2 Determinanti del passaggio ad una nuova Rivoluzione.....	19
2.4.3 Un paradigma di riferimento per la catena del valore digitale.....	23
<b>2.5 Fattori tecnologici abilitanti e <i>value driver</i></b> .....	24
<b>2.6 Conclusioni</b> .....	32
<b>CAPITOLO 3: Azioni di politica industriale in Italia: efficacia delle misure e confronto con i principali attori mondiali</b> .....	34
<b>3.1 Introduzione</b> .....	34
<b>3.2 Industria 4.0 in Italia</b> .....	35
3.2.1 Il sistema industriale italiano .....	36
3.2.2 Il Piano Nazionale Impresa 4.0.....	40
<b>3.3 Effetti del Piano Nazionale Impresa 4.0: grado di adozione e conseguenze occupazionali</b> .....	47
3.3.1 Grado di adozione della tecnologia 4.0 ed utilizzo degli incentivi.....	48
3.3.2 Possibili conseguenze occupazionali .....	50
<b>3.4 Stato di avanzamento di <i>Industry 4.0</i>: confronto tra Italia ed altri Paesi europei</b> .....	54
3.4.1 Iniziative industriali 4.0 adottate in Germania e Francia.....	56
3.4.2 Lo stato della digitalizzazione nei Paesi Europei .....	59
<b>3.5 Conclusioni</b> .....	61
<b>CAPITOLO 4: L'Industria 4.0 nella siderurgia e nella telematica assicurativa</b> .....	62
<b>4.1 Introduzione</b> .....	62
<b>4.2 Nuovi modelli di <i>business</i> per competere nel settore siderurgico</b> .....	63
4.2.1 Tecnologie abilitanti 4.0 in Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni.....	68
<b>4.3 Telematica assicurativa: un settore basato sulle tecnologie abilitanti 4.0</b> .....	72
4.3.1 Octo Telematics: un approccio agli incentivi fiscali del Piano Nazionale Impresa 4.0 ...	77
<b>4.4 Conclusioni</b> .....	83
<b>CAPITOLO 5: Conclusioni</b> .....	85
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	90

<b>SITOGRAFIA .....</b>	<b>97</b>
<b>RIASSUNTO DELL'ELABORATO .....</b>	<b>102</b>

## CAPITOLO 1: Introduzione

La storia del genere umano è stata caratterizzata, nel corso dei millenni, dalla continua evoluzione degli stili di vita, delle relazioni interpersonali, delle culture e del modo di intendere il concetto di società; ogni periodo, più o meno lungo, è caratterizzato e plasmato da una o più tecnologie, la cui scoperta iniziale segna un punto di rottura e di tumulto, per poi raggiungere una fase di stabilità, fino al successivo sconvolgimento. I momenti storici in cui si verificano cambiamenti profondi a tutti i livelli (economico, politico, sociale, culturale) del vivere umano, sono definiti *rivoluzioni*: l'innovazione tecnologica, sia che si manifesti come un nuovo bene, un modo di comunicare o un processo di lavorazione, fa da filo conduttore alla diffusione del nuovo modo di interpretare il proprio mondo, ed avanza in modo talmente pervasivo ed inarrestabile da sostituire e rendere obsoleto ciò che c'era prima, spingendo più avanti il cammino del progresso umano.

Per generare cambiamenti di tale portata, non è sufficiente il processo di continua innovazione incrementale, che è comunque in grado di produrre benefici migliorativi: il *best-seller* “*Sapiens: da animali a dèi. Breve storia dell’umanità*”<sup>1</sup> individua pochi momenti davvero segnanti per il genere umano, come la rivoluzione agricola che trasformò l’uomo da raccoglitore a coltivatore e da nomade a stanziale, l’invenzione della scrittura, e la rivoluzione scientifica che ha modificato radicalmente il modo in cui l’uomo vede se stesso nell’Universo e si pone nei confronti della conoscenza. Inoltre, a partire da quest’ultima rivoluzione, il progresso tecnologico, economico e sociale ha subito una forte accelerazione rispetto ai secoli precedenti, facendo da preludio al manifestarsi delle rivoluzioni industriali; a partire dalla metà del XVIII secolo e fino alla fine del Novecento, infatti, la letteratura economica più diffusa individua tre grandi rivoluzioni che hanno apportato cambiamenti profondi al modo di intendere l’attività produttiva, consentendo l’introduzione sul mercato di prodotti innovativi:

- la prima rivoluzione industriale, con l’avvento della macchina a vapore, ha meccanizzato la produzione, dando vita al moderno concetto di industria come attività organizzata di trasformazione delle materie prime in prodotti finiti<sup>2</sup>;
- la seconda rivoluzione industriale ha visto l’avvio della produzione in serie, in fabbriche organizzate secondo il modello fordista della catena di montaggio, mossa dall’energia elettrica;
- la terza rivoluzione industriale è nata dai grandi progressi nei campi dell’elettronica e dell’informatica, che hanno consentito l’automazione dei processi produttivi grazie al controllo dei macchinari esercitato dai *computer*<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Harari (2014)

<sup>2</sup> De Simone (2014)

<sup>3</sup> Özüdoğru et al. (2018)

Negli anni più recenti, sulla scia delle innovazioni tecnologiche della terza rivoluzione industriale, soggetti privati (le imprese) e pubblici (i governi ed altre istituzioni) hanno iniziato a parlare di una quarta rivoluzione industriale, sottolineando un ulteriore cambiamento del paradigma di riferimento per la conduzione dell'attività economica, con riflessi su una società ormai profondamente caratterizzata da annullamento di distanze prima incolmabili, informazioni che attraversano la Rete in modo istantaneo, oggetti che comunicano in modo intelligente tra di loro e con gli stessi esseri umani che li hanno inventati. La trasformazione profonda di molti aspetti, fino alla vita quotidiana, ruota intorno alla progressiva digitalizzazione, fenomeno che come è stato detto al World Economic Forum (WEF) di Davos nel 2016 “è la ragione principale per cui più della metà delle aziende listate nella classifica Fortune 500 sono scomparse dal 2000 ad oggi”<sup>4</sup>: in un contesto di interconnessione tra attori su scala globale, in cui sono pochi i Paesi a restarne esclusi, l'avvicendamento tecnologico non risparmia le imprese, grandi e piccole, che non riescono a tenere il passo delle innovazioni in campo digitale.

Una dimostrazione che la portata della rivoluzione non sia passeggera, ma che piuttosto essa si presenti con insistenza sempre maggiore tra le questioni più rilevanti che stanno plasmando il presente e preparando la strada per il futuro, è data dal fatto che uno dei temi centrali dibattuti al più recente WEF di Gennaio 2019 è di nuovo la quarta rivoluzione industriale: l'approccio seguito non ha il fine di allarmare sulla possibile uscita di scena dei tradizionali colossi aziendali, ma al contrario presenta la rivoluzione in modo strutturato evidenziando i seguenti importanti aspetti che ruotano intorno al concetto centrale di quarta rivoluzione industriale<sup>5</sup>:

- innovazione e produttività, che devono essere supportate dalla spinta imprenditoriale e dai nuovi modelli di economia circolare;
- la fusione sinergica di più tecnologie, di cui si tratterà soprattutto nel capitolo 2 dell'elaborato;
- la *disruption* che subiranno i lavori e le competenze, soprattutto a causa dell'intelligenza artificiale;
- la sicurezza e gestione dei conflitti, per quanto riguarda il rischio informatico ma anche temi geopolitici;
- l'ineguaglianza, che va combattuta attraverso la tutela sociale, lo sviluppo sostenibile e la parità di diritti;
- il governo della tecnologia, che riguarda la sicurezza e la gestione dell'innovazione;
- la *disruption* del modo di fare *business*, con i nuovi modelli di economia e società digitale;
- etica e identità, relative ai valori su cui fondare l'informazione, le biotecnologie e gli sviluppi dell'intelligenza artificiale.

---

<sup>4</sup> Nanterme (2016)

<sup>5</sup> World Economic Forum (2019)

L'impostazione seguita nel dibattito del WEF 2019 non fa altro che confermare la pervasività propria delle rivoluzioni industriali: i punti trattati spaziano dalla scienza, alle tensioni geopolitiche, alle tematiche del lavoro, fino ai diritti sociali e civili; la tecnologia manifesta pienamente il suo ruolo abilitante nel trovare soluzioni ai problemi dell'uomo, ed ogni rivoluzione ha una portata potenzialmente più ampia della precedente, potendo costruire sulle basi del progresso ottenuto nel passato e andando così a soddisfare categorie di bisogni di volta in volta superiori.

Preso atto dell'importanza crescente che l'argomento sta assumendo nel determinare dinamiche settoriali e a livello di singole imprese, il presente elaborato ha l'obiettivo di identificare i caratteri salienti della quarta rivoluzione in termini di tecnologie innovative a disposizione delle aziende e di iniziative prese dai *policy maker* per agevolarne la diffusione; la riflessione pone un accento sulle conseguenze attese nel mondo industriale, ipotizzando il definitivo affermarsi di modelli di *business* (come ad esempio le piattaforme o i modelli *data-driven*)<sup>6</sup>, abilitati dalle tecnologie 4.0, che già in questi anni stanno innovando radicalmente la competizione in diversi settori. Un ulteriore spunto di analisi prende in considerazione il sostegno delle politiche pubbliche all'adozione del nuovo paradigma tecnologico, attuando piani pluriennali in cui le potenzialità della quarta rivoluzione industriale sono, di volta in volta, interpretate secondo il contesto industriale del Paese di riferimento e declinate di conseguenza in progetti, misure fiscali, programmi di formazione funzionali agli specifici obiettivi perseguiti; se da un lato l'utilizzo di tecnologie innovative è fortemente incentivato dai governi nazionali, che intendono rilanciare la competitività dei propri tessuti produttivi, sotto l'aspetto occupazionale l'introduzione di macchine dotate di intelligenza, e la centralità assunta dai dati nella conduzione del *business*, destano preoccupazioni per la possibile scomparsa di alcune professioni lavorative e per il fabbisogno di competenze di cui in pochi attualmente dispongono. La struttura dell'elaborato segue l'ordine dettato dalla centralità dei temi sopra menzionati, partendo dagli aspetti tecnologici del fenomeno oggetto di esame, per poi prendere in considerazione le scelte di politica industriale e, infine, entrando nella realtà di due imprese per osservare i possibili approcci alle opportunità offerte dal cambiamento di paradigma.

Il Capitolo 2 ha come punto di partenza proprio il concetto di paradigma tecnologico inteso come logica collettiva e condivisa tra gli attori coinvolti nel cambiamento: attraverso i contributi scientifici di Dosi (1982) e Perez (2010) viene delineato il percorso, detto traiettoria tecnologica, da cui emergono le tecnologie più caratterizzanti di una rivoluzione. Sulla base di questo principio, sono stati confrontati gli elementi portanti delle tre precedenti rivoluzioni industriali con quella attuale, dimostrando come quest'ultima non comporterà una assoluta sostituzione della base installata di macchinari, ma piuttosto si appoggerà sul concetto di automazione introdotto dalla terza rivoluzione, determinando lo sviluppo di sistemi *cyber-fisici*<sup>7</sup> che connettono il mondo fisico a quello virtuale ed

---

<sup>6</sup> McKinsey (2015)

<sup>7</sup> Deloitte (2016)

automatizzato degli strumenti informatici ed elettronici. Le ragioni di tale cambiamento risiedono nella possibilità di apportare sostanziali miglioramenti ai processi industriali attraverso lo scambio di informazioni tra mondo fisico e digitale, aumentando l'efficienza grazie all'analisi di grandi quantità di dati (*big data*) provenienti da strumenti connessi, rendendo la produzione flessibile ed orientata al consumatore. L'Industria 4.0, pertanto, costituisce un cambio di paradigma per il fatto che gli sforzi innovativi vertono sull'ottimizzazione del modo in cui dati ed informazioni fluiscono dentro e fuori dall'impresa e sono valorizzati nei processi di produzione e di *go-to-market*: questo concetto di flusso ininterrotto di informazioni seguendo la catena del valore è stato formalizzato da McKinsey (2015), che definisce il nuovo paradigma "*digital thread*", ovvero percorso digitale. Secondo questo modello di riferimento, il dato digitale è l'input fondamentale che abilita lo sviluppo di nuove tecnologie e che soprattutto accomuna le industrie coinvolte nella rivoluzione. L'analisi prosegue ad un livello di analisi interno al nuovo paradigma, rilevando le principali tecnologie digitali caratterizzanti la quarta rivoluzione industriale e considerate da Boston Consulting Group (2015) come fattori abilitanti per la realizzazione di sistemi *cyber*-fisici in cui mondo fisico e virtuale entrano in connessione. Infine, sono prese in considerazione alcune delle opportunità e sfide irrisolte relative al cambiamento: accanto a nuovi modi di fare *business*, si manifesta soprattutto la necessità di nuove competenze.

Il capitolo 3 assume la prospettiva della politica industriale in Italia, illustrando come le iniziative intraprese a partire dal 2016 seguano la scia di altri Paesi (come la Germania) considerati iniziatori della quarta rivoluzione industriale, ed allo stesso tempo affrontino aspetti non necessariamente comuni agli Stati di riferimento, ma piuttosto dettati dalle condizioni strutturali del sistema produttivo industriale nazionale. Per capire le ragioni alla base del Piano Nazionale Impresa 4.0 (precedentemente nominato Piano Nazionale Industria 4.0), è stata condotta un'analisi delle dinamiche industriali che hanno condotto l'Italia a periodi di grande crescita (il *boom* economico degli anni '50) ma anche ad una carenza strutturale in termini di produttività del lavoro; proprio al rilancio della competitività sono destinati gli interventi previsti dal Piano Nazionale, il quale opera secondo tre principi guida (*operare in una logica di neutralità tecnologica, intervenire con azioni orizzontali, agire su fattori abilitanti*)<sup>8</sup>. Sulla base delle linee guida, sono poi illustrate le principali misure di incentivazione fiscale e di facilitazione dell'accesso al credito, nonché la struttura del *network* destinato allo sviluppo e alla diffusione delle competenze 4.0 nel mondo aziendale; inoltre, al fine di isolare il più possibile gli effetti del Piano Nazionale sul sistema produttivo italiano, sono proposti alcuni indicatori che rilevano in modo specifico cambiamenti attribuibili con maggiore certezza alle misure di incentivazione agli investimenti e alla crescente digitalizzazione, come il *Foreign Direct Investment Confidence Index* (AT Kearney, 2018), la relazione tra grado di digitalizzazione e produttività (Istat, 2018), o il ricorso agli incentivi nel primo anno di operatività

---

<sup>8</sup> Ministero dello Sviluppo Economico (2018)

del Piano (MET Economia, 2018). L'altro aspetto approfondito nello specifico è quello delle possibili conseguenze occupazionali per il mercato del lavoro italiano, utilizzando come riferimento i contributi di Frey e Osborne (2016), Arntz et al. (2016) e The European House – Ambrosetti (2017), ed individuando i principali fattori di sostituibilità dovuta all'automazione delle mansioni. Infine, il progetto italiano di innovazione industriale è visto nell'ottica di un accordo trilaterale stretto, al fine di tracciare una via comune allo sviluppo del paradigma 4.0, con Germania e Francia: dopo un confronto con le iniziative prese in questi due Paesi, viene proposta, attraverso l'indice DESI (2018), una valutazione dell'efficacia con cui i singoli Paesi dell'Unione Europea stanno percorrendo la strada verso la digitalizzazione.

Il capitolo 4, infine, rappresenta un elemento di raccordo tra i concetti espressi nei due precedenti capitoli: attraverso l'analisi di due *case study* aziendali, si valuta l'impatto della quarta rivoluzione industriale su due settori e imprese differenti tra loro. Il primo settore preso in esame è quello della siderurgia, elemento portante per lo sviluppo di altre industrie, quali quella automobilistica e quella delle costruzioni: viene proposta una manifestazione degli effetti del paradigma 4.0 nella comparsa di nuovi modelli di *business* in risposta alle pressioni competitive esercitate dalle economie asiatiche; inoltre, un'indagine condotta su Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni fa emergere l'importanza delle tecnologie abilitanti 4.0 a supporto dei processi produttivi. Da un'industria di base l'analisi si sposta, successivamente, su un settore recente il cui sviluppo negli ultimi anni è dovuto proprio alle tecnologie 4.0 che hanno abilitato un nuovo modello di *business*: la telematica fornisce servizi ad alto valore aggiunto alle compagnie assicurative, attraverso il ricorso a dispositivi connessi, piattaforme per lo scambio di informazioni e analisi di *big data*. Octo Telematics rappresenta l'attore principale del settore su scala globale, e sulla base di un'indagine volta a determinare il ricorso che l'azienda ha fatto dei principali strumenti di incentivazione offerti dal Piano Nazionale Impresa 4.0, è stato possibile valutarne principali benefici e criticità.

Il valore del presente elaborato risiede nell'aver affrontato, all'interno dei macro-argomenti della tecnologia e della politica industriale, alcuni aspetti che risultano rilevanti per determinare gli sviluppi futuri della rivoluzione in atto: sul versante tecnologico, vengono messi in evidenza la centralità del dato digitale come input abilitante e l'importanza del definire un paradigma di riferimento, individuato da McKinsey (2015) nel c.d. *digital thread*; sotto gli aspetti di *policy* industriale, risulta fondamentale non solo scegliere indicatori di riferimento che siano in modo specifico rappresentativi dell'efficacia delle politiche adottate, ma anche tenere sotto controllo il tema della sostituzione delle mansioni, agendo sulla formazione per dotare le future generazioni di lavoratori delle competenze 4.0 necessarie per gestire sistemi *cyber*-fisici. Infine, il taglio pratico offerto dai *case study* nei settori della siderurgia e della telematica assicurativa propone una manifestazione concreta dei cambiamenti che la società sta (più o meno consapevolmente) vivendo, e che costituiscono un ulteriore passo della storia dell'umanità verso il progresso.

## CAPITOLO 2: La Quarta Rivoluzione Industriale: un nuovo paradigma tecnologico e di business

### 2.1 Introduzione

Per rivoluzione industriale si intende una “*trasformazione delle strutture produttive e sociali determinata dall'affermazione di nuove tecnologie*”<sup>9</sup>. La letteratura prevalente individua, a partire dal XVIII secolo e fino alla fine del Novecento, tre rivoluzioni tecnologiche, ciascuna caratterizzata da una o più innovazioni che hanno modificato radicalmente l'attività produttiva: come conseguenza, nuovi prodotti e servizi hanno cambiato lo stile di vita delle persone, dal modo di comunicare ai trasporti fino all'emergere di nuovi bisogni. Sulla base dei progressi tecnologici cumulati fino al momento soprattutto nel ramo dell'elettronica, nei primi anni Duemila si è iniziato a parlare di una quarta Rivoluzione Industriale, tuttora in atto, caratterizzata dall'integrazione del mondo fisico in cui viviamo con quello virtuale dei *computer* e della rete Internet: questo capitolo esamina le caratteristiche tecnologiche della nuova Rivoluzione e le più importanti conseguenze per la conduzione dell'attività industriale.

Il paragrafo 2.2 analizza l'affermarsi di una Rivoluzione Industriale come passaggio ad un nuovo paradigma tecnologico, cioè un modello di riferimento condiviso che guida il processo innovativo: soprattutto attraverso i contributi di Dosi (1982) e Perez (2010), si illustra il processo con cui un paradigma emerge e si consolida.

Il paragrafo 2.3 consiste in un *excursus* storico delle precedenti rivoluzioni, al fine di comprendere le traiettorie tecnologiche e le più importanti innovazioni che hanno ridisegnato la società e che hanno costituito il percorso innovativo fino ai giorni nostri.

Il paragrafo 2.4 introduce la quarta Rivoluzione Industriale, così denominata a partire dal 2011<sup>10</sup>: il fenomeno viene delineato nelle sue principali caratteristiche, individuate dalla letteratura scientifica e dalla pratica manageriale e di consulenza, per poi istituire un confronto con le altre rivoluzioni per quanto riguarda il differente grado di sostituzione delle precedenti tecnologie.

Il paragrafo 2.5 affronta il tema delle principali tecnologie 4.0, le quali contribuiscono all'interconnessione tra fisico e digitale e aprono spazi di intervento nelle pratiche gestionali di imprese provenienti da ogni settore industriale.

Il paragrafo 2.6, infine, trae conclusioni sullo stato attuale e potenziale del fenomeno, evidenziando grandi opportunità di *business* ma anche sfide e questioni irrisolte verso cui si dovrà rivolgere l'attenzione per consentire una capillare diffusione della Rivoluzione in tutti gli ambiti della vita economica e sociale.

---

<sup>9</sup> Treccani (2018)

<sup>10</sup> Kagermann, Lukas, Walhster (2011)

## 2.2 La Rivoluzione Industriale come passaggio ad un nuovo paradigma

Storicamente, i paradigmi industriali sono stati determinati e modellati da aspetti sociali, economici e tecnologici, che hanno determinato opportunità, bisogni e limiti<sup>11</sup>. Anche nel caso di *Industry 4.0*, la sola dimensione tecnologica non rappresenta il fenomeno nella sua completezza e complessità: innovazioni quali *Internet of Things*, stampa 3-D e virtualizzazione sono progressivamente introdotte attraverso progetti pilota con lo scopo di renderle integrate; tuttavia, solo in alcuni casi il potenziale è sfruttato pienamente nell'implementazione di nuovi modelli. L'impostazione che tuttora caratterizza l'industria è basata sulla diminuzione dei costi unitari di produzione attraverso l'aumento dei volumi; di conseguenza, le aziende sono maggiormente concentrate nell'ottimizzazione dei costi e in minor misura nella gestione ottimale del capitale richiesto per la produzione.

Questo paradigma inizia ad essere messo in discussione, dato il clima di incertezza generato dalla crisi economica relativamente alla variabile "volumi", e anche a causa di una crescente diversità dei clienti e delle loro aspettative: la quarta Rivoluzione Industriale trasformerà il paradigma economico e i meccanismi di creazione del valore che lo sostengono. In effetti, l'industria manifatturiera sta passando da una mentalità di produzione di massa ad una di "customizzazione" (personalizzazione) di massa; non ci si basa più su effetti di scala e di volume, ma su modalità di produzione flessibili e situate vicino ai centri di domanda. Da una logica di magazzino e di creazione del prodotto, ci si sposta verso produzioni *on demand* e focalizzate sull'utilizzo dei beni. Inoltre, la stessa organizzazione del lavoro viene rivista, con strutture flessibili che sostituiscono la rigida gerarchia ereditata dal Taylorismo: potenzialmente, l'intero rationale economico che c'è dietro il *business* può essere ristrutturato<sup>12</sup>.

La combinazione di fattori che dà vita a cambiamenti di tale magnitudine va identificata in un complesso di determinanti in parte *demand-pull*, secondo cui la forza motrice dell'innovazione tecnologica sta nel riconoscimento dei bisogni del mercato, ed in parte *technology-push*, cioè spinte dallo sforzo scientifico che si traduce in tecnologia e successivamente prodotto immesso sul mercato<sup>13</sup>. Pertanto, la logica di valorizzazione economica degli *output* del processo innovativo attuata offrendo nuove soluzioni ai consumatori agisce parallelamente allo spirito di ricerca del progresso tecnologico, e nessuna delle due teorie agli estremi, presa singolarmente, rappresenta efficacemente la reale dinamica di cambiamento tecnologico: da un lato i fattori *demand-pull* descrivono l'innovazione come un mero meccanismo di reazione passiva alle condizioni di mercato, dall'altro un approccio esclusivamente *technology-push* non tiene conto dell'incertezza insita nel processo innovativo e quindi della necessità di considerare importanti fattori economici nel definire

---

<sup>11</sup> Chu et al. (2016)

<sup>12</sup> Roland Berger (2016)

<sup>13</sup> Dosi (1982)

una direzione di sviluppo da intraprendere. Il progresso tecnologico generato dal complesso di fattori *pull* e *push* consiste in un set di competenze, metodi, procedure ed esperienza cumulata: i prodotti (fisici e non) incorporano i risultati dello sviluppo tecnologico in una particolare attività di *problem solving*.

A conferma del concetto di concomitanza di fattori interviene la teoria di Schumpeter, che pone il cambiamento tecnologico e l'imprenditorialità alla base della crescita economica<sup>14</sup> e distingue nettamente l'innovazione (introduzione sul mercato di un nuovo prodotto o combinazione di elementi) dalla semplice invenzione, che appartiene esclusivamente all'ambito scientifico<sup>15</sup>. Infatti, il ventaglio di opportunità concesse dalla tecnologia è molto più ampio dell'insieme di iniziative economicamente redditizie o socialmente accettabili: il progresso parte effettivamente dalla scoperta scientifica che si traduce in tecnologia e poi in prodotto, ma l'imprenditore trasforma l'invenzione in innovazione con l'obiettivo del profitto, tenendo conto di fattori di mercato, regolatori e istituzionali. Lo spazio all'interno del quale avviene il cambiamento tecnico è nel punto di convergenza tra tecnologia, economia e contesto socio-istituzionale, e la questione su come il progresso segua un ritmo ed una direzione definita nel tempo è risolta ricorrendo al concetto di paradigma.

Individuando un parallelismo con la definizione di paradigma scientifico data da Kuhn (1962), il termine "paradigma tecnologico" è introdotto per rappresentare un modello di risoluzione di problemi, basato su principi derivanti dalle scienze naturali e sulla tecnologia<sup>16</sup>. Con altre parole e secondo un'ottica maggiormente *market-oriented*, Perez (2010) parla di "*tacit agreement of the agents involved as to what is a valid search direction and what will be considered an improvement or a superior version of a product, service or technology*"; pertanto, il paradigma tecnologico è una logica collettiva, condivisa tra gli attori coinvolti nel cambiamento, che definisce le linee guida per introdurre miglioramenti e versioni superiori di prodotti, servizi o tecnologie.

La rilevante conseguenza dell'emergere di un paradigma è che questo funge da prospettiva secondo la quale gli innovatori e le aziende iniziano a guardare il mondo, orientandosi verso direzioni precise: è così che, focalizzandosi su uno spazio di possibili soluzioni tecnologiche ed escludendone altre non contemplate dalla logica comune, si crea un percorso di *problem solving* definito "traiettoria tecnologica". Una volta che la traiettoria è chiaramente stabilita, si manifesta la sua caratteristica *path dependency*, cioè la difficoltà ad uscire dal percorso verso cui muove il progresso; in proposito, si parla anche di "*natural trajectories of technical progress*"<sup>17</sup>. La traiettoria tecnologica, determinata dal paradigma, tende a muovere verso:

- il progressivo sfruttamento di latenti economie di scala;

---

<sup>14</sup> Schumpeter (1911)

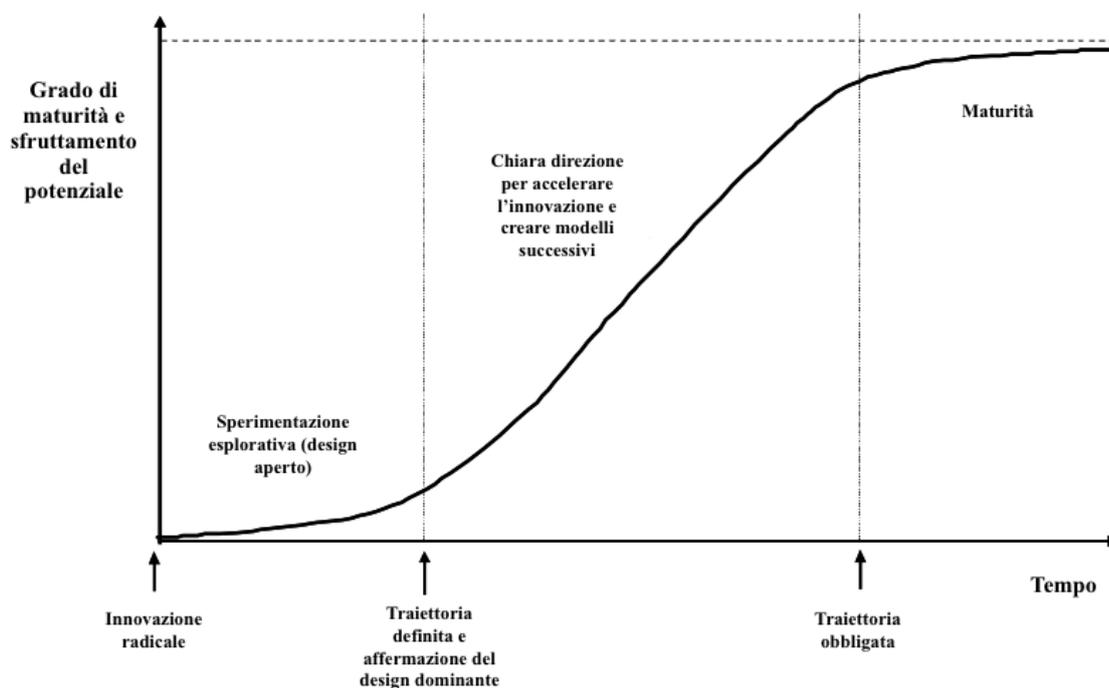
<sup>15</sup> Perez (2010)

<sup>16</sup> Dosi (1982)

<sup>17</sup> Nelson e Winter (1977)

- una crescente meccanizzazione delle operazioni.

L'evoluzione della traiettoria, in base al tempo e al grado di maturità e sfruttamento del potenziale, può essere rappresentata come in FIGURA 2.1:



**FIGURA 2.1: Traiettoria seguita da un'innovazione tecnologica**

Fonte: ns elaborazione da Perez (2010)

Nella fase iniziale, dopo l'introduzione di una innovazione radicale, si genera un'attività esplorativa delle possibili applicazioni della tecnologia, con forte fermento da parte di imprenditori e istituzioni nel dialogare con il mercato attraverso un intenso meccanismo di *feedback*: la selezione avviene secondo il principio Schumpeteriano di "*trial and error*"<sup>18</sup> (tentativo ed errore), messo in atto da attori che sopportano il rischio del fallimento in quanto spinti da alte possibilità di guadagno; è poi il mercato ad agire da sistema premiante (o penalizzante) selezionando le alternative migliori. Quando la spinta innovativa e il contesto socio-economico convergono in un *design* dominante<sup>19</sup>, la direzione ben definita della traiettoria tecnologica favorisce un'accelerazione del ritmo del processo innovativo, che rallenta nuovamente nella fase di maturità quando gran parte del potenziale è stato ampiamente sfruttato ed interviene la legge di Wolf (1912) sui rendimenti decrescenti degli investimenti in innovazione. Nonostante siano le innovazioni radicali a determinare l'iniziale spinta verso nuove attività imprenditoriali ed investimenti, l'espansione successiva dipende dalle innovazioni

<sup>18</sup> Dosi (1982)

<sup>19</sup> Arthur (1988)

incrementali: per la crescita del mercato attraverso effetti di scala risultano fondamentali il volume di produzione e la produttività, che possono essere ottenuti soprattutto attraverso innovazioni di processo; inoltre, si osserva che queste ultime, con il passare del tempo, tendono a superare in numero ed importanza le innovazioni di prodotto<sup>20</sup>.

Quando una singola innovazione (ad esempio, il microprocessore nel caso della Terza Rivoluzione Industriale) genera un processo collettivo di stimolo ad ulteriori innovazioni complementari o anche alternative, si parla di sistema tecnologico (Freeman, 1992); a loro volta, sistemi interconnessi di innovazioni radicali danno vita ad una rivoluzione tecnologica, che può essere definita come un considerevole sconvolgimento del potenziale di creazione di benessere da parte dell'economia, attraverso l'apertura di un vasto spazio di opportunità innovative e ricorrendo ad un nuovo insieme di tecnologie, infrastrutture e principi organizzativi in grado di incrementare significativamente l'efficienza e l'efficacia di tutte le attività e settori industriali<sup>21</sup>. I due elementi che caratterizzano una rivoluzione sono:

- la forte interconnessione ed interdipendenza tra i sistemi dal punto di vista tecnologico e di mercato;
- la capacità di trasformare profondamente il resto dell'economia, ed eventualmente la società.

Mentre la prima caratteristica risulta più evidente, la seconda è il presupposto fondamentale che rende un grande cambiamento meritevole del termine "rivoluzione": il paradigma tecnologico è il mezzo che guida l'utilizzo efficace delle nuove tecnologie nelle industrie direttamente coinvolte e fuori dai loro confini.

### **2.3 Principali caratteristiche delle prime tre Rivoluzioni Industriali**

Per secoli, la maggior parte dei beni (armi, cibo, abbigliamento...) è stata realizzata a mano o con l'aiuto della forza animale; fino alla prima metà del 1700 l'attività di trasformazione delle materie prime in prodotti finiti attraverso lavoro e macchinari, che oggi chiamiamo industria<sup>22</sup>, si svolgeva prevalentemente secondo tre modalità:

1. l'artigianato, organizzato generalmente in corporazioni collettive che garantivano il mantenimento di determinate condizioni di mercato;
2. l'industria a domicilio, su spinta di singoli imprenditori che affidavano la lavorazione di materie prime a contadini che svolgevano le mansioni una volta terminato il lavoro quotidiano nei campi;

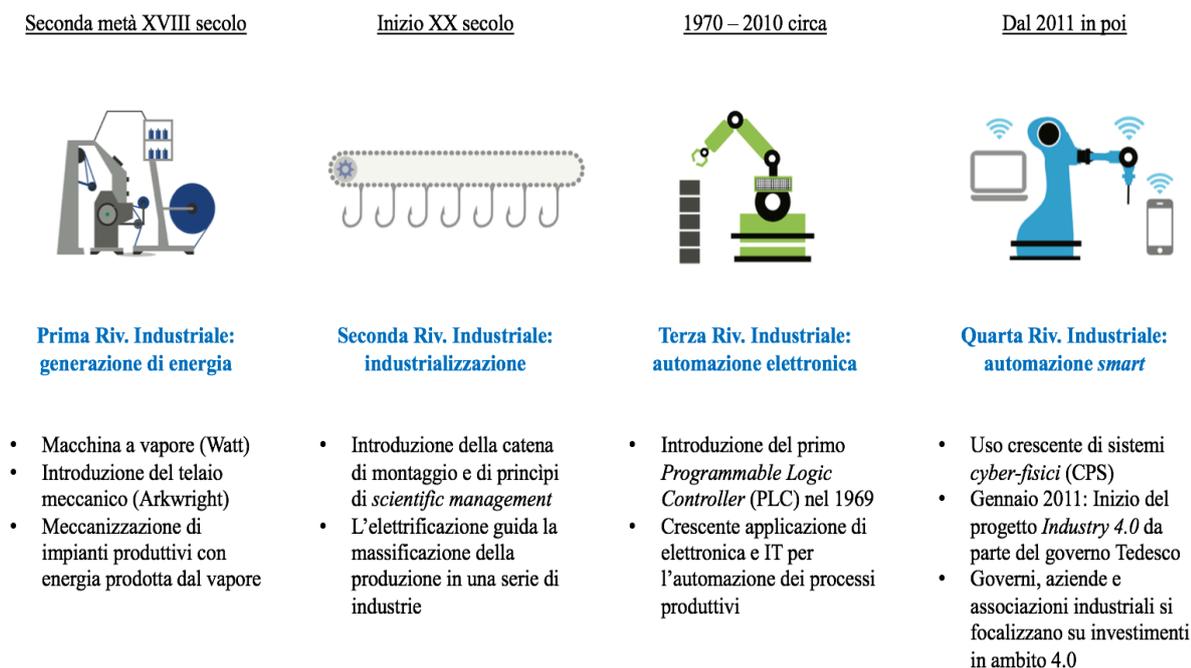
---

<sup>20</sup> Utterback e Abernathy (1975)

<sup>21</sup> Perez (2010)

<sup>22</sup> De Simone (2014)

3. l'industria capitalistica, più moderna e vicina all'attuale sistema di organizzazione dell'attività economica, con la concentrazione di lavoratori e macchine in un unico edificio; il modello organizzativo, tuttavia, era ancora poco frequente.



**FIGURA 2.2: Rappresentazione schematica delle Rivoluzioni Industriali**  
Fonte: ns elaborazione da Deloitte (2016)

Le tre tipologie di attività produttiva coesistevano, con una prevalenza delle prime due; dalla seconda metà del 1700, invece, la terza ha progressivamente soppiantato le altre, dando vita alla prima Rivoluzione Industriale. Teatro della rivoluzione è stata l'Inghilterra, Paese ricco ed all'avanguardia che nei secoli precedenti aveva creato un fiorente impero coloniale e di conseguenza ampi sbocchi di mercato interno ed estero; tra le altre precondizioni fondamentali per garantire lo sviluppo industriale proprio nel Paese britannico, figurano le istituzioni che favorivano l'attività imprenditoriale, l'avanzamento della ricerca scientifica, la presenza di imprenditori agricoli o dell'industria manifatturiera con grande disponibilità di capitali da investire, l'alto tasso di urbanizzazione e la sviluppata rete di trasporti<sup>23</sup>.

A guidare il processo di cambiamento fu un insieme di scoperte tecnologiche che trovarono applicazione in diversi contesti industriali e contribuirono ad aumentare vertiginosamente la produttività del lavoro, rendendo possibile l'affermarsi del sistema-fabbrica: l'innovazione che ebbe certamente il maggior peso fu l'introduzione da parte di James Watt della macchina a vapore, brevettata nel 1769: la forza del vapore era già nota, ma Watt, tecnico presso l'università di Glasgow,

<sup>23</sup> Treccani (2018)

riuscì ad apportare miglioramenti pur non essendo uno scienziato. Questa spinta imprenditoriale, da parte di semplici lavoratori che cercavano soluzioni a problemi lavorativi concreti, è caratteristica della prima Rivoluzione Industriale e fu favorita sicuramente dall'efficiente sistema di brevetti operante nel Paese (De Simone, 2014). Un'altra importante innovazione fu il telaio meccanico idraulico ideato nel 1768 da Arkwright che, insieme ad altri miglioramenti nel processo di filatura, contribuì all'enorme sviluppo dell'industria del cotone sia nel mercato interno, sia come esportazioni; infine, la sostituzione del carbone di legna con il carbon fossile diede forte impulso all'industria siderurgica. Le varie tecnologie, che furono poi applicate in diversi campi (la macchina a vapore trovò impiego anche nella costruzione di vaporetti per il trasporto fluviale e marittimo, mentre l'acciaio e la ghisa prodotti su larga scala consentirono la realizzazione delle ferrovie), resero l'Inghilterra una ancor più grande potenza economica ai vertici mondiali; lo sviluppo, tuttavia, restò confinato a poche aree in Europa, tra cui la Francia, e soprattutto negli Stati Uniti: il giovane Paese, nato il 4 Luglio 1776 con la Dichiarazione d'Indipendenza, subì una rapida industrializzazione seguendo il modello inglese e creò un proprio sistema imprenditoriale da cui partì la seconda Rivoluzione Industriale.

Alla fine del diciannovesimo secolo fu l'introduzione dell'energia elettrica nei contesti urbani ed industriali a rimodellare profondamente la vita ed il lavoro: le macchine ad energia elettrica erano più efficienti in termini di costi e sforzo lavorativo rispetto alle macchine a vapore. L'utilizzo di questa tecnologia nei sistemi produttivi consentì di organizzare le fabbriche secondo la catena di montaggio, introdotta per la prima volta in un mattatoio di Cincinnati, USA<sup>24</sup>: attraverso un sistema di nastri trasportatori e monorotaie con ganci, i lavoratori restavano in postazioni di lavoro fisse ed era il prodotto (in questo caso carne da macello) a muoversi all'interno del fabbricato, aumentando notevolmente la produttività e permettendo una completa riorganizzazione delle mansioni lavorative secondo l'approccio manageriale proposto da Frederick Taylor<sup>25</sup>. Il sistema della catena di montaggio, insieme ai principi Tayloristici di *scientific management*<sup>26</sup>, fu ripreso dal celebre imprenditore Henry Ford nella omonima azienda automobilistica, dando vita alla produzione di massa in imprese di enorme dimensione e con migliaia di dipendenti. La contemporanea introduzione del motore a combustione interna alimentato a petrolio favorì la diffusione dell'automobile, che fu la più importante di una lunga serie di innovazioni: l'illuminazione elettrica introdotta da Edison, il telefono, la radio, la nascita dell'industria cinematografica modificarono profondamente l'economia, gli stili di vita, la cultura e l'intera società.

Se la prima Rivoluzione Industriale ha rappresentato la meccanizzazione della produzione e la seconda può essere identificata con la serializzazione della produzione, la terza Rivoluzione Industriale introduce l'automatizzazione (Özüdoğru et al., 2018). A partire dagli anni Sessanta del

---

<sup>24</sup> Özüdoğru et al. (2018)

<sup>25</sup> De Simone (2014)

<sup>26</sup> Taylor (1911)

Novecento, i grandi progressi dell'elettronica hanno portato prima alla nascita dei microprocessori, poi alla loro applicazione in diversi *device*: con il primo *programmable logic controller* (PLC) introdotto nel 1969 da Modicon<sup>27</sup>, si fa iniziare convenzionalmente l'era della programmazione digitale di sistemi automatizzati; a partire dagli anni Settanta, la tendenza alla miniaturizzazione ed integrazione dei componenti elettronici ha portato all'apparizione sul mercato dei *personal computer*, che hanno trovato una diffusione talmente ampia da far parlare di "*rivoluzione informatica*" (De Simone, 2014) all'interno della più ampia rivoluzione industriale. Altri ambiti di innovazione tecnologica sono emersi ed hanno rivoluzionato diversi settori, come il laser (utilizzato sia nella manifattura sia in ambito medico), le telecomunicazioni e la fibra ottica; di pari passo, l'*hardware* elettronico ha richiesto e richiede tuttora in modo crescente lo sviluppo di *software* con molteplici ambiti di applicazione. L'industria è stata rivoluzionata dall'*Information Technology* in modo pervasivo nei suoi processi gestionali, dalla pianificazione delle risorse, alla gestione delle scorte, passando per tutte le attività logistiche di distribuzione; inoltre, i grandi sviluppi nelle modalità di comunicazione e nei trasporti hanno reso il mondo globalizzato, spingendo molte imprese a perseguire la riduzione dei costi (soprattutto della manodopera) attraverso la delocalizzazione della produzione verso Paesi in via di sviluppo. Una conseguenza della crescita industriale senza precedenti è stato il fenomeno del rapido esaurimento delle risorse, che a sua volta ha fatto sorgere l'importante questione della sostenibilità economica, ambientale e sociale.

Proseguendo sul solco tracciato dalla terza Rivoluzione Industriale, i continui progressi nei campi dell'elettronica, dell'informatica e dell'automazione dei processi costituiscono la base di partenza della quarta Rivoluzione Industriale che, come verrà detto nei successivi paragrafi, consiste in un ripensamento della funzionalità delle strutture produttive (Wolter et al., 2015), trovando nella creazione di sistemi *cyber-fisici* l'integrazione tra mondo fisico e digitale.

---

<sup>27</sup> Drath e Horch (2014)

## 2.4 La Quarta Rivoluzione Industriale

Il termine *Industry 4.0* è utilizzato per la prima volta alla Fiera di Hannover (Germania) nel 2011 da Wahlster, Lukas e Kagermann (2011) per presentare il progetto “*Zukunftsprojekt Industrie 4.0*”, letteralmente “Progetto di Industria del futuro 4.0”. Tale programma di investimenti, orientato prevalentemente verso infrastrutture, energia, educazione e ricerca, nasce con l’obiettivo di migliorare la competitività del sistema industriale tedesco per far fronte alle pressioni globali da parte dei Paesi in via di sviluppo, introducendo concetti e tecnologie innovativi. Successivamente al lancio del progetto all’*Hannover Messe*, il governo tedesco ha dato concreta attuazione all’iniziativa, poi denominata *Plattform Industrie 4.0*<sup>28</sup>, istituendo uno *steering group* che coordina una varietà di comitati di aziende, organizzazioni e università: i fondi governativi concessi fino al 2014 ammontano a circa 200 Milioni di Euro, veicolati soprattutto attraverso i corpi istituzionali del *Bundesministerium für Bildung und Forschung* (Ministero Federale Tedesco dell’Educazione e della Ricerca) e del *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie* (Ministero Federale Tedesco degli Affari Economici e dell’Energia)<sup>29</sup>.

Seguendo l’attività pionieristica avviata dalla Germania, diversi Paesi soprattutto sviluppati hanno rapidamente colto le potenzialità legate all’integrazione delle tecnologie IT nella produzione industriale, dando vita ad ulteriori programmi di investimento di medio-lungo termine denominati con svariate modalità: *Advanced Manufacturing Partnership* negli Stati Uniti, *Industrie du Futur* in Francia, *Catapult – High Value Manufacturing* nel Regno Unito, *Industria Conectada* in Spagna, *Made in China 2025* in Cina, *Piano Nazionale Industria 4.0* in Italia<sup>30</sup> rappresentano i principali piani industriali attualmente in corso di realizzazione nel mondo; la pervasività del fenomeno, unita al potenziale cambiamento dell’intero ecosistema economico dovuto al nuovo paradigma industriale, fanno sì che questo particolare momento storico possa essere definito una rivoluzione a tutti gli effetti.

### 2.4.1 Definizione del termine

Il fenomeno *Industry 4.0* può essere considerato di recente origine e indubbiamente le nuove tecnologie, come l’*Internet of Things* e la *Big Data Analysis*, hanno ancora enormi margini di sviluppo e potenziali modalità di utilizzo non ancora immaginate: per questi motivi numerosi esperti, organizzazioni, società di consulenza e istituzioni hanno dato la loro definizione di quarta Rivoluzione Industriale, enfatizzando di volta in volta alcuni aspetti rispetto ad altri.

Secondo il *GTAI* (*Germany Trade and Invest*, l’Agenzia tedesca per lo Sviluppo Economico), l’*Industry 4.0* è un cambio di paradigma, reso possibile da avanzamenti tecnologici che costituiscono il rovesciamento delle logiche di produzione convenzionali; ciò rappresenta l’evoluzione verso

---

<sup>28</sup> Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2018)

<sup>29</sup> Drath e Horch (2014)

<sup>30</sup> Industria Italiana (2016)

sistemi cyber-fisici, che uniscono il mondo fisico a quello digitale connettendo tecnologie di produzione integrate e processi di produzione *smart*<sup>31</sup>.

La società di consulenza *PricewaterhouseCoopers* (PwC), in un report realizzato nel 2014, pone un accento sulla nascita di un nuovo livello di organizzazione e controllo sull'intero ciclo di vita dei prodotti: alla base c'è la disponibilità di informazioni in tempo reale, l'abilità di derivarne un flusso ottimale di valore aggiunto e la connessione di persone, oggetti e sistemi<sup>32</sup>. Questa definizione copre principalmente tre aspetti:

- La digitalizzazione e crescente integrazione delle catene del valore verticali e orizzontali. Le aziende leader stanno digitalizzando e connettendo funzioni lungo la catena del valore verticale (dal processo di ordine digitale, allo sviluppo del prodotto personalizzato, al trasferimento di dati a sistemi di pianificazione); inoltre, l'integrazione orizzontale del magazzino e dei dati di pianificazione è attuata insieme a fornitori, clienti e partner.
- La digitalizzazione dell'offerta di prodotti e servizi. I cosiddetti "campioni digitali" espandono il loro *range* di prodotti con soluzioni digitali, come la connessione *online*. Anche il portafoglio di servizi forniti si estenderà grazie a servizi connessi, automatizzati o *data-based*.
- L'introduzione di *business model* digitali innovativi. Nuove soluzioni integrate saranno caratterizzate da benefici significativamente maggiori per il consumatore e rivoluzioneranno gli esistenti portafogli di prodotto, come conseguenza di un processo innovativo *disruptive*. Nuove aziende avranno l'opportunità di entrare in mercati esistenti, sfruttando l'abbassamento delle tradizionali barriere all'entrata causato dalla digitalizzazione.

La connessione di persone, oggetti e sistemi è in grado di creare legami dinamici e a valore aggiunto all'interno delle imprese, così come tra di esse. L'ottimizzazione di queste connessioni può essere raggiunta secondo diversi criteri chiave, come i costi, la disponibilità di risorse o il loro consumo.

Altri autori assumono posizioni che in parte riprendono quelle sopra citate, argomentando che la quarta Rivoluzione Industriale, oltre a rappresentare l'integrazione tecnica dei sistemi cyber-fisici nella produzione, nella logistica e nei processi industriali, consiste in un processo di evoluzione che coinvolge l'intera catena del valore, i modelli di *business* e i servizi *front-end*<sup>33</sup>.

Infine, è opportuno riportare la descrizione del concetto *Industry 4.0* data su *Plattform Industrie 4.0*, sito istituzionale del governo tedesco e quindi indubbio punto di riferimento a livello globale, essendo proprio la Germania il precursore delle iniziative della *disruption* tecnologica. "*Industry 4.0 refers to the intelligent networking of machines and processes for industry with the*

---

<sup>31</sup> Deloitte (2016)

<sup>32</sup> PwC (2014)

<sup>33</sup> Wolter et al. (2015)

*help of information and communication technology*”<sup>34</sup>: sottolineando nuovamente il concetto di connessione intelligente tra gli elementi facenti parte dei processi industriali, sono forniti anche alcuni esempi di possibile implementazione del nuovo paradigma. Tra questi:

- Produzione flessibile: attraverso l’interconnessione digitale dei vari *step* del processo produttivo, si può migliorare la pianificazione e coordinazione.
- Fabbrica “convertibile”: le linee di produzione possono assumere carattere modulare ed essere quindi rapidamente assemblate secondo necessità, migliorando produttività ed efficienza anche in caso di piccole quantità prodotte.
- Soluzioni orientate al consumatore: produttori e clienti saranno maggiormente in contatto, con i primi che potranno sfruttare dati provenienti da prodotti *smart* per offrire nuovi servizi, ed i secondi in grado di scegliere il design del prodotto in modo assolutamente personalizzato.
- Logistica ottimizzata: attraverso algoritmi, le macchine stesse possono calcolare i flussi ottimali di materiale e le modalità di distribuzione più efficienti.
- Utilizzo dei dati: attraverso la combinazione e soprattutto l’analisi di grandi quantità di dati le aziende possono aumentare la propria efficienza; inoltre, ciò apre la strada a *business model* e servizi completamente nuovi.
- Economia circolare *resource-efficient*: tutto il ciclo di vita del prodotto può essere ridisegnato, determinando fin dalla fase di design quali risorse e in che modo potranno essere riciclate.

Come si evince dalle descrizioni date al fenomeno, le nuove tecnologie disponibili grazie agli enormi progressi dell’*Information Technology*, ma soprattutto il nuovo paradigma che prevede l’interconnessione tra mondo fisico e digitale, aprono un ventaglio di opportunità che riguardano numerosi aspetti a livello micro (di singola azienda) e macro (intere catene del valore, settori industriali e sistema economico).

#### 2.4.2 Determinanti del passaggio ad una nuova Rivoluzione

Il tratto distintivo in base al quale è possibile parlare di rivoluzione è il verificarsi di sconvolgimenti tecnologici che si diffondono in modo capillare nel contesto economico, fino a trasformare radicalmente tutti gli aspetti della vita sociale; ciascuna delle quattro Rivoluzioni ha visto l’affiorare di un *cluster* di tecnologie, tra loro più o meno correlate, che possono comunque essere ricondotte ad una singola, grande innovazione rappresentativa del cambiamento. Se nella Prima Rivoluzione Industriale la tecnologia strutturale è stata l’energia prodotta attraverso la macchina a vapore, nella Seconda si assiste alla nascita della produzione di massa grazie all’elettrificazione, per poi parlare di Terza Rivoluzione con l’avvento dell’automazione grazie ai progressi dell’elettronica.

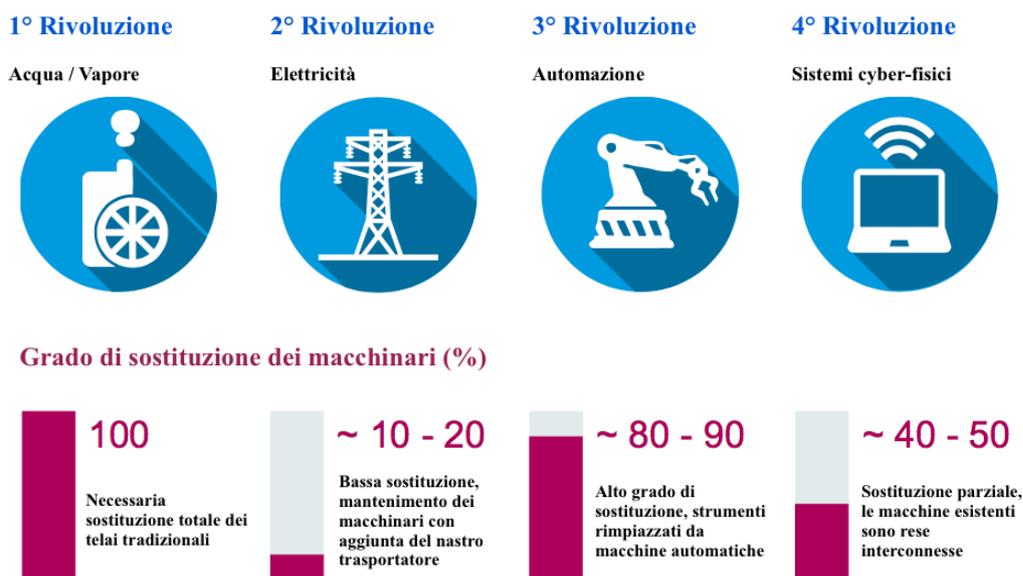
---

<sup>34</sup> Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2018)

Il *breakthrough* tecnologico della Quarta Rivoluzione è racchiuso nel concetto, già citato, di sistemi *cyber-fisici*, che consentono una automazione *smart* grazie all'infrastruttura della rete Internet<sup>35</sup>.

Una possibile chiave di lettura è quella fornita da Drath e Horch (2014), secondo i quali il passaggio da una Rivoluzione all'altra vede un aumento esplosivo della produzione come conseguenza dell'aumento della produttività, ma anche un incremento della complessità intesa come bagaglio di competenze tecnologiche sempre più evolute.

Analizzando invece il passaggio da una Rivoluzione alla successiva in termini di grado di sostituzione delle esistenti tecnologie e macchinari necessario per sfruttare il nuovo potenziale di valore, non si assiste necessariamente ad un andamento sempre crescente.



**FIGURA 2.3: Grado di sostituzione dei macchinari tra le quattro Rivoluzioni**

Fonte: ns elaborazione da McKinsey (2015)

Come mostra la FIGURA 2.3, la prima Rivoluzione Industriale ha portato ad una sostituzione totale dei macchinari precedentemente utilizzati, soprattutto telai manuali a bassissima produttività. Successivamente, l'avvento dell'energia elettrica nella seconda Rivoluzione Industriale non ha determinato una nuova radicale sostituzione: solo il 10-20% dei macchinari è stato rimpiazzato da altri più moderni, mentre nella maggior parte dei casi è stato aggiunto l'elemento complementare del nastro trasportatore per dar vita alla catena di montaggio. Il tasso di sostituzione è cresciuto nuovamente in modo esponenziale (80-90%) con l'avvento dell'automazione, che ha portato macchinari mossi dall'elettronica, mentre per *Industry 4.0* ci si attende un *replacement* di circa la metà dell'equipaggiamento industriale, essendo la interconnessione, e non la sostituzione della base installata, il concetto fondamentale di questa Rivoluzione. La transizione, pertanto, sta avvenendo e

<sup>35</sup> Deloitte (2016)

continuerà ad avvenire ad un ritmo graduale, e si mostrerà come un generale *upgrade* degli *asset* industriali guidato dalla capacità manageriale di tenere il passo delle innovazioni tecnologiche, adattandole alle attuali linee produttive.

Per comprendere le ragioni e le condizioni che stanno conducendo a questo processo di cambiamento tanto profondo da far parlare di Rivoluzione, è necessario guardare al contesto industriale europeo che ha fatto da culla per la nascita e lo sviluppo del paradigma: come riporta Roland Berger (2014), l'industria gioca in Europa un ruolo cruciale per l'economia, con il settore manifatturiero che contribuisce al 15% del valore aggiunto complessivo, l'80% delle innovazioni e il 75% dell'export; il Vecchio Continente, pertanto, ha bisogno dell'industria in quanto elemento critico per la creazione di valore e per assicurare il bilanciamento del mercato del lavoro. Negli ultimi due decenni, tuttavia, il panorama industriale mondiale ha visto un declino sostanziale del valore aggiunto e dei livelli di occupazione nei Paesi sviluppati, a causa di due "fratture":

- La prima frattura è comparsa con la crescita dei Paesi emergenti (principalmente quelli conosciuti con l'acronimo BRIC – Brasile, Russia, India, Cina). Tra il 1990 e il 2011, i Paesi tradizionalmente industrializzati hanno aumentato il valore aggiunto prodotto in media del 17%, mentre nei Paesi BRIC lo stesso è cresciuto del 179%: ad oggi, i Paesi emergenti rappresentano il 40% del valore aggiunto industriale a livello mondiale (ammontava al 21% nel 1990).
- La seconda frattura, più recente, ha riguardato direttamente le economie industrializzate: si assiste ad un calo generale dei livelli di occupazione nell'industria, come conseguenza della prima frattura ma anche di un aumento della produttività e della tendenza all'*outsourcing* attraverso delocalizzazioni. Tuttavia, mentre pochi Stati sono riusciti a mantenere il loro tasso di industrializzazione (su tutti la Germania), altri hanno perso importanti quote di valore aggiunto tra il 2001 e il 2011: il calo in Francia e in UK è stato del 4%, in Spagna del 3%.

Questi due recenti fenomeni hanno reso il panorama industriale europeo molto più diversificato rispetto al passato, rendendo quantomeno necessaria una risposta competitiva che si manifesti in un nuovo percorso di industrializzazione: l'innovazione, l'automazione e i processi complessi sono senza dubbio alla radice del successo industriale ed hanno dimostrato di essere fattori critici per mantenere una posizione di *leadership*. La Germania guida gli altri Stati europei in questa fase di transizione, grazie a delle precondizioni uniche: la specializzazione in Ricerca e Sviluppo, la capacità di gestione di processi industriali complessi, l'alto livello di competenze IT e in sistemi integrati<sup>36</sup>.

Nel contesto industriale che vede un avvicendamento nelle posizioni di *leadership* globale si inseriscono due ulteriori spinte verso il nuovo paradigma industriale, definite da Lasi et al. (2014)

---

<sup>36</sup> Kagermann et al. (2013)

### *application-pull e technology-push.*

Il termine *application-pull* fa riferimento alla forte necessità di cambiamento dovuta a nuove condizioni strutturali, soprattutto in ambito economico, sociale, e politico. Tra di esse figurano:

- Accorciamento dei periodi di sviluppo: il concetto può essere espresso anche come riduzione del *time to market*. Questa condizione, unitamente alla capacità innovativa, sta diventando un essenziale fattore di successo per molte imprese.
- Individualizzazione della domanda: da decenni ormai, il mercato sta cambiando nel senso che sono sempre maggiormente i compratori a poter definire le condizioni di scambio. Questo *trend* porta ad una crescente individualizzazione, fino al caso estremo di prodotti unici, definiti anche con l'espressione "*batch size one*", ovvero "lotto unitario".
- Flessibilità: i nuovi requisiti strutturali del mercato implicano una maggiore flessibilità nello sviluppo dei prodotti e in tutta la fase di produzione.
- Decentralizzazione: le tradizionali gerarchie organizzative sono riviste e ridotte per assicurare processi di *decision-making* più rapidi.
- Efficienza nell'utilizzo delle risorse: il progressivo ridursi delle risorse, che causa l'aumento del loro prezzo, unitamente ad un cambiamento sociale orientato verso questioni ecologiche, richiedono maggiore attenzione alla sostenibilità in ambito industriale.

Quando si parla, invece, di *technology-push*, gli autori intendono la capillare diffusione della tecnologia nella pratica industriale, fino ad entrare nelle *routine* quotidiane. La diffusione di *smartphone*, stampanti 3-D, *App*, computer portatili implica i seguenti aspetti:

- Ulteriore aumento della meccanizzazione e automazione: sempre più strumentazioni tecnologiche supporteranno il lavoro fisico. Inoltre, soluzioni automatiche consentiranno la predisposizione di catene di produzione e manifattura autonome, in grado di ottimizzare la propria attività.
- Digitalizzazione e *networking*: una quantità sempre maggiore di dati provenienti dall'attività delle persone o da sensori sarà registrata, a supporto delle funzioni di controllo e analisi. Inoltre, le componenti tecnologiche connesse tra loro e la digitalizzazione dei prodotti e servizi porteranno alla nascita di ambienti completamente digitali, stimolando a loro volta tecnologie di simulazione, protezione digitale, realtà aumentata.
- Miniaturizzazione: i *device* di oggi, a parità di performance rispetto ad anni fa, occupano pochi centimetri cubi, con conseguenze nella loro applicazione in contesti di produzione e logistica.

Gli sviluppi tecnologici presentati sono già conosciuti, ma c'è ancora un potenziale complessivo da sfruttare per rivoluzionare la pratica industriale nel suo complesso.

### 2.4.3 Un paradigma di riferimento per la catena del valore digitale

L'Industria 4.0, rispetto al precedente modello industriale, costituisce un cambio di paradigma nel senso di spostamento dall'obiettivo di ottimizzazione degli *asset* fisici verso l'ottimizzazione del modo in cui dati ed informazioni sono vantaggiosamente utilizzati lungo tutto il ciclo di vita del prodotto. Il nuovo modo di sfruttare le tecnologie costituisce un flusso ininterrotto di informazioni, creando un percorso che segue tutta la catena del valore e trova rappresentazione in ciò che McKinsey (2015) definisce "*digital thread*": questo percorso (o sentiero) digitale è il filo conduttore che guida la risoluzione delle maggiori questioni lungo il ciclo di vita al fine di ottimizzare tutte le attività, iniziando dal *design* digitale del prodotto, passando per il processo produttivo digitalmente controllato e terminando con il riciclo delle parti al termine della vita utile, identificando le migliori modalità di riutilizzo attraverso i dati raccolti. In ciascuna fase, l'informazione digitalizzata fa da abilitatore: i dati possono essere scambiati facilmente, i processi visualizzati e controllati con interfacce digitali, e l'interazione può avvenire anche da remoto; il dato digitale può essere considerato, nel caso della quarta Rivoluzione Industriale, quel "*core all-pervasive low-cost input*"<sup>37</sup> che accomuna le varie industrie e costituisce la base diffusa su cui vengono sviluppati prodotti, tecnologie e infrastrutture. Inoltre, facendo leva sulle informazioni lungo il *digital thread* consente una maggiore integrazione e cooperazione tra le fasi del ciclo di vita del prodotto, connettendo anche gli attori coinvolti (fornitori, clienti, altri *stakeholder*).

Gestire il *digital thread* secondo il paradigma tecnologico 4.0 significa padroneggiare quattro fondamentali attività, prerequisiti per la creazione del valore dai dati<sup>38</sup>:

1. Raccolta e registrazione delle informazioni. Le inefficienze possono essere eliminate solo se identificate e documentate, pertanto è necessario mappare l'intero processo produttivo attraverso dati in tempo reale; ciò richiede il passaggio da tradizionali modalità di misurazione a campione ad una copertura completa dei processi, usando sensori e strumenti in grado di monitorare ogni elemento del lavoro.
2. Trasferimento delle informazioni. I dati raccolti potrebbero risultare maggiormente utili in una fase diversa da quella da cui sono estratti, rendendo necessaria la loro condivisione in tempo reale attraverso tutta la catena del valore; la complessità per le aziende sta nell'integrare dati provenienti da diverse fonti e creare una visione olistica dei processi.
3. Analisi e sintesi delle informazioni. Passare dai dati ad informazioni complesse richiede un'accurata elaborazione: giungere a soluzioni migliorative dipende sia dal fare affidamento su relazioni causali derivate dai dati storici, sia sull'ottimizzazione dei processi in base alle informazioni raccolte. Le opportunità di ottimizzazione esistono dove ci sono interrelazioni non ovvie o dove le informazioni non sono ancora sfruttate appieno.

---

<sup>37</sup> Perez (2010)

<sup>38</sup> McKinsey (2015)

4. Trasformazione delle informazioni in risultati. Le conclusioni derivate dai dati devono, in ultimo, condurre a raccomandazioni ed azioni da intraprendere; diverse opportunità risiedono nell'automazione parziale di processi di *decision making*, ancora caratterizzati dal forte coinvolgimento umano. Creando meccanismi di *feedback* automatici è possibile stabilire un ciclo continuo che si aggiusta fino al raggiungimento dei risultati desiderati.

Sfruttando le tecnologie 4.0 per agire direttamente su dati e informazioni digitali, è possibile per le imprese sbloccare il potenziale della nuova Rivoluzione; tuttavia, per ottimizzare i flussi di informazioni lungo il *digital thread* è necessario adottare sistemi di comunicazione standardizzati tra i vari *asset*.

## 2.5 Fattori tecnologici abilitanti e *value driver*

Il termine “*Industry 4.0*” nasce per identificare l'integrazione tra le pratiche industriali tradizionali ed il mondo virtuale, attraverso una serie di tecnologie in grado di condurre ad una vera e propria Rivoluzione: nonostante queste tecnologie siano ormai conosciute diffusamente nel mondo industriale, le loro opportunità di applicazione stanno crescendo esponenzialmente grazie ad una maggiore affidabilità e minori costi; ciò si traduce nella possibilità per tutte le imprese, anche di piccola dimensione, di trarre vantaggio da strumenti *smart*. Oltre a rappresentare una opportunità dal grande potenziale, il paradigma *Industry 4.0* è anche una necessità: digitalizzare i processi ricorrendo alla tecnologia è l'unica via per sopravvivere nel futuro, altrimenti si rischia di divenire obsoleti. Le forze trainanti dietro all'intero fenomeno rappresentano dei *driver* del valore su cui basare la propria strategia innovativa. Newman (2018) individua quattro grandi trend nella trasformazione digitale, a cui le imprese devono prestare attenzione<sup>39</sup>:

1. Consumatori connessi, esperienze personalizzate. Mentre in passato si realizzava un prodotto prestabilito per milioni di clienti, questi ultimi oggi sono connessi direttamente alle aziende attraverso *social network*, interazioni nel processo d'acquisto e analisi di dati. I produttori stanno sempre maggiormente ascoltando i consumatori per sapere ciò che vogliono, e lo realizzano adottando il potere insito nelle nuove tecnologie: grazie ad esse, realizzare prodotti personalizzati è economicamente efficiente così come produrre in lotti.
2. Maggiore autonomia ai lavoratori. Agli impiegati è dato diretto accesso alle informazioni di cui hanno più bisogno: nuovi strumenti e piattaforme di collaborazione rendono semplice accedere alle informazioni, da qualsiasi *device* e ovunque essi si trovino, anche da remoto. L'attività aziendale beneficia della maggiore snellezza decisionale e della visibilità totale sulla catena logistica consentita dalla tecnologia, consentendo inoltre la formulazione di decisioni

---

<sup>39</sup> Forbes (2018)

- più informate e consapevoli su aspetti strategici e operativi.
3. Produzione ottimizzata. La nuova tecnologia ha apportato un rapido cambiamento al processo produttivo, che ora può essere dinamicamente aggiustato per adattarsi alla domanda. Identificare le fasi che possono essere rese più rapide, eliminare sprechi di materiale o tempo, adeguare il livello delle scorte, controllare la manutenzione dei macchinari: questi ed altri temi possono essere ora risolti, non solo da grandi aziende con tempo e disponibilità finanziarie da dedicare, ma anche da soggetti di altra dimensione.
  4. Prodotti trasformati. Macchinari in grado di monitorare i propri consumi o la necessità di manutenzione possono aiutare le aziende a risparmiare molto denaro ogni anno. Inoltre, possono dar vita a nuovi e migliorati prodotti grazie all'analisi dei dati e alle tecnologie *Internet of Things*. Altre tecnologie, come la realtà aumentata, possono cambiare il modo in cui i prodotti stessi sono progettati, consentendo la conduzione di test ancor prima di raggiungere la catena di montaggio.

Questi trend indicano chiaramente che la via da perseguire necessariamente è quella della trasformazione digitale, al fine di sopravvivere ed avere successo in futuro. Attraverso il ruolo cruciale delle tecnologie, è possibile estrarre valore sotto forma di nuovi prodotti e servizi offerti al mercato; il passaggio dal mondo fisico a quello digitale è realtà già nota da almeno quaranta anni, quando ha iniziato ad affermarsi la terza Rivoluzione Industriale, ma è il salto di ritorno dal mondo digitale a quello fisico a rappresentare l'essenza del concetto *Industry 4.0*<sup>40</sup>. In altre parole, le informazioni digitali debitamente raccolte, aggregate ed analizzate possono integrarsi con il mondo non virtuale e contribuire al miglioramento di oggetti fisici.

Il termine più frequentemente utilizzato dagli addetti ai lavori per descrivere il concetto di integrazione tra le dinamiche dei processi fisici e quelle degli strumenti digitali (*software, networks...*) per monitorare e migliorare la produzione è "*cyber-physical systems*"<sup>41</sup>: i sistemi *cyber-fisici* agiscono in modo iterativo ed attraverso *feedback* tra il mondo fisico e quello digitale, che si sovrappongono totalmente tanto da non essere più distinguibili nel prodotto finale. Le principali innovazioni tecnologiche alla base della realizzazione di *cyber-physical systems* sono nove: *big data and analytics, autonomous robots, simulation, horizontal and vertical system integration, the industrial Internet of Things, cybersecurity, the cloud, additive manufacturing, augmented reality*<sup>42</sup>. Data la loro importante funzione propulsoria delle trasformazioni in atto, è necessario che ciascuna di esse sia analizzata in modo più specifico.

---

<sup>40</sup> Deloitte (2016)

<sup>41</sup> Özüdoğru et al. (2018)

<sup>42</sup> Boston Consulting Group (2015)

*Big data and analytics.* Grandi quantità di informazioni digitali possono essere raccolte ed analizzate con l'aiuto delle capacità di calcolo dei moderni computer; il semplice concetto di *database* è superato in favore di un'attività complessa di analisi dei dati provenienti da diversi elementi del processo produttivo, con l'obiettivo di aumentare la qualità, ridurre i consumi energetici, migliorare il rendimento dei macchinari e supportare il processo decisionale in tempo reale. Secondo una recente ricerca<sup>43</sup>, il 90% delle imprese ha acquisito la consapevolezza che l'abilità nell'analizzare ed utilizzare efficientemente grandi volumi di dati sarà di vitale importanza per il futuro successo del loro intero *business model*. Emersa in tempi molto recenti, questa tecnologia ha indubbiamente un grande potenziale non ancora sfruttato, con possibilità di applicazione più avanzate: una di queste è il cosiddetto “*digital twin*”<sup>44</sup>, ovvero l'utilizzo dei *big data* per connettere il mondo fisico a quello digitale attraverso la realizzazione di modelli virtuali degli oggetti fisici per condurre (con tempi e costi inferiori) simulazioni, *design* del prodotto, monitoraggio, manutenzione.

*Autonomous robots.* I *robot*, a partire dalla terza Rivoluzione Industriale, hanno trovato e trovano tuttora ampio utilizzo in molti settori industriali per svolgere compiti complessi; la loro evoluzione 4.0 si caratterizza per maggiore autonomia, flessibilità e comportamento cooperativo. Ciò si traduce nella capacità di comunicare tra macchina e macchina, ma anche di operare in collaborazione con l'uomo; le tre componenti fondamentali per rendere le macchine autonome sono i sensori che connettono all'ambiente circostante, l'intelligenza artificiale che elabora le informazioni provenienti dai sensori, e i cosiddetti “attuatori” per prendere decisioni in reazione alle informazioni ottenute. Con queste caratteristiche, si passa dal concetto di automazione a quello di autonomia, cioè la capacità di lavorare senza alcun controllo esterno<sup>45</sup>.

*Simulation.* Nella fase progettuale, si può ricorrere a simulazioni virtuali del prodotto, di materiali e dei processi. Queste simulazioni fanno leva su dati in tempo reale, replicati in un modello digitale che può includere i macchinari, i prodotti ed anche l'azione umana. In questo modo, gli operatori sono in grado di testare ed ottimizzare le impostazioni migliori per la linea di assemblaggio, riducendo al minimo possibili errori e tempi di *setup*.

*Horizontal and vertical system integration.* L'integrazione dei sistemi avviene lungo due dimensioni: quella verticale riguarda la stretta connessione lungo la catena del valore tra aziende, fornitori e clienti; quella orizzontale rappresenta il grado di comunicazione interna all'azienda tra funzioni e dipartimenti. Con il passaggio all'Industria 4.0 tutti gli attori e le funzioni diventano più

---

<sup>43</sup> PwC (2014)

<sup>44</sup> Qi e Tao (2018)

<sup>45</sup> McAllister (2016)

coesi dentro e fuori i confini aziendali, grazie a reti che integrano i dati e favoriscono lo sviluppo di catene del valore completamente automatizzate ed integrate. Il tema della digitalizzazione della catena del valore, in particolare, è ormai visto da molte aziende come un elemento ad alto valore aggiunto<sup>46</sup>, in quanto porta con sé la possibilità di aumentare notevolmente la flessibilità operativa e di migliorare le *performance* produttive aumentando la qualità e riducendo drasticamente gli errori di lavorazione.

*The industrial Internet of Things.* Il termine *Internet of Things*, spesso abbreviato con l'acronimo IoT, sta ad indicare la tecnologia che rende gli oggetti del mondo fisico connessi tra loro attraverso la rete Internet, e pertanto utilizzabili in modo *smart*. L'IoT è considerato un fondamentale iniziatore della Rivoluzione 4.0 in quanto fornisce a tutti gli oggetti la possibilità di accesso alla rete, trasformandoli in *device* intelligenti in grado di fornire dati (da qui la esponenziale crescita dei *big data*), interagire e ottimizzare il proprio utilizzo in tempo reale<sup>47</sup>. L'importanza dell'IoT, ad oggi, è di rilievo globale e trascende i settori industriali (coinvolge industrie che contano per il 62% del PIL nei Paesi G20); inoltre, solo nel 2012 sono stati investiti 20 miliardi di dollari per lo sviluppo di questo tipo di tecnologia<sup>48</sup>. Tra le applicazioni che già sono presenti sul mercato o che presto saranno introdotte, le più rilevanti sono: illuminazione intelligente, ottimizzazione energetica domestica, controllo del traffico, sicurezza sul lavoro e monitoraggio dei pazienti da remoto.

*Cybersecurity.* Il rischio informatico, che a partire dalla terza Rivoluzione Industriale si affianca al rischio "fisico" legato ad errori nel processo produttivo, aumenta di pari passo con la diffusione di *device* intelligenti e con il sempre maggiore scambio di dati; tuttavia, mentre nell'Industria 3.0 le fonti di rischio provenivano prevalentemente da attacchi cibernetici a singoli computer o dai malfunzionamenti intrinseci della macchina, oggi le minacce sono moltiplicate: breccie nella *privacy* dei dispositivi, reti di *bot* che infettano computer su larga scala, campagne di mercato diffamatorie attraverso il furto di informazioni riservate<sup>49</sup>. Il tema della sicurezza e protezione delle informazioni digitali non emerge quando le imprese fanno ancora affidamento su sistemi di *management* chiusi o solo parzialmente connessi; tuttavia, nell'ottica 4.0 di crescente connessione ed uso di protocolli di comunicazione standardizzati, risulta centrale la necessità di proteggere sistemi industriali strategici e linee di produzione dai rischi connessi alla *cybersecurity*. La linea di sviluppo per contrastare il rischio segue prevalentemente due direzioni: l'utilizzo di sistemi di comunicazione sicuri ed affidabili e modalità di gestione dell'accesso ai dati più sofisticate.

---

<sup>46</sup> PwC (2014)

<sup>47</sup> Özüdoğru et al. (2018)

<sup>48</sup> Accenture (2015)

<sup>49</sup> Deloitte University Press (2017)

*The cloud.* La “nuvola”, conosciuta soprattutto come sistema di immagazzinamento dati attraverso la rete Internet, si presta anche ad altre funzionalità, come il trasferimento dei processi di monitoraggio o la prestazione di servizi *data-driven* (Özüdoğru et al., 2018). Tra i fornitori più conosciuti di questa tipologia di servizi c'è sicuramente *Amazon Web Services*, che propone più di venti differenti tipologie di servizio di supporto gestionale alle imprese, è utilizzato da giganti mondiali come Shell, Lamborghini, Gucci e Spotify<sup>50</sup> ed ha generato più di 17 miliardi di dollari in ricavi nel 2017<sup>51</sup>.

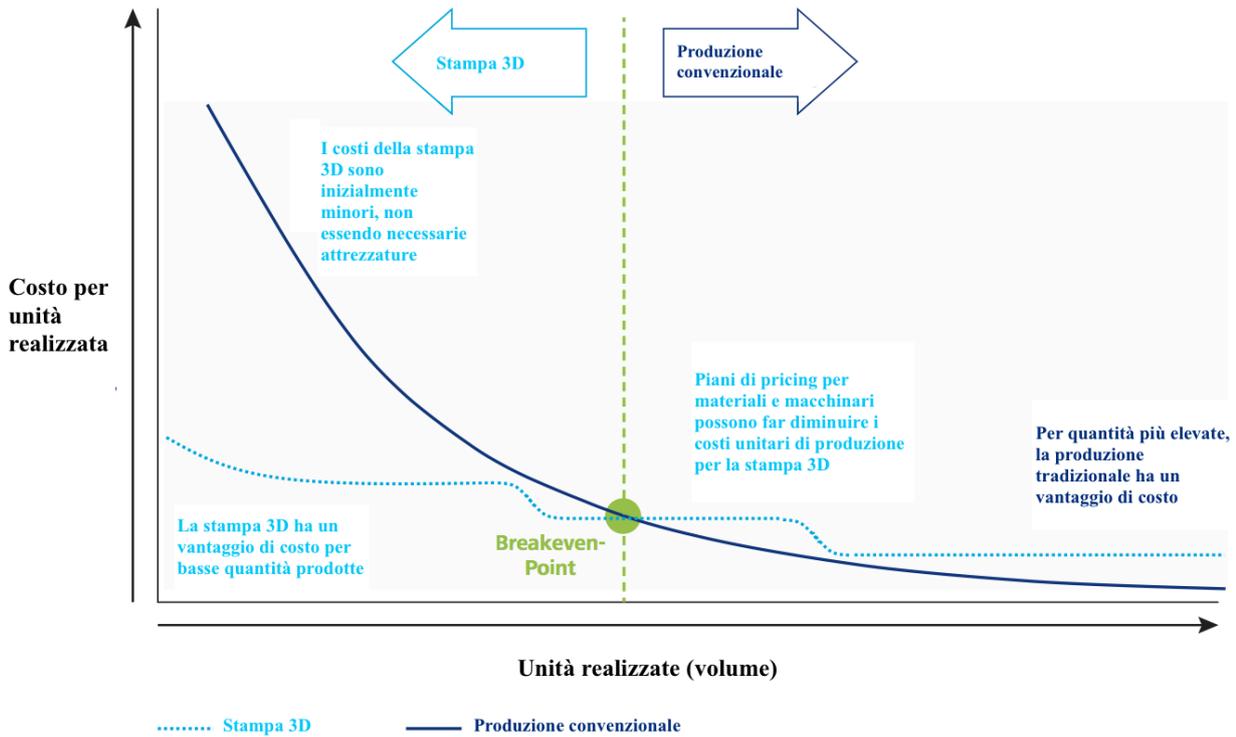
*Additive manufacturing.* L'applicazione più conosciuta di questa tecnologia è sicuramente la stampa 3-D, utilizzata soprattutto per la realizzazione rapida e a basso costo di prototipi o prodotti in piccoli lotti. Il grande salto di qualità rispetto alle tradizionali macchine per prototipi sta nel minore costo di una stampante 3-D professionale (10.000 dollari contro 500.000 dollari) e nella perfetta integrazione con i sistemi di CAD (*Computer-Assisted Design*)<sup>52</sup>. Dal punto di vista produttivo (e di conseguenza, economico) sono numerosi i benefici associati all'*additive manufacturing*: eliminazione di costosi macchinari, riduzione degli sfridi di produzione, processo automatizzato, possibilità di riciclare il materiale di scarto (soprattutto plastica), minimo rischio di inventario e migliore gestione del capitale circolante, essendo il prodotto pagato prima che abbia luogo la produzione. Prendendo tutti i possibili vantaggi complessivamente, l'introduzione della stampa 3-D può rivoluzionare la struttura dei costi nel settore manifatturiero. Come illustrato in FIGURA 2.4, la produzione tradizionale (linea blu) è caratterizzata da un maggiore costo medio unitario iniziale dovuto alla presenza di alti costi fissi (legati agli investimenti in impianti e macchinari); all'aumentare delle unità realizzate, subentrano vantaggi di costo legati alle economie di scala. La curva di costo medio unitario della produzione con tecnologia di stampa 3-D (linea azzurra tratteggiata) parte, invece, da minori costi iniziali ma ha un andamento più piatto: a sinistra del punto di intersezione delle due curve (il *break-even point* in verde) l'*additive manufacturing* è caratterizzato da significativi vantaggi di costo rispetto al metodo tradizionale, rendendosi estremamente attrattivo per le produzioni in piccoli volumi. Non è da escludere, tuttavia, che con futuri sviluppi tecnologici la stampa 3-D possa risultare maggiormente competitiva anche per produzioni complesse e su larga scala (Deloitte, 2015).

---

<sup>50</sup> Il Sole 24 Ore (2013)

<sup>51</sup> CNBC (2018)

<sup>52</sup> Berman (2012)



**FIGURA 2.4: Analisi di *break-even* per la produzione tradizionale e la stampa 3D**

Fonte: ns elaborazione da Deloitte (2015)

*Augmented reality*. La realtà aumentata (AR) consiste nell'incorporazione di elementi virtuali nella visualizzazione dell'ambiente fisico circostante, in modo da creare una realtà di tipo misto<sup>53</sup>. I sistemi basati su questa tecnologia supportano una serie di servizi, come la scelta di componenti in un magazzino o l'invio di istruzioni di riparazione; utilizzi più complessi prevedono il trasferimento di informazioni in tempo reale ai lavoratori in modo da migliorare le decisioni e le procedure. Un'ulteriore applicazione sta nella formazione virtuale: Siemens ha sviluppato un modulo di formazione per gli operatori di impianti basato su un ambiente 3-D in realtà aumentata, per insegnare a gestire emergenze interagendo con la rappresentazione virtuale dei macchinari<sup>54</sup>.

Ciascuna delle innovazioni digitali menzionate include, a sua volta, differenti tecnologie collegate che corrispondono alle possibili applicazioni nel mondo industriale: per fare in modo che dall'analisi delle opportunità ciascuna impresa possa passare all'azione attraverso interventi nelle aree che contribuiscono a creare valore, McKinsey (2015) ha ideato il *Digital Compass*, uno strumento di indirizzo strategico che lega a ciascun *value driver* le possibili leve di miglioramento di *Industry 4.0*. Le 8 leve del valore del *digital compass* sono:

- risorse e processi: ridurre l'utilizzo di risorse o massimizzarne il rendimento crea valore

<sup>53</sup> Mota et al. (2018)

<sup>54</sup> Boston Consulting Group (2015)

- tagliando i costi nel primo caso, aumentando i ricavi nel secondo. L'IoT favorisce il perseguimento di questi risultati, rendendo gli oggetti connessi e programmabili;
- utilizzo degli *asset*: specialmente in settori ad alta intensità di capitale, anche un minuto in cui i macchinari restano fermi possono rappresentare un costo ingente. L'utilizzo di sensori, ad esempio, può contribuire a prevedere la necessità di manutenzione, pianificando in modo ottimale le temporanee interruzioni di lavoro;
  - lavoro: migliorare la produttività è un'importante fonte di valore, essendo il lavoro una delle principali voci di costo. La fatica fisica e la complessità delle attività svolte possono essere alleviate attraverso l'affiancamento di *robot* collaborativi, creando un rapporto di cooperazione tra uomo e macchina;
  - scorte: detenere una quantità eccessiva di scorte in magazzino è un'immobilizzazione del capitale con elevati costi opportunità. L'ottimizzazione attraverso l'utilizzo di dati ottenuti in tempo reale o la produzione in piccoli lotti, ad esempio attraverso stampanti 3-D, rende l'intera catena logistica più flessibile. Portando il processo di riduzione del magazzino all'estremo, si ottiene come risultato il concetto di "*batch size one*"<sup>55</sup>: lotti di dimensione unitaria, corrispondenti al prodotto realizzato e personalizzato rapidamente attraverso l'*additive manufacturing*;
  - qualità: il termine si riferisce alla riduzione delle inefficienze della produzione (scarti, sfridi, errori, perdite di tempo, distribuzione carente...). Sistemi di controllo avanzati, che integrano le varie fasi della catena del valore, possono identificare i punti di maggiore criticità ed indirizzare interventi di ottimizzazione;
  - uguaglianza tra domanda e offerta: comprendere esattamente i desideri del consumatore e soddisfarli pienamente è il modo per catturare pienamente il valore potenziale del mercato. Oggi, a sostegno delle imprese, intervengono i processi di *data analytics*, che consentono di ottenere informazioni rilevanti su un aggregato di potenziali ed attuali clienti e quindi focalizzare le proprie scelte strategiche su prodotti e servizi di più probabile successo;
  - *time to market*: il tempo che si impiega dall'ideazione del prodotto (o servizio) fino alla sua introduzione sul mercato determina se l'impresa potrà sfruttare i profitti di monopolio derivanti dall'essere *first mover* o se sarà costretta a seguire altre imprese leader. Ridurre il processo di progettazione, produzione e distribuzione è fondamentale dal punto di vista strategico e contribuisce anche a ridurre i costi di ricerca e sviluppo;
  - servizi post-vendita: ridurre i problemi che il cliente può incontrare dopo la vendita (manutenzione, malfunzionamenti inaspettati...) aumenta la qualità del servizio offerto e riduce drasticamente tempi e costi. In questo senso, la manutenzione predittiva e da remoto

---

<sup>55</sup> Hannover Messe (2015)

contribuisce a creare valore evitando inutili spostamenti fisici o interventi straordinari non programmati. Inoltre, l'insieme delle tecnologie 4.0 avvicina l'impresa al cliente, aprendo un ventaglio di opportunità a valle della catena del valore: soprattutto le piccole e medie imprese, sfruttando i *big data*, possono sviluppare servizi innovativi nell'ambito B2B<sup>56</sup>.

La FIGURA 2.5 illustra il *Digital Compass* nella sua completezza: utilizzare questo strumento come una bussola (in inglese *compass*, appunto) aiuta le aziende nel districarsi all'interno del panorama 4.0, ancora recente e in tumultuosa evoluzione per essere assimilato interamente dalle varie industrie. Comprendere i *driver* del valore su cui focalizzarsi, a seconda della specifica realtà d'impresa, è un fattore di vantaggio competitivo e strategico sul medio e lungo termine, con risparmi di costo che possono raggiungere il 50% e aumenti di produttività fino al 55%<sup>57</sup>.



**FIGURA 2.5: Il *Digital Compass* per interventi strategici in ambito 4.0**  
Fonte: McKinsey (2015)

<sup>56</sup> Kagermann et al. (2013)

<sup>57</sup> McKinsey (2015)

## 2.6 Conclusioni

In questo capitolo è stata passata in rassegna la letteratura più rilevante sul tema *Industria 4.0*: partendo da un *excursus* storico necessario per descrivere le fondamenta del progresso tecnologico, economico e sociale degli ultimi trecento anni, la trattazione è giunta all'attuale momento storico, il quale può essere considerato una Rivoluzione che, ad un ritmo più graduale ed "incrementale" rispetto alle precedenti, sta cambiando il modo di strutturare le attività industriali, con importanti riflessi sulla tipologia di prodotti e servizi offerti, sul ruolo dell'uomo all'interno dell'impresa e sul rapporto tra gli attori di tutta la catena del valore fino al consumatore finale.

Il paradigma sottostante che guida l'attività innovativa su una precisa traiettoria si fonda sui concetti di sistemi *cyber-fisici* e di *digital thread*: il primo riguarda l'integrazione tra mondo fisico e digitale e comprende l'insieme di tecnologie che consentono questa interconnessione (ad esempio, *Internet of Things*, *big data and analytics*, *additive manufacturing*<sup>58</sup>); il secondo termine è un modello rappresentativo della catena del valore digitalizzata in cui è messa in risalto la centralità dell'informazione digitale per creare valore. Con l'informazione al centro, le tecnologie 4.0 aprono nuove opportunità per l'integrazione digitale e nuovi servizi basati sui dati; nuove tipologie di *business model* nasceranno come risposta strategica delle imprese per catturare il valore emergente. In particolare, quattro modelli si stanno affermando<sup>59</sup>:

- **piattaforme**: consentono lo scambio di prodotti, servizi ed informazioni attraverso canali predefiniti. A loro volta, possono essere distinte tra piattaforme di *brokeraggio*, che connettono terze parti e ne coordinano le interazioni assicurando la qualità del servizio e della distribuzione dei beni scambiati, e piattaforme tecnologiche, cioè ecosistemi per sviluppatori che facilitano l'innovazione dei prodotti e la loro promozione.
- **modelli *as-a-service***: si passa da un unico flusso di ricavi al momento della vendita ad un modello che prevede pagamenti in base all'utilizzo o sotto forma di iscrizione. Ad esempio, nell'industria del *software* molte aziende forniscono l'infrastruttura attraverso iscrizioni o licenze, con il vantaggio di ottenere maggiore flessibilità, scalabilità e adattabilità.
- **modelli basati sulla proprietà intellettuale**: in aggiunta al servizio offerto, le aziende possono sfruttare i dati proprietari e la competenza approfondita del loro stesso prodotto per fornire ulteriori servizi di ottimizzazione dell'utilizzo degli *asset*.
- **modelli basati sui dati**: la crescita esponenziale dei dati digitali prodotti ogni giorno attraverso l'utilizzo di *device* connessi spinge le aziende ad utilizzarli per ottenere importanti informazioni e ricavarne profitto. Una modalità diretta di monetizzazione è, ad esempio, quella di Google, che fa del dato digitale il proprio prodotto *core* e lo usa per generare ricavi

---

<sup>58</sup> Boston Consulting Group (2015)

<sup>59</sup> McKinsey (2015)

vendendo spazi pubblicitari; la monetizzazione indiretta consiste nell'utilizzo dei dati raccolti per delineare il comportamento del consumatore e creare offerte micro-segmentate e personalizzate, come ad esempio le polizze assicurative basate sul comportamento.

Con la progressiva diffusione della Rivoluzione in tutti i contesti industriali, nasceranno grandi opportunità di crescita economica e si assisterà a cambiamenti dell'intero ecosistema di produzione. Tuttavia, affinché *Industry 4.0* si affermi come una realtà diffusa, devono verificarsi diverse condizioni che corrispondono alle principali sfide attualmente irrisolte<sup>60</sup>:

- le tecnologie sottostanti devono essere ulteriormente sviluppate per essere applicabili ed adattabili in ogni contesto, e devono risultare economicamente fattibili e socialmente accettabili;
- gli attori pubblici e privati devono disporre di sufficienti risorse finanziarie ed organizzative per mettere in atto gli investimenti necessari in nuove tecnologie, ricerca e sviluppo, infrastrutture, educazione;
- c'è un bisogno crescente di lavoratori abili ed altamente formati per progettare e gestire sistemi di produzione digitalmente integrati;
- i soggetti che costituiscono le catene del valore devono essere connessi tra loro attraverso sistemi di comunicazione digitale affidabili e infrastrutture di rete;
- occorre definire e applicare standard di scambio dati che possano superare i confini nazionali e le differenti piattaforme;
- la proprietà dei dati sul consumatore ed industriali, nonché l'accesso ad essi, deve essere regolamentata;
- la proprietà intellettuale, soprattutto in contesti di commercio, deve essere protetta a livello nazionale ed internazionale.

A ciò si aggiunge il rischio informatico: la sempre maggiore interconnessione digitale lungo tutta la catena del valore fa sì che i cyber-attacchi costituiscano un fattore di rischio con danni potenziali sempre più gravi ed estesi. Tenere semplicemente il passo con gli standard regolatori non è sufficiente, in quanto basta una piccola breccia nella sicurezza informatica per accedere a tutti i dati di un'organizzazione: pertanto, rendere la sicurezza informatica parte integrante della strategia aziendale fin dalla fase di progettazione è una necessità che si manifesterà in modo preminente negli anni a venire<sup>61</sup>.

---

<sup>60</sup> Commissione Europea (2017)

<sup>61</sup> Deloitte University Press (2017)

## **CAPITOLO 3: Azioni di politica industriale in Italia: efficacia delle misure e confronto con i principali attori mondiali**

### **3.1 Introduzione**

Il capitolo precedente ha evidenziato il percorso tecnologico seguito da una Rivoluzione industriale, influenzato da fattori di mercato ma anche istituzionali (Perez, 2010; Dosi, 1982). Tra questi ultimi, figurano sicuramente gli aspetti normativi legati ad iniziative di politica industriale, volte sia ad incentivare l'adozione delle tecnologie digitali, sia a delimitare il raggio di azione entro il quale può spingersi l'innovazione. Molti Governi nazionali hanno percepito, con tempistiche differenti, le opportunità legate al paradigma tecnologico 4.0 ed hanno deciso di sfruttarle attraverso piani pluriennali declinati in base alle esigenze di volta in volta riscontrate dalle rispettive economie nazionali: la Germania, solida e competitiva nella manifattura, ha avviato per prima il suo piano *Industrie 4.0* ed ha puntato sul generare uno sforzo comune del proprio tessuto produttivo in modo da consolidare la posizione di *leadership* mondiale come produttore di macchinari; altri Paesi, come Francia ed Italia, hanno visto nelle tecnologie abilitanti della Rivoluzione un modo per recuperare competitività e produttività, introducendo una serie di incentivi fiscali e finanziari attraverso il programma *Industrie du Futur* e il Piano Nazionale Impresa 4.0, rispettivamente.

La trattazione del capitolo 3 è incentrata prevalentemente sul caso italiano: il paragrafo 3.2, partendo da un'analisi delle dinamiche industriali negli ultimi 70 anni per comprendere le cause della scarsa produttività strutturale del sistema produttivo, illustra i principi che hanno ispirato il Piano Nazionale Impresa 4.0 e successivamente tratta le misure a favore delle imprese messe in atto negli anni 2017 e 2018, nonché le iniziative previste per il 2019.

Il paragrafo 3.3 prende in considerazione i risultati finora raggiunti dal Piano individuando gli indicatori la cui variazione può essere ricondotta alle iniziative adottate in politica industriale; inoltre, si considera nello specifico il grado di adozione rilevato per le principali misure di incentivazione presenti nel Piano. Successivamente, l'analisi si focalizza su un aspetto di primaria importanza a livello mondiale: le possibili conseguenze occupazionali nel medio periodo, legate al rischio negativo di automazione per alcune professioni, ma anche alla possibilità di una variazione netta positiva della domanda di lavoro grazie alla spinta delle professioni nei settori ad alta tecnologia.

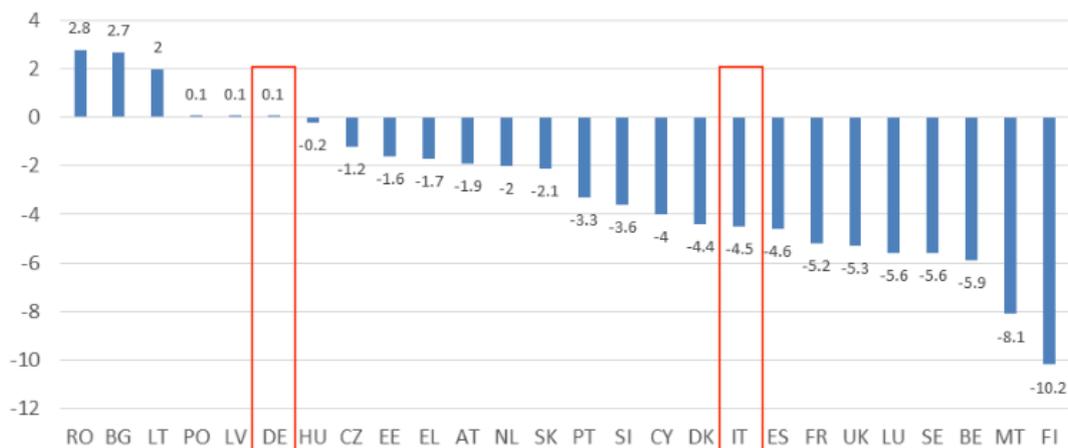
Il paragrafo 3.4 propone un confronto tra l'Italia ed altri grandi Paesi nel grado di adozione delle tecnologie 4.0, per poi approfondire il tema dell'alleanza trilaterale con Francia e Germania, e le relative iniziative adottate nei due Paesi; infine, viene illustrato un indicatore sintetico del grado di digitalizzazione raggiunto dalle economie dell'Unione Europea.

Il paragrafo 3.5 elabora le conclusioni del capitolo, individuando i temi più rilevanti che i *policy maker* dovranno affrontare nella prosecuzione dei programmi di sviluppo delle tecnologie 4.0.

### 3.2 Industria 4.0 in Italia

Le innovazioni del paradigma 4.0 rappresentano una importante fonte di opportunità per la crescita delle imprese, per lo sviluppo dei tessuti industriali nazionali e per la promozione del progresso sociale attraverso applicazioni della tecnologia in grado di migliorare la qualità della vita. Il Governo nazionale tedesco è stato il primo ad intuire le potenzialità legate al nuovo *set* di tecnologie e a sistematizzare le proprie azioni in un intervento strutturato di politica industriale, denominando l'iniziativa *Plattform Industrie 4.0*<sup>62</sup>: attraverso la progressiva digitalizzazione, l'integrazione delle catene del valore e la crescente interconnessione tra settori<sup>63</sup>, la Germania persegue l'obiettivo di posizionare la propria industria manifatturiera come *leader* a livello mondiale, forte soprattutto del peso che la stessa detiene sul valore aggiunto complessivo nazionale<sup>64</sup>.

Con un ritardo temporale più o meno accentuato, molti altri Paesi hanno seguito il percorso tracciato inizialmente dall'esperienza tedesca, studiando ed attivando misure di politica industriale orientate all'adozione delle più recenti tecnologie; le differenze principali si riscontrano nel fine ultimo perseguito da ciascun governo, in quanto la solidità competitiva del sistema industriale tedesco è difficilmente riscontrabile in altri Paesi, anche europei. Osservando la FIGURA 3.1, risulta evidente che nel periodo 2000-2012 la maggior parte degli Stati Membri dell'Unione Europea ha visto il proprio settore manifatturiero subire cali anche drastici nella quota di valore aggiunto prodotta, in contrasto con pochi Paesi (soprattutto Romania, Bulgaria, Lettonia e proprio la Germania) che sono riusciti ad aumentare o mantenere inalterato il peso della manifattura. In particolare, nell'immagine sono evidenziate in colore rosso le variazioni avvenute in Germania (DE) ed Italia (IT).



**FIGURA 3.1: variazione nella quota manifatturiera 2000-2012 (% del valore aggiunto)**

Fonte: Parlamento Europeo (2016)

La variazione, già di per sé significativamente diversa in termini percentuali, ha contribuito ad

<sup>62</sup> Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2018)

<sup>63</sup> Commissione Europea (2017)

<sup>64</sup> Schroeder (2016)

allargare il divario tra le due economie anche in termini assoluti: nel 2016 il valore aggiunto prodotto dalla Germania è stato pari a circa 570 Miliardi di Euro, più che doppio rispetto ai circa 225 Miliardi di Euro realizzati in Italia, seconda industria manifatturiera europea per valore aggiunto<sup>65</sup>.

Sulla base di questo dato e prendendo in considerazione rilevanti aspetti congiunturali e strutturali dell'economia italiana, nel 2016 il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ha elaborato il Piano Nazionale Industria 4.0, poi rinominato Piano Nazionale Impresa 4.0: il programma, ufficialmente operativo dal 1° Gennaio 2017, si pone l'obiettivo di restituire competitività al sistema industriale italiano stimolando la propensione all'innovazione di prodotto/servizio, di processo, tecnologica attraverso:

- una serie di incentivi fiscali a sostegno degli investimenti e/o della domanda di lavoro;
- un più semplice accesso al credito;
- l'acquisizione di competenze tecnologiche in ambito 4.0<sup>66</sup>.

Al fine di comprendere le ragioni che hanno condotto i *policy maker* italiani ad una tale strutturazione del Piano, è necessario prima di tutto ottenere una visione panoramica sul sistema industriale italiano, le cui principali criticità rappresentano il nodo da risolvere attraverso le politiche di incentivo all'innovazione; successivamente sarà condotta un'analisi maggiormente approfondita sui dettagli del Piano Nazionale Impresa 4.0, definendo in particolare le misure previste, il loro grado di adozione e gli effetti attesi nel futuro.

### 3.2.1 Il sistema industriale italiano

La storia recente dell'industrializzazione italiana può essere fatta partire dagli anni immediatamente successivi alla fine della Seconda Guerra Mondiale, conflitto dal quale il Paese uscì distrutto anche sotto il profilo economico; fu proprio dall'industria, tuttavia, che partì il processo di ricostruzione post-bellica, sostenuto in modo fondamentale dal programma di aiuti da parte degli Stati Uniti, definito Piano Marshall. La struttura economica del sistema Italia assunse un carattere "misto": da un lato la progressiva apertura internazionale dovuta all'influenza americana e alla necessità di superare l'autarchia del regime fascista, dall'altro lato un forte controllo da parte dello Stato sul mercato interno a supporto dei produttori domestici<sup>67</sup>. Strumento privilegiato attraverso cui lo Stato dava atto alle proprie strategie industriali, intervenendo direttamente sul mercato, erano le imprese pubbliche: una di queste, importante per la crescita di molti settori, fu l'IRI (Istituto per la Ricostruzione Industriale), che fornì sostegno agli investimenti (anche in ricerca) e allo sviluppo di

---

<sup>65</sup> Eurostat (2016)

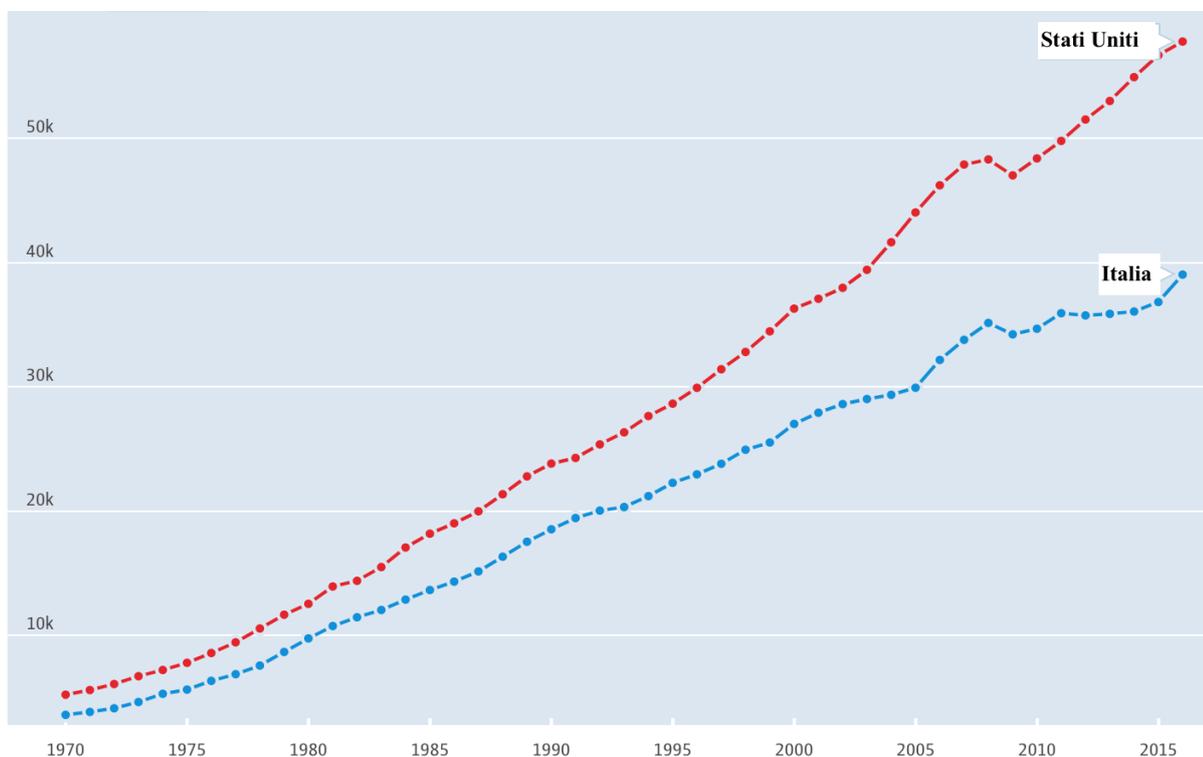
<sup>66</sup> Istat (2018)

<sup>67</sup> Toniolo (2013)

produzioni ad alta tecnologia<sup>68</sup>. Complessivamente, le imprese pubbliche furono gestite efficacemente tra gli anni Cinquanta e gli anni Settanta, periodo del *boom* economico italiano, contribuendo ad un forte sviluppo del settore manifatturiero: la crescita fu sostenuta dall'apertura verso l'estero, dalla protezione delle imprese nazionali sul mercato interno e dalla posizione, assunta dallo Stato, di produttore di beni a costi competitivi grazie allo sfruttamento di economie di scala<sup>69</sup>.

Se la conduzione della politica industriale caratterizzata dall'intervento pubblico diretto ha costituito una spinta importante all'economia italiana nel ventennio 1950-1970, allo stesso tempo non è stata in grado di dotare il sistema della dinamicità necessaria ad affrontare le sfide tecnologiche, sociali ed economiche che hanno investito il mondo a partire dalla fine degli anni Settanta: con l'avvento del nuovo paradigma tecnologico che ha costituito la Terza Rivoluzione Industriale, le industrie di riferimento sono diventate principalmente quelle delle telecomunicazioni e dell'elettronica; l'Italia, specializzata in settori a medio-bassa tecnologia (Toniolo, 2013), non ha reagito alle mutate condizioni attraverso ulteriori investimenti, soffrendo negli anni successivi un calo di competitività a livello internazionale.

Come evidenziato in FIGURA 3.2, che confronta l'andamento del PIL pro capite in Italia e negli Stati Uniti dal 1970 al 2016, negli anni successivi al *boom* economico si è raggiunta la massima convergenza tra i valori nei due Paesi; dalla metà degli anni Ottanta in poi il divario si è allargato progressivamente.



**FIGURA 3.2: PIL pro capite (\$), Stati Uniti e Italia, 1970-2016**

Fonte: OECD (2019)

<sup>68</sup> Lucchese et al. (2016)

<sup>69</sup> Toniolo (2013)

Tra i principali motivi della debole o mancata crescita italiana, Lucchese et al. (2016) e Toniolo (2013) individuano:

- la scarsa crescita della produttività del lavoro;
- la marcata riduzione di dimensione delle imprese, con conseguente calo nei grandi investimenti in ricerca e sviluppo;
- l'avversione nei confronti dell'innovazione, con preferenza per i settori più tradizionali dove le imprese hanno subito l'entrata in scena dei Paesi emergenti;
- la politica comunitaria orientata verso la progressiva riduzione dell'intervento statale nell'economia, non pienamente sostituito dagli investimenti privati e quindi causa dell'aumento delle disparità regionali e nazionali.

Il tema della produttività è un elemento di forte debolezza in relazione ad altri Paesi sviluppati: l'Italia, infatti, è insieme alla Spagna l'unico Stato, tra quelli più avanzati, a non aver aumentato la propria produttività totale dei fattori (PTF) nel periodo 1995-2007, sperimentando addirittura un calo rispetto al valore di inizio periodo<sup>70</sup>.

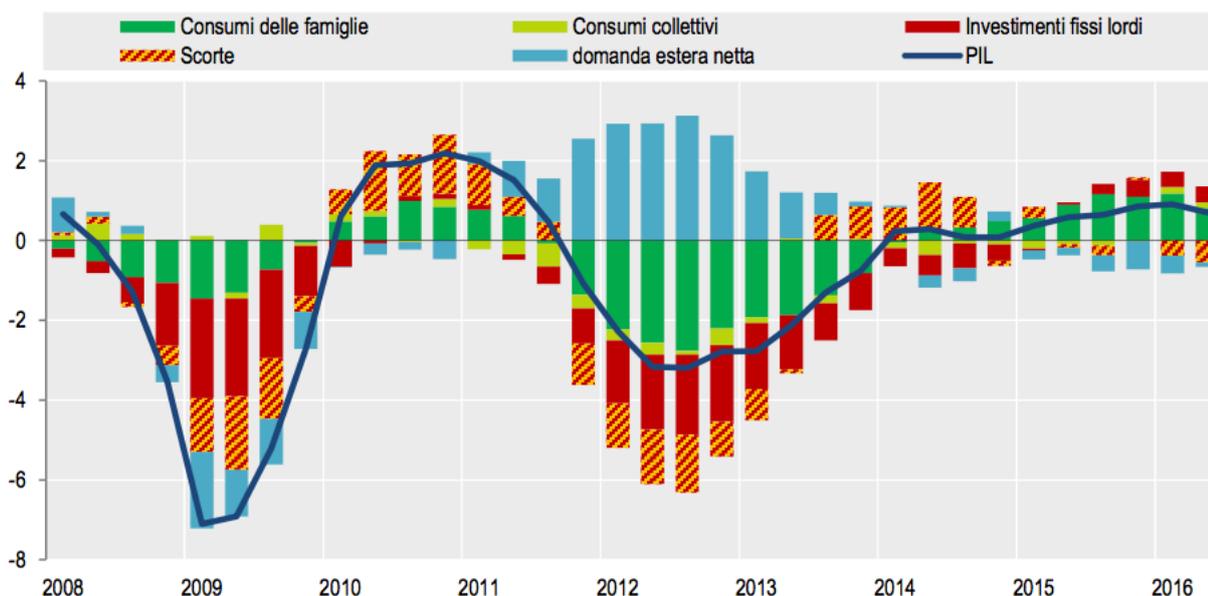
A peggiorare una situazione già strutturalmente debole è intervenuta in modo particolarmente duro la crisi finanziaria globale del 2008, che ha provocato in Italia una recessione dell'economia manifestatasi soprattutto nella riduzione del PIL del 5,5% nel solo 2009, con effetti che continuano a protrarsi a distanza di anni: nel 2016, il PIL era ancora inferiore a quello raggiunto prima dell'inizio della crisi<sup>71</sup>. La FIGURA 3.3 fornisce evidenza dell'andamento del PIL in base alle principali componenti: i momenti di peggiore recessione corrispondono al 2009, in cui esplose la crisi finanziaria globale, e al biennio 2012-2013 di crisi dei debiti sovrani. In quest'ultimo periodo, a differenza del primo, la domanda estera netta in crescita ha attutito gli effetti negativi legati prevalentemente al calo dei consumi privati e degli investimenti fissi lordi: su questo punto, le evidenze riportate da diversi studi (Lucchese et al., 2016; Nascia et al., 2017) confermano il fatto che il problema più grave per l'economia italiana sia stato il calo della domanda interna, da cui è susseguito il calo della produzione industriale; a partire dal 2014, la crescita della componente consumi è ripresa, seppur con *“differenze nel timing e nell'intensità della ripresa”*<sup>72</sup> rispetto ad altri Paesi dell'Unione Europea presi a riferimento. Dal 2013 al 2017, i consumi in Italia sono cresciuti (su base congiunturale) in media dello 0,2%, contro lo 0,4% ottenuto dalla Germania, lo 0,5% della Spagna e lo 0,3% della media dell'Unione Europea.

---

<sup>70</sup> Stöllinger et al. (2013)

<sup>71</sup> Istat (2017)

<sup>72</sup> Istat (2018)



**FIGURA 3.3: variazione del PIL italiano in base alle principali componenti**  
 Fonte: Istat (2016)

Per quanto concerne l'altra componente che maggiormente contribuisce alle variazioni della domanda interna, solo dal 2015 si registra una variazione totale positiva per gli investimenti fissi lordi (Istat, 2017). Occorre sottolineare che gli investimenti hanno un ruolo ancora più importante, e duplice, rispetto ai consumi privati: essi, infatti, contribuiscono alla crescita (o diminuzione) della domanda interna nel breve periodo, ma anche ad un aumento di produttività nel medio-lungo periodo<sup>73</sup>. L'Italia, anche in questo caso caratterizzata da una crescita più debole e soprattutto iniziata in ritardo temporale rispetto ad altri Paesi europei, registra due dati principali:

- gli investimenti in attività materiali sono cresciuti mediamente, dal 2014 al 2017, dello 0,8%, un dato inferiore ma comunque non distante da quello di altri Stati; soprattutto, considerando il valore al netto degli investimenti in costruzioni, la *performance* italiana sale all'1,8%, superando l'1,6% della Spagna;
- gli investimenti fissi in attività immateriali (proprietà intellettuale) crescono in modo decisamente più lento rispetto ad altri Paesi, e di conseguenza hanno un peso inferiore sul PIL (Istat, 2018).

In conclusione, dai dati è possibile affermare che nell'ultimo periodo l'Italia ha registrato un ritorno alla crescita nelle due componenti fondamentali della domanda aggregata (consumi ed investimenti fissi lordi), ma con ritmi più lenti rispetto agli altri Stati Membri dell'Unione Europea. Come spiegato nel successivo paragrafo, l'incentivo agli investimenti è proprio il punto cardine del Piano Nazionale Impresa 4.0 avviato nel 2017.

<sup>73</sup> Istat (2018)

### 3.2.2 Il Piano Nazionale Industria 4.0

L'approccio della politica italiana all'Industria 4.0 è iniziato nel 2016, quando la X Commissione "attività produttive" della Camera dei Deputati ha disposto un'indagine orientata ad identificare possibili aree di azione e miglioramento per il sistema industriale italiano attraverso le tecnologie e i concetti propri della quarta Rivoluzione industriale. Il *report* presentato in Parlamento ha analizzato dapprima il contesto macroeconomico industriale sia a livello internazionale sia domestico, per poi inquadrare l'Industria 4.0 nei suoi principali aspetti tecnologici e *business-related*; infine, dopo aver passato in rassegna i più rilevanti progetti avviati in altri Paesi, è stata proposta una strategia di intervento adattata al contesto italiano e fondata su cinque pilastri<sup>74</sup>:

1. *governance* attraverso una cabina di regia governativa: data la complessità del piano di intervento, è necessaria una struttura in grado di coordinare le parti coinvolte e le attività pianificate.
2. realizzare le infrastrutture abilitanti: consiste nel dotare il territorio nazionale di infrastrutture che consentano l'utilizzo delle tecnologie 4.0, legate prevalentemente all'interconnessione di tutti gli elementi utilizzati nel processo produttivo attraverso sistemi *cyber-fisici*. Le principali infrastrutture individuate sono: la banda ultra-larga, le reti *wireless* e 5G, le reti elettriche intelligenti, i *digital innovation hub* (centri di coordinamento tra gli attori coinvolti nell'innovazione), la digitalizzazione della Pubblica Amministrazione.
3. formazione per le competenze digitali: attraverso l'educazione scolastica e professionale è necessario che il bagaglio di competenze associato all'Industria 4.0 sia assorbito dai lavoratori (attuali e futuri), al fine di garantire la capacità di utilizzare le tecnologie su cui si baserà l'innovazione per gli anni a venire.
4. ricerca diffusa sul territorio e centri di ricerca internazionali: questo concetto si lega al precedente e si basa sul riconoscimento dell'importanza della ricerca per l'innovazione diffusa. Al fine di creare nuova conoscenza ed attrarre i migliori talenti su scala internazionale, è necessario puntare sulla qualità del sistema di istruzione e sulla creazione di centri di ricerca in grado di diffondere l'innovazione alle imprese del territorio.
5. *open innovation* e standard aperti: la collaborazione tra vari soggetti nella definizione di standard univoci che permettano il coordinamento e la comunicazione anche in ambito internazionale è un elemento fondamentale per stimolare le imprese italiane (soprattutto di piccola e media dimensione) ad aprirsi ulteriormente al commercio internazionale attraverso canali di vendita *online*. Il superamento delle barriere culturali e digitali all'utilizzo del *web* può rappresentare un importante salto di qualità per molti *business*.

---

<sup>74</sup> Camera dei Deputati (2016)

Al documento redatto e presentato dalla X Commissione ha fatto seguito la presentazione ufficiale del programma, denominato inizialmente “Piano Nazionale Industria 4.0”: ai fini della *governance* è stata costituita una “*cabina di regia a livello governativo*”<sup>75</sup> a carattere pubblico-privato, di cui fanno parte soggetti pubblici soprattutto provenienti dal mondo universitario, imprese private e organi istituzionali prevalentemente ministeriali. Per quanto riguarda il raggio di azione, sono stati previsti interventi di carattere orizzontale lungo due direttrici di azione:

- le direttrici chiave fanno riferimento agli investimenti innovativi e alle competenze;
- le direttrici di accompagnamento consistono nella predisposizione di infrastrutture abilitanti e di strumenti pubblici di supporto.

Inoltre, su un piano trasversale agiscono l’azione di sensibilizzazione alla tecnologia 4.0 e la predisposizione della sopracitata *governance*<sup>76</sup>.

Il Ministro dello Sviluppo Economico del Governo Renzi, Carlo Calenda, nel presentare il programma di incentivi ha affermato che “*il Piano Industria 4.0 è una grande occasione per tutte le aziende che vogliono cogliere le opportunità legate alla quarta rivoluzione industriale: il Piano prevede un insieme di misure organiche e complementari in grado di favorire gli investimenti per l’innovazione e per la competitività. [...] Industria 4.0 investe tutti gli aspetti del ciclo di vita delle imprese che vogliono acquisire competitività, offrendo un supporto negli investimenti, nella digitalizzazione dei processi produttivi, nella valorizzazione della produttività dei lavoratori, nella formazione di competenze adeguate e nello sviluppo di nuovi prodotti e processi*”<sup>77</sup>.

Dalla dichiarazione di Calenda emerge che il Piano mira a migliorare la competitività delle imprese italiane, agendo prevalentemente sulle direttrici chiave degli investimenti e delle competenze; su questi due punti cardine insiste anche lo studio condotto da The European House – Ambrosetti (2017). Per quanto riguarda le misure di incentivo agli investimenti, si afferma che per cogliere le opportunità di crescita legate al paradigma 4.0 è necessario posizionarsi come leader a livello internazionale nella capacità di attirare investimenti, cercando di approcciare le nuove tecnologie come *early adopter*: l’Italia, come evidenziato in FIGURA 3.4, ha compiuto limitati progressi nella propria *performance* innovativa negli ultimi anni, migliorando del 2% tra il 2010 ed il 2017, e si trova in una posizione di ritardo rispetto alla media dell’Unione Europea, collocandosi nella fascia degli innovatori moderati. Sebbene la prestazione sia complessivamente poco significativa, sotto l’aspetto fiscale le misure di incentivazione previste dal Piano Nazionale Industria 4.0 hanno contribuito al raggiungimento di incoraggianti risultati: secondo il *digital tax index* elaborato da PricewaterhouseCoopers (PWC) e dal Centro per la Ricerca Economica Europea (ZEW) nel 2017, l’Italia si posiziona al secondo posto in

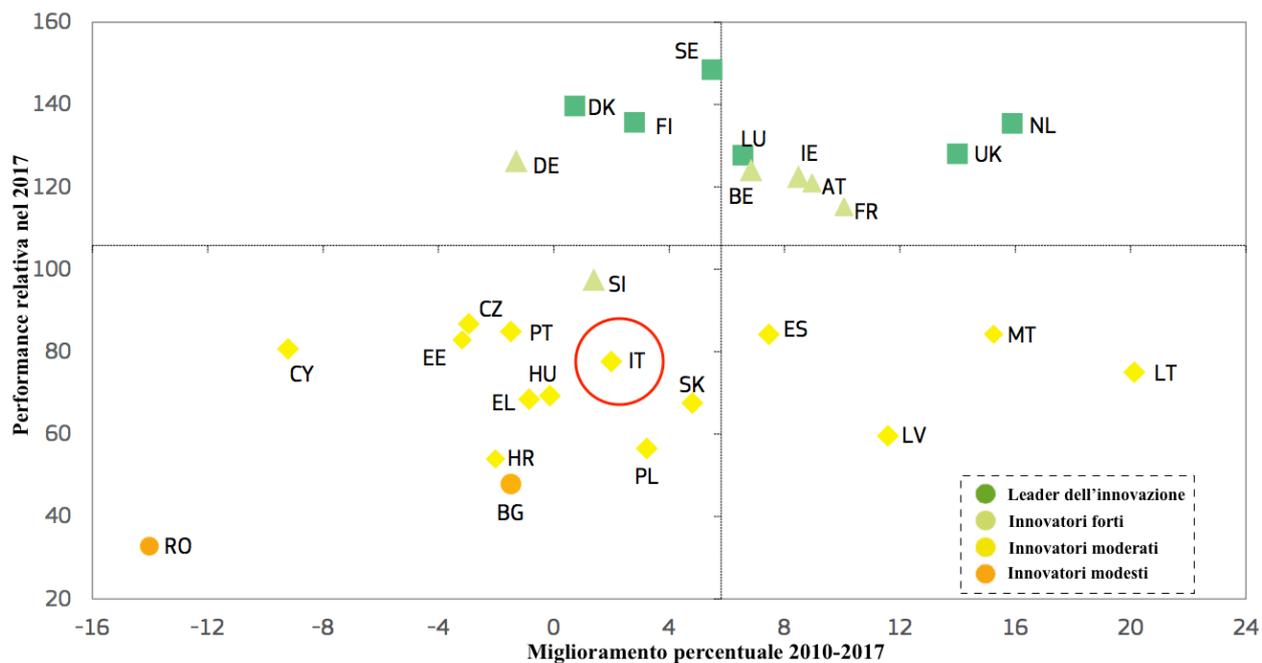
---

<sup>75</sup> Camera dei Deputati Servizio Studi (2018)

<sup>76</sup> Prodi, Tiraboschi e Seghezzi (2017)

<sup>77</sup> Ministero dello Sviluppo Economico (2016)

Europa per attrattività fiscale nei confronti di *business* strutturati su modelli digitali, scalando 20 posizioni rispetto all'anno precedente.



**FIGURA 3.4: Performance innovativa degli Stati dell'Unione Europea**

Fonte: European Innovation Scoreboard (2018)

Sul tema dell'acquisizione di competenze, invece, è indubbio che il nuovo set di tecnologie porterà grandi cambiamenti nel modo di pianificare e gestire le mansioni lavorative. Un elemento importante del paradigma 4.0 è l'interazione uomo-macchina, con la seconda che può e deve essere a supporto del primo: oggetti interconnessi in grado di comunicare ed ottimizzarsi offrono l'opportunità di estrarre maggiore valore lungo tutte le fasi del processo produttivo, dalla pianificazione strategica (supportando le scelte del *management*), alla produzione vera e propria (attraverso un aiuto prettamente tecnico) fino alla distribuzione verso il cliente finale. Per questo motivo, è necessario fornire ai lavoratori le competenze necessarie per padroneggiare al meglio la nuova tecnologia: sfruttando incentivi alla formazione professionale e verso percorsi di *"life-long learning"*<sup>78</sup>, le aziende promuovono lo sviluppo e la specializzazione del proprio capitale umano, adeguando il bagaglio di competenze alle necessità/opportunità presentate dal cambiamento tecnologico: le due dinamiche lavorative che progressivamente emergeranno consistono in:

1. maggiore flessibilità (di orari, attività svolte, risoluzione di problemi);
2. arricchimento dal punto di vista professionale (evoluzione della mansione, da routinaria e manuale a creativa e basata sulla pianificazione del lavoro svolto dalle macchine)<sup>79</sup>.

Seguendo i principi ed obiettivi sopra citati, il Piano è stato avviato ufficialmente nel 2017 e,

<sup>78</sup> The European House – Ambrosetti (2017)

<sup>79</sup> Bettarini et al. (2016)

riscontrati i risultati positivi del primo anno, confermato anche per il 2018: il nome, da “Piano Nazionale Industria 4.0”, è diventato “Piano Nazionale Impresa 4.0” ad indicare la volontà da parte dei soggetti istituzionali promotori di coinvolgere la totalità dei settori economici operanti in Italia, soprattutto quello dei servizi<sup>80</sup>. Esso individua misure di incentivazione per le imprese, volte a favorire l’adozione delle tecnologie 4.0 secondo tre linee guida<sup>81</sup>:

1. *operare in una logica di neutralità tecnologica*, cioè permettere alle imprese di determinare autonomamente ed automaticamente gli investimenti per i quali accedere agli incentivi, e soprattutto senza alcun intervento decisionale politico o burocratico nella concessione degli stessi<sup>82</sup>;
2. *intervenire con azioni orizzontali*, aprendo l’opportunità di sfruttare gli incentivi ad una vasta platea di imprese, senza distinzioni settoriali;
3. *agire su fattori abilitanti*.

La portata finanziaria del Piano è di assoluto rilievo, con lo stanziamento di circa 18 Miliardi di Euro per il quadriennio 2017-2020, maggiore dei 10 Miliardi di Euro previsti in Francia e nettamente superiore ai circa 200 Milioni di Euro in Germania, anche se va ricordato che le diverse *policy* pubbliche hanno durata temporale differente e soprattutto agiscono attraverso strumenti diversi per conseguire obiettivi di diverso genere (Istat, 2018).

Le misure di incentivazione a disposizione delle aziende, confermate e potenziate dalla Legge di Bilancio 2018, sono state raccolte in una guida agli investimenti realizzata dal Ministero dello Sviluppo Economico (2018), e consistono in:

- *iper ammortamento e super ammortamento*. Prevede una ammortizzazione fiscale particolarmente vantaggiosa (250% dei beni materiali acquisiti, 140% se beni immateriali, 130% se beni strumentali) per le imprese che effettuano investimenti funzionali all’adozione di tecnologie 4.0.
- *Nuova Sabatini*. Fornisce un contributo parziale al sostenimento di interessi passivi bancari, per finanziamenti destinati all’acquisizione di attrezzature, macchinari, ma anche *asset* intangibili come i *software*.
- *Credito d’imposta Ricerca e Sviluppo (R&S)*. Intende stimolare gli investimenti privati in R&S, vista anche la posizione di arretratezza dell’Italia nel destinare risorse a questo ambito (1,3% del PIL, a fronte della media europea di 1,53% e dell’obiettivo prefissato sempre dall’UE del 2% entro il 2020)<sup>83</sup>. Consiste in un credito d’imposta del 50% su spese

---

<sup>80</sup> Istat (2018)

<sup>81</sup> Ministero dello Sviluppo Economico (2018)

<sup>82</sup> Prodi, Tiraboschi e Seghezzi (2017)

<sup>83</sup> The European House – Ambrosetti (2017)

incrementali relative alla ricerca, compresa l'assunzione di personale ad alta qualifica e le collaborazioni con università o enti di ricerca.

- *Patent Box*. Questa misura incentiva l'utilizzo della proprietà intellettuale (brevetti, marchi, modelli industriali, *software* protetto da *copyright*, etc.), incoraggiando le imprese a condurre attività di ricerca sul territorio italiano (attraendo quelle estere e trattenendo quelle già presenti). L'incentivo fiscale agisce attraverso una tassazione IRES e IRAP agevolata fino al 50%, a patto che sia condotta attività di R&S finalizzata allo sviluppo di beni immateriali.
- *Fondo di garanzia*. Particolarmente indicato per imprese di piccola dimensione con difficoltà di accesso al credito per mancanza di garanzie, consiste in una garanzia pubblica fino all'80% del finanziamento per un importo fino a 2,5 Milioni di Euro per singolo beneficiario.
- *Startup e Piccole e Medie Imprese (PMI) innovative*. Si tratta di una serie di incentivi che incoraggiano e tutelano imprese di recente formazione o con una struttura dimensionale ridotta, fortemente orientate all'innovazione (alto investimento in R&S, assunzione di laureati e ricercatori, possesso di brevetti). Favorisce soprattutto l'apertura ad investimenti in capitale di rischio e tutela maggiormente dal rischio di perdite e di insuccesso.
- *Contratto di sviluppo*. Riguarda investimenti da almeno 20 Milioni di Euro (7,5 Milioni di Euro se riguardano trasformazione e commercializzazione di prodotti agricoli) e concede agevolazioni fino al 75% delle spese; nel solo 2017, sono stati finanziati 1,9 Miliardi di Euro (di cui 1,7 in Regioni del Sud) con una prevalenza nel settore alimentare (21%) e automobilistico (17%) e il coinvolgimento di 53mila occupati<sup>84</sup>.
- *Accordi per l'innovazione*. Anche in questo caso la platea di riferimento è quella dei grandi investimenti, di valore compreso tra i 5 e i 40 Milioni di Euro; fornisce un contributo alle spese di ricerca industriale e di innovazione nell'ambito delle tecnologie individuate dall'Unione Europea nel programma di sviluppo "*Horizon 2020*".
- *Credito d'imposta formazione 4.0*. Introdotto con Decreto Interministeriale del 4 Maggio 2018, incentiva il coinvolgimento del personale dipendente in corsi di formazione relativi a tecnologie 4.0, tra le quali *big data*, *cloud computing*, *cybersecurity*, sistemi *cyber-fisici*, robotica, *Internet of Things*<sup>85</sup>. La misura rappresenta un importante passo avanti fatto in ottica di sviluppo delle competenze tecnologiche 4.0, seconda direttrice chiave del Piano Nazionale.
- *Fondo per il capitale immateriale, competitività e produttività*. Misura orientata al medio-lungo termine, con stanziamento di fondi per il periodo 2018-2031, e dedicata a progetti di politica industriale con effetti sull'intero sistema economico; prevede il coinvolgimento di soggetti sia pubblici che privati in attività di ricerca in aree strategiche per lo sviluppo del capitale immateriale.

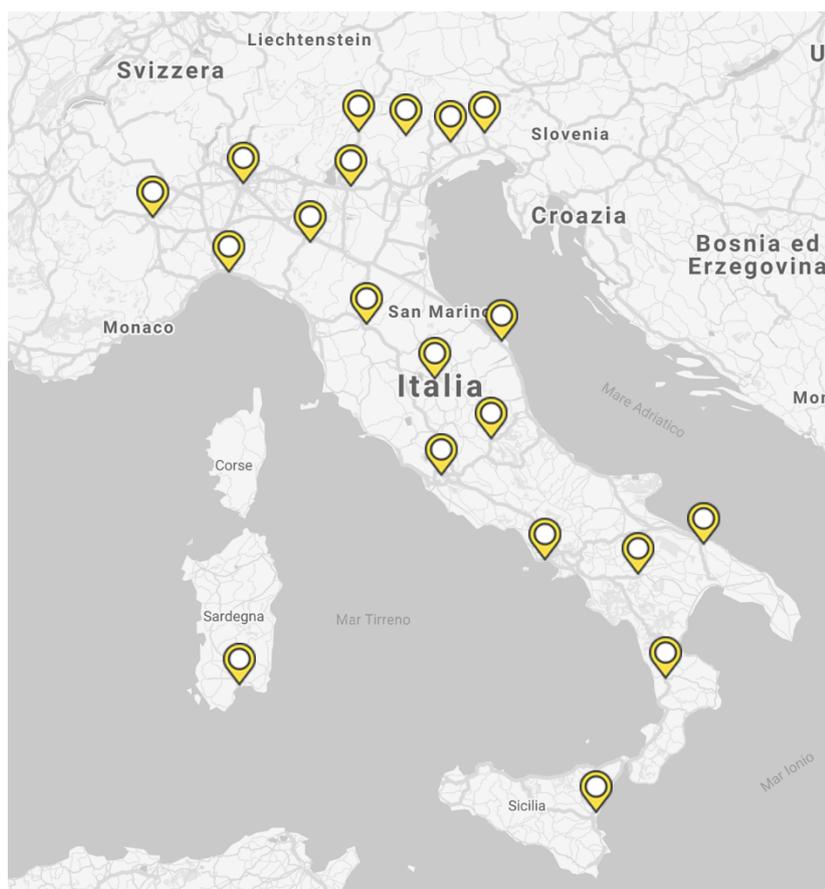
---

<sup>84</sup> MISE, Invitalia (2018)

<sup>85</sup> MISE (2018)

Oltre agli incentivi (soprattutto di carattere fiscale o di facilitazione dell'accesso al credito), il Piano Nazionale prevede l'istituzione di un *network* composto da tre piattaforme pensate per “*lo sviluppo delle competenze relative alle nuove tecnologie e ai processi innovativi*”<sup>86</sup>. La prima piattaforma è quella dei Punti Impresa Digitale (PID), strutture istituite presso le Camere di commercio a livello locale, il cui obiettivo è favorire la diffusione delle tecnologie digitali all'interno del tessuto economico delle micro, piccole e medie imprese<sup>87</sup>.

La seconda piattaforma è quella dei *Digital Innovation Hub* (DIH), nati dalla collaborazione di Confindustria con Confcommercio, Confartigianato e CNA: mettendo in comunicazione il mondo della Ricerca con quello delle imprese, favoriscono l'adozione di tecnologie 4.0 attraverso servizi di supporto, consulenza ed accesso a finanziamenti, sfruttando il potente *network* di attori che li compongono<sup>88</sup>. Il *focus* in questo caso è orientato maggiormente sulla dimensione nazionale e anche verso l'estero, in attuazione del piano europeo Horizon 2020 che prevede, tra le altre cose, la creazione di una rete europea di DIH; come mostrato in FIGURA 3.5, a Gennaio 2019 lo stato di insediamento della rete è maggiormente diffuso nel Nord Italia, ma anche nelle Regioni del Centro, Sud e Isole è assicurata la presenza di *Hub* Digitali.



**FIGURA 3.5: Mappa dei *Digital Innovation Hub* in Italia**

Fonte: Confindustria “Preparati al Futuro” (2019)

<sup>86</sup> Istat (2018)

<sup>87</sup> Portale Nazionale dei PID (2019)

<sup>88</sup> Confindustria “Preparati al futuro” (2019)

La terza ed ultima piattaforma è quella dei *Competence Centre*, il cui progetto è partito solo nel 2018: sono centri di formazione di alto livello orientati soprattutto alla ricerca industriale e alla sperimentazione (Istat, 2018); la caratteristica peculiare è che sono guidati prevalentemente da poli universitari di grande rilievo, a cui si affiancano molteplici soggetti privati del mondo imprenditoriale che finanziano per metà il progetto<sup>89</sup>.

Il Piano, complessivamente, ha durata pluriennale ma l'effettiva scadenza e l'entità degli incentivi sono soggette a modifiche dovute anche a vincoli di *budget* annuale; per quanto riguarda il 2019, la nuova Legge di Bilancio prevede la proroga della maggior parte delle misure già in atto, ma con una concentrazione delle risorse più nettamente a favore delle PMI, in ragione della prevalenza di queste nel numero complessivo di imprese del tessuto produttivo italiano. Le principali modifiche al Piano introdotte per il 2019 riguardano:

- eliminazione del super ammortamento e contestuale riconfigurazione dell'iper ammortamento secondo tre aliquote di detrazione fiscale, maggiormente favorevoli alle PMI;
- maggiorazione della quota di risorse della “Nuova Sabatini” destinate alle micro, piccole e medie imprese per investimenti in tecnologie abilitanti 4.0;
- proroga del Credito d'imposta R&S fino al 2020, ridimensionato nel tetto di spesa (dimezzato a 10 Milioni di Euro) e nell'aliquota detraibile;
- proroga del Credito d'imposta per formazione 4.0 con tre aliquote decrescenti in base alla dimensione aziendale;
- istituzione di un *voucher* che copre parzialmente le spese per le aziende che ricorrono alla consulenza di un *manager* dell'innovazione, il cui compito è quello di guidare l'organizzazione nel processo di trasformazione digitale<sup>90</sup>.

Come si vedrà nel successivo paragrafo, il Piano Nazionale ha finora ottenuto risultati positivi nel passaggio al paradigma 4.0; la modifica prevista dalla Legge di Bilancio per il 2019 testimonia il progressivo passaggio ad una fase successiva, di parziale riduzione degli incentivi agli investimenti in capitale materiale ed immateriale, e contestuale focalizzazione sul tema delle competenze e del lavoro (ne è un esempio la figura professionale del *manager* dell'innovazione).

---

<sup>89</sup> Industria Italiana (2018)

<sup>90</sup> Agenda Digitale (2018)

### 3.3 Effetti del Piano Nazionale Impresa 4.0: grado di adozione e conseguenze occupazionali

Il Piano Nazionale Impresa 4.0 rappresenta una importante dimostrazione della volontà da parte dell'Italia di rilanciare la propria crescita, non solo in vista del breve periodo ma anche attraverso investimenti di medio-lungo termine per avvicinarsi alla frontiera tecnologica, attualmente rappresentata dall'adozione dei fattori abilitanti della quarta Rivoluzione industriale. Dopo due anni di operatività, è possibile trarre le somme dei risultati ottenuti, ma anche effettuare analisi prospettiche sugli effetti che saranno visibili tra qualche anno; il principale problema nella valutazione dei benefici di *Industry 4.0* sta nella difficoltà di identificare con esattezza l'apporto del piano di politica industriale all'andamento dei principali indicatori macroeconomici.

Complessivamente, il rapporto del Ministero dello Sviluppo Economico (2018) mostra un miglioramento generalizzato delle condizioni macroeconomiche italiane: nel 2017, il PIL è cresciuto dell'1,5%, la produzione industriale del 2,6% e l'export del 7,6%. Questi dati, per quanto incoraggianti, descrivono solo parzialmente gli effetti dovuti al Piano Nazionale Impresa 4.0, in quanto dipendono anche da altri fattori, tra cui la congiuntura economica attualmente favorevole, o l'*appeal* dei prodotti italiani all'estero nel caso delle esportazioni: queste ultime, dopo un crollo durante la crisi del 2008, sono sempre cresciute a ritmo costante e sostenuto negli ultimi anni, superando ampiamente i valori pre-crisi, anche prima che il Piano fosse varato<sup>91</sup>.

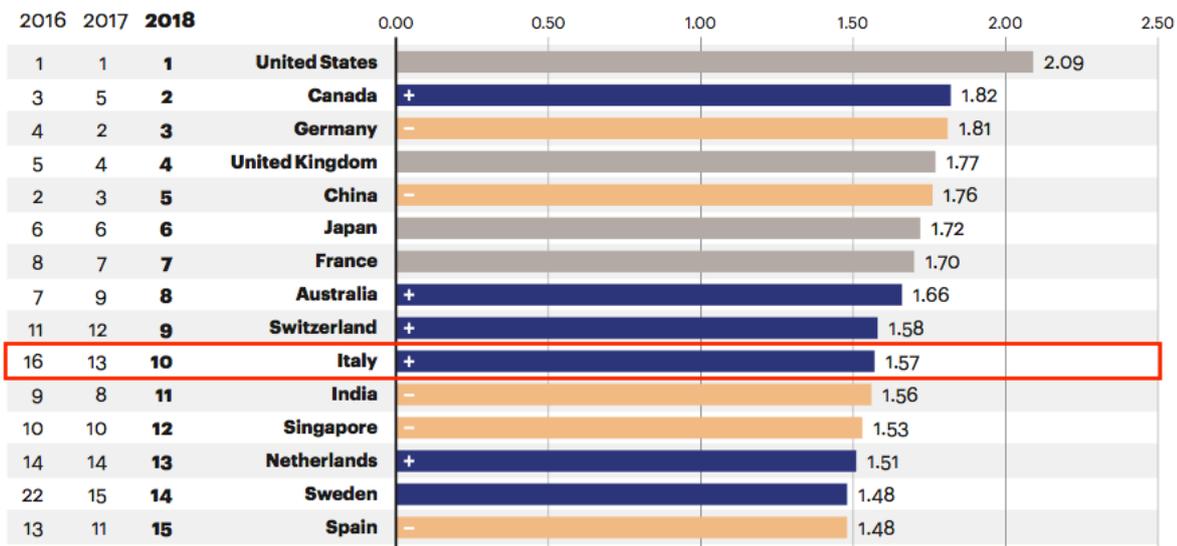
Pertanto, risulta necessario individuare metriche maggiormente specifiche e basate sulle peculiarità del Piano Impresa 4.0, come ad esempio la crescita del livello degli investimenti oppure aspetti legati alla digitalizzazione delle imprese. Mantenendo l'esempio dell'export, un dato più accurato e sicuramente attribuibile a meriti del paradigma 4.0 è la forte crescita delle esportazioni digitali, pari a 9,2 Miliardi di Euro nel 2017 (+23% sull'anno precedente)<sup>92</sup>. Nell'ambito investimenti in capitale materiale ed immateriale, il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ha previsto numerose misure di incentivazione, valide per le imprese nazionali ma anche per soggetti esteri che intendono investire sul suolo italiano: a tal proposito, secondo il MISE, lo *stock* di investimenti diretti esteri (IDE) è cresciuto del 5,7% nel 2017, ed il dato è confermato dal *Foreign Direct Investment Confidence Index*<sup>93</sup>, un indice del grado di attrattività di un Paese per quanto riguarda gli IDE. La ricerca illustra come l'Italia abbia guadagnato tre posizioni in classifica mondiale tra il 2016 ed il 2017, ed altre tre nel 2018, passando dalla sedicesima alla decima posizione (FIGURA 3.6): tra le motivazioni indicate dagli autori a giustificare la crescita, viene espressamente indicato il supporto del Piano Nazionale Impresa 4.0 nel migliorare la competitività, digitalizzare i processi, dare impulso alla produttività e promuovere nuove competenze.

---

<sup>91</sup> Lucchese et al. (2016)

<sup>92</sup> Osservatori.net (2018)

<sup>93</sup> AT Kearney (2018)



**FIGURA 3.6: Indice di fiducia negli investimenti diretti esteri**

Fonte: AT Kearney (2018)

Una stima più generalizzata sul valore economico generato intorno all'Industria 4.0 in Italia proviene dall'Osservatorio Industria 4.0 del Politecnico di Milano, secondo cui nel 2017 sono stati realizzati progetti per 2,4 Miliardi di Euro con l'obiettivo di introdurre sei tecnologie 4.0 (*Internet of Things*, *big data*, *cloud*, automazione, interfacce uomo-macchina e stampa 3D), ed ulteriori 400 Milioni di Euro hanno coinvolto processi di digitalizzazione non riguardanti le tecnologie menzionate precedentemente<sup>94</sup>. Ulteriori aspetti da indagare per comprendere a fondo la portata del tema sono il livello di adozione delle tecnologie e degli incentivi previsti dal Piano, ed i possibili risvolti occupazionali.

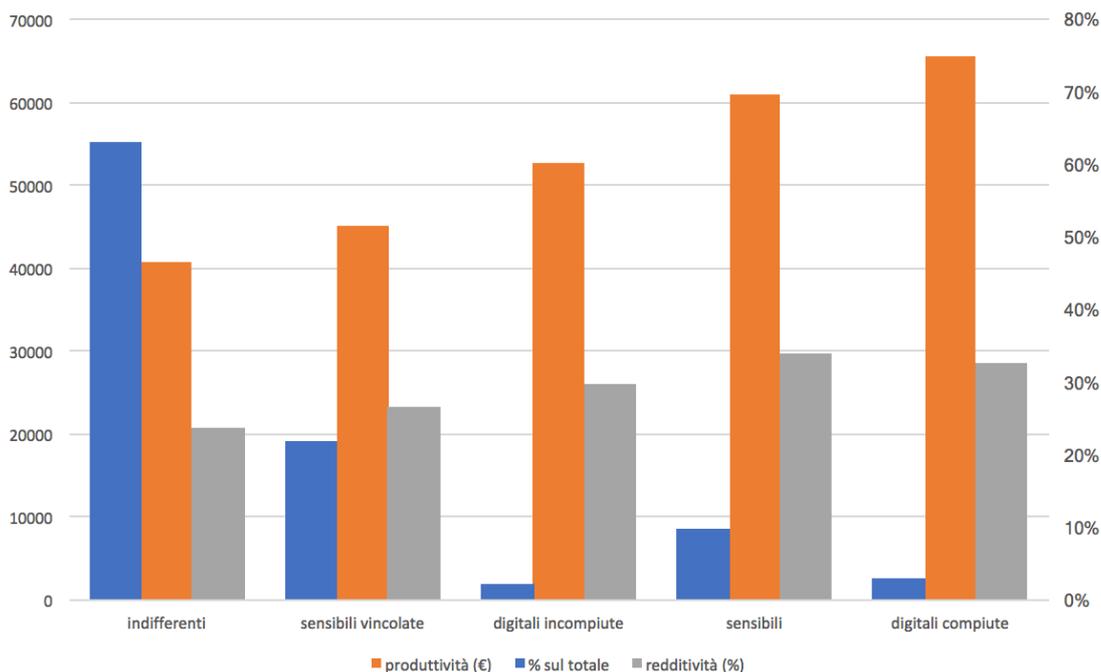
### 3.3.1 Grado di adozione della tecnologia 4.0 ed utilizzo degli incentivi

Come emerge dall'analisi della situazione macroeconomica italiana e dalle dichiarazioni del Ministro Calenda (2016), l'obiettivo primario che il Piano Nazionale Impresa 4.0 persegue è il recupero della competitività delle aziende italiane attraverso un aumento della produttività, la quale dagli anni Novanta risulta invece in sostanziale stagnazione. Una possibile soluzione alla strutturale debolezza del sistema economico italiano risiede nella promozione dell'attività innovativa, la quale ha un impatto positivo sulla produttività delle PMI (Hall et al., 2009); la diffusione dell'innovazione attraverso il trasferimento di conoscenza e *know-how* tra settori collegati, a sua volta può essere stimolata da interventi di trasformazione digitale, la quale riduce i costi di coordinamento di filiera, aumenta l'efficienza e favorisce la nascita di nuovi prodotti<sup>95</sup>. Ulteriori dati confermano la relazione tra propensione alla digitalizzazione (misurata in base alla dotazione di capitale fisico ed umano, e alla rilevanza delle tecnologie digitali per l'attività aziendale) e livello della produttività: come

<sup>94</sup> Lazzarin (2018)

<sup>95</sup> Istat (2018)

evidenziato dalla FIGURA 3.7, a livelli crescenti di digitalizzazione corrispondano valori crescenti di produttività (valore aggiunto per addetto, Euro, asse sx) e redditività (margine operativo lordo / valore aggiunto, %, asse dx).



**FIGURA 3.7: Produttività e redditività per classe di digitalizzazione**

Fonte: ns elaborazione da Istat (2018)

Lo stesso rapporto (Istat, 2018) evidenzia inoltre come la differenza nel grado di digitalizzazione sia non tanto su base territoriale (non si ha un radicale discostamento tra Regioni settentrionali, del Centro e meridionali, con queste ultime in lieve ritardo), quanto soprattutto nella dimensione aziendale: al crescere del numero di addetti, la percentuale di imprese ad alta digitalizzazione è più che doppia rispetto alle altre classi dimensionali.

Entrando nel dettaglio del contesto *Industry 4.0*, una ricerca conferma la maggiore propensione delle grandi imprese nell'utilizzare tecnologie abilitanti della quarta Rivoluzione industriale: nel 2017, l'8,4% delle imprese italiane ha utilizzato almeno una tecnologia 4.0, ma la variabilità di adozione tra micro (6,0%), piccole (18,4%), medie (35,5%) e grandi imprese (47,1%) è molto marcata; da ciò consegue che la media occupazionale per le imprese 4.0 è pari a 30,1 addetti (contro i 6,7 delle imprese tradizionali), ma la mediana risulta molto più contenuta (7 addetti contro 2) data la nota asimmetria in favore delle PMI nella distribuzione dimensionale che caratterizza il tessuto industriale italiano<sup>96</sup>.

Inoltre le grandi imprese, oltre ad essere maggiormente propense ad attivare iniziative innovative, fanno utilizzo di più tecnologie contemporaneamente, a dimostrare l'interrelazione tra i vari fattori abilitanti e la possibilità di generare sinergie adottandoli collettivamente; la maggior parte

<sup>96</sup> Brancati e Maresca (2018)

di essi, in effetti, si presta al miglioramento dei processi aziendali sotto diversi aspetti che accomunano le aziende in modo relativamente indipendente dalla classe dimensionale: obiettivi spesso dichiarati sono soprattutto la flessibilità della produzione ed il miglioramento della qualità. Un altro fine frequentemente perseguito è l'aumento della produttività, con una preferenza più marcata da parte delle grandi imprese; sotto il profilo della ricerca di nuovi mercati o *business model* innovativi, sono invece le piccole imprese a registrare maggiore dinamismo.

L'ultimo aspetto da considerare riguarda il ricorso agli incentivi previsti dal Piano Nazionale Impresa 4.0: le aziende che già utilizzano tecnologie 4.0 hanno una propensione decisamente maggiore all'utilizzo di ogni tipologia di incentivo, rispetto alle imprese con interventi 4.0 programmati e soprattutto rispetto alle aziende che continuano a far affidamento solo su tecnologie tradizionali. Inoltre, come è lecito attendersi dalla struttura del Piano Nazionale, le cui misure per il 2018 sono state orientate soprattutto ad agevolazioni fiscali e di accesso al credito per rinnovare la base di capitale materiale ed immateriale delle imprese, risulta che gli incentivi pubblici più utilizzati sono l'iper e super ammortamento (36,8% delle imprese 4.0), il Credito d'imposta per R&S (17,0%), la Nuova Sabatini (19,8%), ed il Fondo di garanzia (11,3%). Le prime due misure agevolano gli investimenti privati, mentre le altre due tutelano l'accesso al credito soprattutto per imprese che, per questioni dimensionali, incontrano ostacoli<sup>97</sup>.

È da notare che nell'indagine presa a riferimento non rientrano gli incentivi legati alla formazione sulle tecnologie 4.0. Il primo motivo è che a Febbraio 2018, termine del periodo di rilevazione sulle aziende intervistate, il Credito d'imposta per formazione 4.0 non era ancora stato introdotto. Il secondo motivo risiede nel fatto che il Piano Nazionale, nei primi due anni di attività, è stato maggiormente sbilanciato sul lato investimenti; inoltre, il progetto di acquisizione di competenze le cui strutture di riferimento saranno i *competence center*, è stato avviato solo di recente. Per il 2019 ci si attende un ulteriore passo verso la valorizzazione del capitale umano, con la proroga del Credito d'imposta per formazione 4.0 e l'istituzione della figura dei *manager* per l'innovazione.

### 3.3.2 Possibili conseguenze occupazionali

Il tema del lavoro ha un ruolo di centrale importanza nel funzionamento di una società, ed il successo della politica economica sta anche nel riuscire a garantire l'occupazione e condizioni di vita quanto più dignitose ad un elevato numero di individui. La situazione occupazionale può essere particolarmente in sofferenza durante periodi di recessione, florida quando l'economia si espande e decisamente incerta in periodi di transizione tecnologica, come le rivoluzioni industriali; è in particolare durante questi momenti che si acuisce la preoccupazione diffusa circa la possibilità di sostituzione tecnologica delle mansioni esistenti in favore di nuove, più o meno sconosciute. La

---

<sup>97</sup> MET Economia (2018)

tendenza ad osteggiare tecnologie innovative non è nuova: basti pensare infatti al caso di un tale William Lee, che intorno al 1589 (duecento anni prima della rivoluzione industriale inglese) progettò un macchinario per la lavorazione a maglia dei tessuti in grado di sostituire potenzialmente il lavoro puramente manuale; quando Lee chiese alla regina Elisabetta I il permesso di brevettare l'invenzione, la sovrana rifiutò per la preoccupazione di ricadute occupazionali<sup>98</sup>. In tempi più recenti, il famoso economista John Maynard Keynes predisse un fenomeno da lui definito disoccupazione tecnologica (“*unemployment due to our discovery of means of economising the use of labour outrunning the pace at which we can find new uses for labour*”)<sup>99</sup>: secondo Keynes, quando il progresso tecnologico consente di adottare nuovi modi per ridurre l'utilizzo del lavoro più rapidamente di quanto si riesca a individuare nuovi impieghi di lavoro, si verifica un fenomeno di disoccupazione temporanea che colpisce soprattutto i Paesi che non riescono a porsi sulla frontiera tecnologica.

Frey e Osborne (2016), seguendo la linea di pensiero di Keynes, hanno realizzato un'analisi sulla suscettibilità delle occupazioni alla *computerizzazione* (automazione del lavoro attraverso macchinari computerizzati) in base ai più recenti avanzamenti tecnologici negli ambiti del *machine learning* e *mobile robotics*, per poi stimare la percentuale di mansioni ad alto rischio di sostituzione per il mercato del lavoro statunitense. Il rischio di sostituzione del lavoro umano dovuto alla *computerizzazione* varia a seconda della tipologia di attività svolta, e gli autori identificano in particolare tre tipologie di attività meno soggette a rischio che rappresentano dei “colli di bottiglia” particolarmente critici per i sistemi automatizzati (attività di percezione e manipolazione, intelligenza creativa e intelligenza sociale): ad esempio, la destrezza manuale rientra nella manipolazione e va da un livello basso (avvitare una lampadina) a medio (imballare frutta rapidamente) ed alto (eseguire un'operazione chirurgica a cuore aperto). Dallo studio su 702 mansioni, emerge che il 47% degli occupati totali negli Stati Uniti si trova nella categoria ad alto rischio di sostituzione. Il dato è particolarmente pessimistico e per certi versi allarmante, ma la vera rilevanza dello studio sta nell'aver messo in luce il tema della sostituibilità dei lavoratori che svolgono le attività più semplici e ripetitive, oltretutto confermato da uno studio di Boston Consulting Group (2015).

Un'altra ricerca<sup>100</sup> ha rivisto il risultato ottenuto da Frey e Osborne, in ragione di diversi fattori: il fatto che la *computerizzazione* riguardi particolari *task* e non le mansioni nella loro complessità, il possibile adattamento dei lavoratori a svolgere compiti complementari e di supporto alle macchine, la necessità di considerare nel computo del saldo occupazionale anche i lavori che ad oggi non esistono ma saranno creati nei prossimi anni dalle nuove tecnologie. Sulla base di queste considerazioni, la percentuale di occupati ad alto rischio di sostituzione negli Stati Uniti scende al 9%; inoltre, viene fornita un'analisi di tipo comparativo con altri Paesi OECD tra cui l'Italia, il cui

---

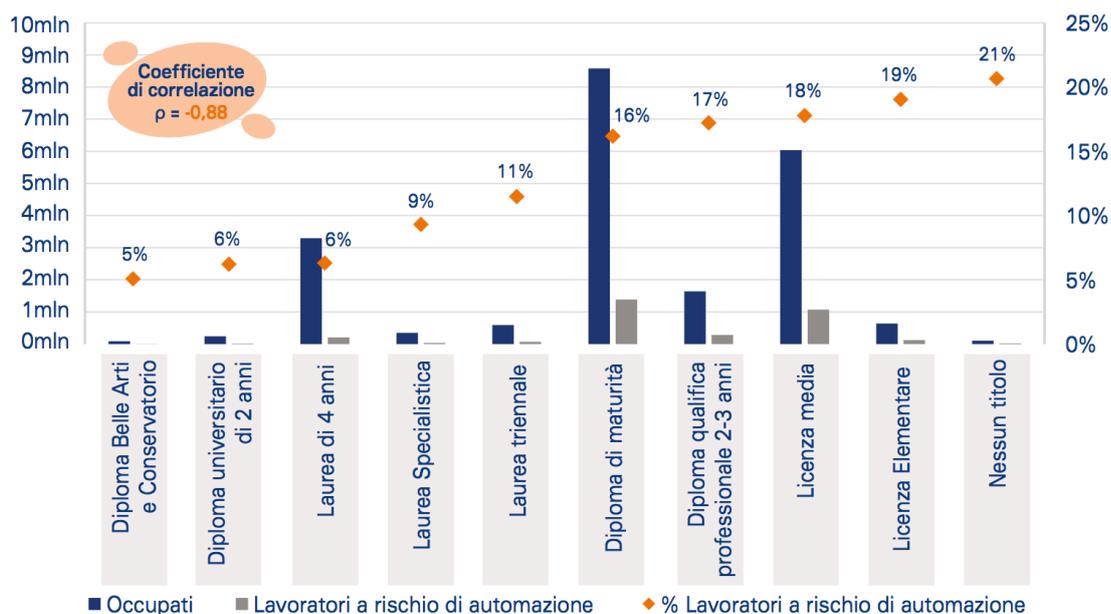
<sup>98</sup> Frey e Osborne (2016)

<sup>99</sup> Keynes (1933)

<sup>100</sup> Arntz et al. (2016)

rischio si attesta al 9,7% dei lavoratori.

Un ulteriore studio ha calcolato il numero di occupati a rischio in Italia, partendo dallo studio dallo schema logico seguito da Frey e Osborne (2016), aggiustandolo per la classificazione occupazionale utilizzata dall'Istat e considerando un orizzonte temporale di 15 anni (entro il quale si prevede l'apice della quarta Rivoluzione industriale): i dati revisionati indicano che circa 3,2 milioni di lavoratori sono a rischio disoccupazione, pari al 14,9% del totale in Italia<sup>101</sup>. Lo studio approfondisce anche le differenze intersettoriali, riconducibili alla sostituibilità dell'uomo nello svolgimento della mansione, già presa in esame anche da Frey e Osborne; inoltre, anche il titolo di studio raggiunto può rappresentare una discriminante tra occupati ad alto e basso rischio. Come illustrato in FIGURA 3.8, i detentori di Diploma di Belle Arti sono la categoria a minor rischio sostituzione (5%), data l'alta componente creativa dell'attività svolta; seguono i laureati (dal 6 all'11% a seconda che si sia ottenuta o meno la Laurea specialistica), i diplomati (categoria più a rischio in termini assoluti, essendo la più numerosa), e i titoli di studio di grado inferiore. Il coefficiente di correlazione lineare ( $\rho$ ) pari a  $-0,88$  indica con alta rilevanza statistica che al crescere (diminuire) dell'importanza del titolo di studio, diminuisce (aumenta) il rischio di sostituzione.



**FIGURA 3.8: Occupati italiani a rischio disoccupazione, in base al titolo di studio**

Fonte: The European House – Ambrosetti (2017)

Dalla ricerca non emergono rilevanti differenze a livello di genere o su base territoriale, mentre è stato riscontrato che i lavoratori nella fascia di età 15-29 anni sono relativamente più a rischio rispetto agli over 55: gli autori sostengono che il dato è dovuto probabilmente al fatto che gli over 55 attualmente occupano posizioni di grado apicale nelle organizzazioni, a minore contenuto operativo e maggiormente strategico.

<sup>101</sup> The European House – Ambrosetti (2017)

Dall'elaborazione delle informazioni raccolte, il profilo lavorativo caratterizzato da un minor rischio presenta le seguenti peculiarità (The European House – Ambrosetti, 2017):

- lavoro non ripetitivo;
- capacità creative e innovative richieste dall'attività lavorativa;
- complessità intellettuale e operativa;
- capacità relazionali e sociali.

Infine, anche l'Istat (2018) considera concreta la possibilità di una parziale sostituzione tra lavoro e capitale almeno nel breve periodo: non solo il nuovo paradigma tecnologico comporta un nuovo rapporto con la tecnologia che può implicare anche sostituzione del lavoratore umano, ma anche le misure previste dalla *policy* industriale possono contribuire al fenomeno. La questione indagata riguarda la presenza di incentivi fiscali agli investimenti in capitale, che possono avere un effetto negativo sull'occupazione, e di misure a favore della domanda di lavoro, come ad esempio il Credito d'imposta per spese in Ricerca e Sviluppo: gli incentivi agli investimenti in capitale, presi singolarmente, determinerebbero un risultato a sfavore della domanda di lavoro (ad eccezione del *Patent Box*, che agevola la produzione di reddito attraverso beni immateriali frutto della proprietà intellettuale); la contemporanea previsione di misure a favore dell'assunzione di lavoratori è necessaria per evitare uno sbilanciamento eccessivo nell'utilizzo dei fattori della produzione. Nel lungo periodo, invece, si ritiene che le misure possano risultare complementari (ad esempio, un minore costo del capitale può generare un incremento nella domanda di lavoro), soprattutto nei settori ad alto contenuto tecnologico, dove l'Italia storicamente si trova indietro a confronto con altri grandi Paesi europei<sup>102</sup>.

In sintesi, è possibile affermare che, tenuto conto delle assunzioni alla base di ciascuna delle stime riportate, il punto fermo sul tema lavoro è rappresentato dal rischio concreto ed imminente di sostituzione soprattutto per quegli occupati che svolgono attività di tipo routinario e scarsamente difendibili dalle crescenti abilità delle macchine; l'utilizzo di misure di incentivazione all'investimento in capitale deve essere necessariamente bilanciato da agevolazioni per la domanda di lavoro, e ragionando sul medio-lungo termine il compito delle politiche economiche sarà quello di dotare le persone, attraverso programmi di formazione, degli strumenti e delle competenze da poter spendere sul mercato del lavoro.

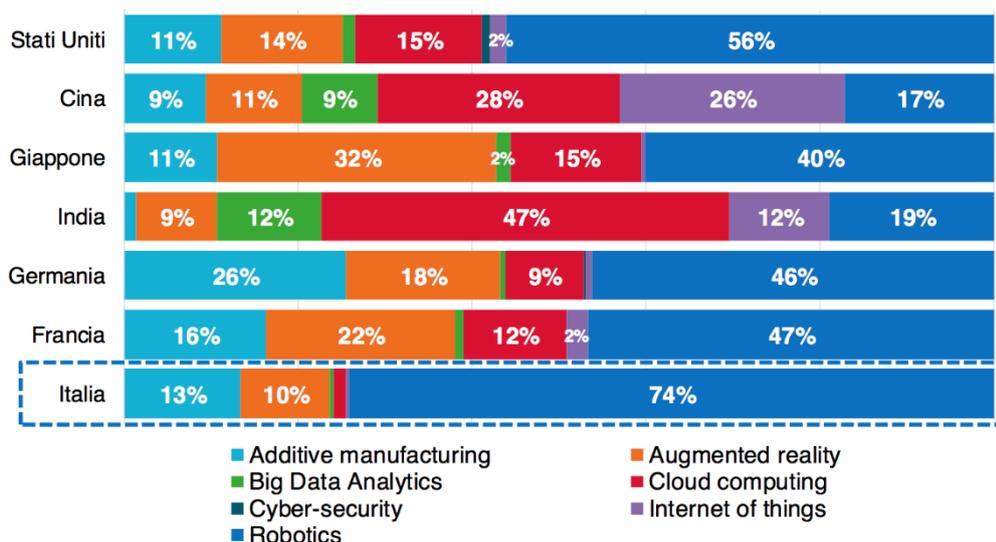
---

<sup>102</sup> Lucchese et al. (2016)

### 3.4 Stato di avanzamento di *Industry 4.0*: confronto tra Italia ed altri Paesi europei

Come affermato nel Capitolo 2, il concetto di *Industry 4.0* non è nato in Italia, né tantomeno è l'Italia l'unico Paese ad aver avviato un programma di *policy* per accompagnare la propria economia nella transizione verso un mondo più digitalizzato e interconnesso. È indubbio che questa serie di piani economici per l'innovazione, operanti all'interno dei singoli confini nazionali, possa contribuire ad accelerare il processo di adozione delle nuove tecnologie, spingendo il paradigma tecnologico 4.0 nella fase di più rapida crescita della sua traiettoria (vedi FIGURA 2.1); la presenza di fattori istituzionali, come ad esempio i Piani adottati dai Governi nazionali, è addirittura considerata di primaria importanza, insieme al fermento imprenditoriale, nella fase di *trial and error* in cui alcune tecnologie emergono su altre<sup>103</sup>.

Tuttavia, bisogna tenere conto del fatto che i motivi che hanno ispirato e guidato i *policy maker* nella progettazione delle iniziative in chiave 4.0 sono stati molteplici e decisamente variabili tra uno Stato e l'altro, sia in ragione delle preesistenti caratteristiche macroeconomiche e del tessuto produttivo, sia sulla base di obiettivi perseguiti ed orizzonti temporali differenti. Un'idea della molteplicità di interpretazioni date al fenomeno *Industry 4.0* è intuibile osservando la FIGURA 3.9, che mostra, in sette Paesi tra cui l'Italia, la suddivisione dei brevetti 4.0 per tipologia di fattore tecnologico abilitante: il dato più evidente riguarda la preponderanza di brevetti in robotica in Italia, con un 74% che supera nettamente i valori registrati negli altri Stati confrontati; inoltre, risultano importanti anche l'*additive manufacturing* (o stampa 3D), in linea con la media del campione considerato, e la realtà aumentata. Assenti o quasi brevetti per altre tecnologie, come il *cloud computing* e l'analisi dei *big data*, molto diffusi in Cina ed India e fondamentali per la loro utilizzabilità in molteplici contesti economici.



**FIGURA 3.9: Brevetti in tecnologie 4.0 per tipologia (valori percentuali)**

Fonte: Prometeia (2018)

<sup>103</sup> Dosi (1982)

Le informazioni, riportate in valore percentuale, vanno interpretate come dati relativi: la prevalenza di una tecnologia su un'altra, come nel caso della robotica per l'Italia, non indica necessariamente il primato a livello mondiale in quel particolare ambito. Leggendo i dati sul tasso annuo di crescita composto (*Compound Annual Growth Rate*, CAGR) dei brevetti 4.0 tra il 2012 e il 2016, l'Italia non occupa affatto posizioni di vertice, ottenendo un CAGR del 22,9% inferiore alla media mondiale del 34,8%<sup>104</sup>.

Nonostante le iniziative siano prevalentemente in mano all'autorità e all'autonomia dei singoli Stati, inizia a farsi strada un'idea di cooperazione per garantire uno sviluppo più uniforme sul fronte tecnologico, di cui possono beneficiare direttamente le imprese che si interfacciano sulla scena internazionale ed anche i Governi dei Paesi individualmente meno forti, come quelli europei rispetto a giganti come gli Stati Uniti o la Cina. Un esempio di cooperazione tra Stati è l'accordo trilaterale stretto nel 2017 tra Germania, Francia ed Italia per determinare linee di azione congiunte su tre specifici temi di interesse<sup>105</sup>:

1. standardizzazione e architetture di riferimento. Il gruppo di lavoro, guidato dagli esponenti di *Plattform Industrie 4.0* (Germania), ha l'obiettivo di garantire l'interoperabilità tra sistemi digitali, favorire l'uso di un linguaggio tecnologico comune e creare massa critica per poter partecipare in modo attivo alla definizione di standard internazionali.
2. Coinvolgimento delle piccole e medie imprese. Progetto a guida italiana, nasce per supportare le imprese con meno risorse nel processo di trasformazione digitale e ripensamento di prodotti, processi e modelli di *business*.
3. Supporto alle *policy*. La responsabilità in questo campo appartiene alla Francia (programma *Industrie du Futur*): l'obiettivo è generare un ambiente favorevole per la digitalizzazione, condividendo idee, opinioni, iniziative e facendo attività di *benchmarking*. Inoltre, agendo come un'unica forza, è possibile suggerire raccomandazioni da adottare a livello europeo ed eventualmente globale.

Alle tre aree di cooperazione, inoltre, si aggiunge una quarta area di lavoro, orientata allo sviluppo e qualificazione delle competenze.

Per comprendere al meglio le motivazioni che hanno determinato l'orientamento del piano d'azione congiunto, è opportuno presentare brevemente le caratteristiche principali dei programmi adottati dai due Paesi che collaborano con l'Italia (Germania e Francia). Successivamente, lo stato di avanzamento della digitalizzazione in Italia sarà confrontato su scala europea, per valutare i progressi del Piano Nazionale Imprese 4.0 attraverso un indicatore che aggrega diversi aspetti legati alla tecnologia 4.0.

---

<sup>104</sup> Prometeia (2018)

<sup>105</sup> Trilateral cooperation GER – FRA – ITA (2017)

### 3.4.1 Iniziative industriali 4.0 adottate in Germania e Francia

La Germania rappresenta un punto di riferimento a livello europeo e mondiale nell'approccio alla quarta Rivoluzione industriale: come già affermato nel precedente capitolo, la nascita del concetto risale alla Fiera di Hannover del 2011, e successivamente il governo ha implementato il progetto come parte di un più ampio piano d'azione per la diffusione dell'alta tecnologia con orizzonte al 2020<sup>106</sup>. Il *budget* pubblico messo a disposizione è pari a 200 Milioni di Euro, oltre a contributi da parte di aziende private che rientrano nell'elemento di aggregazione più importante per la strategia tedesca: la piattaforma definita *Plattform Industrie 4.0*. Questo strumento (guidato formalmente dal Ministero per gli Affari Economici, dal Ministero dell'Educazione e della Ricerca, e da rappresentanti dell'industria, della scienza e del mondo sindacale) rappresenta il *network* attraverso cui comunicano tutti gli attori coinvolti per stringere alleanze, discutere le strade da intraprendere per far convergere lo sviluppo tecnologico verso standard di interoperabilità, generare un impianto normativo di riferimento e in generale proporre un modello di sviluppo digitale.<sup>107</sup>

L'iniziativa tedesca parte dalla consapevolezza di essere tra i Paesi più competitivi al mondo, nonché il *leader* nella produzione di attrezzature per la manifattura: il Governo intende evitare che la solida base industriale debba affrontare una stagnazione e come affermato da Kagermann (2013), inventore del termine "*Industry 4.0*", la Germania ha l'opportunità di rafforzare ulteriormente la propria posizione di *leadership* nel manifatturiero. La strategia per conseguire l'obiettivo è definita duale, in quanto opera su due fronti<sup>108</sup>:

1. Il primo, maggiormente conservativo, consiste nel mantenimento dell'alta competitività nel settore delle attrezzature per la manifattura attraverso l'adozione diffusa del concetto di *cyber-physical system*, quindi dell'integrazione delle tecnologie 4.0 nei processi produttivi;
2. Il secondo, più espansivo, mira a sfruttare l'esperienza ingegneristica unita alla tecnologia 4.0 per creare nuovi prodotti innovativi, e successivamente venderli su scala globale ponendosi come mercato di riferimento; per sbloccare questo potenziale è necessario anche incoraggiare molte piccole e medie imprese a superare la loro dimensione prevalentemente locale attraverso iniziative di trasferimento tecnologico per superare le barriere legate all'adozione dei sistemi *cyber-fisici*.

Al fine di adottare con successo la strategia, sono necessarie tre caratteristiche abilitanti: la prima è l'integrazione orizzontale tra aziende; la seconda è l'integrazione del digitale nei processi produttivi attraverso l'ingegnerizzazione della catena del valore; la terza è l'integrazione verticale dei sistemi produttivi al fine di renderli più flessibili (Kagermann et al., 2013).

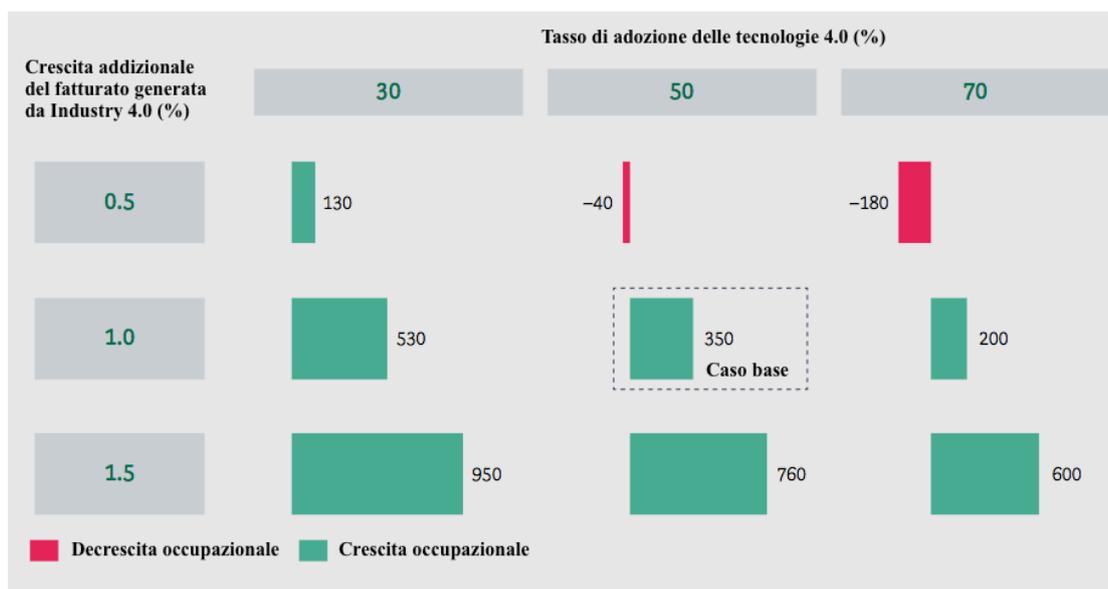
---

<sup>106</sup> Commissione Europea (2017)

<sup>107</sup> Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2019)

<sup>108</sup> Parlamento Europeo (2016)

Per quanto concerne il tema occupazionale, anche in Germania le attività maggiormente routinarie e ripetitive saranno esposte al rischio di automazione. Tuttavia, alla progressiva adozione tecnologica sarà associata una maggiore richiesta di lavoro altamente qualificato soprattutto nell'informatica, ricerca e sviluppo e analisi dati. Nello scenario analizzato da Boston Consulting Group (2015) ed illustrato in FIGURA 3.10, si prospetta realisticamente un tasso di adozione delle tecnologie 4.0 pari al 50% entro il 2025, unitamente a benefici per le imprese in termini di crescita del fatturato intorno all'1% annuo: in questa situazione, l'incremento netto di occupazione in Germania sarebbe di 350.000 lavoratori, pari al 5% della forza lavoro attuale.



**FIGURA 3.10: Incremento netto occupazionale in Germania con Industry 4.0 (valori in migliaia)**  
Fonte: Boston Consulting Group (2015)

Il percorso seguito dalla Francia presenta similarità maggiori al caso italiano, in quanto i comparti industriali di entrambi i Paesi partono da una situazione di minore forza rispetto al sistema tedesco, pertanto i rispettivi piani 4.0 sono stati orientati maggiormente verso il recupero di competitività. Attraverso il programma *Industrie du Futur*, la Francia ha avviato nel 2013 un programma di incentivi fiscali e di aiuti finanziari alle imprese principalmente come risposta ad un drastico calo degli investimenti privati, potenzialmente dannoso sul lungo termine; come in Italia, i fondi pubblici messi a disposizione sono molto consistenti, e hanno raggiunto i 10 Miliardi di Euro, di cui 5 Miliardi destinati a detrazioni fiscali e la restante parte a sostegno dello sviluppo di offerta tecnologica da parte delle imprese. L'obiettivo è quello di raggiungere, attraverso gli investimenti privati, un effetto leva pari a sette volte il valore degli incentivi concessi<sup>109</sup>; elemento peculiare del sistema francese è il fatto che le *policy* sono implementate soprattutto attraverso il settore privato, che finanzia almeno la metà degli investimenti.

<sup>109</sup> Istat (2018)

La strategia complessivamente adottata con il piano *Industrie du Futur* può essere riassunta in cinque pilastri<sup>110</sup>:

1. Lo sviluppo dell'offerta tecnologica per l'industria del futuro. Per essere sulla frontiera tecnologica e diffondere le tecnologie nel tessuto economico, vengono supportate le aziende attraverso fondi di ricerca, sussidi e prestiti, e sviluppando piattaforme per testare le nuove tecnologie: quelle ritenute più importanti sono l'*Internet of Things*, la realtà aumentata, la stampa 3D e la robotica.
2. Accompagnamento delle imprese verso l'industria del futuro. A livello regionale, viene offerto supporto all'investimento e all'avvio di progetti. Questo concetto è simile alla logica ispiratrice del Piano Nazionale Impresa 4.0 italiano, in quanto il sostegno è dato attraverso misure fiscali di super- e iper-ammortamento, ed inoltre si prevede, nell'ambito di sviluppo delle competenze, l'identificazione di 550 esperti a supporto specifico delle piccole e medie imprese (paragonabile all'iniziativa italiana di lanciare dal 2019 la figura del *manager dell'innovazione*).
3. Formazione dei lavoratori. Per innalzare il livello di competenze possedute dalla forza lavoro, la Francia punta su accordi sindacali e programmi di formazione; la robotica, oltre ad essere vista come indispensabile per la competitività, è ritenuta creatrice di impiego nel futuro e quindi necessariamente argomento di studio per le future generazioni di occupati.
4. Promozione dell'industria del futuro. L'obiettivo è di fornire maggiore visibilità all'intero programma attraverso iniziative quali il lancio di progetti, l'organizzazione di fiere industriali sul tema e la creazione di un *brand*; l'interesse primario della Francia sta nell'acquisire rilevanza nel contesto europeo.
5. Rafforzamento della cooperazione europea e internazionale. La messa in pratica di alleanze strategiche per la definizione di *standard*, unitamente all'avvio di progetti di cooperazione tecnologica o di formazione, trovano compimento nell'accordo trilaterale precedentemente menzionato tra Francia, Germania ed Italia; l'obiettivo è unificare gli sforzi e dar voce ai progetti nazionali a livello europeo e internazionale.

Dall'implementazione del piano, nei prossimi dieci anni il Governo francese attende ritorni per 45,5 Miliardi di Euro in valore aggiunto e creazione di quasi 500 mila nuovi posti di lavoro (Istat, 2018). Per ora, i dati sulla propensione all'innovazione delle imprese parlano di un 62% di piccole e medie imprese manifatturiere che ha innovato nel corso degli ultimi tre anni, cioè da quando è stato avviato il piano *Industrie du Futur*<sup>111</sup>.

---

<sup>110</sup> Commissione Europea - Digital Transformation Monitor (2017)

<sup>111</sup> Usine Digitale (2018)

### 3.4.2 Lo stato della digitalizzazione nei Paesi Europei

I Paesi facenti parte dell'Unione Europea, presi singolarmente, hanno una capacità competitiva indubbiamente limitata rispetto a giganti mondiali con grande disponibilità di risorse da investire, su tutti gli Stati Uniti e la Cina, la quale può essere ormai definita una potenza mondiale, e non più Stato emergente. Per essere in grado di dar voce alle proprie istanze e dare visibilità ai casi di successo riscontrati a livello nazionale grazie alle iniziative di *policy* industriale adottate, gli Stati Europei devono necessariamente fare fronte comune ed unire le proprie forze in una strategia collaborativa; prendendo atto di questa necessità, la Commissione Europea ha lanciato nel 2016 *Digitising European Initiative* (DEI), un'iniziativa per favorire la competitività dei suoi Stati Membri nelle tecnologie digitali. I cinque pilastri su cui si basa l'azione del DEI sono<sup>112</sup>:

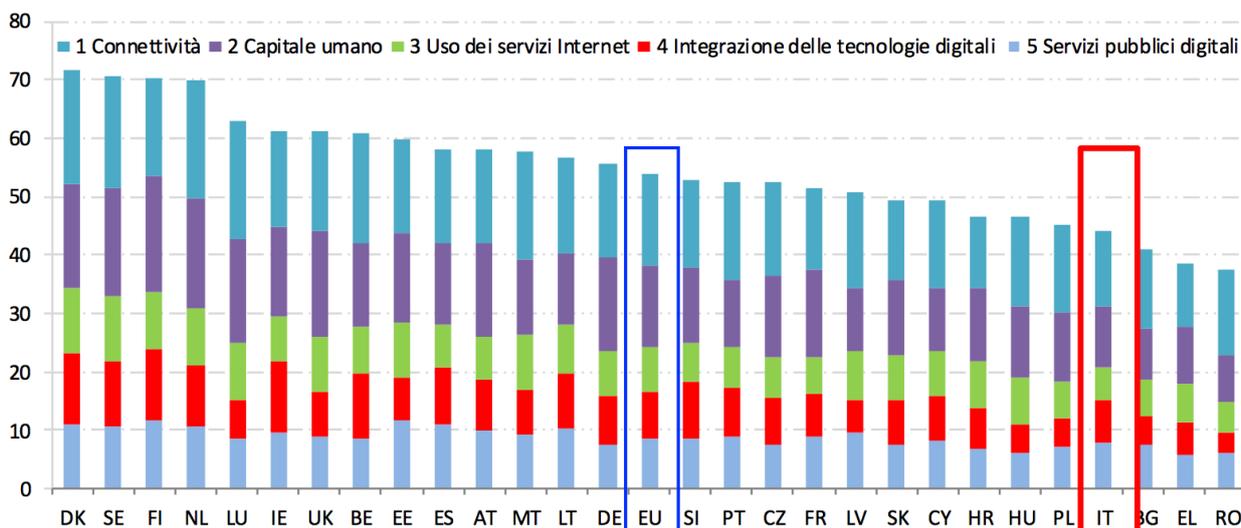
- Istituzione di una piattaforma europea per unificare le iniziative nazionali. I livelli di digitalizzazione sono molto variabili a livello intersettoriale, ma anche tra Stati, all'interno degli stessi e per differenti dimensioni aziendali; per assicurare una convergenza e generare massa critica nell'adozione digitale, le iniziative nazionali sono coordinate a livello europeo.
- Diffondere l'innovazione digitale attraverso i *digital innovation hub*. Queste strutture, attive anche in Italia, assicurano che ogni impresa possa cogliere le opportunità connesse alla quarta Rivoluzione industriale, attraverso accesso a tecnologie e competenze, consulenza per gli investimenti e creazione di un *network* per l'innovazione.
- Rafforzare la competitività attraverso alleanze e piattaforme industriali. Molti prodotti innovativi combinano una serie di tecnologie 4.0: per realizzarli, è necessario sia padroneggiare i singoli fattori abilitanti, sia possedere i mezzi per integrarli nel *business*. L'Unione Europea favorisce l'applicazione delle tecnologie nel mondo reale attraverso piattaforme industriali e il supporto a *partnership* miste (pubblico-private) per lo sviluppo tecnologico.
- Creare un impianto normativo per l'era digitale. Le iniziative principali riguardano il tema della *cybersecurity* e la circolazione dei dati. Nel primo caso, la regolamentazione agisce sulla prevenzione del rischio (attraverso un sistema che certifichi la sicurezza digitale di un prodotto o servizio) e contrastando frodi e possibili attacchi su larga scala; nel caso dei dati, l'obiettivo è assicurare una circolazione più libera rendendo le regole sull'archiviazione e il trattamento di informazioni non sensibili.
- Preparare i cittadini europei al futuro digitale. L'adattamento della forza lavoro alle competenze necessarie per il futuro avviene soprattutto a livello nazionale, ma l'Unione Europea contribuisce con programmi complementari, come la *Digital skill and jobs Coalition*, che unisce Stati Membri, attori aziendali, organizzazioni non-profit ed educatori

---

<sup>112</sup> Commissione Europea (2018)

nell'organizzare eventi di formazione, tirocini, certificazioni sulle competenze.

Nonostante le iniziative europee siano inclusive e dirette a molteplici attori, esistono ancora molte differenze nello stato della digitalizzazione tra i vari Paesi Membri; uno tra gli indicatori sintetici maggiormente conosciuti è il DESI (*Digital Economy and Society Index*), calcolato annualmente per ogni Stato dell'Unione Europea in base a cinque fattori: *connettività, capitale umano, uso dei servizi Internet, integrazione delle tecnologie digitali, servizi pubblici digitali*<sup>113</sup>.



**FIGURA 3.11: Indice DESI 2018**  
Fonte: Commissione Europea (2018)

La FIGURA 3.11 mette a confronto i valori ottenuti dai 28 Stati Membri dell'Unione Europea (UE): l'Italia (riquadro in rosso) occupa la quartultima posizione, decisamente lontana dai Paesi *leader* (Danimarca, Svezia, Finlandia ed Olanda) ma anche dalla media UE (riquadro in blu).

Per quanto riguarda la connettività, si registra un miglioramento rispetto al 2017 nella copertura e nella diffusione dei servizi di banda larga veloce, ma comunque al di sotto delle percentuali europee; le iniziative per il miglioramento sono comunque rilevanti, con investimenti pubblici e privati per la banda ultra-larga e test effettuati per le nuove tecnologie 5G.

Le competenze del capitale umano e l'utilizzo dei servizi Internet rappresentano le aree di maggiore debolezza del sistema italiano: solo il 69% degli abitanti utilizza Internet, a fronte di una media europea dell'81%; inoltre, tra tutti gli utilizzatori, sono ancora poco diffusi servizi come banche *online*, videochiamate e acquisti in *e-commerce*.

Integrazione delle tecnologie digitali e servizi pubblici digitali sono invece le categorie in cui il *gap* con la media UE è più ridotto, grazie soprattutto al complesso di misure previste dal Piano Nazionale Impresa 4.0.

<sup>113</sup> DESI (2018)

### 3.5 Conclusioni

Le condizioni del tessuto industriale italiano pongono il Paese in una posizione di ritardo, dovuta a problemi strutturali debolmente affrontati dalle politiche industriali nel corso dei decenni, e ad effetti congiunturali legati, più recentemente, alle crisi che hanno colpito tutto il mondo e l'Italia in particolare. Nonostante l'economia nazionale stia lentamente riprendendo il percorso di crescita, la competitività sul medio e lungo termine dipende fortemente dalla capacità di accogliere il rinnovamento del paradigma tecnologico: per risolvere i problemi strutturali di produttività del lavoro e contestualmente proiettare il panorama industriale verso le tecnologie del futuro, il Governo ha lanciato, a partire dal 2016, un programma di incentivazione agli investimenti e di agevolazione dell'accesso al credito, attualmente denominato Piano Nazionale Impresa 4.0.

I dati relativi ai primi due anni di attività del Piano mostrano che le imprese 4.0 registrano, rispetto alle tradizionali, livelli più elevati di produttività e redditività; inoltre, le misure di incentivazione previste (su tutte l'iper-ammortamento, la Nuova Sabatini ed il Credito d'imposta in R&S) hanno riscontrato risultati soddisfacenti. L'obiettivo del Piano per i prossimi anni è quello di agire anche sull'altra direttrice chiave individuata dalla X Commissione "attività produttive" della Camera dei Deputati (2016), ovvero lo sviluppo delle competenze: il tema è di rilevanza primaria e ritenuto fondamentale da numerosi studi che mettono in luce il rischio di sostituzione per gli occupati in professioni più routinarie (Frey e Osborne, 2016; Boston Consulting Group, 2015; Arntz et al., 2016; The European House – Ambrosetti, 2017); la risposta del Piano Nazionale alla necessità di innalzamento del livello di competenze digitali risiede prevalentemente nella previsione di un Credito d'Imposta per formazione 4.0, nell'avvio dei *competence center* e nell'istituzione della figura dei *manager* per l'innovazione a partire dal 2019.

Sul piano internazionale, l'alleanza stretta con Germania e Francia per definire un *framework* unitario di sviluppo è un ulteriore passo in avanti, ma il confronto con la media europea nel grado di digitalizzazione dell'economia e della società vede l'Italia in posizione molto arretrata soprattutto per quanto riguarda il capitale umano (le competenze, per l'appunto) e la diffusione dei servizi Internet. In conclusione, si ritiene che l'Italia debba ulteriormente rafforzare i propri sforzi nel rinnovamento delle competenze in ottica 4.0, al fine di evitare il rischio di automazione per alcune professioni ma anche per dare impulso alla crescita dell'economia attraverso innovazioni che possono migliorare la competitività delle imprese; inoltre, la strada della cooperazione internazionale rappresenta un elemento che deve acquisire maggiore centralità nelle agende delle singole economie nazionali, al fine di delineare un percorso più chiaro per lo sviluppo tecnologico (la traiettoria tecnologica di cui parla Perez, 2010) ed assicurarsi che nessun Paese sia penalizzato da scelte divergenti e resti definitivamente indietro in un contesto europeo che deve necessariamente avanzare ad un'unica velocità.

## CAPITOLO 4: L'Industria 4.0 nella siderurgia e nella telematica assicurativa

### 4.1 Introduzione

I capitoli precedenti hanno preso in esame aspetti differenti di un fenomeno, come la quarta Rivoluzione industriale, che coinvolge diversi aspetti della vita economica, sociale e politica: nel capitolo 2 il *focus* è sugli aspetti legati alle tecnologie abilitanti e alla loro progressiva diffusione, che avviene in parallelo alla definizione di un paradigma tecnologico di riferimento; il capitolo 3, invece, individua le iniziative prese a livello governativo, in particolare in Italia, per risolvere i problemi strutturali dell'economia nazionale ed allo stesso tempo dare uno slancio innovativo all'attività industriale attraverso incentivi fiscali, sviluppo delle competenze e dotazione di infrastrutture tecnologiche a supporto delle imprese.

Il presente capitolo, prendendo a riferimento quanto detto precedentemente, intende fornire una prospettiva maggiormente calata sul mondo aziendale, per mettere in evidenza i percorsi effettivamente seguiti dalle imprese, i vantaggi portati dal nuovo paradigma tecnologico, le opportunità ancora inesplorate e le principali criticità affrontate nel processo di cambiamento; un aspetto rilevante del fenomeno *Industry 4.0* emerge dal fatto di poterne declinare le caratteristiche in settori molto differenti tra loro. Ad esempio, l'analisi dei *big data* è applicata per fini diversi a seconda del contesto: mentre per la siderurgia l'utilizzo di algoritmi che interpretano la correlazione tra i dati può risultare utile al miglioramento dei processi di produzione, la telematica fa dei dati l'elemento chiave del *business* e fonte di valore fornendo servizi alle compagnie assicurative.

Il primo *case study*, presentato nel paragrafo 4.2, è relativo alla siderurgia: una panoramica sulle dinamiche attuali del settore rivela la necessità delle imprese nel mondo occidentale di far fronte alla concorrenza asiatica attraverso nuovi modelli di differenziazione dell'offerta; successivamente, viene presentata la società Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni, un esempio di avanguardia nell'innovazione dei processi di produzione dell'acciaio, grazie all'adozione di tecnologie 4.0.

Il paragrafo 4.3 tratta il *case study* della telematica assicurativa, settore di servizi nato da pochi anni e presente in modo più consolidato in particolare negli Stati Uniti e in Italia. Rispetto al settore siderurgico, in questo caso il *core business* ha le sue fondamenta nei fattori abilitanti della quarta rivoluzione industriale (*Internet of Things*, sensori, *big data* etc.); a loro volta, le tecnologie abilitano nuovi modelli di *business* per il settore assicurativo, strettamente legato a quello dei *provider* di servizi telematici. Azienda *leader* a livello mondiale in questo ambito è l'italiana Octo Telematics, di cui verrà illustrato il percorso per usufruire di alcuni benefici fiscali previsti dal Piano Nazionale Impresa 4.0.

Infine, il paragrafo 4.4 riassume brevemente i principali aspetti emersi dall'analisi dei due *case study* su Thyssenkrupp AST e Octo Telematics.

## 4.2 Nuovi modelli di *business* per competere nel settore siderurgico

Il primo settore preso in esame nel capitolo è quello della siderurgia, ovvero la branca della metallurgia che si occupa della lavorazione del ferro e delle sue leghe (principalmente ghisa e acciaio), per la realizzazione di manufatti che trovano utilizzo in numerosi altri settori industriali e nella vita di tutti i giorni. I processi tecnici e le conoscenze tecnologiche relative alla trasformazione del ferro sono noti fin dalla Preistoria, e si fa risalire l'inizio dell'Età del Ferro al II Millennio a.C.; da allora, il progresso tecnologico ha affinato le modalità di produzione e, con l'avvento dell'industrializzazione e l'utilizzo sempre più diffuso dell'acciaio, la siderurgia ha assunto un ruolo centrale per lo sviluppo dell'intera industria manifatturiera, essendo fornitrice delle materie prime soprattutto per i settori delle costruzioni, della meccanica, automobilistico e degli elettrodomestici.

La classificazione ATECO (2019) adottata dall'Istat attribuisce alla siderurgia il codice 24.1, inquadrandola quindi come gruppo interno alla divisione 24 "Metallurgia": per tale settore, la TABELLA 4.1 indica le principali caratteristiche per gli anni 2013, 2014 e 2015, a confronto con i valori registrati complessivamente per la manifattura nel 2015.

<b>Indicatore</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Totale Manifattura 2015</b>
<b>Numero di imprese</b>	3.653	3.472	3.407	389.317
<b>Numero di addetti</b>	121.153	119.132	117.452	3.618.368
<b>Indice di concentrazione C5 (%)</b>	23,3	22,0	20,2	n.d.
<b>Valore aggiunto per addetto (k€)</b>	57,0	65,7	64,7	58,8
<b>Redditività lorda (%)</b>	22,1	30,9	28,6	31,3
<b>Imprese esportatrici (%)</b>	41,7	43,2	43,6	22,7
<b>Esportazioni su fatturato (%)</b>	39,2	39,5	35,9	36,7

**TABELLA 4.1: Caratteristiche del settore della metallurgia in Italia**

Fonte: ns elaborazione da Istat (2018)

I dati evidenziano come, di anno in anno, nel settore della metallurgia si assista ad un tendenziale calo del numero di imprese attive e contestuale diminuzione degli addetti occupati; inoltre, osservando l'indice C5, ottenuto sommando le quote di mercato detenute dalle cinque più grandi imprese del settore per fatturato, si assiste ad un lieve calo della concentrazione. Rispetto alla media manifatturiera, la metallurgia registra un valore aggiunto per addetto più elevato, unitamente ad una maggiore tendenza all'internazionalizzazione delle imprese (il 43,6% di esse esporta all'estero, contro una media manifatturiera del 22,7%); l'incidenza dell'*export* sul fatturato, tuttavia, ha subito un calo tra il 2014 ed il 2015, scendendo anche al di sotto del valore medio dell'industria manifatturiera. Allo stesso modo, anche la redditività lorda (misurata come rapporto percentuale tra margine operativo lordo e valore aggiunto) risulta sotto la media.

L'Istat (2018) utilizza gli ultimi due indicatori menzionati (quota di fatturato esportato e redditività lorda), insieme a competitività di costo, variazione delle esportazioni e percentuale di imprese innovatrici, per comporre un ulteriore indice, definito *Indicatore Sintetico di Competitività* (ISCo) che consente di confrontare il grado di competitività dei settori rispetto alla media manifatturiera: come si evince dalla FIGURA 4.1, la metallurgia (settore 24) si posiziona al di sotto della media italiana sia dal punto di vista statico (rilevazione dell'anno 2015), sia da quello dinamico: ciò indica come il settore, unitamente ad altre industrie tradizionali quali il legno (16), la stampa (18) e il petrolifero (19), abbia perso significativamente competitività dal 2008 al 2015. L'Istat (2018) sottolinea anche che, ad eccezione della quota di esportazioni sul fatturato in linea con la media, in tutte le altre componenti dell'ISCo la metallurgia è al di sotto della soglia totale.



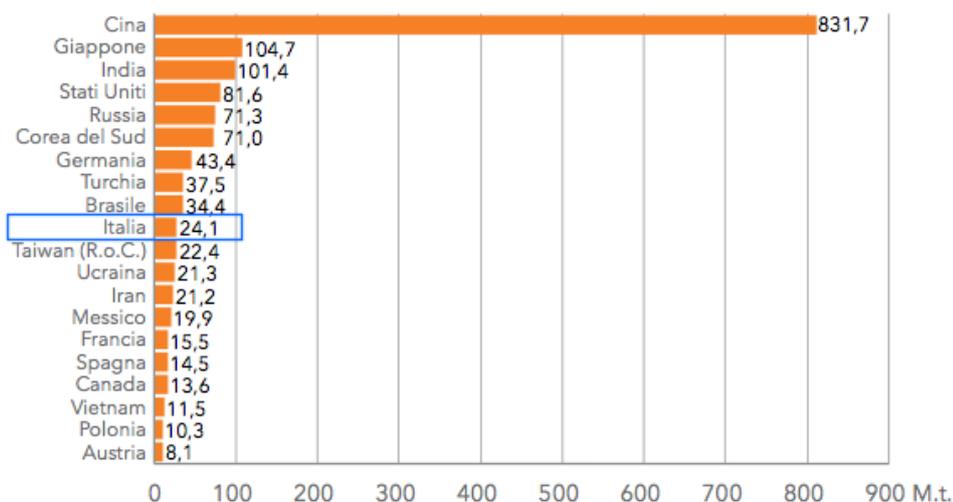
10=Alimentari; 11= Bevande; 13=Tessile; 14=Abbigliamento; 15=Pelli; 16=Legno; 17=Carta; 18=Stampa; 19=Coke e petroliferi; 20=Chimica; 21=Farmaceutica; 22=Gomma e plastica; 23=Minerali non metalliferi; 24=Metallurgia; 25=Prodotti in metallo; 26=Elettronica; 27=Apparecchiature elettriche; 28=Maccinari; 29=Autoveicoli; 30=Altri mezzi di trasporto; 31=Mobili; 32=Altre manifatturiere; 33=Riparazione e manutenzione di macchinari e apparecchiature.

**FIGURA 4.1: Indice Sintetico di Competitività statico e dinamico**

Fonte: ns elaborazione da Istat (2018)

Un'analisi più specifica<sup>114</sup> prende in considerazione il gruppo, interno al settore 24, delle imprese siderurgiche, che si occupano della lavorazione del ferro e delle sue leghe (soprattutto l'acciaio): a livello italiano, il contesto macroeconomico dei recenti anni si è presentato favorevole, con la crescita seppur debole del PIL dopo le recessioni del 2008-2009 e 2012-2013, e la ripresa espansione della produzione industriale a partire dal 2015. A ciò si aggiungono elementi che interessano più nello specifico il settore siderurgico, e riguardano altri settori verso cui confluisce gran parte della produzione di acciaio: gli investimenti fissi lordi nel settore delle costruzioni, dopo anni di ininterrotto declino (fino a quasi -10% su base annua) dovuto alla crisi del 2008, hanno registrato un'inversione di tendenza nel 2016 (+1,6%) e 2017 (+1,4%); inoltre, nel 2017 altri settori utilizzatori di acciaio hanno registrato una crescita, addirittura superiore al +3,6% della produzione industriale nel suo complesso. Nello specifico, si tratta delle seguenti attività (Federacciai, 2018): meccanica (+6,4%), motori elettrici (+4,8%), automobili (+4,3%), prodotti in metallo (+4,6%), elettrodomestici (+6,0%), altri mezzi di trasporto (+5,7%).

La congiuntura macroeconomica favorevole, unitamente alla crescita nei settori a valle della catena del valore siderurgica, hanno contribuito a stimolare la produzione di acciaio, che nel 2017 ha raggiunto i 24,1 milioni di tonnellate, con un aumento del 3% sull'anno precedente ma comunque al di sotto dei 28,7 milioni di tonnellate del 2011. Il valore della produzione realizzata è di alto rilievo, e rende l'Italia il secondo maggior produttore nell'Unione Europea con una quota del 14,3%, dietro alla Germania (25,8%) e davanti alla Francia (9,2%); estendendo l'orizzonte di analisi a livello globale (FIGURA 4.2), il panorama del settore risulta differente e vede l'Italia al decimo posto, mentre la prima posizione è occupata in modo incontrastato dalla Cina, la quale da sola realizza il 49,2% della produzione mondiale.



**FIGURA 4.2: Primi venti Paesi per produzione di acciaio**

Fonte: Federacciai (2018)

<sup>114</sup> Federacciai (2018)

I dati finora riportati evidenziano che il settore siderurgico è di fondamentale importanza per le economie di tutto il mondo, essendo alla base della catena del valore di numerosi settori. La recessione economica iniziata nel 2008, tuttavia, ha indebolito le imprese produttrici di acciaio ed ha portato, in Paesi come l'Italia, ad una perdita di competitività nel panorama manifatturiero. A ciò si aggiunge la presenza dominante della Cina, che da economia emergente si è rapidamente realizzata come potenza mondiale e, per quanto riguarda il settore preso in esame, polarizza gran parte del mercato globale con la metà della produzione realizzata. La presenza di un *player* che da solo riesce ad eguagliare la capacità produttiva dei comparti siderurgici di tutti gli altri Stati esercita pressioni a livello di offerta e di prezzo sul mercato dell'acciaio: la Cina ha fatto del settore siderurgico una componente basilare del suo progresso economico fin da quando è uscita dal suo iniziale stato di isolazionismo, invadendo letteralmente il mercato con prodotti economici, grazie al basso costo della manodopera ed al supporto governativo<sup>115</sup>; un altro elemento a favore del gigante asiatico consiste in norme ambientali meno stringenti (emissione di CO<sub>2</sub>), che invece regolano rigidamente l'attività delle imprese nei Paesi occidentali costringendo a costosi investimenti per la sostituzione di pratiche e processi obsoleti.

Per far fronte alle crescenti pressioni, una soluzione facile da attuare nel breve termine ma improduttiva nel tempo sarebbe quella di tagliare i costi per restare competitivi; nonostante questa logica abbia un suo valore per mantenere la sostenibilità del *business*, è necessario investire per crescere ed in particolare cercare di anticipare il cambiamento attraverso una strategia di differenziazione. In questo contesto si inseriscono le opportunità offerte dalla quarta Rivoluzione industriale, il cui paradigma tecnologico è costituito da una serie di fattori abilitanti che possono aiutare le imprese a sviluppare nuove competenze, e da esse generare maggior valore per i clienti posizionandosi su un altro piano rispetto alla concorrenza *low-cost* della Cina e di altri Paesi emergenti. Le tre principali strategie individuate da PWC (2017) sono:

1. Innovatore focalizzato sul consumatore. L'obiettivo di queste imprese è di trarre spunto per il cambiamento dalla loro conoscenza dei clienti, che rappresentano la categoria più influente tra i portatori di interessi nelle strategie aziendali; attraverso l'innovazione dei prodotti e processi, e con la specializzazione verso servizi per il soddisfacimento della clientela, le imprese siderurgiche possono rendere più flessibile la propria produzione in modo da allineare l'offerta alle mutevoli preferenze. Per realizzare ciò, a livello organizzativo serve un forte canale di comunicazione tra produzione e vendite, oltre ad un dipartimento di ricerca e sviluppo inter-funzionale che sappia agilmente adattarsi alle condizioni normative e di mercato.

---

<sup>115</sup> PricewaterhouseCoopers (PWC, 2017)

2. Esperto della catena logistica. Le imprese generano valore offrendo flessibilità nei tempi di consegna e nella dimensione degli ordini, attraverso un ottimale utilizzo della *supply chain*: requisiti fondamentali per la gestione della logistica sono la completa supervisione su materie prime, magazzino, scadenze fissate dai clienti, trasporto e modalità di distribuzione. Gestire la *supply chain* in modo ottimale significa riuscire a ricavarne efficienza di costo, economie di scala, massimizzazione dei margini e capacità di prevedere la domanda; le tecnologie dell'*Industry 4.0*, in questo senso, agiscono da abilitatori: l'analisi dei dati, l'automazione del lavoro e i sistemi di calcolo basati sul *cloud* danno una visione completa e approfondita dei processi logistici.
3. *Leader* di costo. Le aziende possono rendersi competitive offrendo prodotti base a prezzo ridotto, puntando a quote di mercato elevate e massima utilizzazione della capacità produttiva. L'efficienza di costo può essere più facilmente raggiunta producendo in Paesi con un basso costo della manodopera e regolamentazione flessibile; inoltre, è opportuno disinvestire ed esternalizzare le attività meno essenziali, focalizzandosi invece su quelle *core* (competenze, tecnologia, processi).

La strategia effettivamente adottata dalle singole imprese è frequentemente una combinazione dei tre approcci sopra descritti; le tecnologie 4.0 si inseriscono trasversalmente, grazie alla capacità potenziale di cambiare il modo di fare impresa.

A proposito di ciò, uno studio orientato ad indagare le attività avviate e le aspettative circa la quarta Rivoluzione industriale nel settore siderurgico<sup>116</sup> ha rilevato che a livello europeo un vasto numero di attori si è mobilitato verso la digitalizzazione: in particolare, tra le varie forme di finanziamento a progetti innovativi, quella più rilevante per il settore è il *Research Fund for Coal and Steel* (RFCS)<sup>117</sup>. Il Fondo supporta progetti in ricerca e sviluppo nei settori dell'acciaio e del carbone, mettendo a disposizione annualmente circa 40 milioni di Euro per università, centri di ricerca e aziende; tra il 2013 ed il 2017 sono stati finanziati 145 progetti, e tra di essi un numero stimato tra i 30 e i 50 progetti ha come *focus* principale temi di Industria 4.0, soprattutto legati all'automazione attraverso sensori e controllo *data-driven* (Fraunhofer ISI, 2018). Le principali aspettative per gli sviluppi futuri del paradigma 4.0 nel settore siderurgico riguardano la possibilità di migliorare l'efficienza operativa e di sviluppare nuovi modelli di *business*; nel dominio tecnico/tecnologico si stima che gli effetti più rilevanti potranno riguardare le fasi produttive più a valle (laminazione, rivestimento, finitura), mentre sul versante organizzativo sarà l'interazione con i clienti ad essere maggiormente interessata.

---

<sup>116</sup> Fraunhofer ISI (2018)

<sup>117</sup> Commissione Europea (2019)

Per quanto concerne l'approccio agli investimenti in Italia, la metallurgia nel suo complesso rientra nell'ambito di applicazione del Piano Nazionale Impresa 4.0: da una recente indagine intersettoriale<sup>118</sup> emerge che i settori della manifattura italiana sono caratterizzati da differente rilevanza percepita degli incentivi. In particolare, poco meno del 70% delle imprese metallurgiche esprime opinioni favorevoli verso le misure di *policy*, occupando l'undicesimo posto in classifica su 23 settori presi in considerazione; tra gli incentivi più diffusi, quello ritenuto migliore per la metallurgia è il super ammortamento, seguito da iper ammortamento, credito d'imposta in ricerca e sviluppo e Nuova Sabatini.

Per entrare più a fondo nella realtà del settore, successivamente è stato preso in esame l'approccio ad *Industry 4.0* da parte di una realtà aziendale di grande rilevanza storica ed economica a livello italiano: Acciai Speciali Terni, dal 1994 facente parte del gruppo multinazionale tedesco Thyssenkrupp, uno dei più grandi *player* a livello mondiale.

#### 4.2.1 Tecnologie abilitanti 4.0 in Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni

La *Società degli Alti Forni, Fonderie ed Acciaierie di Terni*<sup>119</sup> nasce nel 1884 grazie all'iniziativa di un gruppo di grandi industriali dell'epoca, con l'obiettivo di dotare l'Italia recentemente unificata di un impianto siderurgico che potesse alimentare la richiesta di acciaio destinato alla realizzazione di materiale bellico: il primo e significativo aumento della produzione si ebbe proprio a ridosso dei due conflitti mondiali, quando l'acciaio serviva a produrre armamenti e soprattutto corazzate per navi da guerra. Dal secondo dopoguerra in poi, l'azienda ha vissuto una necessaria riconversione della produzione verso usi civili, specializzandosi nel corso degli anni in acciai inossidabili, laminati piani, tubi e fucinati. Dopo diversi cambi nella denominazione e nella compagine azionaria, l'azienda ha visto dal 1994 l'ingresso nella società del gruppo tedesco Krupp il quale, dopo la fusione con Thyssen (con la nascita del gruppo Thyssenkrupp), ha acquisito l'intera proprietà nel 2001: attualmente, la società si chiama Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni (TK-AST)<sup>120</sup>.

Dal punto di vista economico-finanziario, la società ha attraversato un periodo di difficoltà che è coinciso con momenti di recessione nella produzione industriale di tutto il settore manifatturiero, in particolare nel periodo 2011-2015; come mostra la FIGURA 4.3, tuttavia, a partire dal 2016 l'azienda ha progressivamente migliorato le proprie *performance*, evidenziate attraverso i principali indicatori di redditività: i ricavi delle vendite nel 2017 (milioni di Euro, asse sx) sono inferiori ai livelli del 2013 ma in aumento rispetto all'anno precedente; sull'asse destro sono riportate invece le informazioni più direttamente connesse allo stato di salute dell'impresa in termini di

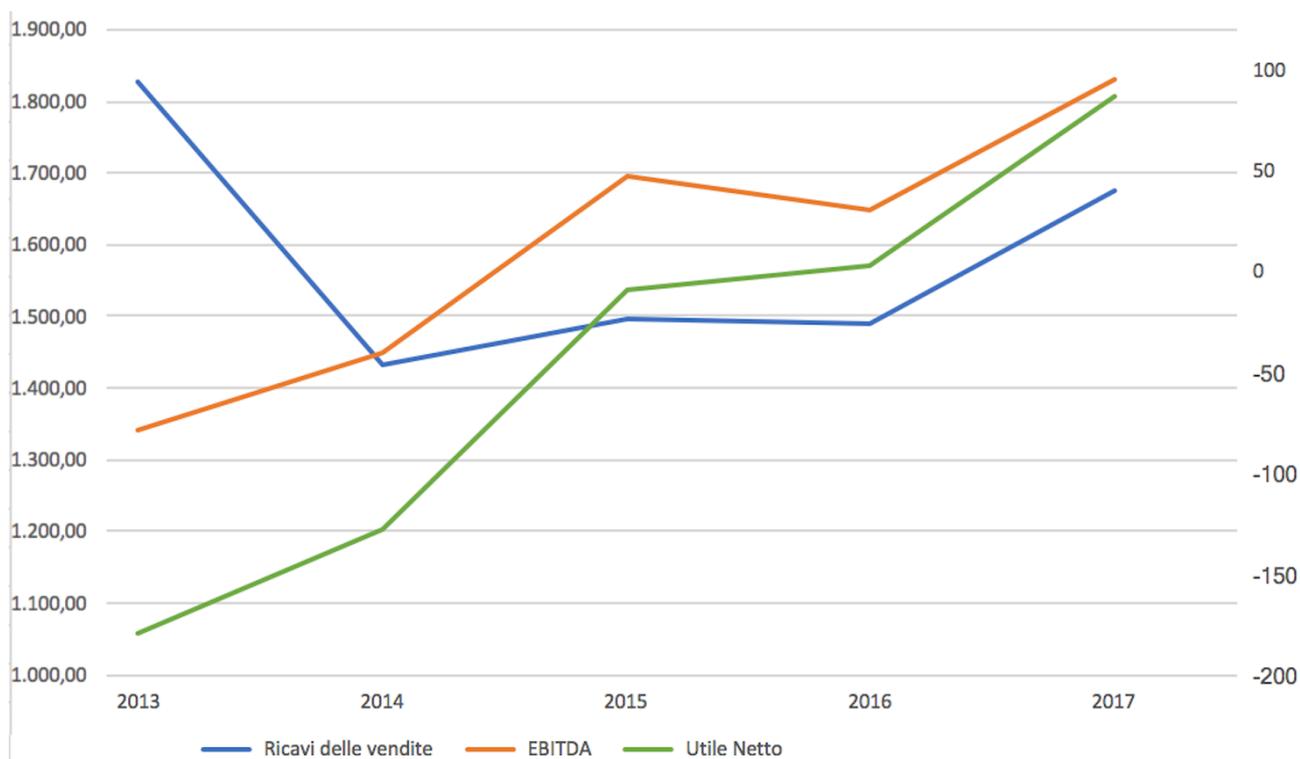
---

<sup>118</sup> Istat (2018)

<sup>119</sup> Archivio Storico AST (2017)

<sup>120</sup> [www.acciaiterni.it/chi-siamo/storia/](http://www.acciaiterni.it/chi-siamo/storia/) (2018)

profittabilità, con un EBITDA (*Earnings Before Interests, Taxes, Depreciation & Amortization*) positivo a partire dal 2015, ed un utile netto di 3 milioni di Euro nel 2016 dopo anni di perdite, e salito ad 87 milioni di Euro nel 2017<sup>121</sup>.



**FIGURA 4.3: Indicatori di redditività di TK-AST (dati in milioni di Euro)**

Fonte: Bureau Van Dijk - banca dati AIDA (2019)

Il ritorno agli utili può essere considerato la positiva conseguenza economica di un preciso indirizzo strategico che può essere identificato come combinazione delle prime due strategie individuate da PWC (2017) e precedentemente descritte (innovatore focalizzato sul consumatore ed esperto della catena logistica). Per quanto riguarda la prima, la concorrenza delle economie asiatiche non viene affrontata competendo sul prezzo, ma “*La vera soluzione è nella qualità e nella flessibilità [...] dare al cliente ciò di cui ha bisogno nel minor tempo possibile e nella esatta quantità di cui ha bisogno*”<sup>122</sup>, come afferma l’Amministratore Delegato Massimiliano Burelli. La gestione ottimale della catena logistica è alla base di un’offerta flessibile ed adattabile ai bisogni del cliente, ed è abilitata attraverso approcci di *lean management* (aumentare l’efficienza attraverso il miglioramento continuo), formazione su competenze di *problem solving* e adottando principi e tecnologie dell’Industria 4.0<sup>123</sup>. Relativamente al contesto 4.0, è necessario sottolineare che l’appartenenza ad un gruppo fortemente strutturato agevola prima di tutto la diffusione di una cultura innovativa, e successivamente garantisce la possibilità di operare all’interno di un *network* coordinato a livello globale: basti pensare, infatti, che in Germania il gruppo Thyssenkrupp AG fa parte del gruppo di

<sup>121</sup> Bureau Van Dijk - banca dati AIDA (2019)

<sup>122</sup> Carli (2016)

<sup>123</sup> De’ Francesco (2018)

imprese che attivamente supporta lo sviluppo di *Plattform Industrie 4.0* e dialoga con istituzioni, ambito scientifico, associazioni e sindacati. In particolare, l'idea di quarta Rivoluzione industriale è implementata dal gruppo sperimentando soluzioni innovative in alcuni impianti, tra cui<sup>124</sup>:

- la creazione di un *network* digitale, in un sito produttivo tedesco, che connette fornitore e clienti e permette al primo di rispondere flessibilmente alle diverse richieste dei secondi;
- l'implementazione, in un impianto ad *Ilseburg* (Germania) di un sistema *cyber*-fisico che consente il dialogo tra il prodotto (alberi a camme) e i macchinari, in modo da conoscere in ogni istante lo stato di avanzamento della produzione e degli ordini da parte dei clienti;
- l'utilizzo della *big data analysis* per la manutenzione predittiva nella divisione che produce ascensori, rilevando così eventuali malfunzionamenti in modo istantaneo;
- la progettazione di intere linee di produzione per il settore *automotive* costituite da *robot* e testate attraverso simulazioni 3D ancor prima di essere avviate;
- il progressivo miglioramento sul tema della sicurezza e rapidità dello scambio di informazioni, sia internamente che tra aziende.

Anche nella filiale di Terni sono state adottate diverse soluzioni relative al paradigma 4.0; in proposito, il Dott. Giacomo Disarò, Direttore *Innovation, Quality & Process Engineering, Project Management* presso TK-AST, ha gentilmente rilasciato delle dichiarazioni che hanno consentito di individuare le principali iniziative intraprese dall'azienda e le motivazioni strategiche alla base del percorso strategico: la premessa fondamentale fatta dal Dott. Disarò è che *“la produzione dell'acciaio era già tecnologicamente avanzata 10-15 anni fa in ambito 4.0, pertanto il settore può essere considerato un front runner nell'Industria 4.0: basti pensare che i principali Original Equipment Manufacturers siderurgici europei già 20 anni fa vendevano impianti molto avanzati alle imprese Cinesi che volevano acquisire capacità produttiva e competenze ma all'epoca erano ancora arretrate”*.

Appurato che la complessità e pericolosità proprie dell'attività di lavorazione dell'acciaio impongono da anni l'utilizzo di sensori, *robot* e automazione all'interno degli impianti per rendere più agevoli, efficienti e sicuri i processi, i principali ambiti in cui TK-AST utilizza i concetti di Industria 4.0 per progredire ulteriormente sono:

- robotica non convenzionale: come detto, le operazioni necessarie alla produzione sono potenzialmente gravose per le persone (ad esempio, lo spostamento di oggetti pesanti, lo svolgimento del lavoro in ambiente pericoloso). Si utilizzano, pertanto, *robot* antropomorfi in grado di aiutare l'essere umano nello svolgimento del lavoro. Il più grande problema relativo a questo tipo di robot, capaci di reagire a cambiamenti del contesto lavorativo spostando ad

---

<sup>124</sup> [www.thyssenkrupp.com](http://www.thyssenkrupp.com) (2019)

esempio il proprio raggio d'azione, è che cambiando attività non funzionano bene ed è difficile farli lavorare in modo più intelligente e soprattutto preciso. La massima precisione che attualmente si può raggiungere è nell'ordine di  $\pm 10$  centimetri, non ancora sufficienti per lavori estremamente delicati e con basso margine di errore. In ogni caso, il progresso tecnologico fa sì che il loro prezzo sia in diminuzione e la flessibilità in costante aumento. Importante è altresì il tema dell'interazione tra *robot* e uomo, in cui il primo diventa semi-intelligente e capisce cosa deve fare, ed il secondo ha il compito di gestirlo<sup>125</sup>.

- Linee di produzione virtuali, visibili su computer. La virtualizzazione consiste nel simulare le caratteristiche del prodotto (o del processo) attraverso un modello informatico che rappresenta la linea produttiva e quindi dà la possibilità di avere massima visibilità su ogni aspetto della stessa. Ad esempio, l'acciaio viene prodotto con un'iniziale colata e poi successivamente lavorato fino a ridurne lo spessore ed infine in bobine definite *coil*: i *coil* subiscono poi ulteriori trattamenti attraverso un processo continuo per cui passano attraverso forni, tunnel di decapaggio e vasche con bagno acido; l'intera sequenza è virtualizzata ricostruendo attraverso il computer tutte le misure e le varie fasi. Questo serve prevalentemente per lo sviluppo del prodotto, il *troubleshooting* qualitativo, per apportare cambiamenti ai processi o per facilitare le operazioni di manutenzione attraverso una mappa computerizzata.
- *Big data*: quella siderurgica è un'industria di processo (in cui l'innovazione è indirizzata prevalentemente al miglioramento dei processi di produzione), si gestiscono grandi quantità di dati e, nel caso di TK-AST, ogni giorno vengono realizzate circa 300 tonnellate di acciaio. I dati possono offrire grandi opportunità di miglioramento, ma allo stato attuale sono ancora poco utilizzati in proporzione alle quantità che vengono generate. Il *focus* è sull'implementazione di progetti di *machine learning*, con l'aiuto di specialisti di metallurgia ed ingegneria. L'utilità del *machine learning* sta nel fatto che attraverso algoritmi è possibile analizzare rapidamente molti dati, trovando eventuali variabili correlate che l'uomo da solo non sarebbe in grado di individuare, data la complessità di calcolo. Oltre alla correlazione, le macchine basate su algoritmi intelligenti sono in grado di creare modelli in automatico per adattare i processi: questo elemento è propedeutico all'introduzione dell'intelligenza artificiale (AI, *artificial intelligence*) nell'impianto. In futuro, gli impianti guidati dall'AI saranno in grado di comprendere autonomamente i problemi e reagire. Ad esempio, se un sensore rileva che l'acqua utilizzata nella fase di raffreddamento dell'acciaio è troppo calda, il sistema adegua la temperatura in automatico.

---

<sup>125</sup> Rosati (2017)

Oltre a sottolineare l'importanza dei singoli fattori tecnologici nel lancio di nuovi progetti, il dott. Disarò ritiene fondamentale fare in modo che le tecnologie abilitanti non siano prese in considerazione come *silos* separati, ma sfruttare e sviluppate in modo sinergico, in modo da sbloccare tutto il potenziale innovativo.

In conclusione, il *case study* relativo al settore siderurgico ed in particolare a TK-AST mette in risalto un aspetto della quarta Rivoluzione industriale che potrebbe non apparire immediato: anche in industrie di base ed aziende operanti da più di 130 anni, il paradigma tecnologico 4.0 può essere adottato al meglio e può rappresentare un'opportunità innovativa utile, nel caso delle economie avanzate occidentali, anche ad affrontare la competizione *low-cost* proveniente dai Paesi asiatici; l'utilizzo delle nuove tecnologie è in grado di apportare miglioramenti sia sul versante operativo (cooperazione uomo-macchina, supervisione della produzione, prevenzione degli errori) sia su quello strategico (nuove opportunità per differenziare la propria offerta e generare vantaggio competitivo, possibilità di rendere il modello di *business* più flessibile). Combinando al meglio gli interventi sui due versanti, inoltre, si dimostra nel caso di TK-AST la possibilità di ottenere soddisfacenti risultati in termini di redditività e competitività.

#### **4.3 Telematica assicurativa: un settore basato sulle tecnologie abilitanti 4.0**

Con il termine *telematica* si intende “*l'insieme delle soluzioni tecniche e metodologiche adottate per permettere l'elaborazione a distanza di dati ovvero per far comunicare applicazioni residenti in sistemi di elaborazione remoti e collegati tra loro*”<sup>126</sup>: le tecnologie comprese in questo ambito di attività sono varie e riguardano l'ambito delle telecomunicazioni, *device* interconnessi (concetto che rimanda all'*Internet of Things*), l'elaborazione ed analisi di grandi quantità di dati e l'utilizzo di sensori. Il campo di applicazione più diffuso e sviluppato al momento è quello relativo ai veicoli, in quanto la disponibilità di informazioni circa la circolazione su strada (condotta di guida, frequenza di utilizzo, condizioni ambientali, dinamica dei sinistri etc.) può favorire la messa in atto di misure per aumentare la sicurezza, l'impatto ambientale, i costi connessi alla guida. Quest'ultimo aspetto è particolarmente rilevante dal punto di vista economico, pertanto si parla di telematica assicurativa per identificare l'utilizzo delle tecnologie sopra menzionate nell'ambito assicurativo, per far sì che la copertura dei rischi sia gestita in modo ottimale: il principio tradizionale su cui si basa il calcolo del premio assicurativo, infatti, è quello della classificazione dell'assicurato in una particolare classe di rischio che dipende da variabili quali gli anni di esperienza alla guida, lo storico dei sinistri, il tipo di automobile guidata, la stima della distanza percorsa annualmente e la città di residenza<sup>127</sup>. Il vantaggio principale dell'utilizzo di tecnologie telematiche sta nella possibilità di ottenere dati circa

---

<sup>126</sup> Treccani (2019)

<sup>127</sup> Yao (2018)

le effettive condizioni di guida e di determinare con estrema precisione il livello di rischio in cui incorre il singolo assicurato.

Inoltre, la possibilità di controllare in ogni istante il comportamento al volante può fungere da deterrente verso condotte rischiose e favorire la diminuzione di incidenti, che a livello globale causano ogni anno circa 1,3 milioni di decessi e comportano un costo economico per le singole nazioni fino al 2% del loro PIL<sup>128</sup>. Il settore assicurativo, viste le opportunità che sorgono dall'utilizzo della tecnologia 4.0 per la corretta determinazione del rischio, sta progressivamente passando da sistemi tradizionali basati su calcoli statistici ed attuariali a modelli basati sui dati, che non solo possono essere convertiti in informazioni più puntuali, ma possono anche dare maggiore evidenza a relazioni di causalità tra fattori precedentemente non presi in considerazione; dal punto di vista del modello di *business*, l'adozione della telematica si traduce per le compagnie assicurative in operazioni più efficienti ed opportunità di monetizzazione, mentre per i sottoscrittori di polizze comporta benefici in termini di risparmio sul premio, flessibilità, maggiore scelta tra prodotti assicurativi. Il concetto di copertura del rischio alla guida utilizzando dati ottenuti con la telematica è espresso con il termine *Usage Based Insurance* (UBI)<sup>129</sup>, che comprende l'insieme delle tecnologie e metodologie di determinazione dei premi assicurativi in base all'utilizzo effettivo del veicolo. I modelli di *pricing* attualmente più diffusi per polizze UBI sono (EY, 2016):

- *Pay How You Drive* (PHYD), che tiene conto di fattori relativi alla condotta di guida (frenate o accelerazioni brusche, sterzate, velocità), a cui vengono associati diversi gradi di rischio;
- *Pay As You Drive* (PAYD), legato principalmente all'effettiva distanza percorsa e non a caratteristiche comportamentali.

Per le compagnie assicurative, pertanto, la telematica ed altre tecnologie abilitate dalla Rivoluzione 4.0 rappresentano un'opportunità per generare nuovo valore, ma allo stesso tempo una sfida a non restare indietro; in proposito, si parla di *disruption* digitale del settore che coinvolge molteplici aspetti della catena del valore<sup>130</sup>:

- i prodotti tendono a diventare più personalizzati e risentono dei cambiamenti portati da veicoli a guida autonoma, rischi legati alla sicurezza informatica, forme di *sharing economy* che ne cambiano la natura stessa;
- il marketing fa crescente affidamento su canali digitali, soprattutto *mobile*, in grado di comunicare messaggi personalizzati;
- nella fase di sottoscrizione delle polizze, la disponibilità di dati permette di prendere in considerazione altri fattori, come il comportamento, e rendere le analisi più accurate;

---

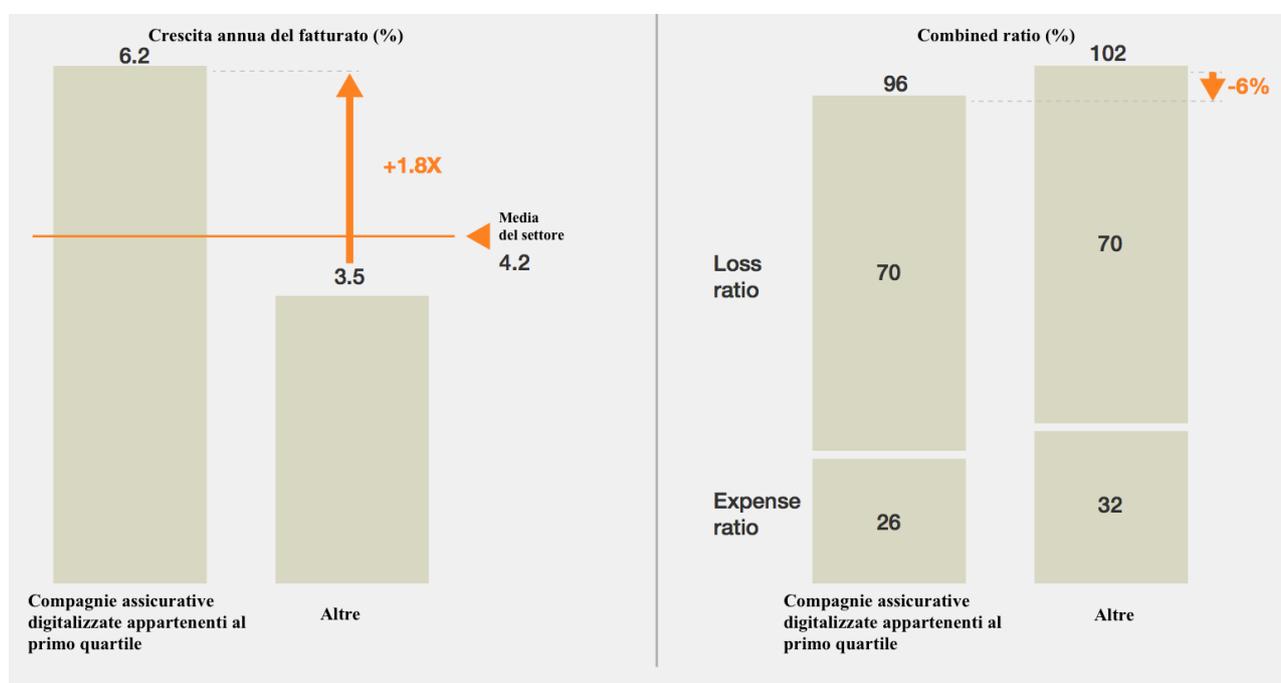
<sup>128</sup> Ernst & Young (EY, 2016)

<sup>129</sup> Covisint (2017)

<sup>130</sup> McKinsey (2016)

- aumenta la frequenza di polizze distribuite attraverso canali digitali, per intercettare le nuove preferenze dei consumatori;
- il processo di gestione del risarcimento è più semplice, snello e rapido grazie alla possibilità, in alcuni casi, di determinare autonomamente la stima dei danni. Inoltre, i dati telematici migliorano la capacità degli assicuratori di scoprire tentativi di frode;
- l'interazione tra cliente e impresa assicuratrice avviene su canali digitali, attraverso molteplici dispositivi ed in qualsiasi momento.

Il digitale coinvolge sempre maggiormente il *business* assicurativo, e per le imprese che meglio interpretano i cambiamenti in atto nascono opportunità di generare valore e superare le *performance* medie del settore, come mostra la FIGURA 4.4, relativa al mercato del Nord America per quanto riguarda le polizze nei rami non-vita (veicoli, abitazioni etc.).



**FIGURA 4.4: Confronto tra migliori compagnie di assicurazione digitali e altre compagnie**  
 Fonte: ns elaborazione da McKinsey (2016)

Entrambi i grafici mettono a confronto a) le compagnie assicurative digitali appartenenti al primo quartile di tutte le imprese del Nord America per livello di digitalizzazione con b) le altre imprese assicurative. Gli istogrammi a sinistra mostrano come la crescita annua dei ricavi per gli assicuratori digitalizzati, misurata con il CAGR (*Compound Annual Growth Rate*), sia superiore di due punti percentuali alla media del settore assicurativo e quasi doppia rispetto alle imprese meno digitalizzate. Il grafico a destra fa riferimento al fatto che, oltre a maggiori ricavi, i *top performer* in ambito digitale sono in grado di ottenere maggiore profittabilità, espressa attraverso un indicatore molto usato in ambito assicurativo (il *combined ratio*, dato dalla somma di *loss ratio* ed *expense ratio*: il primo è il rapporto tra costi per risarcimento sinistri e premi totali raccolti, il secondo è il rapporto

tra spese generali e premi totali raccolti); il minore *combined ratio*, che se inferiore al 100% corrisponde ad una situazione profittevole in cui i ricavi superano le spese, è dovuto al minore *expense ratio*, quindi a risparmi di spesa grazie all'uso di tecnologie digitali.

Per analizzare il settore telematico in Italia secondo la tassonomia ATECO 2007, è necessario tenere conto del fatto che attualmente l'attività non è inquadrata all'interno di una specifica classe ad essa dedicata, ma rientra nella sezione J (*servizi di informazione e comunicazione*), classe 63.11 (*elaborazione dei dati, hosting e attività connesse*). Questa distinzione (necessaria per escludere attività quali la gestione di portali *web* o, più a monte, le agenzie di stampa) identifica i dati digitali come elemento centrale del *business* telematico. La sottostante TABELLA 4.2 riporta alcuni indicatori dimensionali, di reddito e di propensione agli investimenti per il triennio 2014-2016.

<b>ATECO 2007</b>	<b>63.11: elaborazione dei dati, hosting e attività connesse</b>		
	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>numero di imprese</b>	30.045	30.466	30.892
<b>occupati</b>	105.796	108.678	110.344
<b>marginе operativo lordo (migliaia di euro)</b>	1.614.163	1.676.089	1.644.711
<b>valore aggiunto (migliaia di euro)</b>	4.502.466	4.640.240	4.654.967
<b>valore aggiunto per addetto (migliaia di euro)</b>	42,6	42,7	42,2
<b>redditività lorda (%)</b>	35,9	36,1	35,3
<b>investimento lordo in concessioni, brevetti, licenze, marchi di fabbrica e simili (migliaia di euro)</b>	23.268	44.855	32.156
<b>investimenti in software prodotto (migliaia di euro)</b>	75.926	91.558	86.975

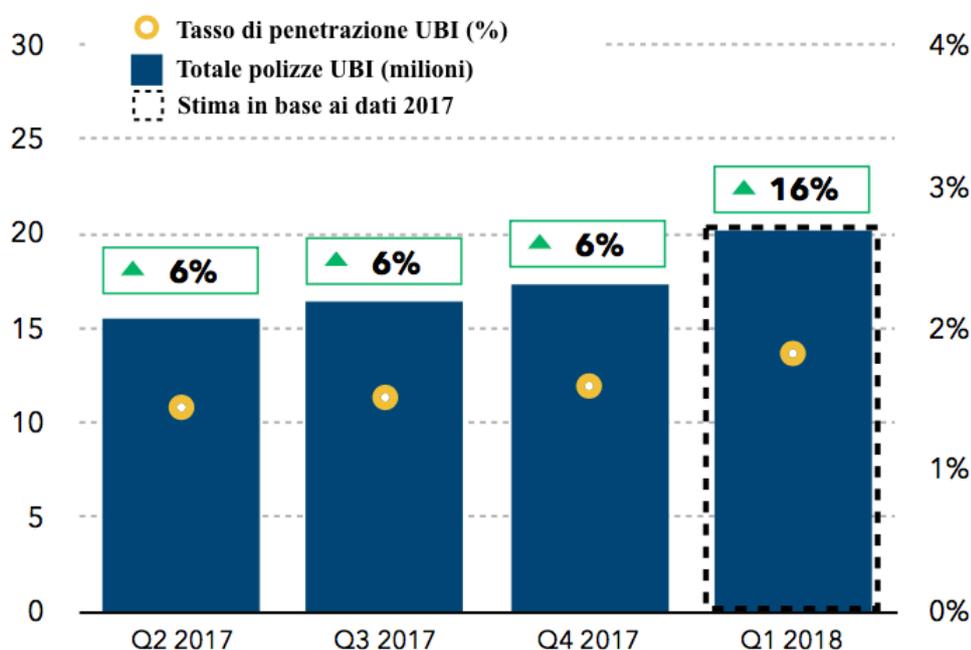
**TABELLA 4.2: Caratteristiche del settore delle attività di elaborazione dati in Italia**

Fonte: ns elaborazione da Istat (2019)

Come detto, nella classe 63.11 rientrano anche altre attività ma l'aver preso a riferimento la classificazione ATECO fino a 4 cifre costituisce un buon livello di approssimazione: tra il 2014 ed il 2016, ad un incremento netto del numero di imprese di circa 800 unità (+2,8%) è corrisposto un aumento più che proporzionale degli occupati (+4,3%); il valore aggiunto per addetto e la redditività lorda sono rimasti pressoché invariati, mentre è rilevante la crescita degli investimenti in beni immateriali (concessioni, brevetti, licenze etc.) pari a +38,2% in due anni. Ulteriori informazioni, concernenti il livello di digitalizzazione del settore 63, indicano che l'incidenza dell'uso dei *big data* è cresciuta dal 17,6% del 2016 al 21,1% del 2018: è interessante notare che l'utilizzo dei dati è

raddoppiato soprattutto nelle sue componenti più vicine all'ambito di utilizzo nella telematica (*dati derivanti da dispositivi intelligenti o sensori dal 5,7% al 10,0%; dati di geo localizzazione di dispositivi portatili dal 4,9% al 10,7%*)<sup>131</sup>.

L'impatto più evidente della digitalizzazione dei dati acquisiti in via telematica si manifesta sul mercato assicurativo, con la possibilità di personalizzare le polizze su veicoli facendo riferimento al rischio effettivo e dando vita a modelli assicurativi basati sull'utilizzo (o *Usage-Based Insurance*, UBI): i vantaggi economici ed in termini di sicurezza spingono le compagnie in varie parti del mondo ad approcciare il modello UBI, che sta registrando alti tassi di crescita in termini di diffusione delle polizze; queste ultime nel primo trimestre 2018 hanno raggiunto, a livello mondiale, una quota pari a 20,1 milioni, in aumento rispetto ai 17,3 milioni del quarto trimestre 2017<sup>132</sup>. Come mostra la FIGURA 4.5, la crescita su base trimestrale è stata pari al 16%, ma il tasso di penetrazione delle UBI è ancora inferiore al 2% del totale delle polizze stipulate.



**FIGURA 4.5: Diffusione delle polizze UBI su scala mondiale**

Fonte: ns elaborazione da Ptolemus Consulting Group (2018)

Secondo il rapporto di Ptolemus (2018), la crescita recente è spiegata soprattutto dal lancio del modello UBI sul mercato cinese a partire dal 2017, in seguito ad una riforma del settore assicurativo nazionale che ha abilitato il calcolo del premio di polizza utilizzando diversi coefficienti di aggiustamento (condotta di guida, infrazioni, risarcimenti per sinistri, canale di vendita utilizzato). Al primo trimestre 2018 risulta che il mercato UBI cinese, per quanto recentemente aperto, conta 1,8 milioni di polizze sottoscritte, posizionandosi al terzo posto a livello globale; al primo e secondo

<sup>131</sup> i.Stat (2019)

<sup>132</sup> Ptolemus Consulting Group (2018)

posto troviamo rispettivamente gli Stati Uniti (circa 9 milioni di polizze) e l'Italia (circa 6 milioni di polizze), mentre la Cina è seguita da Canada e Regno Unito, con circa un milione di polizze ciascuno. La TABELLA 4.3 riassume le principali caratteristiche dimensionali dei quattro principali mercati (la Cina non è presa in considerazione in ragione della troppo recente adozione del modello UBI).

	<b>Italia</b>	<b>Regno Unito</b>	<b>Stati Uniti</b>	<b>Canada</b>
<b>Numero di polizze UBI</b>	~ 5 milioni	~ 1,1 milioni	~ 9 milioni	~ 1,1 milioni
<b>Tasso di penetrazione del mercato</b>	~ 16%	~ 3%	~ 4%	~ 5%
<b>Tasso di crescita (1° trimestre 2018)</b>	2%	7%	7%	5%
<b>Premi generati su base annua</b>	~ 3 mld €	~ 1,1 mld €	~ 7,9 mld €	~ 0,8 mld €

**TABELLA 4.3: principali mercati per le polizze UBI**

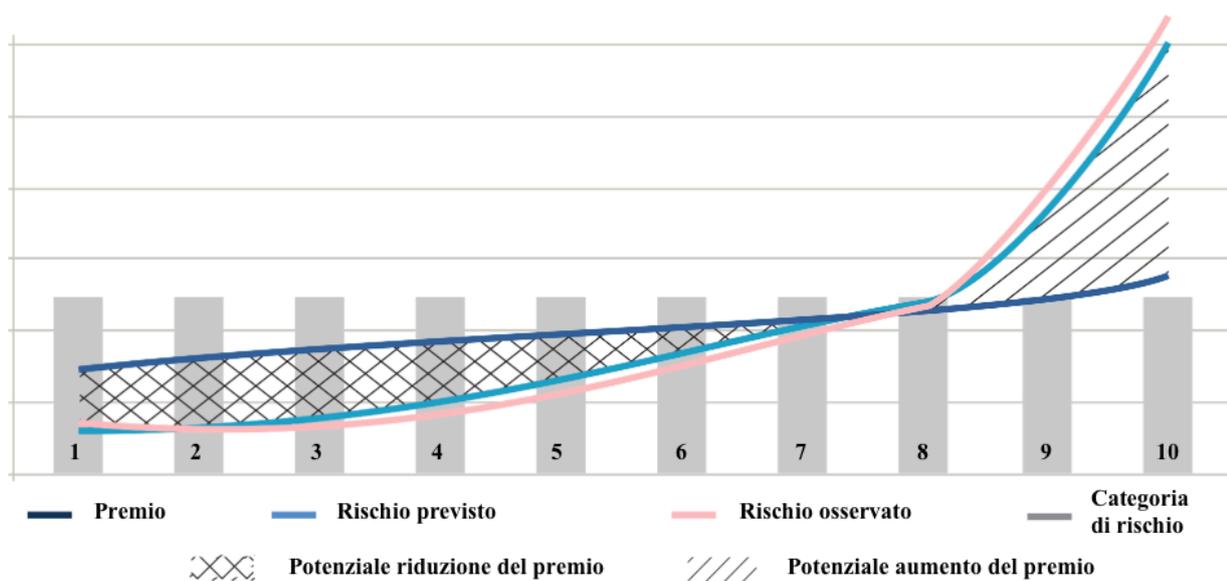
Fonte: ns elaborazione da Ptolemus Consulting Group (2018)

Dai dati emerge che gli Stati Uniti rappresentano il mercato più grande in termini di numero di polizze e premi totali raccolti, ma l'Italia fa registrare, attualmente, il tasso di penetrazione più elevato, pari al 16%; una possibile spiegazione del fenomeno sta nel fatto che il principale fornitore di servizi telematici (TSP, *Telematics Service Provider*) a livello mondiale è Octo Telematics, azienda italiana ed oggetto del *case study* di seguito presentato.

#### 4.3.1 Octo Telematics: un approccio agli incentivi fiscali del Piano Nazionale Impresa 4.0

Nell'innovativo e recentemente sviluppato contesto della telematica assicurativa, Octo Telematics si presenta come la prima società ad aver introdotto i servizi telematici nel mondo assicurativo: fondata nel 2002 dall'attuale Amministratore Delegato Fabio Sbianchi, l'azienda ha come *core business* la progettazione ed erogazione di servizi ad alto valore aggiunto alle compagnie assicurative, basandosi sui dati di guida rilevati attraverso *device* noti comunemente come "scatole nere", i quali dialogano con una piattaforma proprietaria da cui vengono offerte diverse soluzioni. Il connubio tra *device* fisici in grado di comunicare informazioni (appartenenti quindi alla sfera dell'*Internet of Things*) e piattaforma costituisce l'elemento principale di vantaggio competitivo per Octo: il *database* costruito è il più grande al mondo per quanto concerne informazioni di guida, avendo finora complessivamente analizzato "più di 228 miliardi di miglia di dati di guida e 456.000

*incidenti*”<sup>133</sup>; inoltre, l’algoritmo che elabora i grandi volumi di dati abilita la creazione di modelli assicurativi di tipo *usage-based*, che determinano il premio sulla base dell’effettiva distanza percorsa (*Pay as You Drive*) o da aspetti comportamentali (*Pay How You Drive*). Un esempio della validità degli algoritmi, attraverso cui si determina in modo molto preciso il rischio in cui incorre un guidatore, è illustrato nella sottostante FIGURA 4.6: un insieme di assicurati viene diviso in dieci gruppi di uguale numerosità in base al rischio (1 = minimo rischio; 10 = massimo rischio); la linea celeste rappresenta il rischio (inteso come porzione del premio destinata a risarcimenti danni) calcolato in modo preventivo dagli algoritmi, mentre la linea rosa mostra il rischio reale, osservato a posteriori. Il primo aspetto importante riguarda la quasi sovrapposizione tra le due linee, ad indicare l’affidabilità delle previsioni; un secondo elemento da considerare è il discostamento tra la linea celeste e quella blu, che rappresenta il premio caricato mediamente per ciascuna categoria di rischio: la differenza tra le due linee rappresenta l’opportunità per le compagnie assicurative di ottenere maggiori profitti rendendo più accurati i meccanismi di determinazione del premio, con potenziali risparmi fino al 70% per gli automobilisti più sicuri ed incrementi fino al 103% per quelli più a rischio. Correggendo le differenze, le categorie a minor rischio possono essere più facilmente fidelizzate, determinando allo stesso tempo un prezzo più adeguato per le categorie più rischiose<sup>134</sup>.



**FIGURA 4.6: Potenziale miglioramento nella determinazione dei premi assicurativi**

Fonte: ns elaborazione da Octo North America (2019)

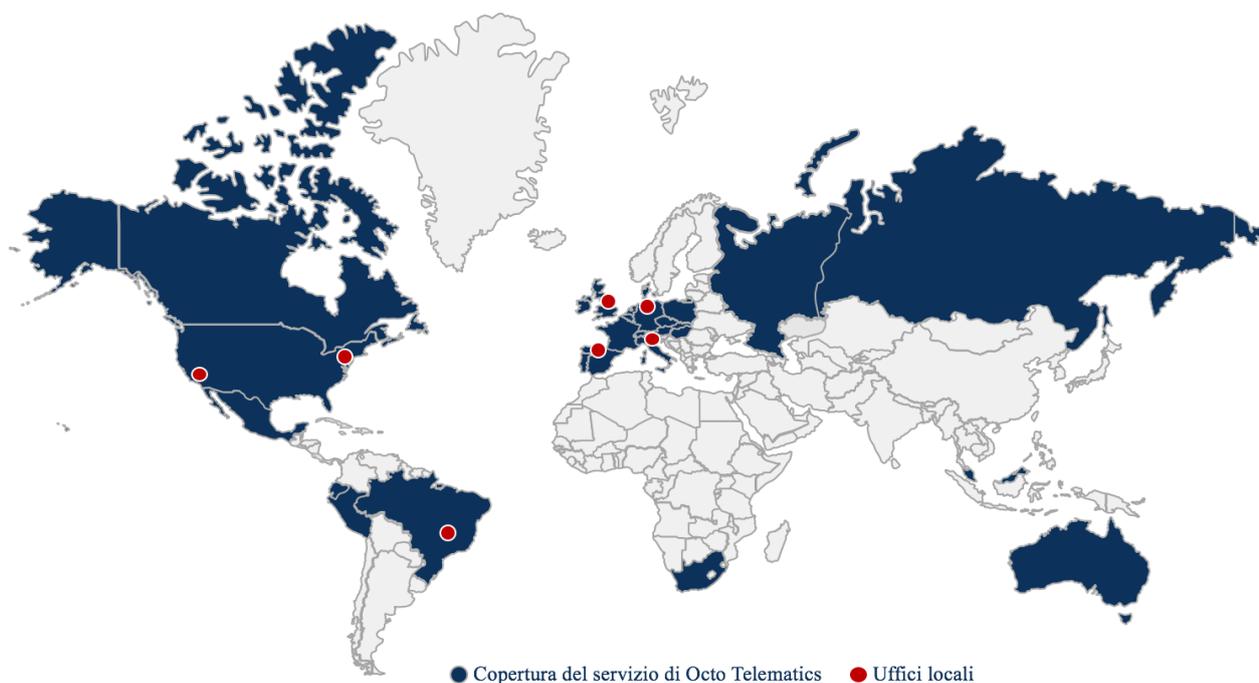
L’utilizzo combinato di tecnologie appartenenti al paradigma 4.0 (sensori, *Internet of Things*, piattaforme, algoritmi, analisi di *big data*) e la forte interconnessione con un altro settore (quello assicurativo) rendono il *business* di Octo Telematics un chiaro esempio della possibilità offerta dalla

<sup>133</sup> [www.octotelematics.it](http://www.octotelematics.it) (2019)

<sup>134</sup> Octo Telematics (2018)

quarta Rivoluzione industriale di generare nuovi modelli di *business*, come affermato nel Paragrafo 2.6<sup>135</sup>. In particolare, i servizi di telematica assicurativa possiedono caratteristiche comuni a tre dei quattro modelli presi in esame: la piattaforma, seppur non intesa come luogo di interazione non mediata tra compagnie assicurative e detentori di polizze UBI, è un elemento abilitante del *business* in quanto consente l'erogazione del servizio; la proprietà intellettuale (nel caso di Octo, l'ecosistema che consente il dialogo tra *device* e piattaforma) è l'elemento centrale che abilita la monetizzazione dei dati proprietari; i dati stessi (intesi come grandi volumi di *big data*), infine, abilitano innovativi modelli di *business* per i clienti (le assicurazioni), consentendo la monetizzazione indiretta delle informazioni con polizze *usage-based* basate su modelli di *pricing* micro-segmentato.

Le caratteristiche della tecnologia alla base del servizio telematico hanno consentito ad Octo di espandere il proprio *business* anche all'estero, e ad oggi l'azienda opera in 23 Paesi con più di 5 milioni di utenti connessi (Octo Telematics, 2019); questo si traduce in una quota di mercato globale pari al 36% delle polizze *usage-based*, che sale al 76% considerando solo l'Italia (Ptolemus, 2018). La mappa sottostante (FIGURA 4.7) mostra in blu i Paesi in cui la società è presente, ed indica attraverso pallini rossi la collocazione delle sedi.



**FIGURA 4.7: Presenza internazionale di Octo Telematics**

Fonte: Octo Telematics (2019)

La dislocazione delle sedi in Europa e Nord America fa sì che il presidio dei due macro-mercati in questione sia particolarmente solido; il fatto, inoltre, che l'*headquarter* sia in Italia offre uno spunto per indagare l'approccio della società alle misure di incentivazione previste dal Piano Nazionale Impresa 4.0. L'analisi è stata condotta con la collaborazione del Dott. Edgardo Amendola,

<sup>135</sup> McKinsey (2015)

*tax manager* presso Octo Telematics S.p.A., ed ha avuto un *focus* particolare sugli strumenti di agevolazione fiscale effettivamente adottati dalla società e sul relativo *iter* di domanda ed attivazione degli stessi; essendoci una forte componente di proprietà intellettuale alla base del *business* telematico, è emerso che le misure più utili al contesto di Octo sono state il super ammortamento, il *Patent Box* ed il Credito d'imposta per ricerca e sviluppo (R&S).

Prima di tutto, la società ha beneficiato dell'incentivo del super ammortamento, che riguardava i dispositivi telematici che la società distribuisce e utilizza a seconda del modello di business:

- in alcuni casi i device sono venduti come bene-merce, pertanto non si ha possibilità di ricorrere all'incentivo (essendo destinato ad investimenti in immobilizzazioni);
- negli altri casi, il modello di *business* principale ("*business as usual*") prevede che i beni OBU (*On-Board Unit*, unità installate a bordo dei veicoli) siano dati in comodato per fornire il servizio telematico; il beneficio pertanto può essere attivato.

Una rilevanza ancora maggiore è stata assunta, successivamente, dalle componenti immateriali del patrimonio aziendale. La consapevolezza che la società avesse i requisiti anche per il *Patent Box* e per il Credito d'imposta in R&S è risultata determinante dal punto di vista strategico: nel piano di ristrutturazione aziendale che prevedeva l'internazionalizzazione della società, la presenza degli incentivi fiscali ha inciso sulla scelta di non delocalizzare il *business*: si era costituita una *holding*, ma le opportunità offerte dal Piano Nazionale Impresa 4.0 nell'ambito della ricerca (sia svolta da soggetti interni all'azienda, sia con l'aiuto di consulenti terzi *extra muros*) ha contribuito a mantenere le operazioni in Italia. Da subito, nel 2016 si è fatta istanza di accesso al *patent box*: è necessario sottolineare che la misura agevolativa era già attiva a partire dal 2015, in attuazione della Legge di Stabilità 2015 (Legge 190/2014)<sup>136</sup> e poi successivamente ricompresa nell'insieme di misure previste dal Piano Nazionale a partire dal suo lancio nel 2017. Octo ha richiesto il supporto esterno della società di consulenza Ernst & Young, e presentato un'istanza contenente le memorie integrative e la documentazione necessaria.

A partire da settembre 2017, è iniziata la procedura di c.d. *ruling*, che si è conclusa con l'accordo funzionale all'ottenimento del beneficio a novembre 2018; l'*iter*, pertanto, si è rivelato molto lungo e oneroso in termini di tempo, sforzo di consulenti terzi e da parte anche dell'Agenzia delle Entrate, prima di tutto per le complessità insite nel *business* telematico. Far comprendere il valore economico della proprietà intellettuale (IP), il fatto che gli IP della società siano elementi segreti, stimare il reddito che deriva dagli IP rispetto al reddito routinario: questi rappresentano gli elementi più critici nel dialogo con l'Agenzia delle Entrate per trovare un punto di incontro nella definizione dell'entità degli incentivi; obiettivo della procedura di *ruling* è determinare il reddito

---

<sup>136</sup> Ministero dello Sviluppo Economico (2019)

agevolabile ai fini del *patent box*. I metodi comunemente utilizzati in questa fase derivano dai principi e linee guida OCSE per il calcolo del *transfer pricing*<sup>137</sup>: una possibilità è quella di determinare il reddito come *royalty* sull'utilizzo della proprietà intellettuale; l'altra alternativa, a cui ha fatto ricorso Octo, è il *residual profit split method*, secondo cui il reddito attribuibile agli IP è una frazione del reddito complessivo, da cui sono sottratte le componenti derivanti da altre attività. Il metodo prevede l'individuazione di un gruppo di società comparabili (per dimensione del *business* e tipologia) non dotate di proprietà intellettuale; il reddito medio di queste aziende si prende a riferimento come quota di profitto non attribuibile all'IP e pertanto non agevolabile. Sottraendo questo valore all'EBIT (*Earnings Before Interests and Taxes*) di Octo, il reddito eleggibile ai fini del *patent box* si ottiene in via residuale. Nel caso in oggetto, sono stati individuati tutti i possibili comparabili italiani (con *business* simili ma non basati sull'IP) in due categorie di attività:

- attività distributiva: Octo distribuisce i propri *device* (le scatole nere), ma questa attività non è a valore aggiunto e soprattutto non ha bisogno di IP. Sono state prese in considerazione le società che fanno distribuzione di dispositivi o servizi simili a quelli di Octo e la marginalità media da esse ottenuta è stata sottratta al reddito eleggibile.
- servizi a basso valore aggiunto: questa componente riguarda servizi informatici diversi da quelli prodotti attraverso gli IP di Octo. La determinazione del reddito da sottrarre, in questo caso, è stata maggiormente delicata in quanto risulta difficile individuare comparabili adatte; in questo settore, infatti, il *know-how* (competenze non necessariamente coperte da brevetto IP) può generare alta marginalità, ed includendo tra le comparabili società molto simili si rischia di privare il reddito eleggibile di Octo di una importante componente di *know-how* che invece potrebbe rientrare nel computo delle agevolazioni.

Il reddito eleggibile così determinato, che nel caso in oggetto è risultato pari a circa il 50% dell'EBITDA, deve essere ulteriormente analizzato per valutare se l'attività di sviluppo dell'IP è stata svolta interamente su elementi agevolabili: la componente di ricerca fatta su IP non di proprietà non è eleggibile ai fini *patent box*, e va pertanto scomputata attraverso il c.d. *nexus approach*. Il calcolo consiste nel moltiplicare il reddito eleggibile secondo il *residual profit split* per il rapporto tra ricerca agevolabile e totale della ricerca effettuata. Nel caso di Octo tutta l'attività di ricerca è risultata eleggibile e pertanto il reddito è stato considerato interamente, non avendo IP da escludere; oltretutto, anche in presenza di una parte non eleggibile, il rapporto di 1 si può raggiungere anche con un *uplift* del 30%.

---

<sup>137</sup> OECD (2013)

Nello specifico, la procedura di *ruling* ha stabilito che l'IP di Octo è un *unicum* complementare, formato da:

- brevetti sui dispositivi: la proprietà intellettuale sui *device* prodotti in *outsourcing* è di Octo. Questi dispositivi permettono di dialogare con la piattaforma, ma da solinon hanno valore ai fini del servizio telematico;
- la piattaforma telematica: l'insieme di *software* assemblati ed algoritmi che calcolano ed elaborano i dati è considerato *know-how*, agevolabile come informazioni segrete.

La capacità di far dialogare i due dispositivi è *know-how* e, attestato il vincolo di complementarità per cui ciascuno di essi preso singolarmente non è in grado di produrre il servizio telematico, l'IP agevolabile è considerato come un *unicum*. Per riassumere, l'*iter* per beneficiare del *patent box* segue tre fasi:

1. determinazione del reddito agevolabile (circa il 50% dell'EBITDA) attraverso il metodo del *residual profit split*, che separa la componente attribuibile all'IP dal resto del profitto;
2. applicazione del rapporto *nexus*, per escludere eventuale attività di ricerca condotta su IP non di proprietà e quindi non agevolabile;
3. applicazione della detassazione dei redditi derivanti dall'utilizzo di IP per cinque anni con le seguenti aliquote: 30% per il 2015, 40% per il 2016, 50% dal 2017 in poi. Il valore ottenuto va in dichiarazione dei redditi come minor reddito: il beneficio fiscale effettivo è il 28,82% (IRES+IRAP) del valore dichiarato.

Nel periodo di Novembre e Dicembre 2018, successivamente alla chiusura della procedura di *ruling* con l'Agenzia delle Entrate, la società ha deciso di intraprendere il progetto per l'assegnazione del Credito d'imposta per Ricerca e Sviluppo. La definizione di ricerca è simile a quella usata ai fini del *patent box*, quindi l'aver affrontato una procedura di *ruling* e di confronto con l'Agenzia delle Entrate è un fattore positivo: mentre per il *patent box* la spettanza è pre-concordata e verificata, l'unico requisito per usufruire del credito per ricerca e sviluppo è che il costo sostenuto rientri nella definizione normativa. L'ammontare dichiarato è soggetto a verifica fiscale successivamente, e sono previste sanzioni civili, amministrative e penali in caso di accertamento di errori; il rischio per Octo, pertanto, è mitigato dal fatto che l'Agenzia delle Entrate abbia già certificato l'attività di ricerca nel corso del *ruling*. La misura è ritenuta molto potente, ma richiede sforzo organizzativo perché la determinazione dell'eleggibilità delle attività di ricerca richiede la presa in esame dei singoli progetti, contratti, e relativi costi; il fatto che circa la metà dei costi presi in esame provenga da contratti con consulenti esterni è un dato rilevante e allo stesso tempo una semplificazione, perché generalmente negli accordi scritti sono indicate puntualmente le attività svolte e le ore di lavoro effettivamente impiegate su progetti eleggibili o su attività attinenti alla gestione operativa. Se risulta, ad esempio,

che un gruppo di consulenti è stato impiegato nello sviluppo di un progetto inerente la piattaforma attraverso cui è erogato il servizio telematico, il costo sostenuto è eleggibile ai fini del credito d'imposta, il quale sarà pari al 50% dell'ammontare.

In conclusione, tenendo conto dell'esperienza di Octo nel contesto delle agevolazioni fiscali del Piano Nazionale Impresa 4.0, si può affermare che le misure adottate (nello specifico super ammortamento, *patent box* e credito d'imposta per ricerca e sviluppo) abbiano un elevato potenziale di applicazione per realtà aziendali che fanno affidamento sul capitale immateriale, in particolare proprietà intellettuale, per la generazione di reddito. Le procedure per il riconoscimento dei benefici fiscali, tuttavia, comportano degli elementi di criticità soprattutto per quanto riguarda:

- la lunghezza temporale dell'*iter* burocratico, che nel caso del *patent box* ha richiesto circa due anni dal momento di presentazione dell'istanza alla chiusura del *ruling* con l'Agenzia delle Entrate;
- la questione della definizione del reddito derivante dagli IP, che richiede il confronto con aziende comparabili (più difficile in un settore di recente espansione come quello telematico) ed influisce sulla durata del lavoro e su questioni di carattere organizzativo (assegnazione di risorse per la gestione della procedura, formazione su temi contabili e fiscali).

#### 4.4 Conclusioni

Nel capitolo 4 sono stati presentati due *case study* rilevanti per il tema dell'Industria 4.0 a livello italiano: il caso di Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni mette maggiormente in risalto gli aspetti tecnologici della transizione verso il concetto di fabbrica interconnessa e di sistemi *cyber-fisici* in cui macchinari e ambiente virtuale comunicano attraverso flussi di informazioni. Il ricorso a *robot* non convenzionali in grado di supportare il lavoro umano nello svolgimento di compiti pericolosi o gravosi a livello fisico, unitamente alla virtualizzazione della catena produttiva e all'analisi di dati attraverso tecniche di *machine learning*, costituisce la base per la creazione di una *supply chain* automatizzata, digitale, efficiente ed altamente trasparente; dal punto di vista competitivo, la gestione ottimale della logistica offre la possibilità a TK-AST (e a tutto il gruppo multinazionale di cui è parte) di differenziare la propria offerta e sfuggire alla concorrenza a basso costo degli operatori siderurgici asiatici. Offrire ai propri clienti soluzioni flessibili e personalizzate, anche in contesti in cui la produzione è misurata in centinaia di tonnellate giornaliere, può rappresentare fonte di redditività e sostenibilità del *business* anche per il futuro.

Il secondo *case study* ha fatto riferimento alla telematica assicurativa, settore di recente sviluppo abilitato in modo rilevante da tecnologie 4.0 quali l'*Internet of Things*, l'analisi dei *big data* e il ricorso a modelli di *business* innovativi supportati da piattaforme per la gestione dei flussi di informazioni e per l'erogazione di servizi ad alto valore aggiunto. In questo contesto, è stato preso in esame il caso di Octo Telematics, società *leader* a livello mondiale nel settore in quanto fornitore

principale di servizi telematici alle assicurazioni attraverso la combinazione di *device* fisici (scatole nere) e una piattaforma che raccoglie informazioni provenienti dall'*Internet of Things*. In primo luogo, è stato illustrato come Octo abiliti l'adozione di modelli innovativi di *pricing* nel mondo assicurativo (polizze *usage-based*, UBI); in secondo luogo, è stato analizzato l'utilizzo di benefici fiscali previsti dal Piano Nazionale Impresa 4.0 (super ammortamento, *patent box* e credito d'imposta per ricerca e sviluppo), individuando punti di forza e criticità.

Il confronto tra i due *case study* riguarda gli anni 2014 e 2015 (comuni ad entrambe le elaborazioni di dati disponibili) e può essere strutturato secondo due punti di osservazione: il primo consiste in una panoramica più ampia e generalizzata sui settori di appartenenza delle imprese considerate, il secondo invece consente di indagare in modo più specifico l'adattamento della tecnologia alle singole realtà aziendali.

Prendendo a riferimento la TABELLA 4.1 e la TABELLA 4.2, il primo elemento da considerare è il simile livello complessivo di occupazione tra i due settori (*metallurgia* ed *elaborazione dei dati, hosting e attività connesse*), a cui non corrisponde un uguale numero di imprese attive (il rapporto è quasi di 1:10): ciò indica che la dimensione media aziendale (in termini di addetti) è nettamente superiore nella metallurgia. Inoltre, in questo settore anche il valore aggiunto per addetto risulta più alto, mentre la redditività lorda (rapporto percentuale tra margine operativo lordo, MOL, e valore aggiunto) è maggiore per l'attività di elaborazione dati.

L'altro tema di comparazione è più attinente alla tematica *Industry 4.0* e riguarda l'uso che viene fatto delle nuove tecnologie a supporto del *business*: seppure con combinazioni e utilizzi diversi, entrambe le imprese oggetto di studio ricorrono a molteplici fattori abilitanti, utilizzandoli in modo sinergico. TK AST, operante in un'industria in cui è fondamentale l'efficienza dei processi, ha introdotto *robot*, interfacce virtuali e *big data* per facilitare il lavoro umano ed allo stesso tempo agire nelle aree di possibile miglioramento; in Octo Telematics, invece, la comunicazione tra i *device* installati sui veicoli e la piattaforma costituisce l'essenza stessa del *business*, nonché il servizio attraverso il quale l'azienda compete sul mercato. Inoltre, sulla progressiva accumulazione di *big data* (attualmente nell'ordine dei miliardi di miglia di guida) e sulla loro analisi, Octo fonda il proprio vantaggio competitivo.

## CAPITOLO 5: Conclusioni

Questo elaborato ha preso in esame il tema della quarta Rivoluzione industriale, evidenziandone la rilevanza in quanto fenomeno in divenire e, soprattutto, pervasivo a tutti i livelli che caratterizzano la nostra società. Al fine di rappresentare nel modo più completo possibile le origini, le manifestazioni e le conseguenze della rivoluzione, la trattazione è stata incentrata su:

- aspetti legati ai fattori tecnologici abilitanti;
- elaborazione di politiche industriali a sostegno dell'innovazione tecnologica.

Per quanto riguarda la prima tematica di interesse, affrontata nel capitolo 2, il principale risultato della ricerca consiste nell'aver definito un nesso tra a) spinte all'innovazione di tipo *application-pull* e *technology-push*<sup>138</sup>, b) formazione di un nuovo paradigma tecnologico lungo una traiettoria che definisce le tecnologie di riferimento (Dosi, 1982; Perez, 2010), c) presenza di un input a basso costo che abilita la nascita di nuove tecnologie. Questo sistema, attraverso cui le rivoluzioni industriali emergono e progressivamente cambiano le regole del gioco a partire dalla conduzione dell'attività economica, nel caso di *Industry 4.0* trova la sua manifestazione in un complesso di tecnologie abilitanti, nello specifico *big data and analytics, autonomous robots, simulation, horizontal and vertical system integration, the industrial Internet of Things, cybersecurity, the cloud, additive manufacturing, augmented reality*<sup>139</sup>.

Questi fattori abilitanti costituiscono gli strumenti attraverso cui gli attori interpretano il nuovo modo di risolvere i problemi, e definiscono un paradigma per la rivoluzione 4.0 denominato "*digital thread*"<sup>140</sup>, in cui le informazioni digitali assumono un ruolo centrale e dalla loro gestione è possibile generare valore. Nel secondo capitolo, inoltre, viene proposto il *Digital Compass* (McKinsey, 2015), strumento di indirizzo strategico per le imprese che individua possibili ambiti di applicazione del paradigma 4.0 in base a 8 principali *driver* del valore. Infine, l'integrazione del digitale attraverso le tecnologie abilitanti individua l'opportunità per la nascita di quattro innovativi *business model*: piattaforme, modelli *as-a-service*, modelli basati sulla proprietà intellettuale e modelli *data-driven* (McKinsey, 2015).

Sotto l'aspetto delle iniziative di politica industriale adottate dai governi nazionali, è stato preso a riferimento il Piano Nazionale Impresa 4.0, le cui misure stimolano le imprese italiane ad effettuare investimenti in tecnologie 4.0. Ai fini di un'interpretazione critica delle scelte del governo in merito agli specifici incentivi previsti, è stata condotta prima di tutto una analisi storico-economica delle dinamiche affrontate dal tessuto industriale italiano dal secondo Dopoguerra agli anni recenti,

---

<sup>138</sup> Lasi et al. (2014)

<sup>139</sup> Boston Consulting Group (2015)

<sup>140</sup> McKinsey (2015)

da cui sono emerse con chiarezza le principali cause della progressiva perdita di competitività dagli anni Ottanta in poi, che ha comportato, di riflesso, livelli di crescita del PIL piuttosto contenuti rispetto ad altre economie avanzate; Lucchese et al. (2016) e Toniolo (2013), in proposito, indicano tra i fattori più determinanti per questa debolezza strutturale la riduzione dell'intervento statale voluta dalle politiche comunitarie, l'avversione nei confronti dell'innovazione, il calo degli investimenti in ricerca e sviluppo in seguito al calo della dimensione media d'impresa e, soprattutto, la scarsa crescita della produttività del lavoro.

Quest'ultimo aspetto rappresenta la questione determinante che muove l'iniziativa del Ministero dello Sviluppo Economico, il quale ha scelto di agire lungo due direttrici chiave (*investimenti innovativi e competenze*) e due direttrici di accompagnamento (*predisposizione di infrastrutture abilitanti e di strumenti pubblici di supporto*), mentre agiscono su un piano trasversale l'azione di sensibilizzazione alla tecnologia 4.0 e la predisposizione di una *governance* del Piano<sup>141</sup>. Le misure previste, strutturate secondo i principi menzionati, riguardano prevalentemente incentivi fiscali, agevolazioni di credito e acquisizione delle competenze; per una valutazione di tipo quantitativo dei risultati finora raggiunti dal Piano, si è ritenuto necessario ricorrere ad indicatori parzialmente diversi da quelli più comunemente utilizzati per studi macroeconomici (il PIL o il valore delle esportazioni, ad esempio), con l'obiettivo di escludere effetti attribuibili a variabili non direttamente pertinenti. Sono stati evidenziati tre aspetti in particolare:

1. secondo il *Foreign Direct Investment Confidence Index*<sup>142</sup> (un indice del grado di attrattività di un Paese per gli investimenti diretti esteri), l'Italia è salita dalla sedicesima posizione mondiale nel 2016 alla decima nel 2018, anche grazie alla maggiore competitività dovuta al Piano Nazionale Impresa 4.0;
2. suddividendo le imprese manifatturiere italiane per livello di digitalizzazione, a livelli crescenti di questo fattore corrispondano valori crescenti di produttività e redditività<sup>143</sup>;
3. gli incentivi pubblici più utilizzati dalle imprese 4.0 sono l'iper e super ammortamento, il credito d'imposta per ricerca e sviluppo, la Nuova Sabatini, ed il Fondo di garanzia; questo risultato è in linea con il maggiore sbilanciamento del Piano sull'incentivazione degli investimenti, almeno per quanto riguarda i primi due anni di attività<sup>144</sup>.

Un ulteriore elemento che emerge dalla progressiva transizione delle imprese verso il paradigma 4.0, sulla spinta degli incentivi del Piano Nazionale, è la necessità di considerare i possibili risvolti occupazionali conseguenti all'adozione di tecnologie che non richiedono il lavoro umano. la

---

<sup>141</sup> Tiraboschi e Seghezzi (2017)

<sup>142</sup> AT Kearney (2018)

<sup>143</sup> Istat (2018)

<sup>144</sup> Met Economia (2018)

ricerca più focalizzata sul mercato del lavoro italiano è quella condotta da European House – Ambrosetti (2017), secondo cui il 14,9% degli occupati è a rischio sostituzione; secondo lo studio, esiste una correlazione negativa tra livello di istruzione e sostituibilità, così come risultano maggiormente a rischio i lavoratori nella fascia 15-29 anni, dato il minor contenuto strategico delle loro mansioni. La ricerca, inoltre, partendo dall'analisi di Frey e Osborne (2016) condotta negli Stati Uniti, traccia un profilo lavorativo esposto in minor misura alla sostituzione tecnologica, individuandone caratteristiche quali la non ripetitività, la complessità e la necessità di mettere in campo competenze creative, relazionali e sociali.

La riflessione sullo stato di avanzamento della rivoluzione 4.0 in Italia ha richiesto, infine, un confronto su scala internazionale, imprescindibile per valutare un fenomeno di tale pervasività. Prima di tutto, sono state presentate le iniziative omologhe al Piano Nazionale Impresa 4.0 per quanto riguarda Germania (*Plattform Industrie 4.0*) e Francia (*Industrie du Futur*): quest'ultima risulta più simile al caso italiano, essendo comuni le debolezze strutturali delle due economie e, di conseguenza, gli obiettivi perseguiti. Il passo successivo è stato quello di ampliare la platea di confronto all'intera Unione Europea, ricorrendo all'indice DESI (*Digital Economy and Society Index*, 2018), che fornisce un valore (sintesi di cinque variabili) rappresentativo dello stato di digitalizzazione di un Paese: i dati illustrano che la situazione italiana è di arretratezza rispetto alla media europea, pertanto sarà richiesto un maggiore sforzo negli anni successivi per recuperare terreno.

Il contributo fornito dal capitolo 4 è duplice e riguarda entrambi i *case study* affrontati. Per quanto riguarda il settore siderurgico, l'aspetto più innovativo abilitato dalla rivoluzione 4.0 è l'opportunità, per le imprese nei Paesi occidentali, di porsi su un altro piano competitivo rispetto ai concorrenti asiatici; gli elementi di differenziazione nelle proposte di valore connessi all'uso di tecnologie 4.0 riguardano la maggiore vicinanza al consumatore, il controllo sulla logistica e il *focus* sulle tecnologie *core* per diventare *leader* di costo<sup>145</sup>. L'esempio aziendale di Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni rientra soprattutto nella fattispecie di controllo della logistica, e fornisce una panoramica sull'utilizzo sinergico di tecnologie 4.0 a supporto dei processi, con risultati positivi in termini di redditività. Il *case study* della telematica assicurativa mette in evidenza il meccanismo per cui la tecnologia costituisce le fondamenta di un nuovo settore, e al tempo stesso abilita nuovi modelli di *business* per settori preesistenti (quello assicurativo nella fattispecie). Inoltre, l'approccio adottato da Octo Telematics per beneficiare degli incentivi fiscali, legati all'uso di proprietà intellettuale affiancata dalla ricerca e sviluppo, mostra che l'*iter* di accesso alle agevolazioni richiede un elevato impegno per l'impresa in termini di tempo, risorse impiegate e competenze specifiche per la determinazione delle componenti di reddito eleggibili.

---

<sup>145</sup> PricewaterhouseCoopers (2017)

Alla luce delle analisi e riflessioni presentate nell'elaborato, la quarta rivoluzione industriale può essere considerata un fenomeno catalizzatore di grandi opportunità a livello di singoli *business*, soprattutto per le possibilità di competere con nuove modalità e di ottimizzare i processi interni, ma anche in una prospettiva di sistema, con i governi nazionali che giocano un ruolo importante nel guidare l'innovazione all'interno dei tessuti produttivi dei propri Paesi. Accanto alle opportunità, vanno considerate questioni attualmente irrisolte e ambiti di possibile miglioramento, tra cui<sup>146</sup>:

- la necessità di mantenere aperto il processo di sviluppo delle tecnologie abilitanti, per individuarne potenziali nuovi utilizzi;
- la definizione di standard a livello internazionale per garantire una crescita congiunta e sinergica tra i vari Paesi mondiali;
- il ricorso a programmi strutturati per la formazione nelle nuove competenze, in misura maggiore rispetto a quelli previsti attualmente dal Piano Nazionale Impresa 4.0;
- la protezione dal rischio informatico<sup>147</sup>.

Le questioni aperte più rilevanti rappresentano un ambito di analisi che richiederà ulteriori studi. Dalla capacità degli attori privati e pubblici di indirizzare gli sforzi verso soluzioni comuni, dipenderà il percorso futuro della rivoluzione: in questo senso, il vantaggio di cui il mondo contemporaneo dispone risiede proprio nel fatto che si parla di un cambiamento in corso di manifestazione sul quale, pertanto, è possibile attuare interventi.

---

<sup>146</sup> Commissione Europea (2017)

<sup>147</sup> Deloitte University Press (2017)



## BIBLIOGRAFIA

Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189*, OECD Publishing, Paris.

Arthur, B. (1988). Competing technologies, increasing returns and lock-ins by historical events. *Economic Journal* 99, 116–131.

Baur, C., & Wee, D. (2015). Manufacturing's next act. *McKinsey Quarterly*, Jun.

Berman, B. (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business horizons*, 55(2), 155-162.

Bettarini, U., Di Giacomo, M., & Tartaglione, C. (2016). Fabbriche intelligenti: un approfondimento su innovazione e fabbisogni professionali che sottendono allo sviluppo della fabbrica 4.0 calzaturiera.

Blanchet, M., & Rinn, T. (2016). The Industrie 4.0 transition quantified. How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model. *Roland Berger*.

Blanchet, M., Rinn, T., Von Thaden, G., & De Thieulloy, G. (2014). Industry 4.0: The new industrial revolution. How Europe will succeed. *Roland Berger Strategy Consultants GmbH. München*.

Borghi, E. (2013). L'impatto delle misure anti-crisi e la situazione sociale e occupazionale: Italia. *Comitato economico e sociale europeo*.

Brancati, R., Maresca, A. (2018). Industria 4.0 in Italia: diffusione, tendenze e qualche riflessione. *MET Economia*.

Camera dei Deputati (2016). Indagine conoscitiva su «Industria 4.0»: Quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali.

Camera dei Deputati Servizio Studi (2018). Impresa 4.0.

Catlin, T., Khanna, S., Lorenz, J., Sancier-Sultan, S. (2016). Making digital strategy a reality in insurance. *McKinsey & Company*.

Chu, W. S., Kim, M. S., Jang, K. H., Song, J. H., Rodrigue, H., Chun, D. M., ... & Min, S. (2016). From design for manufacturing (DFM) to manufacturing for design (MFD) via hybrid manufacturing and smart factory: A review and perspective of paradigm shift. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 3(2), 209-222

Commissione Europea – Digital Transformation Monitor (2017). France: Industrie du Futur.

Commissione Europea (2017). Key lessons from national industry 4.0 policy initiatives in Europe.

Commissione Europea (2018). Digitising European Industry. Progress so far, 2 years after the launch.

Covisint (2017). Usage Based Insurance (UBI): Driving the User Experience. Enabling rapid go-to-market solutions for insurance services.

Daugherty, P., Banerjee, P., Negm, W., & Alter, A. E. (2015). Driving unconventional growth through the industrial internet of things. *Accenture Technology*.

De Simone, E. (2014). *Storia economica: dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli.

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, 11(3), 147-162.

Drath R., Horch A. (2014). Industrie 4.0: hit or hype? *IEEE Industrial Electronics Magazine* 01/2014; 8(2):56-58, 2014.

Ernst & Young (2016). Introducing Pay How You Drive (PHYD) Insurance.

Federacciai (2018). L'industria siderurgica italiana 2017. Relazione annuale 2017.

Freeman, C. (1992). The economics of hope: essays on technical change, economic growth and the environment

Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2016). The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological Forecasting & Social Change*.

- Hall, B. H., Lotti, F., Mairesse, J. (2009). Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy. *Small Business Economics*, 33(1), 13-33.
- Harari, Y. N. (2014). *Sapiens. Da animali a dèi: Breve storia dell'umanità. Nuova edizione riveduta.* Giunti.
- Hollanders, H., Es-Sadki, N. (2018). European Innovation Scoreboard 2018. *Commissione Europea.*
- Istat (2016). Quadro semestrale dei principali indicatori economici.
- Istat (2017). PIL e indebitamento Amministrazioni Pubbliche.
- Istat (2018). Rapporto sulla competitività dei settori produttivi Edizione 2018.
- Istat (2018). Settore 24 – Metallurgia.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry. Final report of the Industrie 4.0 Working Group.
- Kagermann, H., Lukas, W. D., & Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI nachrichten*, 13(11).
- Keynes, J. M. (1933). Economic possibilities for our grandchildren (1930). *Essays in persuasion*, 358-73.
- Koch, V., Kuge, S., Geissbauer, R., & Schrauf, S. (2014). Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet. *Strategy & PwC.*
- Kuhn, T.S. (1962). The structure of scientific revolutions. *Chicago: University of Chicago press*
- Lanza, A. (2018). Competitività e Industria 4.0: traiettorie tecnologiche e posizionamento italiano. *Prometeia.*
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.

- Laudicina, P., Peterson, E., Rickert McCaffrey, C. (2018). Investing in a localized world. The 2018 A.T. Kearney Foreign Direct Investment Confidence Index. *AT Kearney*.
- Lorenz, M., Ruessmann, M., Strack, R., Lueth, K. L., & Bolle, M. (2015). Man and machine in industry 4.0: How will technology transform the industrial workforce through 2025. *The Boston Consulting Group*.
- Lucchese, M., Nascia, L., & Pianta, M. (2016). Industrial policy and technology in Italy. *Economia e politica industriale*, 43(3), 233-260.
- McAllister, A. (2016). Stranger than Science Fiction: The Rise of AI Interrogation in the Dawn of Autonomous Robots and the Need for an Additional Protocol to the UN Convention Against Torture. *Minn. L. Rev.*, 101, 2527.
- Meadows, D. H., Meadows, D. H., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). The limits to growth: a report to the club of Rome.
- Ministero dello Sviluppo Economico (2016). Piano Nazionale Industria 4.0.
- Ministero dello Sviluppo Economico (2018). Piano Nazionale Impresa 4.0 - guida agli investimenti.
- Ministero dello Sviluppo Economico, Invitalia (2018). Piano Nazionale Impresa 4.0. Risultati 2017 – linee guida 2018.
- Ministero dello Sviluppo Economico, MET Economia (2018). La diffusione delle imprese 4.0 e le politiche: evidenze 2017.
- Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell’Economia e delle Finanze, Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali (2018). Decreto interministeriale 4 Maggio 2018.
- Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., Dodero, J. M., & Arnedillo-Sánchez, I. (2018). Augmented reality mobile app development for all. *Computers & Electrical Engineering*, 65, 250-60.
- Nascia, L., Pianta, M., Isella, L. (2017). Rio - Rapporto Paese 2016: Italia.

Neef, C., Hirzel, S., Arens, M. (2018). Industry 4.0 in the European Iron and Steel Industry: Towards an Overview of Implementations and Perspectives. *Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI. Karlsruhe, Germany.*

Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1977). In search of a useful theory of innovation. *Innovation, economic change and technology policies (pp. 215-245). Birkhäuser, Basel.*

OECD (2013). Linee Guida dell'OCSE sui prezzi di trasferimento per le imprese multinazionali e le amministrazioni fiscali. *Luglio 2010. OECD Publishing.*

Özüdoğru, A. G., Ergün, E., Ammari, D., & Görener, A. (2018). How Industry 4.0 Changes Business: A Commercial Perspective. *International Journal of Commerce and Finance, 4(1), 84.*

Parlamento Europeo (2016). Industry 4.0. *Directorate - General for internal policies. Study for the ITRE Committee.*

Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge journal of economics, 34(1), 185-202.*

Plattform Industrie 4.0, Alliance Industrie du Futur, Piano Industria 4.0 (2017). Shared action plan - Roadmap for trilateral cooperation on Digitizing the Manufacturing Industry.

Prodi, E., Seghezzi, F., & Tiraboschi, M. (2017). Il piano Industria 4.0 un anno dopo. Analisi e prospettive future. *Adapt Labour Studies e-Book series, (65).*

Ptolemus Consulting Group (2018). Monitoring the growth of the UBI market. Q1 2018 dashboard.

Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360 degree comparison. *IEEE Access, 6, 3585-3593.*

Roterung, J., Naujok, N., Schneider, D. (2017). Metals industry. Growth strategies to outlast commoditization. *PricewaterhouseCoopers Strategy&*

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group, 9.*

- Schlaepfer, R. C., Koch, M., & Merkofer, P. (2015). Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. *Deloitte*.
- Schroeder, W. (2016). Germany's Industry 4.0 strategy. *London: Friedrich Ebert Stiftung*.
- Schumpeter, J. A. (1911) The theory of Economic Development. *New York: Oxford University Press*
- Sniderman, B., Mahto, M., & Cotteleer, M. J. (2016). Industry 4.0 and manufacturing ecosystems: Exploring the world of connected enterprises. *Deloitte Consulting*.
- Spengel, C., Nicolay, K., Olbert, M., Casi, E., Werner, A. C., Schimdt, F., Wolf, T. (2017). Digital tax index: Locational tax attractiveness for digital business models. *PricewaterhouseCoopers & Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH*.
- Stöllinger, R., Foster-McGregor, N., Holzner, M., Landesmann, M., Pöschl, J., Stehrer, R., & Stocker-Waldhuber, C. (2013). A Manufacturing Imperative in the EU: Europe's Position in Global Manufacturing and the Role of Industrial Policy. *Vienna Institute for International Economic Studies*.
- Taylor, F. (1911). The principles of scientific management. New York: Harper Bros, 1911, 5-29.
- The European House – Ambrosetti (2017). Tecnologia e lavoro. Governare il cambiamento.
- Toniolo, G. (2013). La crescita economica italiana, 1861-2011. *L'Italia e l'economia mondiale. Dall'Unità a oggi*.
- Utterback, J. M., & Abernathy, W. J. (1975). A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, 3(6), 639-656.
- Van der Elst, K., & Williams, A. (2017). Industry 4.0: The new production paradigm and its implications for EU policy. *European Commission*.
- Waslo, R., Lewis, T., Hajj, R., & Carton, R. (2017). Industry 4.0 and cybersecurity: Managing risk in an age of connected production. *Deloitte University Press*
- Wee, D., Kelly, R., Cattel, J., & Breunig, M. (2015). Industry 4.0 - how to navigate digitization of the manufacturing sector. *McKinsey & Company*, 58.

Werner, G. (2018). Analytics behind the perfect risk score & predictive model. *Octo Telematics*.

Wolf, J. (1912). Die Volkswirtschaft der Gegenwart und Zukunft. *die wichtigsten Wahrheiten der allgemeinen Nationalökonomie*.

Wolter, M. I., Mönnig, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G., ... & Neuber-Pohl, C. (2015). Industry 4.0 and the consequences for labour market and economy. *Scenario calculations in line with the BIBB-IAB qualifications and occupational field projections. IAB-Forschungsbericht*, (8).

Yao, Y. (2018). Evolution of Insurance: A Telematics-Based Personal Auto Insurance Study. *Evolution*.

## SITOGRAFIA

Acciai Speciali Terni (2017). Archivio Storico di Acciai Speciali Terni. Recuperato da <http://www.archivistoricoast.it/home>

ATECO (2019). Il motore di ricerca dei codici ATECO. Recuperato da <https://www.codiceateco.it/>

Bureau Van Dijk (2019). Banca dati AIDA. Recuperato da <https://aida.bvdinfo.com/version-2019115/home.serv?product=AidaNeo>

Carli, S. (2016). Acciai Speciali Terni: “Una siderurgia ‘sartoriale’ così si battono i prodotti low cost dei giganti asiatici”. *Repubblica.it*. Recuperato da [https://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/2016/07/04/news/acciai\\_speciali\\_terni\\_una\\_siderurgia\\_sartoriale\\_cos\\_si\\_battono\\_i\\_prodotto\\_i\\_low\\_cost\\_dei\\_giganti\\_asiatici-143451014/](https://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/2016/07/04/news/acciai_speciali_terni_una_siderurgia_sartoriale_cos_si_battono_i_prodotto_i_low_cost_dei_giganti_asiatici-143451014/)

Commissione Europea. (2018). The Digital Economy and Society Indec (DESI). Recuperato da <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

Commissione Europea. (2019). Research Fund for Coal and Steel (RFCS). Recuperato da [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/research-fund-coal-and-steel-rfcs\\_en](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/research-fund-coal-and-steel-rfcs_en)

Confindustria - Preparati al Futuro. (2019). Digital Innovation Hub. Cosa sono e a cosa servono. Recuperato da <http://preparatialfuturo.confindustria.it/digital-innovation-hub/cosa-sono/>

De' Francesco, M. (2018). Acciai Speciali Terni: l'acciaio italiano è morto, viva l'acciaio. *Industria Italiana*. Recuperato da <https://www.industriaitaliana.it/acciai-speciali-terni-lacciaio-italiano-e-morto-viva-lacciaio/>

Eurostat. (2016). Database Eurostat. Recuperato da <https://ec.europa.eu/eurostat/web/short-term-business-statistics/data/database>

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2019). The background to Plattform Industrie 4.0. Recuperato da <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/ThePlatform/PlattformIndustrie40/plattform-industrie-40.html>

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. (2018). Plattform Industrie 4.0. Recuperato da <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Home/home.html>

Hannover Messe (2015) Batch size 1, the easy way - Additive Manufacturing Recuperato da <https://www.hannovermesse.de/en/news/batch-size-1-the-easy-way.xhtml>

Istat (2019). i.Stat - il tuo accesso diretto alla statistica italiana. Recuperato da <http://dati.istat.it/>

Lazzarin, D. (2018). Polimi, Industria 4.0 in Italia vale 2,4 miliardi. «Fenomeno di lungo termine, non più solo euforia iniziale». Recuperato da <https://www.digital4.biz/supply-chain/industria-4-0-quanto-vale-in-italia-2018-politecnico-milano/>

Magna, L. (2018). Prendono forma i Competence Center, e Milano è in prima linea. *Industria Italiana*. Recuperato da <https://www.industriaitaliana.it/prendono-forma-i-competence-center-e-milano-e-in-prima-linea/>

Ministero dello Sviluppo Economico (2018). Industria 4.0. Recuperato da <https://www.mise.gov.it/index.php/it/industria40>

Ministero dello Sviluppo Economico (2019). Patent Box: tassazione agevolata sui redditi derivanti dall'utilizzo di taluni beni immateriali. Recuperato da <https://www.mise.gov.it/index.php/it/incentivi/impresa/patent-box>

Nanterme, P. (2016). Digital disruption has only just begun. Recuperato da <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/digital-disruption-has-only-just-begun/>

Newman, D. (2018). Four Digital Transformation Trends Driving Industry 4.0. *Forbes*. Recuperato da <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2018/06/12/four-digital-transformation-trends-driving-industry-4-0/>

Novet, J. (2018). Amazon cloud revenue jumps 45 percent in fourth quarter. *CNBC*. Recuperato da <https://www.cnbc.com/2018/02/01/aws-earnings-q4-2017.html>

Octo North America (2019). DriveAbility® Score. Improve profitability with the market-leading telematics score. Recuperato da <https://www.octousa.com/driveability-score/>

Octo Telematics (2019). Octo – The intelligence behind insurance innovation. Recuperato da <https://www.octotelematics.com/it/about>

OECD Data. (2019). GDP and spending - Gross domestic product (GDP). Recuperato da <https://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.htm>

Osservatori.net (2018). L'export digitale sale a 9,2 mld di euro, +23% nel 2017, ma vale ancora solo il 6,4% delle esportazioni totali. Recuperato da: [https://www.osservatori.net/it\\_it/osservatori/comunicati-stampa/la-export-digitale-sale-a-9-2-mld-di-euro-23-nel-2017-ma-vale-ancora-solo-il-6-4-delle-esportazioni-totali](https://www.osservatori.net/it_it/osservatori/comunicati-stampa/la-export-digitale-sale-a-9-2-mld-di-euro-23-nel-2017-ma-vale-ancora-solo-il-6-4-delle-esportazioni-totali)

Portale nazionale dei PID. (2019). Punto Impresa Digitale. Recuperato da <https://www.puntoimpresadigitale.camcom.it/>

Rosati, M. (2017). Industria 4.0, Ast sperimenta robot umanoidi per la laminazione a freddo. Recuperato da <http://www.umbria24.it/economia/industria-4-0-ast-sperimenta-robot-umanoidi-per-la-laminazione-a-freddo>

Rusconi, G. (2013). Il cloud di Amazon: chi lo usa in Italia e nel mondo. *Il Sole 24 Ore*. Recuperato da <https://www.ilsole24ore.com/art/tecnologie/2013-11-06/amazon-web-services-cloud-risorsa-innovare-092814.shtml?uuid=ABeTtnb>

Taisch, M., De Carolis, A. (2016). La Quarta Rivoluzione Industriale nel mondo. *Industria italiana*. Recuperato da <https://www.industriaitaliana.it/la-quarta-rivoluzione-industriale-nel-mondo/>

Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni (2018). STORIA - Acciai Speciali Terni. Recuperato da <http://www acciaiterni.it/chi-siamo/storia/>

Thyssenkrupp. (2019). Industry 4.0. The fourth industrial revolution. Recuperato da <https://www.thyssenkrupp.com/en/company/innovation/industry-4-0/>

Treccani, il portale del sapere. (2018). Recuperato da <http://www.treccani.it/>

Virol, G. (2018). La France est-elle prête pour l'industrie du futur?. *L'Usine Digitale*. Recuperato da <https://www.usine-digitale.fr/article/construire-l-industrie-du-futur.N778779>

Weisz, B. (2018). Manager 4.0, chi sono e il voucher del Governo per assumerli (e innovare le pmi). *Agenda digitale.eu*. Recuperato da <https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/manager-per-linnovazione-ecco-il-nuovo-ruolo-e-le-competenze-in-italia/>

World Economic Forum. (2019). Recuperato da <https://toplink.weforum.org/knowledge/insight/a1Gb0000001RIhBEAW/explore/summary>



## RIASSUNTO DELL'ELABORATO

### Capitolo 1: Introduzione

A partire dalla metà del XVIII secolo e fino alla fine del Novecento, la letteratura economica prevalente individua tre grandi rivoluzioni industriali: la prima rivoluzione, con l'avvento della macchina a vapore, ha meccanizzato la produzione; la seconda rivoluzione ha visto l'avvio della produzione in serie secondo il modello fordista della catena di montaggio; la terza rivoluzione ha consentito l'automazione dei processi produttivi grazie ai *computer* (De Simone, 2014). Negli anni più recenti si è iniziato a parlare di una quarta rivoluzione industriale, sottolineando un ulteriore cambiamento del paradigma di riferimento per la conduzione dell'attività economica; la progressiva digitalizzazione è tra le questioni più rilevanti che stanno plasmando il presente e preparando la strada per il futuro, ed è stata tra i temi centrali dibattuti al più recente World Economic Forum di Gennaio 2019. L'elaborato ha l'obiettivo di identificare i caratteri salienti della quarta rivoluzione in termini di tecnologie innovative e iniziative dei *policy maker* per agevolarne la diffusione, ipotizzando l'affermarsi di un nuovo paradigma e di modelli di *business* digitali (McKinsey, 2015). Il Capitolo 2 definisce il concetto di paradigma tecnologico e, su questa base, confronta le caratteristiche salienti delle prime tre rivoluzioni industriali riconosciute. L'Industria 4.0 costituisce un cambio di paradigma perché il *focus* si sposta sull'ottimizzazione del flusso di dati ed informazioni digitali dentro e fuori dall'impresa. Viene, quindi, definito il percorso digitale (McKinsey, 2015) basato sul dato digitale come input, ed i fattori tecnologici abilitanti che costituiscono il paradigma (Boston Consulting Group, 2015). Il capitolo 3 parte da un'analisi dello sviluppo industriale italiano, individuando nella scarsa produttività la causa principale della debole crescita recente; si presenta, quindi, il piano italiano di *policy* industriale per il rilancio della competitività attraverso le tecnologie 4.0, e viene condotta una duplice analisi sull'efficacia delle misure di incentivazione e sulle possibili conseguenze occupazionali; infine, la situazione italiana è confrontata con Germania e Francia per quanto concerne il ricorso a politiche industriali, e a livello di Unione Europea per una panoramica sullo stato di digitalizzazione. Il capitolo 4 ha una funzione di raccordo dei due precedenti, e presenta due *case study* (settore siderurgico e telematica assicurativa) che evidenziano aspetti diversi della rivoluzione 4.0. Il valore del presente elaborato risiede nell'aver affrontato, all'interno dei macro-argomenti della tecnologia e della politica industriale, due aspetti rilevanti per determinare gli sviluppi futuri della rivoluzione in atto: sul versante tecnologico, viene messa in evidenza la centralità del dato digitale come input abilitante; sotto gli aspetti di *policy* industriale, si sottolinea non solo l'importanza di scegliere indicatori di riferimento rappresentativi dell'efficacia delle politiche adottate, ma anche il dibattito aperto in letteratura sulla questione della sostituzione delle mansioni. Infine, il taglio pratico offerto dai *case study* nei settori della siderurgia e della telematica assicurativa propone una manifestazione concreta di possibili approcci del mondo aziendale ai profondi cambiamenti.

## Capitolo 2: La Quarta Rivoluzione Industriale: un nuovo paradigma tecnologico e di business

L'impostazione che tuttora caratterizza l'industria è basata sulla diminuzione dei costi unitari di produzione attraverso l'aumento dei volumi. Questo paradigma inizia ad essere messo in discussione, dato il clima di incertezza generato dalla crisi economica relativamente alla variabile "volumi", e anche a causa di una crescente diversità dei clienti e delle loro aspettative; ci si muove progressivamente verso produzioni *on demand* e focalizzate sull'utilizzo dei beni. Inoltre, la stessa organizzazione del lavoro viene rivista, con strutture flessibili e meno gerarchiche (Roland Berger, 2016). La combinazione di fattori che dà vita a cambiamenti di tale magnitudine consiste in determinanti in parte *demand-pull*, secondo cui la forza motrice dell'innovazione tecnologica sta nel riconoscimento dei bisogni del mercato, ed in parte *technology-push*, cioè spinte dallo sforzo scientifico che si traduce in tecnologia e successivamente prodotto immesso sul mercato (Dosi, 1982).

Lo spazio all'interno del quale avviene il cambiamento tecnico è nel punto di convergenza tra tecnologia, economia e contesto socio-istituzionale, e la direzione del progresso è dettata dal paradigma di riferimento: un paradigma tecnologico è una logica collettiva, condivisa tra gli attori coinvolti nel cambiamento, che definisce le linee guida per introdurre miglioramenti e versioni superiori di prodotti, servizi o tecnologie (Perez, 2010). Innovazioni radicali generano fermento esplorativo, e da un processo di *trial and error* (Schumpeter, 1911) si delinea un percorso che, una volta stabilito in modo chiaro, è caratterizzato da *path dependency*; si parla, in proposito, di traiettoria tecnologica o "*natural trajectories of technical progress*" (Nelson e Winter, 1977). Quando una singola innovazione genera uno stimolo ad ulteriori innovazioni complementari o anche alternative, si genera un sistema tecnologico (Freeman, 1992); a loro volta, sistemi interconnessi di innovazioni radicali danno vita ad una rivoluzione tecnologica, che apre un vasto spazio di opportunità innovative. I due elementi che caratterizzano una rivoluzione sono: la forte interdipendenza tra i sistemi dal punto di vista tecnologico e di mercato, e la capacità di trasformare profondamente il resto dell'economia, ed eventualmente la società.

Questo processo può essere individuato, secondo la letteratura prevalente, in tre rivoluzioni industriali. Teatro della prima rivoluzione è stata l'Inghilterra, Paese ricco ed all'avanguardia che nei secoli precedenti aveva creato un fiorente impero coloniale e di conseguenza ampi sbocchi di mercato interno ed estero; a guidare il processo di cambiamento fu un insieme di scoperte tecnologiche che trovarono applicazione in diversi contesti industriali e contribuirono ad aumentare vertiginosamente la produttività del lavoro. L'innovazione di maggior peso fu la macchina a vapore introdotta da James Watt nel 1769; un'altra importante innovazione fu il telaio meccanico idraulico ideato nel 1768 da Arkwright che, insieme ad altri miglioramenti nel processo di filatura, contribuì allo sviluppo dell'industria del cotone sia nel mercato interno, sia come esportazioni; infine, la sostituzione del carbone di legna con il carbon fossile diede impulso all'industria siderurgica. Alla fine del diciannovesimo secolo, una seconda rivoluzione industriale fu guidata dall'introduzione dell'energia

elettrica nei contesti urbani ed industriali. L'utilizzo di questa tecnologia nei sistemi produttivi consentì di organizzare le fabbriche secondo la catena di montaggio, resa celebre dall'imprenditore Henry Ford nella sua azienda automobilistica, dando vita alla produzione di massa. La contemporanea introduzione del motore a combustione interna alimentato a petrolio favorì la diffusione dell'automobile, che fu la più importante di una lunga serie di innovazioni: l'illuminazione elettrica introdotta da Edison, il telefono e la radio modificarono profondamente l'economia e l'intera società.

A partire dagli anni Sessanta del Novecento, la terza Rivoluzione Industriale introduce l'automatizzazione (Özudoğru et al., 2018). I grandi progressi dell'elettronica hanno portato prima alla nascita dei microprocessori, poi alla loro applicazione in diversi *device*; a partire dagli anni Settanta, la tendenza alla miniaturizzazione ed integrazione dei componenti elettronici ha portato all'ampia diffusione dei *personal computer*, e si parla di "*rivoluzione informatica*" (De Simone, 2014) all'interno della più ampia rivoluzione industriale. Il solco tracciato dai progressi nell'elettronica, informatica e automazione dei processi costituisce la base di partenza della quarta rivoluzione Industriale.

Il termine *Industry 4.0* è utilizzato per la prima volta alla Fiera di Hannover (Germania) nel 2011 da Wahlster, Lukas e Kagermann (2011) per presentare il "*Zukunftsprojekt Industrie 4.0*", letteralmente "Progetto di Industria del futuro 4.0". Successivamente al lancio, il governo tedesco ha dato avvio all'iniziativa *Plattform Industrie 4.0*, istituendo uno *steering group* che coordina comitati di aziende, organizzazioni e università. Il fenomeno può essere definito come un cambio di paradigma, reso possibile da avanzamenti tecnologici che rovesciano le logiche di produzione convenzionali, evolvendo verso sistemi cyber-fisici, che uniscono il mondo fisico a quello digitale (Deloitte, 2016). La società di consulenza *PricewaterhouseCoopers* (PwC, 2014), invece, evidenzia la nascita di un nuovo livello di organizzazione e controllo sul ciclo di vita dei prodotti, grazie ad informazioni in tempo reale, all'abilità di derivarne un flusso ottimale di valore aggiunto e alla connessione di persone, oggetti e sistemi: gli aspetti centrali richiamati da questa definizione riguardano la digitalizzazione della catena del valore, dei prodotti / servizi, e dei *business model*. Il concetto di sistema *cyber-fisico*, che abilita l'automazione *smart* grazie all'infrastruttura della rete Internet, può rappresentare, per la quarta rivoluzione industriale, ciò che la forza del vapore, l'energia elettrica e l'automazione delle macchine sono state per le tre precedenti rivoluzioni; secondo McKinsey (2015), il cambiamento avverrà ad un ritmo graduale e si manifesterà come progressivo *upgrade* incrementale della base installata.

Analizzando le forze che hanno alimentato la necessità di un cambiamento tecnologico, innanzitutto Roland Berger (2014) individua due "fratture" che hanno alterato gli equilibri nel contesto industriale europeo, spingendo i Paesi ad innovare i propri comparti produttivi: la prima frattura coincide con la crescita dei Paesi emergenti a tassi molto più rapidi delle economie sviluppate, la seconda consiste nel calo del tasso di industrializzazione nei Paesi più avanzati per la tendenza a

delocalizzare le produzioni. Su queste condizioni di contesto, si innestano due categorie di fattori individuate da Lasi et al. (2014) in *application-pull* (necessità di cambiamento dettata soprattutto da nuove condizioni competitive del mercato) e *technology-push* (progressiva e capillare diffusione della tecnologia nella pratica industriale, tanto da essere considerata un elemento di *routine*).

Le nuove tecnologie abilitano la creazione di flussi ininterrotti di informazioni digitali; da ciò scaturisce il nuovo paradigma, che mira all'ottimizzazione del modo in cui dati ed informazioni sono vantaggiosamente utilizzati lungo tutto il ciclo di vita del prodotto, dal *design* digitale, passando per il processo produttivo fino al riciclo delle parti al termine della vita utile. McKinsey (2015) definisce questo percorso ininterrotto "*digital thread*": il dato digitale fa da abilitatore dello sviluppo dei prodotti e delle tecnologie, e può essere considerato un "*core all-pervasive low-cost input*" (Perez, 2010) che accomuna le varie industrie; le attività fondamentali per la gestione del *digital thread* sono la raccolta, il trasferimento, l'analisi e la trasformazione delle informazioni digitali. Il concetto essenziale che spiega l'*Industry 4.0* risiede nel fatto che le informazioni digitali, il cui utilizzo è noto da anni, compiono un "salto di ritorno" dal mondo virtuale a quello fisico (Deloitte, 2016), traducendosi in esperienze personalizzate per il consumatore, modalità di lavoro più flessibili ed autonome, ottimizzazione dinamica della produzione e prodotti "intelligenti" ed in grado di comunicare (Newman, 2018). L'innovazione nei diversi ambiti della proposta di valore può essere veicolata e concretamente attuata attraverso tecnologie definite, per il loro ruolo, fattori abilitanti; Boston Consulting Group (2015) ne individua nove:

1. *big data and analytics*, grandi quantità di informazioni raccolte ed analizzate grazie alle capacità di calcolo dei moderni computer;
2. *autonomous robots*, caratterizzati da sempre maggiore autonomia, flessibilità e comportamento cooperativo. Ciò si traduce nella capacità di comunicare tra macchina e macchina, ma anche di operare in collaborazione con l'uomo;
3. *simulation*, cioè modelli virtuali che usano dati in tempo reale, collezionati da macchinari, prodotti e attività dell'uomo;
4. *horizontal and vertical system integration*: l'integrazione verticale riguarda la connessione lungo la catena del valore tra aziende, fornitori e clienti; quella orizzontale rappresenta il grado di comunicazione interna all'azienda tra funzioni e dipartimenti;
5. *the industrial Internet of Things*, la tecnologia che rende gli oggetti fisici connessi ed in grado di comunicare attraverso la rete Internet; è un fattore strettamente connesso ai *big data*, in quanto i *device* stessi inviano grandi quantità di informazioni;
6. *cybersecurity*, cioè tutte le attività di mitigazione del rischio informatico, sempre più su larga scala, vista la crescente connessione ed uso di protocolli di comunicazione standardizzati;
7. *the cloud*, sistema di immagazzinamento dati in rete ma utilizzabile anche per il trasferimento dei processi di monitoraggio o la prestazione di servizi *data-driven* (Özüdoğru et al., 2018);

8. *additive manufacturing*, più conosciuta come stampa 3-D e utilizzata soprattutto per la realizzazione rapida e a basso costo di prototipi o prodotti in piccoli lotti. I numerosi benefici attesi spingono a ritenere che possa rivoluzionare la struttura dei costi nel settore manifatturiero;
9. *augmented reality*, consiste nell'incorporazione di elementi virtuali nella visualizzazione dell'ambiente fisico circostante, in modo da creare una realtà di tipo misto (Mota et al., 2018).

Il ruolo abilitante delle tecnologie si manifesta nella possibilità per le imprese di farne uso attuando interventi nelle aree che contribuiscono a creare valore. McKinsey (2015) propone il *Digital Compass*, uno strumento di indirizzo strategico che individua diverse potenziali applicazioni delle tecnologie 4.0 per ciascuno degli otto *driver* del valore presi in considerazione (risorse e processi, utilizzo degli *asset*, lavoro, scorte, qualità, incontro di domanda e offerta, *time to market*, servizi post-vendita). In ultimo, l'integrazione digitale, attraverso le tecnologie del nuovo paradigma tecnologico, apre opportunità per la nascita di nuove tipologie di *business model* (McKinsey, 2015):

- piattaforme, che consentono lo scambio di prodotti, servizi ed informazioni attraverso canali predefiniti;
- modelli *as-a-service*, che generano ricavi con pagamenti in base all'utilizzo o sotto forma di iscrizioni;
- modelli basati sulla proprietà intellettuale, in cui si sfruttano dati proprietari e la competenza approfondita del prodotto per fornire ulteriori servizi di ottimizzazione;
- modelli *data-driven*, che monetizzano direttamente o indirettamente la crescente disponibilità di dati digitali prodotti attraverso *device* connessi.

### **Capitolo 3: Azioni di politica industriale in Italia: efficacia delle misure e confronto con i principali attori mondiali**

Con un ritardo temporale più o meno accentuato, molti Paesi hanno seguito il percorso tracciato inizialmente dall'iniziativa tedesca, denominata *Plattform Industrie 4.0*, studiando ed attivando misure di politica industriale orientate all'adozione delle più recenti tecnologie; i modi in cui il paradigma 4.0 è stato interpretato e declinato si discostano, in più occasioni, dall'esempio tedesco, essendo differenti le condizioni macroeconomiche preesistenti e di conseguenza gli obiettivi perseguiti. Per quanto concerne il caso italiano, nel 2016 il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ha elaborato il Piano Nazionale Industria 4.0, poi rinominato Piano Nazionale Impresa 4.0, con l'obiettivo di restituire competitività al sistema industriale italiano stimolando l'attività innovativa delle imprese attraverso incentivi fiscali, agevolazioni nell'accesso al credito e acquisizione di competenze 4.0 (Istat, 2018). Le scelte adottate dal MISE trovano il proprio

fondamento nelle caratteristiche strutturali dell'economia italiana, che dopo il *boom* economico degli anni Cinquanta e Sessanta ha perso progressivamente la propria competitività (in termini di produttività del lavoro) e, negli ultimi venti anni, anche la capacità di crescere; la recente crisi finanziaria globale del 2008 ha ulteriormente aggravato la situazione, provocando una recessione dalla quale il Paese sembra ancora faticare ad uscire: nel 2016, il PIL era ancora inferiore a quello raggiunto prima dell'inizio della crisi (Istat, 2017). Secondo le evidenze riportate da diversi studi (Lucchese et al., 2016; Nascia et al., 2017), la componente del PIL che più ha risentito della crisi è stato il calo della domanda interna (consumi e investimenti fissi lordi), da cui è susseguito il calo della produzione industriale; a partire dal 2014, la crescita della componente consumi è ripresa, seppur con “*differenze nel timing e nell'intensità della ripresa*” (Istat, 2018) rispetto ad altri Paesi dell'Unione Europea presi a riferimento. Per quanto riguarda l'altra componente, l'Italia risulta in ritardo soprattutto nell'investimento in attività immateriali.

Preso coscienza della debolezza strutturale del Paese in termini di competitività, il percorso italiano nella quarta rivoluzione industriale ha avuto inizio quando la X Commissione “attività produttive” della Camera dei Deputati (2016) ha disposto un'indagine orientata ad identificare possibili aree di azione e miglioramento, proponendo una strategia di intervento fondata su cinque pilastri (cabina di regia governativa per la *governance*, realizzazione di infrastrutture abilitanti, formazione per le competenze digitali, ricerca diffusa sul territorio, *open innovation*). Al documento ha fatto seguito la presentazione ufficiale del programma, denominato inizialmente “Piano Nazionale Industria 4.0” e strutturato secondo due direttrici chiave (investimenti innovativi e competenze) e due di accompagnamento (predisposizione di infrastrutture abilitanti e di strumenti pubblici di supporto), supportate a livello trasversale dall'impegno nella sensibilizzazione alla tecnologia 4.0 (Prodi, Tiraboschi e Seghezzi, 2017). Il Piano mira a migliorare la competitività delle imprese italiane, agendo prevalentemente sulle direttrici chiave sopra menzionate: secondo The European House – Ambrosetti (2017), per cogliere le opportunità di crescita legate al paradigma 4.0 è necessario posizionarsi come leader a livello internazionale nella capacità di attirare investimenti, ma la *performance* innovativa dell'Italia risulta inferiore alla media europea (European Innovation Scoreboard, 2018); un aspetto più positivo, in cui l'Italia è seconda a livello europeo, è invece la accresciuta attrattività fiscale nei confronti di *business* digitali (PricewaterhouseCoopers, Centro per la Ricerca Economica Europea, 2017). La questione delle competenze è interpretata da The European House – Ambrosetti (2017) come necessità di promuovere lo sviluppo e la specializzazione del capitale umano, adeguando il bagaglio di competenze alle necessità/opportunità presentate dal cambiamento tecnologico.

Le misure di incentivazione, previste a partire dall'avvio del Piano nel 2017, operano secondo una logica di neutralità tecnologica (cioè di autonomia alle imprese), prevedono azioni orizzontali rivolte ad un ampio gruppo di beneficiari e agiscono su fattori abilitanti. Complessivamente, per il

quadriennio 2017-2020 sono stati stanziati 18 miliardi di Euro attraverso le seguenti agevolazioni:

- *iper ammortamento e super ammortamento*: ammortizzazione fiscale vantaggiosa per le imprese che effettuano investimenti funzionali all'adozione di tecnologie 4.0.
- *Nuova Sabatini*: contributo parziale a finanziamenti destinati all'acquisizione di attrezzature, macchinari, ma anche *asset* intangibili.
- *Credito d'imposta Ricerca e Sviluppo (R&S)*: stimola gli investimenti privati in R&S attraverso un credito d'imposta del 50% su spese incrementalmente relative alla ricerca, compresa l'assunzione di personale ad alta qualifica e le collaborazioni con università o enti di ricerca.
- *Patent Box*: incentivo all'utilizzo della proprietà intellettuale (IP) attraverso una tassazione IRES e IRAP agevolata fino al 50% sui redditi attribuibili all'IP, a patto che sia condotta attività di R&S finalizzata allo sviluppo di beni immateriali.
- *Fondo di garanzia*: garanzia pubblica su finanziamenti concessi ad imprese di piccola dimensione con difficoltà di accesso al credito.
- *Startup e Piccole e Medie Imprese (PMI) innovative*: incentivi a favore di PMI fortemente orientate all'innovazione, soprattutto investimenti in capitale di rischio e tutela in caso di perdite.
- *Contratto di sviluppo*: agevolazioni fino al 75% delle spese in investimenti da almeno 20 milioni di Euro.
- *Accordi per l'innovazione*: rivolta a grandi investimenti, di valore compreso tra i 5 e i 40 Milioni di Euro; fornisce un contributo alle spese di ricerca industriale e di innovazione in tecnologie individuate dall'Unione Europea nel programma "Horizon 2020".
- *Credito d'imposta formazione 4.0*: incentiva il coinvolgimento del personale dipendente in corsi di formazione relativi a tecnologie 4.0, per dare atto alla seconda direttrice chiave del Piano Nazionale.
- *Fondo per il capitale immateriale, competitività e produttività*: stanziamento di fondi sul medio-lungo termine per progetti con effetti sull'intero sistema economico, che coinvolgono soggetti sia pubblici che privati in attività di ricerca per lo sviluppo del capitale immateriale.

Oltre agli incentivi sono previste tre piattaforme per "lo sviluppo delle competenze relative alle nuove tecnologie e ai processi innovativi" (Istat, 2018). La prima è quella dei Punti Impresa Digitale (PID), il cui obiettivo è favorire la diffusione delle tecnologie digitali all'interno del tessuto economico delle PMI; la seconda è quella dei *Digital Innovation Hub* (DIH), che favoriscono l'adozione di tecnologie 4.0 attraverso servizi di supporto, consulenza ed accesso a finanziamenti, sfruttando il potente *network* di attori che li compongono (Confindustria – Preparati al futuro, 2019). La terza ed ultima piattaforma è quella dei *Competence Centre*, centri di formazione orientati alla ricerca industriale e alla sperimentazione (Istat, 2018).

Le principali modifiche previste per il 2019 riguardano l'eliminazione del super ammortamento e rimodulazione dell'iper ammortamento, uno sbilanciamento maggiormente a favore delle PMI, la proroga del credito d'imposta per formazione 4.0 e l'istituzione della figura del *manager* dell'innovazione per fornire supporto e consulenza alle imprese che avviano la digitalizzazione (Agenda Digitale, 2018).

Più che dal miglioramento nei fondamentali macroeconomici tradizionali (PIL, export), l'efficacia del Piano Nazionale Impresa 4.0 può essere valutata nello specifico attraverso indicatori quale, ad esempio, il *Foreign Direct Investment Confidence Index* (AT Kearney, 2018), secondo cui il miglioramento dell'attrattività dell'Italia, per quanto riguarda gli investimenti diretti esteri (IDE) tra il 2016 e il 2018, è dovuto alla migliore competitività e alla promozione di nuove competenze raggiunte attraverso il Piano. Un altro elemento rivelatore dell'importanza per le imprese di adottare misure per le tecnologie 4.0 è la relazione positiva tra grado di digitalizzazione e livelli di produttività e redditività (Istat, 2018); nel 2017, l'8,4% delle imprese italiane ha utilizzato almeno una tecnologia 4.0, con una propensione più alta al crescere delle dimensioni aziendali (Brancati e Maresca, 2018). Inoltre, risulta che le aziende che già utilizzano tecnologie 4.0 hanno una propensione decisamente maggiore all'utilizzo di ogni tipologia di incentivo, e le misure a cui si ricorre più comunemente sono l'iper e super ammortamento (36,8% delle imprese 4.0), il Credito d'imposta per R&S (17,0%), la Nuova Sabatini (19,8%), ed il Fondo di garanzia con l'11,3% (MET Economia, 2018).

Tra i temi più dibattuti della quarta rivoluzione industriale relativamente all'adozione di *policy* industriali, rientrano i possibili effetti occupazionali: Frey e Osborne (2016) hanno studiato la suscettibilità delle occupazioni alla *computerizzazione* (automazione del lavoro), e stimato la percentuale di mansioni ad alto rischio di sostituzione negli Stati Uniti. Il rischio varia a seconda della tipologia di attività svolta, e gli autori identificano tre tipologie di attività meno soggette alla possibile automazione in quanto rappresentano "colli di bottiglia" critici per i sistemi automatizzati (attività di percezione e manipolazione, intelligenza creativa e intelligenza sociale). Dallo studio su 702 mansioni, emerge che il 47% degli occupati totali negli Stati Uniti si trova nella categoria ad alto rischio di sostituzione. Arntz et. al (2016) hanno poi rivisto la stima, tenendo conto del fatto che la *computerizzazione* riguarda i *task* e non le intere mansioni, considerando il possibile adattamento dei lavoratori a svolgere compiti di supporto alle macchine, e prospettando la creazione di nuovi lavori a partire dalle nuove tecnologie; la percentuale di occupati ad alto rischio negli Stati Uniti scende al 9%, mentre in Italia, si attesta al 9,7%. The European House – Ambrosetti (2017) ha aggiustato lo studio di Frey e Osborne per la classificazione occupazionale utilizzata dall'Istat e considerando un orizzonte temporale di 15 anni: i dati per l'Italia indicano che circa 3,2 milioni di lavoratori sono a rischio disoccupazione, pari al 14,9% del totale; inoltre, il rischio diminuisce al crescere del livello del titolo di studio detenuto ed in presenza di determinate caratteristiche della mansione (attività non ripetitiva, complessità intellettuale, alto contenuto creativo e relazionale). Infine, secondo l'Istat

(2018), è concreta la possibilità di una parziale sostituzione tra lavoro e capitale almeno nel breve periodo, per lo sbilanciamento del Piano a favore di incentivi fiscali agli investimenti in capitale, che possono avere un effetto negativo sull'occupazione; la contemporanea previsione di misure di stimolo alla domanda di lavoro è necessaria per evitare uno sbilanciamento eccessivo nell'utilizzo dei fattori della produzione. Nel lungo periodo, invece, si ritiene che le misure possano risultare complementari (ad esempio, un minore costo del capitale può generare un incremento nella domanda di lavoro), soprattutto nei settori ad alto contenuto tecnologico.

Lo stato di avanzamento del percorso italiano è misurabile anche attraverso osservazioni comparative: da un'analisi di Prometeia (2018) sulla suddivisione dei brevetti 4.0 per tipologia di fattore tecnologico abilitante in sette Paesi tra cui l'Italia, emerge che le interpretazioni date al fenomeno *Industry 4.0* sono varie e determinano diverse preferenze per le tecnologie. In Italia, ad esempio, prevalgono i brevetti in robotica e l'*additive manufacturing* (o stampa 3D); meno frequenti altre tecnologie, come il *cloud computing* e l'analisi dei *big data*, diffuse in Cina ed India. Nonostante le iniziative siano prevalentemente in mano all'autorità e all'autonomia dei singoli Stati, si verificano casi di cooperazione, come l'accordo trilaterale stretto nel 2017 tra Germania, Francia ed Italia per determinare linee di azione congiunte su specifici temi di interesse (standardizzazione, coinvolgimento delle PMI, supporto alle *policy* e sviluppo delle competenze): il coordinamento di azioni comuni garantisce uno sviluppo uniforme sul fronte tecnologico, con effetti positivi per le imprese internazionalizzate e per i Governi dei Paesi individualmente meno forti.

Per quanto riguarda i *partner* dell'Italia in questo accordo, la Germania è un punto di riferimento: il programma tedesco, iniziato con la presentazione di *Industry 4.0* alla Fiera di Hannover del 2011 (Kagermann, Lukas, Wahlster, 2011), mette a disposizione 200 Milioni di Euro e contributi da parte di aziende private attraverso la piattaforma *Plattform Industrie 4.0*. Come affermato da Kagermann (2013), la Germania ha l'opportunità di rafforzare ulteriormente la propria posizione di *leadership* nel settore manifatturiero; la strategia adottata è definita duale, in quanto opera su due fronti (Parlamento Europeo, 2016): mantenimento dell'alta competitività nel settore delle attrezzature per la manifattura attraverso l'adozione diffusa del concetto di *cyber-physical system*, creazione di nuovi prodotti innovativi da vendere su scala globale coinvolgendo anche le PMI attraverso iniziative di trasferimento tecnologico per superare le barriere all'adozione dei sistemi *cyber-fisici*. L'adozione di tecnologie 4.0 in Germania comporterà un rischio di sostituzione delle mansioni più routinarie, ma anche una maggiore richiesta di lavoro altamente qualificato soprattutto nell'informatica, ricerca e sviluppo e analisi dati; pertanto, Boston Consulting Group (2015) ritiene plausibile uno scenario di incremento netto di occupazione pari a 350.000 lavoratori entro il 2025.

La Francia, in modo simile all'Italia, ha avviato nel 2013 un programma di incentivi fiscali e di aiuti finanziari alle imprese come risposta al calo degli investimenti privati; i fondi pubblici messi a disposizione sono pari a 10 miliardi di Euro, con l'obiettivo di raggiungere, attraverso il rilancio

degli investimenti privati, un effetto leva pari a sette volte il valore degli incentivi concessi (Istat, 2018); elemento peculiare del sistema francese è il fatto che le *policy* sono implementate soprattutto attraverso il settore privato, che finanzia almeno la metà degli investimenti. I ritorni attesi sono pari a 45,5 miliardi di Euro in valore aggiunto e quasi 500 mila nuovi posti di lavoro (Istat, 2018) e la strategia poggia cinque pilastri (Commissione Europea – Digital Transformation Monitor, 2017):

- sviluppo dell'offerta tecnologica;
- Accompagnamento delle imprese verso l'industria del futuro;
- Formazione dei lavoratori;
- Promozione dell'industria del futuro;
- Rafforzamento della cooperazione europea e internazionale.

Il confronto tra l'Italia ed altri Paesi può, inoltre, essere istituito prendendo a riferimento il livello di digitalizzazione a livello di Unione Europea (UE): l'indice DESI (*Digital Economy and Society Index*), ideato dalla Commissione Europea (2018), fornisce un dato sintetico sullo stato di digitalizzazione in base a cinque fattori: *connettività, capitale umano, uso dei servizi Internet, integrazione delle tecnologie digitali, servizi pubblici digitali*. L'Italia occupa la quartultima posizione, lontana dai Paesi *leader* (Danimarca, Svezia, Finlandia ed Olanda) e sotto la media UE. Le competenze del capitale umano e l'utilizzo dei servizi Internet rappresentano le aree di maggiore debolezza del sistema italiano: solo il 69% degli abitanti utilizza Internet, a fronte di una media europea dell'81%; inoltre sono ancora poco diffusi servizi come banche *online*, videochiamate e acquisti in *e-commerce*. Integrazione delle tecnologie digitali e servizi pubblici digitali sono invece le categorie in cui il *gap* con la media UE è più ridotto, grazie soprattutto al complesso di misure previste dal Piano Nazionale Impresa 4.0.

#### **Capitolo 4: L'Industria 4.0 nella siderurgia e nella telematica assicurativa**

Il primo settore preso in esame è la siderurgia, branca della metallurgia che si occupa della lavorazione del ferro e delle sue leghe (principalmente ghisa e acciaio), per la realizzazione di manufatti che trovano utilizzo in numerosi altri settori industriali e nella vita di tutti i giorni. I dati Istat (2018) evidenziano come, tra il 2013 e il 2015, la metallurgia abbia subito un calo del numero di imprese attive, una contestuale diminuzione degli addetti, ed un lieve calo della concentrazione, espressa attraverso l'indice C5. Rispetto alla media manifatturiera, la metallurgia registra un valore aggiunto per addetto più elevato, e maggiore tendenza all'internazionalizzazione; l'incidenza dell'*export* sul fatturato e la redditività lorda, invece, sono al di sotto della media. Queste ultime due variabili compongono, insieme a competitività di costo, variazione delle esportazioni e percentuale di imprese innovatrici, l'*Indicatore Sintetico di Competitività* o ISCo (Istat, 2018), che consente di confrontare il grado di competitività dei settori: la metallurgia registra *performance* al di sotto della

media italiana sia dal punto di vista statico (rilevazione dell'anno 2015), sia da quello dinamico. Più recentemente, la congiuntura favorevole, unitamente alla crescita nei settori a valle della catena del valore siderurgica, hanno contribuito a stimolare la produzione di acciaio in Italia, secondo maggior produttore nell'Unione Europea dietro alla Germania. A livello globale, la prima posizione è occupata in modo incontrastato dalla Cina, la quale da sola realizza il 49,2% della produzione mondiale (Federacciai, 2018).

Quest'ultima esercita pressioni a livello di offerta e di prezzo sul mercato dell'acciaio: grazie al basso costo della manodopera ed al supporto governativo realizza prodotti economici ed è soggetta a norme ambientali meno stringenti (PricewaterhouseCoopers, 2017). Per competere mantenendo la sostenibilità del *business*, le imprese dei Paesi avanzati devono investire e cercare di anticipare il cambiamento attraverso una strategia di differenziazione: le tre principali strategie individuate da PricewaterhouseCoopers (2017) sono:

4. Innovatore focalizzato sul consumatore
5. Esperto della catena logistica
6. *Leader* di costo

La strategia effettivamente adottata è spesso una combinazione dei tre approcci. Per quanto riguarda le principali aspettative per gli sviluppi futuri del paradigma 4.0 nel siderurgico, Fraunhofer ISI (2018) cita la possibilità di migliorare l'efficienza operativa e di sviluppare nuovi modelli di *business*; nel dominio tecnico/tecnologico si stima che gli effetti più rilevanti potranno riguardare le fasi produttive più a valle (laminazione, rivestimento, finitura), mentre sul versante organizzativo sarà l'interazione con i clienti ad essere maggiormente interessata (Fraunhofer ISI, 2018). Per quanto concerne l'approccio agli investimenti in Italia, poco meno del 70% delle imprese metallurgiche esprime opinioni favorevoli verso le misure del Piano Nazionale Impresa 4.0: tra gli incentivi più diffusi, quello ritenuto migliore è il super ammortamento, seguito da iper ammortamento, credito d'imposta in ricerca e sviluppo e Nuova Sabatini (Istat, 2018).

Il *case study* relativo all'industria siderurgica è incentrato sull'analisi dell'approccio seguito da Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni (TK AST): dopo un periodo di difficoltà che è coinciso con momenti di recessione nella produzione industriale (2011-2015), a partire dal 2016 l'azienda ha migliorato le proprie *performance* in termini di ricavi, EBITDA e con il ritorno ad un utile netto positivo (+3 milioni di Euro nel 2016 e +87 milioni di Euro nel 2017) (Bureau Van Dijk – banca dati AIDA, 2019). Il ritorno agli utili è conseguenza di un preciso indirizzo strategico, identificabile come combinazione delle prime due strategie individuate da PriceWaterhouseCoopers (2017). La gestione ottimale della catena logistica è abilitata attraverso approcci di *lean management*, formazione su competenze di *problem solving* e adottando tecnologie dell'Industria 4.0 (De' Francesco, 2018). Inoltre, l'appartenenza al gruppo multinazionale Thyssenkrupp garantisce la possibilità di operare

all'interno di un *network* coordinato a livello globale. Nella filiale italiana di Terni i principali ambiti di applicazione delle tecnologie 4.0 sono:

- robotica non convenzionale: si utilizzano *robot* antropomorfi in grado di aiutare l'essere umano nello svolgimento del lavoro. Il più grande problema è che rendendo i robot reattivi al contesto ed in grado di adattarsi, è ancora difficile farli lavorare in modo più intelligente e soprattutto preciso. In ogni caso, il loro prezzo è in diminuzione e la flessibilità in costante aumento. Importante è il tema dell'interazione tra *robot* e uomo, in cui il primo diventa semi-intelligente e capisce cosa deve fare, ed il secondo ha il compito di gestirlo (Rosati, 2017).
- Linee di produzione virtuali, visibili su computer. La virtualizzazione consiste nel simulare le caratteristiche del prodotto (o del processo) attraverso un modello informatico che rappresenta la linea produttiva e quindi dà la possibilità di avere massima visibilità su ogni aspetto della stessa, risultando utile per lo sviluppo del prodotto, il *troubleshooting* qualitativo, per apportare cambiamenti ai processi o per facilitare la manutenzione.
- *Big data*: quella siderurgica è un'industria di processo in cui si gestiscono grandi quantità di dati che possono offrire opportunità di miglioramento, ma allo stato attuale sono ancora poco utilizzati in proporzione alle quantità generate. Si implementano soprattutto progetti di *machine learning*, che attraverso algoritmi analizzano molti dati, trovando eventuali variabili correlazioni e creando modelli per adattare i processi: questo elemento è propedeutico all'introduzione dell'intelligenza artificiale (AI, *artificial intelligence*) nell'impianto.

I singoli fattori tecnologici, oltre ad essere importanti individualmente parlando, non devono essere considerati come *silos* separati, ma sviluppati in modo sinergico, in modo da sbloccarne tutto il potenziale innovativo.

Per quanto riguarda il secondo *case study*, il termine *telematica* comprende un ventaglio di tecnologie che coprono l'ambito delle telecomunicazioni, *device* interconnessi (*Internet of Things*), sensori e *big data*. Il campo di applicazione più diffuso al momento è quello relativo ai veicoli, e si parla di telematica assicurativa per identificare l'utilizzo delle tecnologie sopra menzionate nell'ambito assicurativo, per far sì che la copertura dei rischi sia gestita in modo ottimale; il vantaggio principale dell'utilizzo di tecnologie telematiche sta nella possibilità di ottenere dati circa le effettive condizioni di guida e di determinare con estrema precisione il livello di rischio in cui incorre il singolo assicurato. Per le compagnie assicurative sorgono opportunità di monetizzazione, mentre per i sottoscrittori di polizze benefici in termini di risparmio sul premio, flessibilità, maggiore scelta tra prodotti assicurativi. Nasce il modello di *Usage Based Insurance* (Covisint, 2017), che comprende l'insieme delle tecnologie e metodologie di determinazione dei premi assicurativi in base all'utilizzo effettivo del veicolo. I modelli di *pricing* attualmente più diffusi per polizze UBI sono (EY, 2016):

- *Pay How You Drive* (PHYD), che tiene conto della condotta di guida, a cui vengono associati diversi gradi di rischio;
- *Pay As You Drive* (PAYD), legato all'effettiva distanza percorsa.

I vantaggi portati dalla digitalizzazione del *business* assicurativo sono confermati da McKinsey (2016), che in una ricerca afferma che la crescita annua dei ricavi per gli assicuratori digitalizzati è superiore di due punti percentuali alla media del settore e, oltre a maggiori ricavi, i *top performer* sono in grado di ottenere maggiore profittabilità, in termini di *combined ratio*).

Secondo la tassonomia ATECO (2019), in Italia il settore telematico rientra nella classe 63.11 (*elaborazione dei dati, hosting e attività connesse*): tra il 2014 ed il 2016 c'è stato un incremento netto del numero di imprese e di occupati; il valore aggiunto per addetto e la redditività lorda sono rimasti pressoché invariati, mentre è rilevante la crescita degli investimenti in beni immateriali (concessioni, brevetti, licenze etc. Un ulteriore aspetto è l'incidenza dell'uso dei *big data*, cresciuta dal 17,6% del 2016 al 21,1% del 2018 (i.Stat, 2019). Il mercato assicurativo UBI, abilitato dalla telematica, è in crescita in tutto il mondo, e l'Italia in particolare è al secondo posto per numero di polizze UBI (circa 5 milioni, dietro ai 9 milioni degli Stati Uniti) e prima per tasso di penetrazione del mercato, pari al 16% (Ptolemus, 2018).

In questo mercato, Octo Telematics è la prima società al mondo ad aver introdotto i servizi telematici per le assicurazioni: l'azienda ha come *core business* la progettazione ed erogazione di servizi ad alto valore aggiunto alle compagnie assicurative, basandosi sui dati di guida rilevati attraverso *device* noti come "scatole nere", i quali dialogano con una piattaforma proprietaria. Il *database* così costruito è il più grande al mondo con "più di 228 miliardi di miglia di dati di guida e 456.000 incidenti" (Octo Telematics, 2019); gli algoritmi, elaborando i dati, effettuano previsioni sul rischio legato alla condotta di guida in modo molto affidabile, creando l'opportunità per le compagnie assicurative di ottenere maggiori profitti offrendo potenziali risparmi fino al 70% per gli automobilisti più sicuri ed incrementi fino al 103% per quelli più a rischio (Octo Telematics, 2018). Ad oggi, Octo opera in 23 Paesi con più di 5 milioni di utenti connessi (Octo Telematics, 2019), con una quota di mercato globale pari al 36% delle polizze UBI, che sale al 76% in Italia (Ptolemus, 2018).

Da un'analisi dell'approccio della società alle misure di incentivazione previste dal Piano Nazionale Impresa 4.0, è emerso che le misure più utili sono state il super ammortamento, il *Patent Box* ed il Credito d'imposta per ricerca e sviluppo (R&S). Prima di tutto, la società ha beneficiato dell'incentivo del super ammortamento, che riguardava i dispositivi telematici dati in comodato per fornire il servizio telematico. La consapevolezza di avere i requisiti anche per il *Patent Box* e per il Credito d'imposta in R&S è risultata determinante dal punto di vista strategico nella scelta di non delocalizzare il *business*. Nel 2016 si è fatta istanza di accesso al *patent box*: Octo ha presentato un'istanza contenente le memorie integrative e la documentazione necessaria, ed a partire dal 2017 è

iniziata la procedura di c.d. *ruling*, che si è conclusa con l'accordo funzionale all'ottenimento del beneficio a novembre 2018; l'*iter* si è rivelato molto lungo e oneroso in termini di tempo, sforzo di consulenti terzi e da parte anche dell'Agenzia delle Entrate, per stimare il reddito che deriva dagli IP rispetto al reddito routinario. Quest'ultima attività è l'obiettivo della procedura di *ruling* e Octo ha usato il metodo del *residual profit split*, secondo cui il reddito attribuibile agli IP è calcolabile in via residuale come frazione del reddito complessivo, da cui sono sottratte le componenti derivanti da altre attività. Nel caso in oggetto sono state esclusi i redditi dell'attività distributiva ed i servizi a basso valore aggiunto. Il reddito eleggibile così determinato, che nel caso in oggetto è risultato pari a circa il 50% dell'EBITDA, deve essere ulteriormente analizzato per valutare se l'attività di sviluppo della proprietà intellettuale (IP) è stata svolta interamente su elementi agevolabili: è stato stabilito che l'IP di Octo è un *unicum* complementare, formato dai brevetti sui dispositivi e dalla piattaforma telematica. Infine, al reddito agevolabile è applicata una per cinque anni con le seguenti aliquote: 30% per il 2015, 40% per il 2016, 50% dal 2017 in poi. Il valore ottenuto va in dichiarazione dei redditi come minor reddito: il beneficio fiscale effettivo è il 28,82% (IRES+IRAP) del valore dichiarato. Per quanto riguarda il credito d'imposta per ricerca e sviluppo, la procedura è stata avviata nel 2018: l'aver affrontato una procedura di *ruling* è un fattore positivo perché l'Agenzia delle Entrate ha già certificato l'attività di ricerca. La difficoltà sta nella determinazione dell'eleggibilità delle attività di ricerca, che richiede la presa in esame dei singoli progetti, contratti, e relativi costi: se un costo sostenuto è ritenuto eleggibile ai fini della misura, il 50% dell'ammontare costituirà il credito d'imposta.

Complessivamente, gli elementi di criticità riscontrati da Octo Telematics sono stati la lunghezza temporale dell'*iter* burocratico e la definizione del reddito derivante dagli IP.

## Capitolo 5: Conclusioni

Per quanto riguarda gli aspetti legati ai fattori abilitanti, il principale risultato della ricerca consiste nell'aver definito un nesso tra a) spinte all'innovazione di tipo *application-pull* e *technology-push* (Lasi et al., 2014) b) formazione di un nuovo paradigma tecnologico lungo una traiettoria che definisce le tecnologie di riferimento (Dosi, 1982; Perez, 2010), c) presenza di un input a basso costo che abilita la nascita di nuove tecnologie. Questo sistema trova la sua manifestazione in un complesso di tecnologie abilitanti (Boston Consulting Group, 2015); i fattori abilitanti, a loro volta, definiscono un paradigma per la rivoluzione 4.0 denominato "*digital thread*" (McKinsey, 2015). Sotto l'aspetto delle iniziative di politica industriale, è stato preso a riferimento il Piano Nazionale Impresa 4.0, le cui misure stimolano le imprese italiane ad effettuare investimenti in tecnologie 4.0. Ai fini di un'interpretazione critica, è stata condotta una analisi storico-economica delle dinamiche del tessuto industriale italiano dal secondo Dopoguerra agli anni recenti, da cui è emersa la progressiva perdita

di competitività dagli anni Ottanta in poi. Il Piano, strutturato con l'idea di restituire competitività al sistema produttivo, si è rivelato positivo nell'attrarre investimenti diretti esteri (AT Kearney, 2018), e nel contribuire, attraverso la maggiore digitalizzazione, ad aumenti di produttività per le imprese che ne hanno fatto ricorso (Istat, 2018). Un tema centrale, diffuso a livello globale, risulta quello delle possibili conseguenze occupazionali: la ricerca più focalizzata sulla situazione italiana è risultata quella di The European House – Ambrosetti (2017) secondo cui il 14,9% degli occupati in Italia è a rischio sostituzione. Dal confronto su scala internazionale, inoltre, sono emerse similitudini con le iniziative adottate in Francia, e in generale una posizione di arretratezza rispetto ad altri Paesi dell'Unione Europea sul fronte della digitalizzazione (Commissione Europea, 2018).

Infine, i *case study* affrontati hanno fornito, nel caso di TK AST, una panoramica sull'utilizzo sinergico di tecnologie 4.0 a supporto dei processi, con risultati positivi in termini di redditività. L'approccio di Octo Telematics al ricorso agli incentivi fiscali del Piano Nazionale Impresa 4.0, invece, mostra che l'*iter* di accesso alle agevolazioni richiede un elevato impegno per l'impresa in termini di tempo, risorse impiegate e competenze specifiche per la determinazione delle componenti di reddito eleggibili.

La quarta rivoluzione industriale è un fenomeno catalizzatore di opportunità a livello di singoli *business* ma anche in una prospettiva di sistema. Vanno anche considerate questioni attualmente irrisolte e ambiti di possibile miglioramento, tra cui (Commissione Europea, 2017):

- la necessità di mantenere aperto il processo di sviluppo delle tecnologie abilitanti, per individuarne potenziali nuovi utilizzi;
- la definizione di standard a livello internazionale per garantire una crescita congiunta e sinergica tra Paesi;
- il ricorso a programmi strutturati per la formazione nelle nuove competenze, in misura maggiore rispetto a quelli previsti attualmente dal Piano Nazionale Impresa 4.0;
- la protezione dal rischio informatico (Deloitte University Press, 2017).

