



Dipartimento  
di Impresa e Management

Cattedra di Economia e Gestione delle Imprese

# Industria 4.0: nuovi business model e competenze delle risorse umane. L'impatto sull'automotive e il caso Pirelli

Relatore

Prof.ssa Maria Isabella Leone

Candidato

Edoardo Galassi

Matricola

218721

Anno Accademico 2019/2020



## **Ringraziamenti**

*Questo spazio vorrei dedicarlo a tutte le persone che mi hanno accompagnato durante il mio percorso universitario.*

*Innanzitutto, ringrazio la Prof.ssa Maria Isabella Leone, docente di Economia e Gestione delle Imprese presso la LUISS Guido Carli, per il supporto e la guida che mi ha fornito durante la stesura di questo elaborato.*

*Un ringraziamento speciale va alle Dott.sse Ginevra Assia Antonelli e Federica Forzano, assistenti della cattedra di Economia e Gestione delle Imprese, per la squisita disponibilità e i consigli.*

*Un immenso grazie va ai miei genitori che mi supportano in ogni scelta e, per me, sono da sempre esempio di onestà, lealtà e integrità e a mia sorella Aurora che con la sua dolcezza e simpatia riesce sempre a strapparmi un sorriso.*

*Vorrei anche ringraziare nonna Anna per tutti gli incoraggiamenti e le preghiere dette.*

*Ringrazio la mia fidanzata Giorgia che mi ha sempre supportato standomi vicino con la sua infinita pazienza.*

*Infine, ringrazio tutti i miei amici e i compagni di corso che sono sempre stati una valida spalla in questi primi tre anni di percorso universitario.*

## Indice

<b>Introduzione</b> .....	5
<b>Capitolo 1 – Industria 4.0 e i business models</b> .....	7
1.1 <i>Che cos'è l'industria 4.0 e le tecnologie abilitanti</i> .....	7
1.2 <i>Un framework per i business models</i> .....	12
1.3 <i>Business models 4.0</i> .....	15
1.3.1 <i>Smart factory business models</i> .....	16
1.3.2. <i>Servitization business models</i> .....	21
1.3.3 <i>Data driven business models</i> .....	26
1.3.4 <i>Platform business models</i> .....	31
1.4 <i>Benefici e sfide</i> .....	34
1.5 <i>L'importanza delle competenze</i> .....	36
<b>Capitolo 2 – Impatto dell'industria 4.0 sulla forza lavoro</b> .....	38
2.1 – <i>Nuove competenze, reskilling, upskilling</i> .....	38
2.2 – <i>Il ruolo e le capacità dei leaders</i> .....	44
2.3 – <i>L'industry 4.0 nella funzione HR</i> .....	47
2.4 – <i>Cambiamento nella somministrazione formativa</i> .....	49
2.5 – <i>Nuovi metodi nella valutazione delle prestazioni e sistemi di incentivazione</i> ...	50
2.6 – <i>Inclusione e valorizzazione delle diversità</i> .....	51
<b>Capitolo 3 – Innovazione 4.0 nel settore automotive</b> .....	53
3.1 – <i>Automotive 4.0 in Italia</i> .....	53
3.2 – <i>Digital supply chain</i> .....	56
3.3 – <i>Tecnologie per l'automotive digital supply chain</i> .....	61
3.4 – <i>Additive manufacturing</i> .....	64
3.5 – <i>Big data per la gestione dei guasti e la manutenzione predittiva</i> .....	66
3.6 – <i>Raggiungere il traguardo dello “Zero Difetti”</i> .....	66
3.7 – <i>AR e VR per le operations e la formazione del personale</i> .....	67
3.8 – <i>Implicazioni della digitalizzazione dei processi per le imprese automotive e rispondenza del mercato alle innovazioni</i> .....	68
<b>Capitolo 4 – Il caso Pirelli</b> .....	70
4.1 – <i>Pirelli: introduzione della società</i> .....	70
4.2 – <i>La smart factory di Settimo Torinese</i> .....	72

4.2.1 – <i>La tecnologia NEXT MIRS e l'e-tyre. Il CVA e la Total Efficiency 4.0</i> .....	73
4.2.2 - <i>IoT per supply chain e manutenzione predittiva. Integrazione digitale tra CRM e produzione</i> .....	77
4.2.3 – <i>Innovazione tecnologica del prodotto: Pirelli Cyber Tyre</i> .....	79
4.3 – <i>La formazione del personale</i> .....	80
4.3.1 – <i>Lifelong learning: Pirelli professional academies</i> .....	81
4.3.2 – <i>School of Management</i> .....	82
4.3.3 – <i>Performance and learning acceleration for you (PLAY)</i> .....	82
4.4 – <i>Il paradigma 4.0 in Pirelli: considerazioni</i> .....	83
<b>Conclusioni</b> .....	85
<b>Bibliografia</b> .....	87

## Introduzione

L'argomento che attualmente riveste maggior interesse nel panorama economico-industriale del nostro Paese come nel resto del mondo è la quarta rivoluzione industriale e l'industria 4.0.

Le sfide e le opportunità date dalle nuove tecnologie e dai nuovi modelli di *business*, nel quadro del mercato globale devono essere necessariamente raccolte dalle imprese per evitare di esserne espulse e, anzi, per aumentare la propria competitività.

Le nuove soluzioni tecnologiche che rendono i processi produttivi più efficienti ed efficaci, non possono prescindere da una formazione delle risorse umane altrettanto efficiente e rispondente. Una delle sfide attuali non è quella di sostituire completamente il fattore umano con la macchina intelligente, bensì di consentire alle persone e ai sistemi digitali utilizzati nella produzione di beni e servizi di dialogare e interagire in modo complesso e collaborativo. Questo implica la necessità da parte dei lavoratori di sviluppare specifiche e maggiori competenze, essere più coinvolti nelle decisioni del processo produttivo, acquisire flessibilità e capacità di *problem solving*.

Capitale e lavoro, ricerca e investimenti materiali vengono coinvolti in maniera paritetica nello slancio innovativo continuo del nuovo modello di industria.

Per competere nel nuovo ecosistema i *players* dovranno fare un consistente sforzo verso il cambiamento che dovrà essere accompagnato anche da specifici interventi pubblici (normativi e di incentivazione) sia nell'ambito produttivo che in quello formativo e scolastico. Ciò che però interessa il nostro studio è in che modo le tecnologie della quarta rivoluzione industriale stanno cambiando il modo di fare impresa, quali sono i fattori chiave sui quali bisogna puntare per implementare il paradigma 4.0, quale ruolo hanno le risorse umane e quale cambiamento di competenze viene loro richiesto. Interessante come esempio rimarchevole di approccio all'industria 4.0 è il mondo dell'*automotive*. In quest'ultimo ambito illustreremo il caso della Pirelli.

Svilupperemo il nostro percorso partendo da una illustrazione dell'industria 4.0, delle sue tecnologie abilitanti e del *framework* per i *business models*. Esamineremo i benefici, le sfide e l'importanza delle competenze.

Nel secondo capitolo parleremo, quindi, dell'impatto dell'industria 4.0 sulla forza lavoro, in tema di nuove competenze, nuove modalità nell'*HR*, nella formazione e nella valutazione delle prestazioni.

Il terzo capitolo si occuperà specificamente dell'*automotive 4.0*, delle relative tecnologie abilitanti e delle implicazioni della digitalizzazione dei processi.

Infine, nel quarto capitolo sarà protagonista la Pirelli.

## Capitolo 1 – Industria 4.0 e i business models

### 1.1 Che cos'è l'industria 4.0 e le tecnologie abilitanti

Nel corso della storia si sono susseguite varie rivoluzioni che hanno comportato repentini e radicali cambiamenti nel sistema economico e nelle strutture sociali. Queste rivoluzioni seppur differenti nei contenuti hanno un comune denominatore: esse, infatti, scaturiscono dall'emergere di nuove tecnologie e di nuove percezioni del mondo.

Il primo significativo cambiamento nei nostri stili di vita è stato causato dallo sviluppo delle tecniche di coltivazione; successivamente, la rivoluzione agricola ha portato ad un aumento della produzione di cibo e di conseguenza ad una rapida crescita demografica che ha comportato la nascita delle grandi città e dato il via al fenomeno dell'urbanizzazione. In seguito, si è assistito ad una serie di rivoluzioni industriali che hanno avuto luogo a partire dalla seconda metà del Settecento.

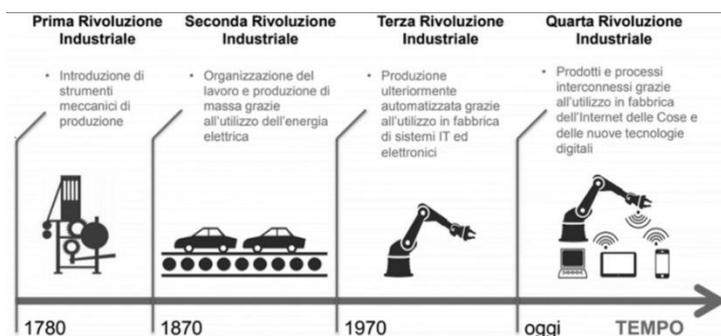


Figura 1 Le rivoluzioni industriali

Fonte: EconomyUp. (27 novembre 2019). *Che cos'è l'Industria 4.0 e perché è importante saperla affrontare*

La prima rivoluzione industriale abbraccia un arco temporale che va dalla seconda metà del XVIII secolo alla seconda metà del XIX ed è trainata dalla costruzione delle ferrovie e dalla scoperta della macchina a vapore che ha consentito l'introduzione di strumenti meccanici nella produzione. La seconda rivoluzione industriale inizia sul finire del 1800 e si protrae fino alla metà del XX secolo: è in questo periodo che, grazie all'energia elettrica e all'avvento della catena di montaggio, si sviluppa la produzione di massa. La terza rivoluzione industriale, anche chiamata rivoluzione digitale, comincia negli anni '60 del Novecento e termina agli inizi del XXI secolo: la produzione diventa ancora più

automatizzata grazie allo sviluppo dei semiconduttori, dei computer *mainframe*<sup>1</sup> e di una diffusione capillare di *internet*. La quarta rivoluzione industriale, iniziata nei primi anni del nuovo millennio, pone le sue radici sulla rivoluzione digitale ed è caratterizzata da una diffusione ancora più capillare di *internet*, dall'uso massivo di sensori sempre più efficienti, dal *machine learning*<sup>2</sup> e dall'intelligenza artificiale. Tutte queste tecnologie non sono certo nuove ma, rispetto a due decenni fa, quando vennero sviluppate per la prima volta, complice anche una maggiore convenienza economica, sono più diffuse, più sofisticate ed integrate tra loro e, di conseguenza, stanno generando significative trasformazioni nella società e nell'economia globale. In particolare, la diffusione di queste nuove tecnologie che riescono a codificare i processi cognitivi sta portando ad una sempre maggiore sostituibilità tra uomo e macchine *software defined*<sup>3</sup> (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

La quarta rivoluzione industriale, con le relative innovazioni in campo digitale, pone le basi per l'industria 4.0: quest'ultima, grazie all'implementazione nell'intera *value chain* di sistemi cyber-fisici comunicanti tra loro tramite *internet*, è caratterizzata da metodi di produzione interconnessi che rendono i processi operativi più efficienti, consentono un aumento della produttività e al tempo stesso permettono un miglioramento qualitativo del prodotto.

Il paradigma 4.0 si traduce in una sostanziale modificazione della *supply chain* che, grazie al digitale, non segue più un andamento lineare e a compartimenti stagni; ogni sua fase, anzi, è in relazione con l'altra (Burke, 2017): ciò genera vantaggi per tutti gli attori coinvolti nel processo di produzione e al tempo stesso porta benefici anche ai fruitori dei beni e servizi prodotti.

Infatti, sfruttando le potenzialità dell'*Internet of Things*<sup>4</sup>, si ottiene una maggiore connessione con fornitori e clienti, che da una parte genera una maggiore affidabilità della capacità produttiva, mentre dall'altra rende più prevedibile la domanda. I benefici, però, non si esauriscono qui, in quanto è anche favorita la collaborazione tra funzioni aziendali,

---

<sup>1</sup> In informatica il *mainframe computer* è un tipo di *computer* caratterizzato da un sistema di calcolo centralizzato in grado di garantire elevati *standard* di elaborazione dei dati.

<sup>2</sup> Il *machine learning* è l'apprendimento automatico da parte di una macchina dei compiti da svolgere: esso permette ai computer di imparare basandosi su attività precedentemente svolte; si può dire che c'è apprendimento quando le prestazioni migliorano al termine del compimento di un'azione o processo.

<sup>3</sup> L'infrastruttura *software-defined* è costituita da risorse di elaborazione, rete e *storage* completamente virtualizzate e raggruppate in modo logico affinché possano essere gestite come fossero software.

<sup>4</sup> Connessione, tramite la rete *internet*, di oggetti o persone. Vedi *infra*.

che contribuisce a ridurre il *time to market* accelerando i processi di *decision making*. Ciò risulta in un efficientamento della produzione e in una riduzione dei costi. Inoltre, partendo dall'analisi dei dati prodotti dai *robots* e dagli altri macchinari connessi in rete, è possibile prevedere ed evitare i guasti facendo manutenzione predittiva ed evitando in tal modo costosi fermi macchina.

Quanto illustrato, oltre ad influenzare la produzione, comporta anche un cambiamento dei *business models* e richiede nuove competenze nella forza lavoro: entrambe le tematiche saranno esaminate nel dettaglio più avanti. Per il momento ci soffermeremo sull'analisi delle tecnologie, definite da uno studio di Boston Consulting Group come abilitanti, alla base dell'industria 4.0 (Gerbert, 2015).

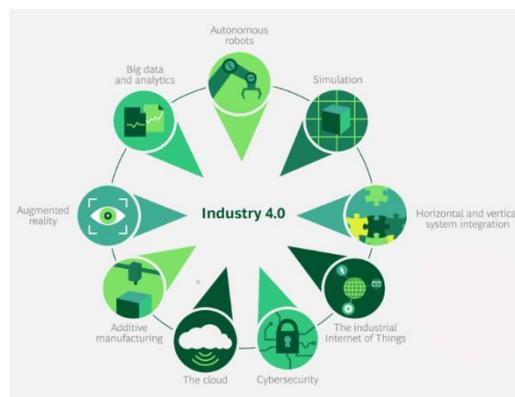


Figura 2 Le tecnologie abilitanti di industria 4.0

Fonte: Gerbert, P. et al. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*

*Big data and analytics*. I *big data* sono l'insieme dei dati strutturati e non che sono generati dal web, dalle *app*, dai *social network* e da tutti i macchinari e dispositivi connessi in rete. Con il progredire della tecnologia l'ammontare di questi dati è aumentato esponenzialmente e di conseguenza sono cambiati anche i metodi d'analisi per processarli ed estrarre informazioni. Gioca quindi un ruolo importante il *big data management* che comprende tutti quei processi e tecnologie che vanno dall'acquisizione dei dati fino alla loro memorizzazione all'interno del *cloud*. A questo punto i dati raccolti vanno analizzati: la *big data analytics* consiste quindi nell'interpretare i dati raccolti per poi giungere a delle decisioni o a delle conclusioni. L'analisi infatti può essere descrittiva per capire cosa è accaduto durante un processo, diagnostica per capirne il perché, predittiva per predire cosa accadrà in futuro e in ultimo prescrittiva per capire come far accadere un determinato evento durante un processo (Zannetta, 2018).

*Autonomous robots.* I *robots* autonomi sono dei dispositivi programmabili connessi tra di loro che riescono a svolgere autonomamente e senza l'intervento dell'uomo delle operazioni complesse. Infatti, con l'introduzione di software e sensori sempre più complessi, i *robots* oltre ad essere in grado di imparare nuove mansioni tramite l'imitazione del personale umano, sono anche capaci di svolgere delle funzioni ad altissimo contenuto cognitivo come la supervisione degli operatori e la gestione delle risorse umane (Bagnoli, 2018).

*Simulation.* Questa tecnologia abilitante consente la riproduzione, tramite appositi *software*, dei processi industriali: basandosi sui dati emersi dal processo produttivo reale e facendo ricorso all'inferenza statistica è infatti possibile ricostruire virtualmente l'intero procedimento per poi andare ad indagare tutte quelle falle che potrebbero presentarsi nella realtà. La simulazione consente quindi di riprodurre il mondo fisico all'interno di un mondo virtuale in cui processi, prodotti e macchinari sono descritti attraverso equazioni matematiche; l'insieme di queste equazioni prende il nome di modelli. Grazie ai modelli, le operazioni svolte nella realtà vengono virtualmente riprodotte e testate. Ciò rende possibile sia un abbattimento di costi grazie all'efficientamento dei processi, sia un miglioramento qualitativo dei prodotti (Bagnoli, 2018).

*Horizontal and vertical system integration.* Fulcro dell'industria 4.0 è l'interconnessione di tutti i processi coinvolti nella *value chain*. L'integrazione sistemica può essere sia orizzontale che verticale: “*la prima consiste nella generazione di reti di creazione di valore che prevede l'integrazione di diversi agenti come partner commerciali e clienti, modelli di business e di cooperazione mentre la seconda riguarda sistemi di produzione intelligenti ad esempio fabbriche e prodotti intelligenti, networking di logistica smart, produzione, commercializzazione e servizi*”<sup>5</sup>.

*Industrial Internet of Things.* L'*industrial internet of things* è l'applicazione in campo industriale dell'*IoT*. Quest'ultimo consiste nella connessione, tramite la rete *internet*, di oggetti o persone; l'interconnessione, infatti, può essere tra oggetti, tra persone e oggetti e tra persone e persone: ciò dà vita ad un *network* i cui elementi sono univocamente identificati e si scambiano informazioni l'un l'altro. Per far sì che questo avvenga, gli

---

<sup>5</sup>Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari.

*smart objects*<sup>6</sup>, oltre ad essere identificabili e connessi in rete, sono in grado di interagire con l'ambiente esterno e di elaborare dati. Ogni oggetto del *network* è infatti dotato di sensori, *RFID tags* e *QR code*.

L'applicazione dell'IoT nella produzione consiste quindi nel dotare i macchinari e i componenti industriali di sensori per poi connetterli in rete sfruttando connessioni *wireless* o via cavo: questo permette di avere a disposizione in tempo reale una gran quantità di dati che, opportunamente processati e analizzati, costituiscono informazioni preziose utili per la riduzione dei costi e l'ottimizzazione della produzione (Alcacer & Cruz-Machado, 2019).

*Cybersecurity*. L'interconnessione tramite la rete di un sempre crescente numero di dispositivi genera una grande quantità di dati sensibili la cui protezione è vitale per il buon funzionamento di un'impresa (Alcacer & Cruz-Machado, 2019). Compito della *cybersecurity* è proprio quello di proteggere i dispositivi connessi in rete e i dati da essi prodotti da attacchi indesiderati assicurando la riservatezza e l'inaccessibilità di questi ultimi da parte di soggetti non autorizzati (Bagnoli, 2018).

*Cloud computing*. Il *cloud computing* è una tecnologia che ormai permea tutti gli aspetti della nostra vita: permette di fruire di servizi *hardware* e *software* in forma delocalizzata facendo uso di *server* remoti. Gli attori coinvolti sono quindi due: da una parte il cliente che sfrutta i servizi di *storage* e calcolo di cui necessita e dall'altro l'*host*, responsabile del *data center* e dei *server*. In particolare, la delocalizzazione dell'*hardware* comporta anche una maggiore accessibilità dei sistemi da parte di dispositivi mobili. Questo comporta un'importante riduzione dei costi in quanto l'impresa non deve occuparsi direttamente dell'installazione dell'infrastruttura IT e soprattutto paga solo per quei servizi di cui effettivamente fruisce (Branco Jr., 2017).

*Additive manufacturing*. Questa tecnologia, anche nota come stampa 3D, permette di trasformare un modello virtuale in un oggetto a tre dimensioni. La particolarità di questa tecnica di produzione risiede nel fatto che il prodotto non è realizzato asportando materiale da un blocco solido ma, al contrario, l'oggetto prende forma grazie alla sovrapposizione di strati bidimensionali di materiale polimerico o di altro genere. Di conseguenza è possibile ottenere dei prodotti dal design complesso e altamente

---

<sup>6</sup> Uno *smart object* è un oggetto inanimato in grado di elaborare dati e di interagire con altri oggetti e persone connessi in rete.

personalizzabili che consentirebbero di colmare quel divario in termini di scalabilità della produzione che c'è tra l'Europa e Paesi in cui la produzione in serie è più conveniente grazie ad una manodopera a basso costo (Bagnoli, 2018).

*Augmented reality.* La realtà aumentata è l'ultima tecnologia abilitante che prendiamo in esame: attraverso l'uso di sistemi *ad hoc* come per esempio degli occhiali 3D è possibile sovrapporre al mondo fisico delle informazioni multimediali. In ambito industriale questi sistemi possono risultare molto utili in quanto rivoluzionano il rapporto di interazione uomo-macchina: infatti, la realtà aumentata permette, ad esempio, l'invio all'operatore di informazioni riguardanti lo stato di un macchinario oppure di indicazioni sulle operazioni da seguire per la manutenzione dello stesso (Bagnoli, 2018).

## 1.2 Un framework per i business models

Le tecnologie abilitanti dell'industria 4.0 sicuramente vanno a ridefinire e modificare gli attuali *business models* delle imprese. L'obiettivo di questo paragrafo è quindi quello di illustrare un modello teorico per comprendere meglio cos'è e quali sono gli elementi costitutivi di un *business model*.

In letteratura non esiste una definizione univoca di cosa sia un *business model*: quest'ultimo può essere definito come “l'insieme di elementi attraverso cui l'impresa crea, trasferisce ad altri soggetti e al tempo stesso cattura a suo vantaggio quel valore (di diversa natura) che, per un verso soddisfa le esigenze dei suoi interlocutori e, per l'altro, le consente di evolvere in modo fisiologico<sup>7</sup>” oppure, in altri termini, come “un modello che descrive la logica in base alla quale un'organizzazione crea, distribuisce e cattura valore<sup>8</sup>”.

Il modello di *business* secondo un *framework* elaborato da Osterwalder e Pigneur può essere scomposto in nove elementi, i *building blocks*, che definiscono le leve in base alle quali l'impresa crea il suo vantaggio competitivo. Questo strumento è chiamato *business model canvas* ed è un *template* virtuale che identifica i prodotti, i clienti, i processi, le risorse e altri elementi che costituiscono un'impresa evidenziandone anche le

---

<sup>7</sup> Fontana, F., & Caroli, M. (2017). *Economia e gestione delle imprese*. Milano: Mc Graw Hill.

<sup>8</sup> Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Creare modelli di business*. Edizioni LSWR.

interconnessioni. Nel dettaglio i nove elementi sono riportati nella figura sottostante e descritti basandosi sull'analisi svolta da Carlo Bagnoli<sup>9</sup>.

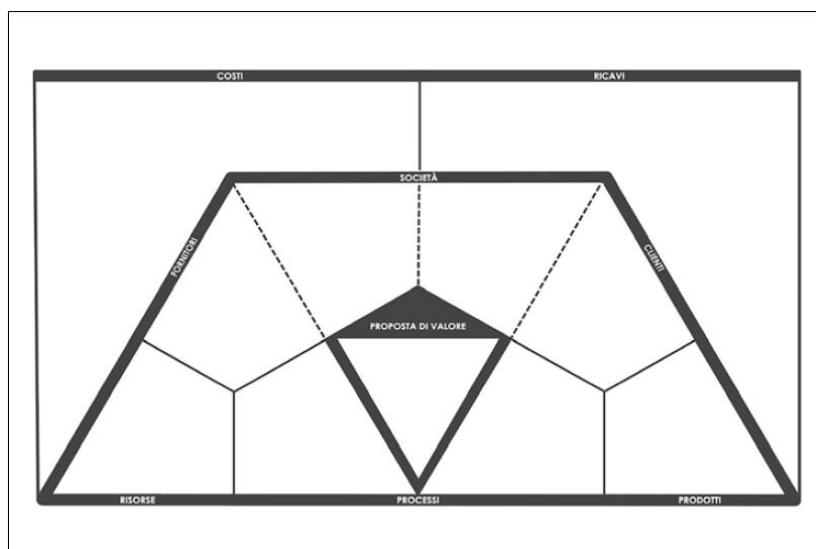


Figura 3 Business model canvas

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

**Fornitori.** I fornitori sono i soggetti con cui l'impresa entra in contatto al fine di approvvigionarsi dei beni di cui non dispone al fine di portare a termine i processi produttivi. La criticità e la disponibilità di tali beni determina la natura della relazione che si instaura con i fornitori: essa, infatti, può essere occasionale (bassa criticità e alta reperibilità), di lungo periodo (alta criticità, alta reperibilità), di *partnership* (alta criticità, bassa reperibilità).

**Risorse.** Le risorse costituiscono l'insieme di tutti i beni economici (materie prime, semilavorati, merci, terreni, fabbricati e macchinari) che servono ad alimentare i processi. Altre risorse sono le disponibilità finanziarie e, ancor più importanti e fonte di vantaggio competitivo, quelle intellettuali. Queste ultime sono particolarmente importanti perché consentono la combinazione ottimale delle risorse, sia quelle distintive (così definite in quanto considerate di valore, rare, non facilmente imitabili e non sostituibili) che non, in modo da creare un maggior valore per i clienti.

**Processi.** I processi sono tutti i sistemi e le attività che l'impresa mette in atto per trasformare gli *input* in *output*. Essi possono essere categorizzati in sistemi gestionali

<sup>9</sup> Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari.

operativi come la fornitura, la produzione e la distribuzione, in processi di gestione della clientela dalla selezione fino alla fidelizzazione, in processi di innovazione del prodotto e infine in processi di regolazione come quelli relativi alla *compliance* a norme di legge, gestione dei rapporti con il personale etc.

*I prodotti e i canali di comunicazione e distribuzione.* I prodotti sono i beni che l'impresa immette sul mercato al fine di soddisfare i bisogni dei propri clienti. I canali di comunicazione, invece, costituiscono i mezzi che l'impresa usa per promuovere i propri prodotti: questi possono essere diretti o indiretti. Infine, ci sono i canali di distribuzione che veicolano il bene o servizio dal produttore al consumatore: anch'essi possono dividersi in diretti, caso in cui il prodotto venga venduto dall'azienda direttamente al consumatore finale, ed indiretti, quando l'impresa lavora con uno o più partner per portare a termine la vendita.

*Segmenti di clientela.* Sono i gruppi di persone o le organizzazioni destinatari dei prodotti dell'impresa. La segmentazione della clientela è particolarmente importante in modo da declinare la *value proposition* in relazione alla tipologia dei clienti. È quindi importante profilare i potenziali clienti in base a comportamenti, bisogni, età, reddito, geografia, stili di vita. *“I segmenti di clientela sono, in ultima analisi, il nostro mercato di riferimento<sup>10</sup>”.*

*La responsabilità sociale d'impresa.* Le imprese, per la natura della loro attività che comporta delle relazioni con l'ambiente esterno, hanno un impatto sul territorio nella quale operano. L'impresa, quindi, deve essere in grado di soddisfare i bisogni dei propri clienti e di massimizzare i profitti senza però trascurare gli interessi e le aspettative di altri *stakeholders* quali i dipendenti e le comunità locali. Per far questo deve fare un uso consapevole delle risorse del territorio circostante, deve valorizzare il capitale umano e contribuire allo sviluppo delle comunità circostanti.

*Proposta di valore.* La proposta di valore è il fulcro del *business model canvas* ed è l'insieme di beni e servizi che creano valore per un dato segmento di clientela in quanto atta a soddisfare i suoi bisogni. Per far questo la proposta si compone di una serie di elementi atti a creare valore come per esempio il miglioramento delle *performance* del

---

<sup>10</sup> <https://www.startupbusiness.it/business-model-canvas-cose-come-farlo-e-vantaggi-per-le-aziende/100133/>

prodotto, un accrescimento delle possibilità di personalizzazione, l'offerta di un migliore servizio post-vendita, lo *status symbol* o anche un prezzo più contenuto.

*Struttura dei costi.* Le imprese per attuare il loro *business model* devono sostenere dei costi: il loro insieme va a formare la struttura dei costi. In base al tipo di modello di *business* che si adotta la struttura dei costi gioca un ruolo più o meno importante: i *business models* basati sui costi tendono a tenere una struttura dei costi bassa cercando di risparmiare, puntando a proposte di valore a basso prezzo mentre i *business models* basati sul valore tendono a dare meno importanza ai costi e si concentrano nel garantire al consumatore beni e servizi differenziati.

*Ricavi.* Per essere economicamente sostenibile e in grado di crescere un'impresa deve generare ricavi. Un modello di *business* efficiente riesce a trarre flussi di ricavi da ogni segmento di clientela cui offre la sua proposta di valore. Per ottenere ricavi ci sono diversi metodi: si possono cedere dietro pagamento di un prezzo i diritti di proprietà sui beni prodotti, si possono incassare dei canoni, può concedersi il bene in leasing oppure dare in licenza i propri brevetti.

### 1.3 Business models 4.0

Considerando il *framework* proposto nel precedente paragrafo come lo strumento d'analisi per ogni *business model 4.0*, possiamo analizzare i principali meta *business models* in relazione alle proposte di valore e all'impatto che le tecnologie abilitanti hanno sui singoli *building blocks*. Tale impatto, ovviamente variabile per ogni modello, influenza i fattori critici di successo e le dimensioni strategiche del progetto.

I quattro meta *business models* sono:

- *Smart factory business model*
- *Servitization business model*
- *Data driven business model*
- *Platform business model*

Tutti i *business models* sono, in varie modalità, accomunati da un imprescindibile *asset* che è quello dei dati i quali, grazie alle tecnologie abilitanti, possono essere raccolti, utilizzati e condivisi.

### 1.3.1 Smart factory business models

Lo *smart factory business model*, ovvero il modello della fabbrica intelligente, si caratterizza per integrare sistemi fisici e virtuali a livello di *value chain*, *value system* e potenzialmente *value ecosystem*, considerando l'intero ciclo di vita del prodotto. È adottabile soprattutto da imprese che operano nel *B2B*, volendo porre rimedio al problema strategico “produzione seriale vs produzione singolare”, cioè per ottenere prodotti personalizzati, però con un processo produttivo di natura industriale e standardizzata.

Attraverso l'automazione e la dematerializzazione del processo produttivo per coniugare la produzione di larga scala con la personalizzazione, si passa ad un metodo industriale dinamico ed aperto al *time-to-order*. La soddisfazione dei bisogni dei clienti attraverso l'offerta di prodotti affidabili e disponibili nelle quantità e nelle tempistiche richieste, nella massima prossimità al cliente stesso porta alla massimizzazione dell'efficienza del processo di produzione e distribuzione.

Lo sfruttamento delle tecnologie digitali per l'implementazione di uno *smart factory business model* è l'aspetto più evidente all'interno di industria 4.0.

Si ottimizza l'impiego delle risorse materiali attraverso il digitale, rendendo intelligenti sia i prodotti che i processi interni ed esterni, con:

- *Cyber-phisycal systems (CPS)* che sono sistemi prodotto dati da componente fisica (sensori, memorie, etc) e componente digitale (*digital twin* del dispositivo materiale);
- *Cyber-phisycal production system (CPPS)*, sistemi costituiti da più *CPS* spesso coordinati da una stazione centrale.

Si configura così la produzione di beni ad alto contenuto tecnologico, con materiali complessi, in grado di soddisfare le variabili esigenze di mercato. L'adattamento è favorito dalla prossimità sia fisica che virtuale ai clienti, facendone comprendere meglio le esigenze.

I tre modelli di smart factoring sono: lo *smart manufacturing*, la *mass customization* e gli *hub and spoke* produttivi.

Lo *smart manufacturing* è caratterizzato da sistemi *cyber fisici* comunicanti attraverso l'*IoT* per assistere uomini e macchine nell'esecuzione dei compiti. I processi di progettazione e produzione, pianificazione, ingegnerizzazione e fabbricazione sono

concepiti a moduli, simulati virtualmente e integrati *end to end*, cioè in maniera interdependente lungo la *value chain*.

L'*IoT* facilita i processi di monitoraggio e controllo, l'interconnessione tra impianti e macchinari, l'automazione della logistica.

La realtà aumentata migliora i processi di manutenzione, riparazione, *operations*, in modo da supportare l'attività umana e ridurne le possibilità di errore.

La produzione e i relativi processi decisionali si basano sui dati derivanti dalle fonti connesse o integrate (sensori e *central units*) ed elaborati con le tecnologie di *big data and analytics*.

Gli apparati tecnologici e i nuovi materiali saranno sempre più presenti generando vantaggi qualitativi, temporali e di riduzione di costi e scarti.

L'essenzialità della funzione dei dati, sia per le informazioni in tempo reale sui processi interni e sulle necessità del consumatore, sia per il *know-how* e le altre conoscenze indispensabili al *business*, richiede un ampliamento delle competenze delle risorse umane nel campo *IT e analytics*. Con lo *smart manufacturing* l'operatore diventa *decision-maker* e controllore.

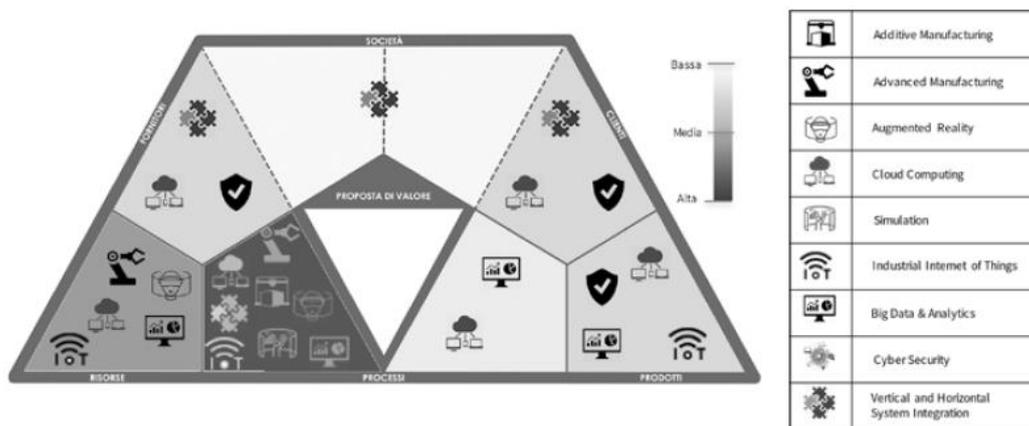


Figura 4 L'impatto dello smart manufacturing sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Lo *smart manufacturing* impatta molto sul *building block* relativo ai prodotti e sposta l'attenzione dalla materia ai dati e alle informazioni. I prodotti sono più complessi e personalizzati, adattabili, dotati di componenti per la rilevazione, analisi e archiviazione

dei parametri di funzionamento. Possono inoltre essere collegati con il fornitore utilizzando il *cloud*.

L'ecosistema così riveniente si adatta velocemente al mercato, controlla il ciclo vitale del prodotto, genera efficienza e sinergia con il cliente, coinvolto spesso fin dalle fasi iniziali di progettazione.

Processi e *deadline*, coordinati in tempo reale, permettono di migliorare i tempi di consegna.

La *mass customization* prevede, tramite le tecnologie digitali, la produzione di beni e servizi personalizzati conservando l'economia e l'efficienza operativa della produzione di massa. Quest'ultima si caratterizza per la vendita di prodotti standard, indifferenti alla varietà delle esigenze dei singoli clienti, realizzati con un modello organizzativo rigido che programma la produzione in previsione di una domanda futura da soddisfare anche con ingenti scorte di magazzino. La *mass customization* invece crea valore vendendo prodotti personalizzati, realizzati con un modello organizzativo dinamico che risponde alla domanda attuale ed eterogenea dei clienti, con flessibilità di produzione e limitate scorte di magazzino.

La *mass customization* dà risposta alle crescenti richieste di unicità del prodotto da parte dei singoli clienti e così all'avvento dei cosiddetti mercati coda lunga<sup>11</sup> che si caratterizzano per la vendita di poche unità di ciascuno di tanti diversi tipi di bene, contrariamente al modello industriale monoprodotto con alto volume di produzione. Quest'ultimo spesso genera minori transazioni rispetto al complesso di quelle date dall'insieme dei prodotti a varianti personalizzate.

La personalizzazione è resa possibile grazie alla digitalizzazione che permette la riduzione dei costi di collegamento tra domanda e offerta.

La *mass customization* ha la sua massima efficacia se la personalizzazione parte dalle fasi iniziali del ciclo produttivo se il prodotto risulterà adattabile nel funzionamento rispetto all'effettivo utilizzo da parte del cliente.

---

<sup>11</sup> L'espressione codalunga, coniata da Chris Anderson nel 2004, rappresenta quei modelli di *business* in cui i ricavi sono ottenuti vendendo poche unità di tantissimi beni diversi.

Questo implica lo sviluppo di configuratori di prodotto per una *customer experience* maggiormente aderente alle preferenze/esigenze del cliente che diventa parte attiva del *value system* e partecipa ai processi di *open innovation*<sup>12</sup>.

È altresì necessaria una piattaforma tecnologica atta a processi produttivi flessibili, efficienti, rapidi e affidabili nell'utilizzo delle risorse per la creazione di un'architettura di prodotto il più possibile modulare per la massima interazione di tutte le parti del *value system* (fornitori, clienti, etc).

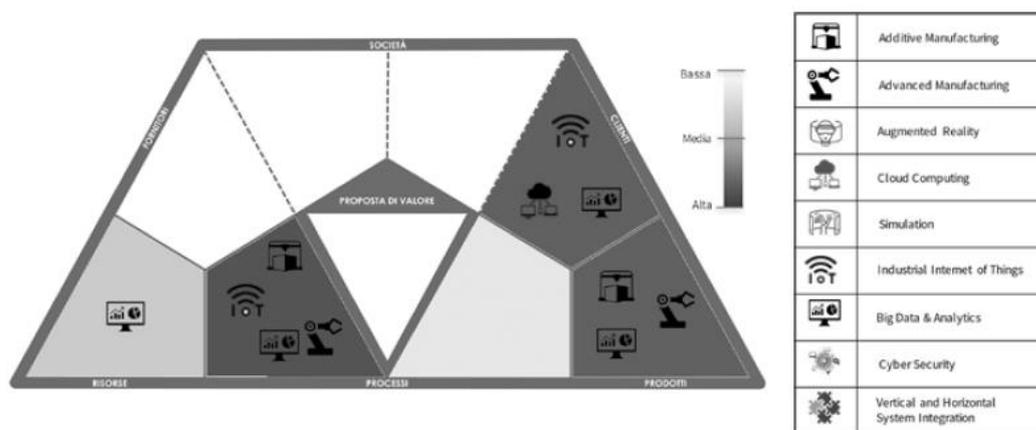


Figura 5 La mass customization e l'impatto sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Questo modello influenza per primo il *building block* dei processi interni in cui vi è un'accelerazione dello sviluppo dei prodotti grazie a nuovi dispositivi come le stampanti 3D, *robots* autoadattivi, *IoT*, *big data* per l'analisi delle esigenze dei clienti ai fini della personalizzazione del prodotto/servizio.

Le stampanti 3D permettono di creare strumenti e stampi personalizzati, i *robot* autonomi possono essere velocemente riprogrammati per piccoli lotti di produzione realizzati sulla base dell'uso in tempo reale dei dati processati tramite *big data and analytics*.

Vi è anche un cambiamento nel *building block* clienti che assumono maggiore centralità, in quanto le tecnologie di analisi dei dati e di *cloud computing* consentono di ottenere una profonda conoscenza e comprensione dei comportamenti, delle preferenze, delle effettive esigenze di utilizzo dei prodotti e servizi. Questa conoscenza copre anche il *post-vendita*,

<sup>12</sup> Il paradigma dell'*open innovation* è stato elaborato dallo studioso statunitense Henry Chesbrough e afferma che per progredire nelle competenze tecnologiche le imprese possono e devono ricorrere anche a delle risorse esterne come quelle messe a disposizione da *start up* e università.

tramite l'impiego dell'*IoT* che consente di monitorare e gestire tutto il ciclo di vita del prodotto.

Il modello di business *hub and spoke* sfrutta le tecnologie digitali affinché l'impresa si doti di siti produttivi locali, mini-fabbriche decentralizzate e localizzate vicino ai clienti.

L'impresa è l'*hub* del *network*, che assume centralmente le decisioni, delinea la *mission*, le strategie, crea gli *standard* operativi da condividere con le mini-fabbriche. Queste ultime sono gli *spokes* del *network* che effettuano la produzione e distribuzione sui singoli mercati locali di competenza.

I vantaggi che ne derivano sono molteplici: la vicinanza ai mercati finali permette l'uso di risorse locali e una maggior *compliance* culturale e normativa con i clienti ai quali è così fornito il miglior servizio possibile; le richieste di personalizzazione del prodotto possono essere soddisfatte senza aggravii di costi o di tempi di spedizione; si può rispondere più efficacemente ed efficientemente a repentine variazioni della domanda.

Con questo modello si passa dunque da un unico sito produttivo ad un *network* che comprende l'impresa, siti controllati direttamente, siti di fornitori e clienti. È quindi un nuovo modello di *outsourcing* che unisce la modalità di governo centralizzato con quella di servizio decentralizzato.

A livello centrale una piattaforma tecnologica assicura la condivisione degli *standard* operativi, tenendo conto anche dell'esigenza di protezione dei dati, con gli *spoke* che ricevono le direttive di produzione. Questi ultimi possono configurarsi anche come fabbriche urbane, inserite quindi nel tessuto cittadino e caratterizzate da efficienza energetica, compattezza, basso impatto ambientale ed estetico, facilmente raggiungibili dai clienti finali.

Gli *spokes* possono anche essere mobili in modo da poter spostare fisicamente la produzione dove se ne ravvisa la maggior necessità ed evitare installazioni di impianti fissi, riducendo la *capital expenditure*. Questi tipi di *spoke* sono usati per servire mercati di nicchia in luoghi remoti e, pur non permettendo le economie di scala dei grandi impianti, riducono i costi fissi che permettono la personalizzazione dei prodotti.

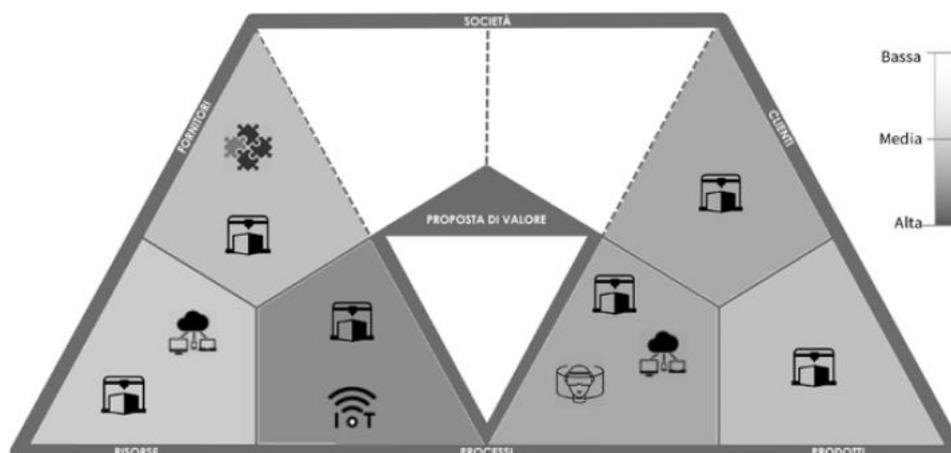


Figura 6 Il modello hub and spoke e l'impatto sui building blocks  
 Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Il modello *hub and spoke* è reso possibile da manifattura additiva, *IoT* e *cloud computing*. Il primo blocco impattato è quello dei processi interni: il processo produttivo fisico si sposta dal grande impianto fisso alle mini-fabbriche che possono anche essere mobili, vicino al consumatore, con riduzione dei tempi, dei costi di trasporto, degli oneri di importazione e dei costi di magazzino.

Il cliente è coinvolto nella progettazione e realizzazione del prodotto e le stampanti 3D consentono massima personalizzazione e adattamento ad eventuali cambiamenti nelle richieste.

La produzione nelle mini-fabbriche si regge su un flusso di informazioni *end to end* con la sede centrale mediante la tecnologia *IoT* che consente connessione in tempo reale, manutenzione predittiva e raccolta dati per l'organizzazione dei processi.

### 1.3.2. Servitization business models

I *servitization business models* ambiscono a trasformare i beni in servizi per realizzare la migliore risposta al *customer jobs-to-be-done*<sup>13</sup>, *gains and pains*<sup>14</sup>, considerato che il prodotto venduto viene comprato anche per:

- integrare le funzioni tradizionali del bene con servizi complementari;

<sup>13</sup> La teoria del *customer jobs-to-be-done* è stata elaborata da Clayton Christensen e afferma che siccome gli utenti comprano un prodotto per portare a termine un determinato compito e per far fronte ad esigenze specifiche, le imprese devono trovare il modo per rendere più efficienti queste operazioni.

<sup>14</sup> Con questa locuzione ci si riferisce ai vantaggi che vorrebbe ottenere l'utente e alle difficoltà che potrebbe incontrare.

- affiancare alle tradizionali fruizioni del bene servizi indipendenti, sfruttando le possibilità di connessione ed elaborazione degli *smart products*;
- sostituire alla vendita del bene quella del servizio che permette di erogare, anche coinvolgendo il cliente nella personalizzazione dell'offerta.

Questi tre modelli di *business* dell'industria 4.0 che rientrano nella *servitization* sono servizi *add-on-hardware*, servizi *add-on-software* ed *everything-as-a-service* e si ritrovano in maniera conclamata nei servizi di telefonia mobile dove il bene fisico è il cellulare, i servizi complementari sono ad esempio le assicurazioni sul bene, i servizi indipendenti possono essere delle applicazioni come ad esempio l'app meteo o quella per il *jogging*, la vendita del telefono può essere sostituita dall'abbonamento al servizio con offerta personalizzata per minuti, giga e altre funzionalità e con il terminale in comodato. I *servitization business models* impattano soprattutto sui *building blocks* prodotti, risorse, processi interni e clienti.

Vengono sfruttate le opportunità offerte dalle tecnologie digitali per affiancare e sostituire l'offerta di un bene con quella di uno o più servizi correlati. Si possono "servitizzare" i prodotti o "produttizzare" i servizi. La *servitization* si fonda sul fatto che il valore di un prodotto non risiede necessariamente nel bene in sé, ma in ciò che il suo uso ci permette di fare.

La *productivization* si basa invece sul fatto che per erogare determinati servizi è necessaria la presenza di beni che li supportano, sempre più intelligenti.

I servizi *add-on-hardware* sfruttano le tecnologie digitali per aggiungere alla vendita del bene quella dei servizi finalizzati alla massima soddisfazione del cliente in termini di funzioni e risultati perseguiti, in modo da far divenire l'impresa un suo fornitore continuativo.

Si parla di servizi di *post-vendita* (consegna, installazione, consulenza, manutenzione, eventuale rimpiazzo, etc) ma anche di *prevendita* (analisi dei fabbisogni del cliente, configurazione del bene, selezione di fornitori complementari, finanziamento dell'acquisto, garanzia, etc).

Importante è il ruolo delle tecnologie digitali per il monitoraggio del funzionamento del prodotto e dell'esperienza del cliente. Questo consente di effettuare una manutenzione predittiva che permette di ottimizzare il funzionamento del bene e di prolungarne la vita utile, aumentando il valore creato per il cliente. I dati raccolti consentono anche di

progettare nuovi beni, risolvendo in sede di sviluppo eventuali problemi riscontrati nell'utilizzo di beni precedenti.

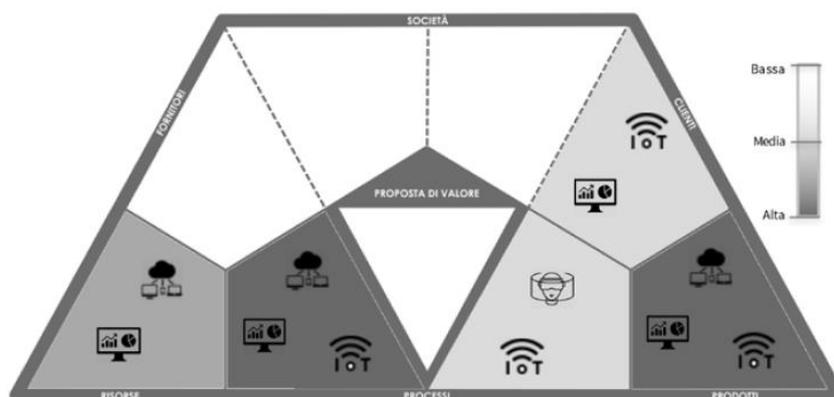


Figura 7 Il modello ad-on-hardware e l'impatto sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Le tecnologie maggiormente alla base di questo modello sono *big data and analytics*, *IoT industriale*, *cloud computing* e integrazione sistemica orizzontale e verticale.

Il *building block* maggiormente influenzato dalle tecnologie di industria 4.0 è quello dei prodotti in quanto combinando beni tangibili e intangibili si estende la gamma delle offerte dell'impresa che aggiunge ai beni anche i servizi.

Anche i processi interni sono fortemente impattati poiché i dati raccolti dai sensori o dalle *app* dei prodotti vengono analizzati da tecnologie *big data and analytics* che consentono di migliorare i servizi, costruire nuove offerte, sia di prodotto che di servizio, ridurre in maniera sistematica gli errori di progettazione.

Il monitoraggio continuo del prodotto consente di migliorare la *customer experience*.

I servizi *add-on-software*, invece, utilizzano le tecnologie digitali per affiancare le normali funzioni di un bene con servizi indipendenti, mediante la possibilità, data dai *platform product*, dell'esecuzione di applicazioni *software* sviluppate da programmatori che possono essere anche esterni.

In questo caso la vendita del bene è sempre necessaria per vendere i servizi addizionali. L'esempio più eclatante è la vendita delle *app* che possono essere utilizzate sullo *smartphone*. Il produttore dello *smartphone* deve creare un ecosistema di *business* dove assume maggior rilevanza il supporto alla diffusione del prodotto rispetto ai processi relativi allo sviluppo del prodotto stesso.

La diffusione degli *smart products* ha reso sempre più importante per la creazione di valore il *software*, anche per quelle imprese che non si occupano direttamente di *ICT*. Il *software* crea valore attraverso l'aggiunta di servizi complementari ma anche indipendenti dalla tradizionale fruizione del bene, migliorando la *customer experience* e potendo essere impiegato per sviluppare beni e servizi più complessi e capaci di migliori prestazioni.

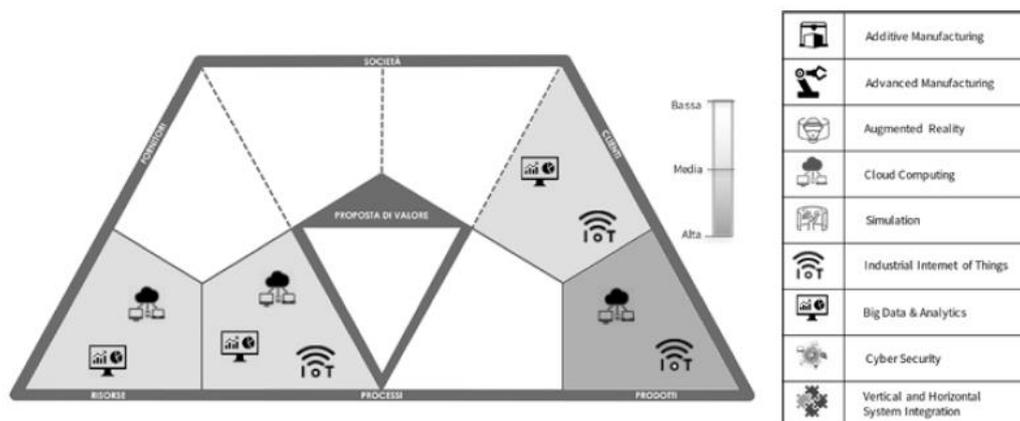


Figura 8 Il modello ad-on-software e l'impatto sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Anche nell'*add-on-software* il *building block* maggiormente influenzato è quello dei prodotti, la cui gamma può essere ampliata grazie a *software* sviluppati sia in casa che da altri sviluppatori.

In secondo luogo, vengono impattati processi interni, risorse e clienti, poiché l'inserimento delle componenti *software* rende necessario modificare i processi di sviluppo, progettazione, lavorazione e assemblaggio.

Il *cloud computing* rende possibile lo scambio da remoto di dati e informazioni.

L'associazione del *software* allo *smart product* comporta maggior efficienza e flessibilità operativa; questo determina l'aumento della soddisfazione del cliente e il vincolo dello stesso all'impresa fornitrice poiché il prodotto/piattaforma porta ad un rapporto di lungo termine.

L'*everything-as-a-service* prevede lo sfruttamento delle tecnologie digitali per sostituire alla vendita della proprietà del bene, la vendita dell'utilizzo del bene (esempio: vendita

del bene automobile vs noleggio a lungo termine o anche *car sharing* basato sul *pay-per-use*).

Il pagamento del prodotto non avviene in unica soluzione con il passaggio di proprietà del bene ma perdura nel tempo ed è effettuato in base all'utilizzo del bene e dei servizi correlati da parte del cliente. Il rapporto tra le parti non si esaurisce con una vendita ma diventa continuativo per mezzo degli utilizzi effettuati nel tempo dal cliente. Quest'ultimo acquista l'utilizzo del bene e dei servizi ad esso collegati, riducendo i rischi (esempio: furto dell'automobile) e i costi derivanti dalla semplice proprietà (bollo, assicurazione, manutenzione). Anche i costi associati all'uso vengono ridotti (esempio: nel *car sharing* non si deve pagare il parcheggio quando non si usa l'auto).

Il cliente sarà anche disposto a pagare un prezzo maggiore per unità di risultato, per la flessibilità concessagli dal modello *pay-per-use* che gli consente di abbattere i costi fissi e avere costi variabili legati solo all'effettivo utilizzo.

Il produttore, invece, aumenta i ricavi e riduce i costi di produzione, instaura relazioni più durature con i clienti, generando maggiori ricavi totali nel lungo termine.

A fronte di una flessibilità e spesso anche di una personalizzazione del servizio, il produttore può aumentare i prezzi appropriandosi di una parte del risparmio dei costi fissi conseguito dal cliente.

Con la sua conoscenza del funzionamento del bene, il produttore lo può utilizzare e mantenere nel migliore dei modi a vantaggio della qualità del servizio, della produttività, dell'affidabilità e della durata.

Il produttore avrà interesse a progettare e produrre beni durevoli, riciclabili a fine vita, conseguendo maggiore economicità e sostenibilità.

*Everything-as-a-service* è il passaggio da semplici transazioni a relazioni durature con i clienti, ma anche da meri acquisti a *partnership* con i fornitori, con la creazione di un ecosistema di *business*.

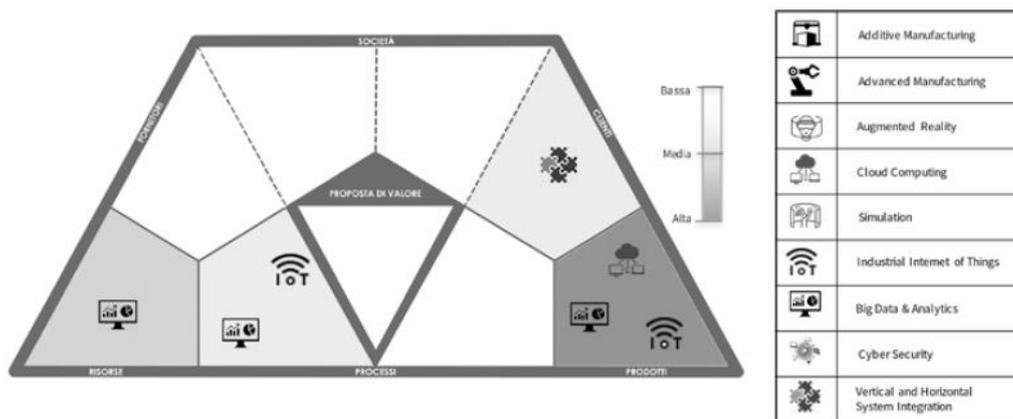


Figura 9 Il modello everything-as-a-service e l'impatto sui building blocks  
 Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Il *building block* maggiormente influenzato è quello dei prodotti, infatti il prodotto non è più il bene da vendere ma lo è la sua disponibilità per un determinato tempo di utilizzo. Passare da prodotto a servizio crea una maggiore diversificazione dell'offerta, il prodotto interconnesso con l'*IoT* connette l'impresa ai clienti e le permette di raccogliere i dati sul suo utilizzo.

I dati raccolti in tempo reale e trasmessi via *cloud* sono analizzati in *big data and analytics* ai fini di: configurare i servizi, adeguare le tariffe, condividere le informazioni sull'utilizzo e la disponibilità dei prodotti con i clienti, un più efficace utilizzo delle risorse e una maggior flessibilità strutturale.

### 1.3.3 Data driven business models

Il modello di *business* basato sullo sfruttamento dell'enorme mole di dati a disposizione delle imprese per scopi diversi da quelli per cui sono stati generati può portare a una *data monetization* diretta o indiretta.

Accade spesso che i copiosi flussi di informazioni che le imprese raccolgono dai clienti per i più vari dichiarati motivi si presentino come una miniera di dati dall'elevato valore aggiunto, ovviamente da concretizzare con un'opportuna analisi mediante i modelli di *big data and analytics*.

Le imprese possono monetizzare indirettamente il loro patrimonio informativo sfruttandolo nei propri processi di produzione e vendita o direttamente vendendolo ad imprese terze o scambiandolo con altri dati. Nel caso della monetizzazione interna i dati più importanti sono quelli che permettono di allargare e approfondire la conoscenza dei

propri clienti. Si può così procedere alla massima soddisfazione dei loro bisogni attraverso l'offerta di prodotti o servizi personalizzati, anche per nicchie molto specifiche. Questo permette anche un maggior coinvolgimento del cliente nei processi.

I *data driven business models* sono efficaci in ragione del volume dei dati a disposizione ma anche grazie alla loro qualità (veridicità, rapidità di aggiornamento, varietà, completezza) per cui le importanti fasi da curare sono:

- *Data generation*, affinché venga estratta la maggior quantità di dati possibile (dati strutturali);
- *Data collection*, affinché siano raccolti in maniera efficace ed efficiente tutti i dati che risultano potenzialmente disponibili sia all'interno che all'esterno dell'impresa;
- *Data integration*, affinché i dati raccolti vengano correttamente correlati, contestualizzati e trasformati in informazioni utilizzabili;
- *Data visualization*, in modo da rappresentare le informazioni attraverso grafici e diagrammi per selezionare quelle più significative;
- *Data analysis*, affinché le informazioni selezionate siano efficacemente elaborate e trasformate in conoscenze utili per le conseguenti decisioni e azioni.

I modelli di *business* rientranti nel *data driven business model* sono: *smart customer experience*, *data monetization* diretta e *data monetization* indiretta.

Per la loro comune natura questi tre modelli, riguardo ai *building blocks*, interessano soprattutto risorse e clienti, nonché fornitori, processi interni ed esterni e prodotti.

La *smart customer experience* sfrutta le tecnologie digitali nell'interazione del cliente con l'azienda, soprattutto in ambiente virtuale, piuttosto che nelle relazioni con operatori umani. Questo modello cerca di “*migliorare esperienza sensoriale, emozionale, intellettuale, sociale e spirituale che il cliente B2B ma anche B2C, cumula nel tempo interagendo direttamente o indirettamente con l'impresa*<sup>15</sup>”.

La *customer experience* assume un'importanza sempre maggiore dal momento che essa è alla base del progressivo spostamento dell'offerta dal mero bene o servizio alla esperienza che questi forniscono arrivando fino a poter parlare di offerta di un *life-style* o *work-style change*.

---

<sup>15</sup> Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari.

L'esperienza del cliente viene monitorata e condizionata in tutte le fasi del suo rapporto con l'impresa, passando dalla prevendita (offerta e coinvolgimento del cliente per la personalizzazione del prodotto), attraverso la vendita, fino al post-vendita (utilizzo, aggiunta di servizi o prodotti correlati, manutenzione e fine vita del prodotto).

I canali possono essere di tutti i generi: negozio fisico, sito *web*, *social media*, misto (negozio con camerino virtuale). Questo fa sì che il cliente possa interagire contemporaneamente *online* e *offline*, quindi l'impresa deve essere pronta alla migliore reattività in tutte queste modalità, anche se la maggiore interattività ormai è quella virtuale.

Lo spostamento dai canali tradizionali (con interazione umana) a quelli virtuali o comunque automatizzati (esempio: *totem*, *touchpoint*) sta assumendo proporzioni sempre maggiori, da un lato per i massicci investimenti delle imprese su questi ultimi canali e dall'altro dalla sempre maggiore conoscenza degli utilizzatori. Esempi già consolidati in tal senso possono considerarsi i siti e le *app* di *internet* e *mobile banking* per quanto riguarda i canali *online* e i *totem* per il *check-in* automatizzato negli aeroporti per quanto riguarda l'automazione nei luoghi fisici.

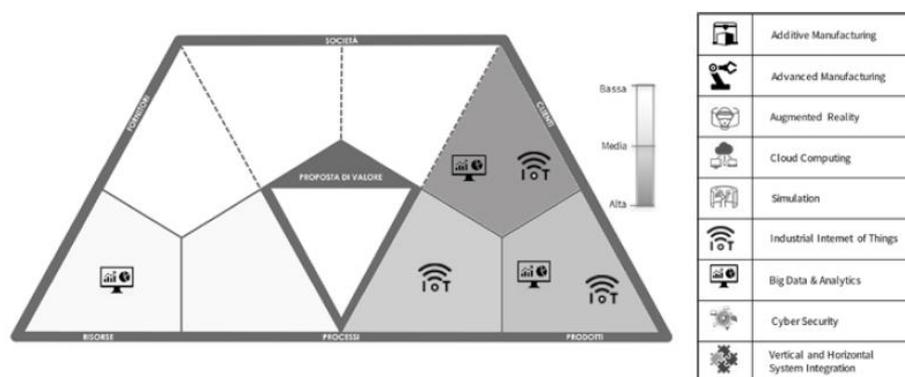


Figura 10 Smart customer experience e impatto sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

La *smart customer experience* implica l'uso dell'*IoT* negli *smart products* per il monitoraggio e il miglioramento dell'esperienza d'utilizzo. Il flusso di informazioni così prodotto consente una maggiore interazione con i clienti anche per offrire loro esperienze personalizzate.

Il miglioramento dell'esperienza del cliente si ottiene sia attraverso il miglioramento del prodotto materiale sia con l'incremento delle funzionalità della parte intangibile. Questo è garantito sia dall'*IoT* che dai *big data*.

La centralità del cliente in questo modello di *business* ne fa il primo *business block* soggetto al cambiamento.

La *data monetization* indiretta, come detto, genera valore con il miglioramento dei processi aziendali, dei prodotti e della *customer experience*, tramite il monitoraggio dei comportamenti dei clienti nell'utilizzo dei prodotti.

I dati possono riguardare sia l'utilizzo del prodotto (attraverso gli *smart products*) che l'esperienza d'acquisto (attraverso la *smart customer experience*), anche in considerazione che spesso l'effettivo acquirente è diverso dall'utilizzatore (esempio: quando si fa un regalo).

I canali di raccolta possono essere i più disparati, ad esempio le consultazioni del catalogo sul sito, l'utilizzo del configuratore *online*, i commenti su *blog* e *forum*.

La struttura dedicata alla raccolta e all'analisi dei dati è "*fondamentale per l'impresa assumendo il ruolo di centro di profitto e non più di costo*<sup>16</sup>".

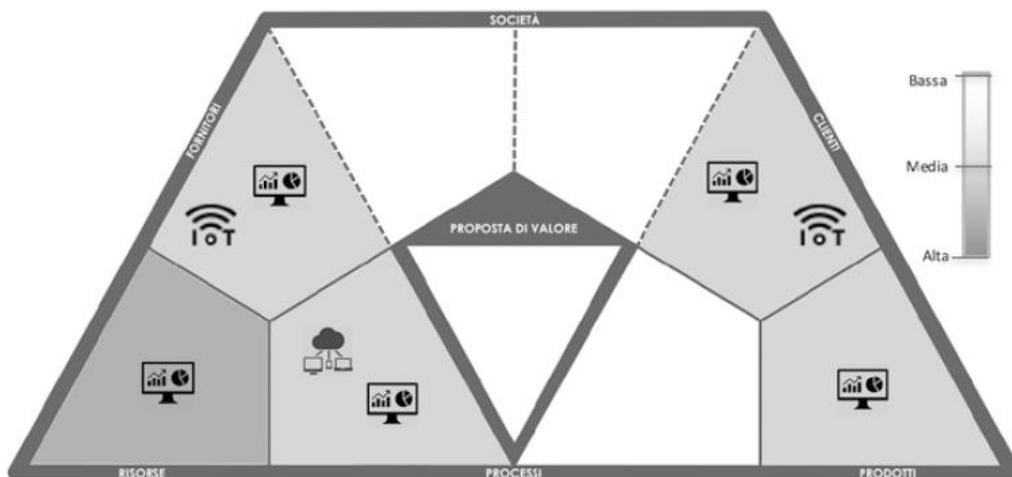


Figura 11 Data monetization indiretta e impatto sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

L'elaborazione dei dati raccolti permette quindi la comprensione dei bisogni anche latenti dei singoli clienti, portando alla personalizzazione del prodotto o servizio, alla

<sup>16</sup> Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari.

proposizione di servizi correlati, all'eventuale sostituzione della vendita del bene fisico con il servizio che lo stesso permette di fornire, ad anticipare le richieste future. I dati a livello aggregato, dal canto loro, consentono il miglioramento dei prodotti esistenti e l'introduzione di nuovi servizi o funzioni, l'ideazione e lo sviluppo di nuovi prodotti, il miglioramento dei processi produttivi, l'accesso a nuovi mercati.

*IoT e big data and analytics* sono quindi le tecnologie impattanti e i dati raccolti attraverso di esse sono la risorsa fondamentale di questo modello; il *building block* focalizzato è dunque quello delle risorse.

La *data monetization* diretta consiste nell'alienazione o nello scambio del patrimonio dei dati di proprietà, sia in forma grezza che trattata. Essa può essere effettuata in un'ottica di procacciamento delle risorse economiche per la copertura degli investimenti sostenuti per la *data monetization indiretta*, cioè per l'implementazione delle tecnologie e delle strutture atte alla rilevazione ed analisi delle informazioni ai fini del miglioramento del *core business* e delle relazioni con i clienti. In questo caso si parla di prodotto secondario. Nel caso essa sia un prodotto primario (cioè ceduta nella semplice ottica di ricavo), l'impresa si configura come un *data provider*. Quest'ultimo approfitta della sua capacità di raccogliere notevoli e strutturate quantità di dati sui comportamenti dei clienti per metterli a disposizione di altre imprese, direttamente o tramite controllate, in un'ottica di diversificazione.

Questo tipo di *data monetization*, comunque, non può dirsi esente da problematiche normative, in quanto il GDPR (*General Data Protection Regulation*) stabilisce criteri stringenti circa l'uso a fini commerciali dei dati personali di cittadini europei, che non possono essere utilizzati senza previo espresso consenso.

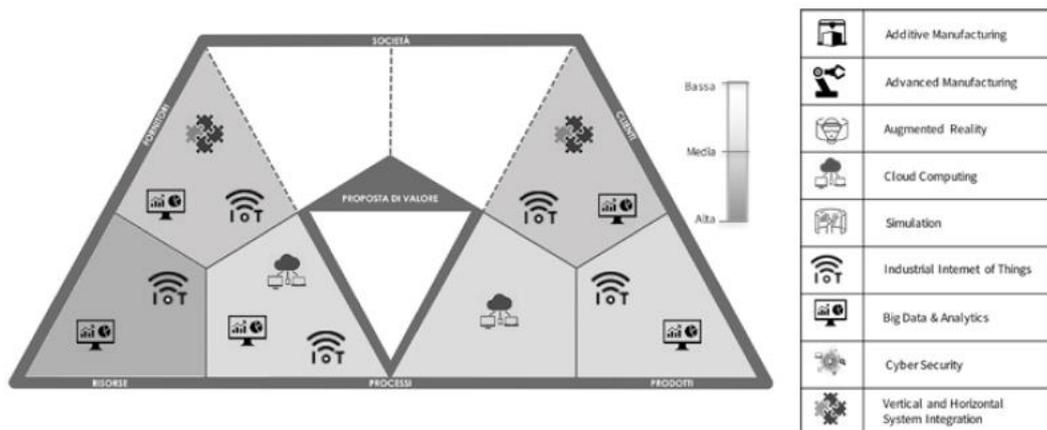


Figura 12 Data monetization diretta e impatto sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Le tecnologie utilizzate impattano su diversi *building blocks*: come per il modello precedente, il blocco maggiormente influenzato è quello delle risorse, sempre per l'importanza della risorsa dati. Gli altri blocchi interessati sono i processi, i prodotti, i fornitori e i clienti nell'ottica dell'integrazione che si verifica tra tutti gli attori della catena di valore.

#### 1.3.4 Platform business models

I *platform business models* consentono di interconnettere, tramite una piattaforma aperta e partecipativa, i produttori e i consumatori che sono interessati a scambiarsi beni e servizi.

L'uso della piattaforma rivoluziona il modo di interagire di tutti gli attori coinvolti nella *value chain* in quanto quest'ultima non è più caratterizzata da rigide relazioni verticali ma, al contrario, permette un dialogo continuo tra un gran numero di persone presenti in essa.

Questo modello di *business* consente quindi di eliminare gli intermediari che garantiscono l'incrocio tra domanda e offerta in quanto l'impresa riesce ad ottenere in tempo reale dati relativi ai clienti in quanto fanno parte della piattaforma. Inoltre, l'uso di una piattaforma aperta garantisce all'impresa un illimitato ammontare di risorse che non sono più soltanto quelle tangibili che rientrano nei confini dell'azienda ma anche quelle messe a disposizione dall'intera comunità.

Il *platform business model* può essere declinato in 3 sotto modelli di *business*: *smart product*, *smart innovation* e *broker and technology platform*.

Lo *smart product business model* consiste nel mettere in contatto tra di loro, attraverso l'implementazione di *cyber-physical system*, i prodotti ma anche i macchinari e gli impianti dell'impresa.

I prodotti *smart*, essendo dotati di sensori e memorie, sono in grado di immagazzinare dati riguardanti il loro stato d'utilizzo e il contesto a loro esterno per poi comunicarli ad altri *smart product* e al produttore. Ciò porta ad avere considerevoli vantaggi in quanto un prodotto sempre connesso può essere costantemente monitorato in modo da offrire all'utilizzatore un'esperienza d'uso personalizzata in base alle sue preferenze e allo stesso tempo fornisce i dati necessari utili all'innovazione del prodotto stesso.

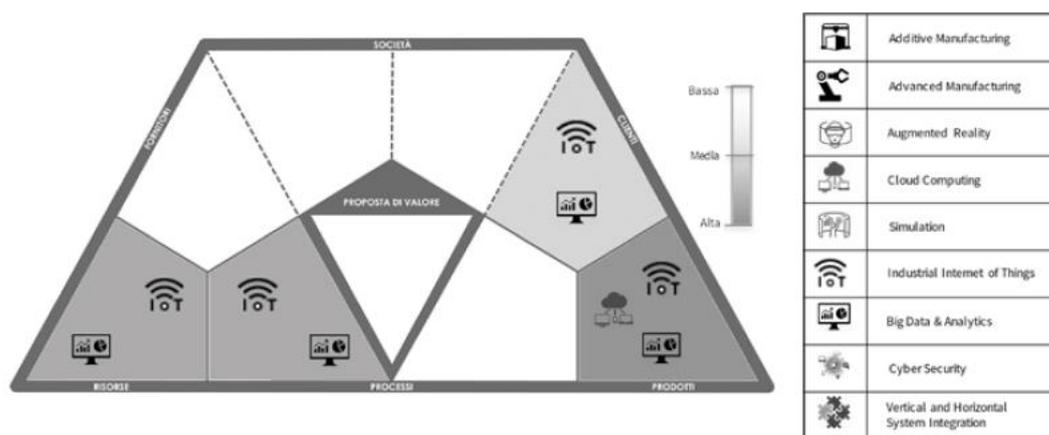


Figura 13 Smart product business model e impatto sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Le tecnologie di industria 4.0 che rendono possibile l'adozione di questo modello di *business* sono in primo luogo i *big data*, l'*IoT*, il *cloud computing* e la *cyber security*.

Come intuibile, il *building block* del *canvas* che risente maggiormente dell'adozione di queste tecnologie è quello dei prodotti che diventano intelligenti, interconnessi e costantemente monitorati grazie ai dati che raccolgono e che vengono poi processati tramite le tecnologie di *big data and analytics*.

Il prodotto così definito consente quindi di offrire al cliente sia dei servizi aggiuntivi sia nuove funzionalità che, insieme, aumentano il valore creato.

Anche il *block* dei clienti risente delle nuove funzionalità dei prodotti che diventano un mezzo di comunicazione tra impresa e cliente. Quest'ultimo, infatti, diventa il co-creatore del prodotto in quanto l'analisi dei dati raccolti consente di anticipare e di prevedere le future necessità del cliente.

Anche i fornitori traggono benefici dalle tecnologie abilitanti degli *smart products*: questi ultimi, infatti, oltre ad interagire tra di loro riescono a comunicare anche con i macchinari coinvolti nel processo produttivo e sono quindi in grado di gestire efficientemente tutte le *operations*.

La *smart innovation*, invece, sfrutta l'ammontare di dati generati dalla *smart factory* e dagli *smart products* combinandoli con altri dati provenienti da *blog*, *social network* e *forum* in modo da facilitare l'innovazione. Inoltre, l'uso di *community platforms* rende più agevole e veloce l'accesso a conoscenze e *know-how* esterni all'azienda: clienti, fornitori, *start-up*, università e centri di ricerca possono cooperare più facilmente avendo la possibilità di scambiarsi con maggiore frequenza idee ed opinioni. Tutto ciò genera un flusso di innovazioni crescente e sempre orientato alla soddisfazione dei bisogni del cliente.

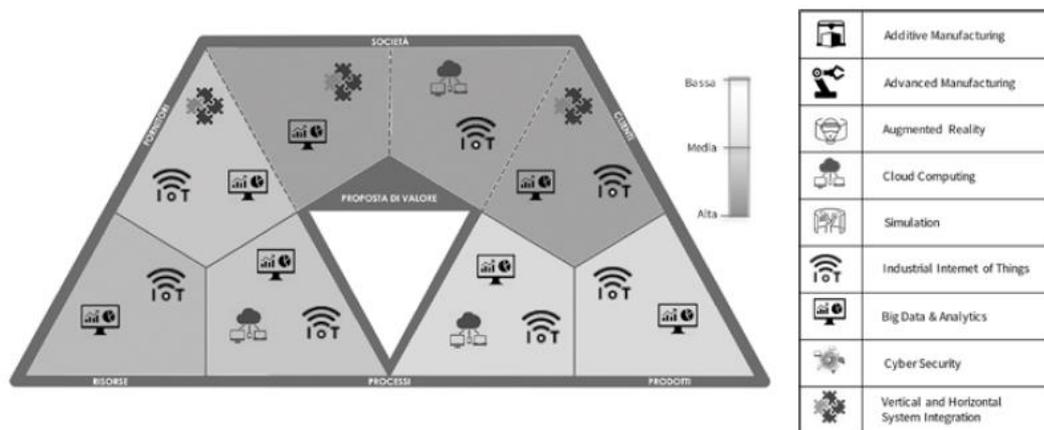


Figura 14 Smart innovation business model e impatto sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Tale modello di *business* sfrutta particolarmente le tecnologie dei *big data*, dell'*IoT* e del *cloud computing*: queste garantiscono una sempre maggiore connettività e scambio di dati che favoriscono le innovazioni di cui beneficiano sia i clienti dell'impresa, sia l'intera società. I primi beneficiano di prodotti sempre più efficienti, disponibili in poco tempo

sul mercato e personalizzati sulla base dei loro bisogni mentre la seconda trae benefici dall'*open innovation* della *community*. Inoltre, anche i processi produttivi, risentendo delle idee innovative generate grazie all'uso della piattaforma, diventano più efficaci.

Infine, le *broker & technology platform* sono delle piattaforme che mettono in collegamento tra di loro persone, imprese e risorse che riescono a scambiarsi con facilità e precisione beni e servizi. A seconda degli attori che operano in queste piattaforme esse si dividono in *broker* e *technology*.

Le prime possono essere considerate dei *marketplaces* che mettono in contatto, senza passare per intermediari, produttori e consumatori: la piattaforma si fa garante degli standard qualitativi dei prodotti e assicura un'informazione corretta sui prezzi. Le seconde, invece, sono usate esclusivamente dai produttori che mettono in comune con le imprese presenti nella piattaforma i prodotti, le risorse e le tecnologie da loro sviluppate.

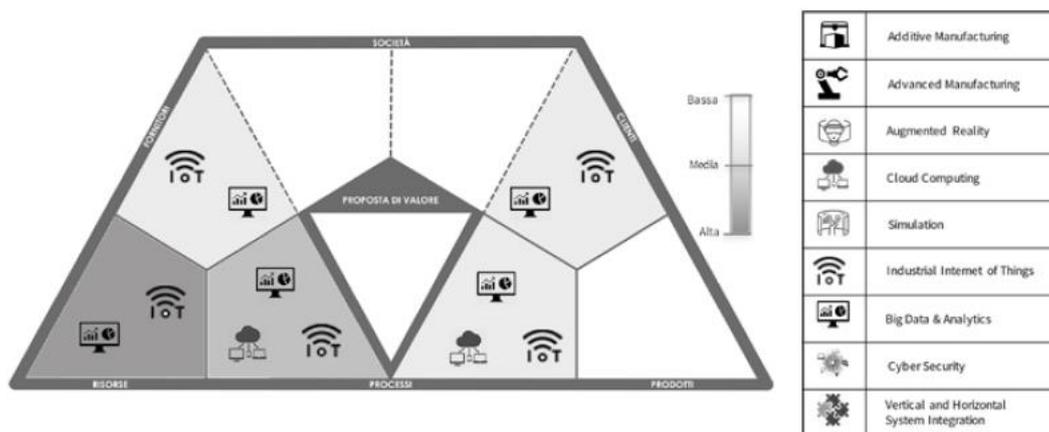


Figura 15 Il business model broker & technology platform e impatto sui building blocks

Fonte: Bagnoli, C. et al. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari

Anche in questo caso, per i motivi illustrati a proposito dei precedenti *business models*, i *building blocks* che sono maggiormente influenzati dalle interconnessioni dei dati sono quelli di clienti, fornitori e processi.

#### 1.4 Benefici e sfide

Implementare le tecnologie dell'industria 4.0 comporta certamente dei benefici per le imprese che le adottano; allo stesso tempo, però, il radicale cambiamento dei *business models* pone sfide considerevoli per le aziende e per i lavoratori.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, l'*IoT*, il *cloud computing* e i *big data and analytics* assicurano una maggiore prossimità ai clienti e conseguentemente l'impresa è in grado di reagire più velocemente ai cambiamenti della domanda. I prodotti possono essere riconfigurati secondo un'architettura modulare e personalizzati in base all'esigenze di utilizzo dei clienti; queste ultime, infatti, sono carpite sia attraverso l'analisi dei dati provenienti da prodotti già presenti sul mercato sia grazie all'uso di piattaforme digitali che permettono a produttori e utilizzatori di comunicare: in tal modo i clienti non sono più semplici utilizzatori o fruitori di un servizio ma sono al tempo stesso anche i produttori.

Inoltre, l'interconnessione tra tutti i sistemi e i prodotti presenti in fabbrica garantisce un aumento della produttività assicurando una maggiore qualità dei beni ed una produzione più flessibile.

L'integrazione sistemica orizzontale e verticale permette poi la diminuzione delle rimanenze di prodotti finiti e una riduzione degli scarti di produzione; ciò assicura anche un risparmio di materie prime e di risorse naturali garantendo così un minor impatto ambientale e, quindi, una maggior responsabilità sociale d'impresa. Strettamente legato a questo aspetto vi è anche la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dovute al trasporto dei beni dalle fabbriche ai mercati di sbocco: il *cloud computing*, infatti, permette di adottare un modello produttivo che si basa sull'uso di più siti manifatturieri posti in prossimità dei clienti da servire. Altro vantaggio di questo modello è la riduzione dei costi logistici in quanto devono essere sostenuti costi di trasporto, spedizione e stoccaggio inferiori.

Tutto ciò è reso possibile grazie ai dati che assicurano un miglioramento dei processi e quindi dell'efficienza operativa. (Mamad, 2018)

L'industria 4.0, però, porta le imprese a fronteggiare delle sfide: adottando nuovi *business models* che cambiano radicalmente la produzione e l'intero sistema del valore, le aziende devono gestire molte difficoltà in campo tecnologico e scientifico, ma anche economico, politico e sociale.

In primo luogo, molte imprese, in particolare quelle medio-piccole, sono restie a investire ingenti capitali in innovazione e digitalizzazione in quanto non sono sicure del ritorno economico e dei benefici finanziari che possono comportare. In secondo luogo, l'organizzazione aziendale cambia radicalmente poiché l'integrazione sistemica e la delocalizzazione dei siti produttivi non consentono un accentramento del potere

decisionale che invece deve essere delegato a centri decisionali decentralizzati: l'organigramma aziendale assume quindi una conformazione più *flat* in cui i dipendenti, a tutti i livelli, o addirittura dei *robots* intelligenti prendono decisioni (Mamad, 2018).

Anche le competenze dei lavoratori, quindi, subiscono delle modifiche: la forza lavoro deve essere preparata all'uso del digitale ed essere in grado di interagire con i macchinari connessi dei processi produttivi. Inoltre, la decentralizzazione del processo decisionale richiede agli operatori di possedere abilità di *problem solving* e di *decision making*. Gli operatori devono essere sempre più specializzati e dotati di capacità di analisi di problemi complessi in modo da poter individuare le possibili soluzioni da adottare per risolverli sempre in un'ottica di efficientamento dei processi e di risparmio in termini di costi e risorse (Grzybowska & Lupicka, 2017).

### *1.5 L'importanza delle competenze*

Nel paragrafo precedente abbiamo accennato all'esigenza di formare una forza lavoro che sappia gestire l'innovazione digitale all'interno delle imprese dove è impiegata.

Secondo un sondaggio di EY<sup>17</sup> sullo stato di digitalizzazione delle imprese italiane, i lavoratori non sono sufficientemente preparati per fronteggiare l'implementazione delle tecnologie di industria 4.0 ed è emerso che la maggior parte delle aziende fatica a trovare personale qualificato in grado di gestire le innovazioni tecnologiche (Bellini, 2019).

L'industria 4.0 ha un profondo impatto sull'organizzazione dell'impresa e sul suo modello di creazione del valore. Le imprese hanno perciò la necessità che tutta la forza lavoro sia consapevole del cambiamento in atto e sia in grado di contribuire ad esso (Geissbauer, 2016).

Sono necessarie le competenze che riguardano l'attitudine di una persona a riflettere e analizzare più elementi in modo da prendere una decisione in autonomia e in tempi contenuti. Infatti, le recenti innovazioni in campo tecnologico hanno reso automatiche alcune fasi della produzione che prima erano di competenza dei lavoratori, i quali ora si trovano a fronteggiare un repentino cambiamento e aggiornamento delle proprie

---

<sup>17</sup> Nel 2019 EY ha realizzato un'indagine, *EY Digital Manufactory Maturity Index 2019*, in cui ha analizzato lo stato di digitalizzazione di un campione di aziende manifatturiere italiane con fatturato superiore a 10mln di euro.

mansioni. A questo proposito, oggi più che mai, si rende necessario un *training* continuo lungo tutto il corso della loro carriera.

Un'altra abilità richiesta ai lavoratori 4.0 è la flessibilità in termini di orario, luogo di lavoro e mansioni che diventano sempre più elastiche; il tutto per garantire una produzione agile che permetta di rispondere velocemente ai bisogni del mercato e all'ambiente esterno.

In ultimo, data la crescente interconnessione tra le funzioni aziendali è importante per gli operatori sviluppare delle capacità relazionali che gli permettano di lavorare efficacemente in *team* sia per trovare soluzioni ideali a problemi complessi che per incentivare i processi creativi (Agolla, 2018).

## Capitolo 2 – Impatto dell'industria 4.0 sulla forza lavoro

### 2.1 – Nuove competenze, reskilling, upskilling

La quarta rivoluzione industriale e l'applicazione delle innovazioni che ne scaturiscono in campo produttivo comportano dei profondi cambiamenti in termini di mansioni dei lavoratori e di conseguenza anche le loro abilità e le loro competenze si dovranno adeguare al nuovo paradigma dell'industria 4.0.

Per individuare le competenze tecniche e personali richieste ai lavoratori con l'avvento dell'industria 4.0 faremo ricorso ad un modello piramidale (Gehrke, 2015) che illustra come determinati fattori vanno ad influenzare le competenze della forza lavoro.

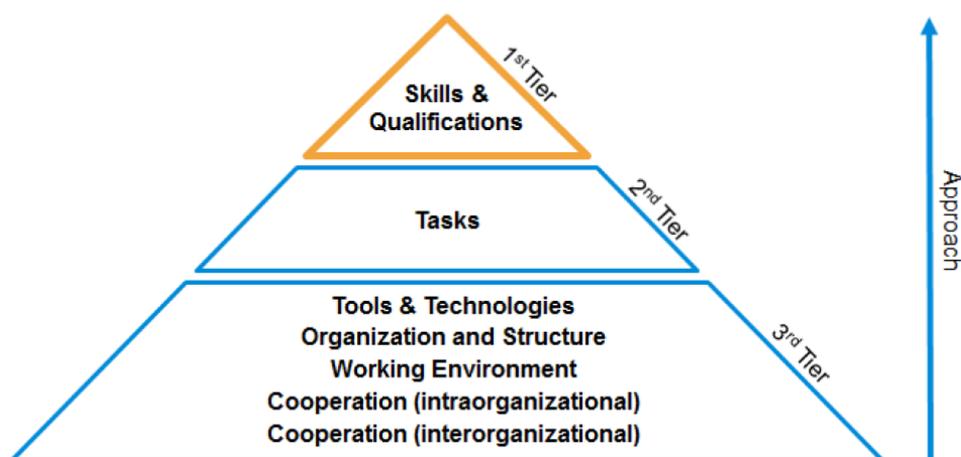


Figura 16 I fattori che influenzano le competenze delle risorse umane  
Fonte: Gehrke, L. et al. (2015). *A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: a German and American perspective*

La piramide è suddivisa in tre livelli: il terzo costituisce la base per il secondo che a sua volta lo è per il primo. I primi due livelli sono costituiti dai fattori che influenzano le competenze richieste alla forza lavoro.

Il terzo livello si riferisce agli strumenti e alle tecnologie che gli operatori usano per portare a termine le loro operazioni, all'organizzazione e alla struttura dell'impresa, all'ambiente di lavoro e alla cooperazione all'interno dell'azienda e tra aziende.

I fattori appena illustrati si ripercuotono sulle mansioni che la forza lavoro deve svolgere; in particolare, con l'introduzione di nuove tecnologie e *robots* intelligenti i compiti più

ripetitivi sono svolti interamente dalle macchine e, conseguentemente, i lavoratori possono dedicarsi a mansioni che richiedono una discrezionalità maggiore.

In ultimo, tenendo in considerazione i fattori alla base della piramide e i compiti che ne derivano, emergono quali sono le competenze e le abilità richieste a una forza lavoro che deve confrontarsi con impianti produttivi sempre più tecnologici e connessi, nuovi *business models* e, di riflesso, con nuovi ruoli e mansioni corrispondenti.

L'obiettivo del paragrafo è quindi quello di esaminare più nel dettaglio i cambiamenti che l'industria 4.0 sta provocando ai fattori sopra elencati, quali sono le competenze che i lavoratori devono avere o sviluppare e in che modo possono acquisirle.

I macchinari e le tecnologie con le quali i lavoratori si confrontano sono sempre più sofisticate e in grado di svolgere attività prima demandate esclusivamente agli uomini. Inoltre, grazie all'*IoT*, tramite l'uso di sensori, palmari, visori e altri strumenti digitali connessi in rete, gli operatori sono sempre in grado di ottenere in tempo reale le informazioni di cui hanno bisogno per portare a termine efficacemente le mansioni che sono loro affidate. Conseguentemente, il personale è maggiormente responsabilizzato e ha una maggiore autonomia decisionale che è resa possibile grazie all'uso di innovative interfacce uomo-macchina e all'implementazione di *robots* collaborativi in grado di interagire e di cooperare con l'uomo.

Ciò che emerge è quindi un efficientamento generale sul piano tecnologico che permette l'attuazione di operazioni complesse in modo autonomo ed automatico da parte di macchine intelligenti. La forza lavoro, però, al contrario di quanto si potrebbe pensare, gioca un ruolo chiave in quanto deve essere in grado di gestire questo tipo di strumenti e, allo stesso tempo, di cooperare con essi.

L'innovazione tecnologica comporta la modifica della struttura e dell'organizzazione dell'impresa che risulta essere più flessibile e decentralizzata con i ruoli dei lavoratori sempre più intercambiabili. L'integrazione sistemica orizzontale e verticale porta ad una maggiore interconnessione delle varie aree funzionali e dei lavoratori che non sono più relegati ad una specifica mansione ma, anzi, possono ricoprire a rotazione, grazie alle abilità acquisite tramite l'uso degli *smart devices*, diversi ruoli. La struttura dell'impresa è più snella e piatta e i *middle managers* devono cedere parte del loro potere decisionale a una forza lavoro altamente qualificata.

L'industria 4.0 si riflette anche sull'ambiente di lavoro che, grazie all' *IT*, diventa più flessibile, comporta una maggiore attenzione da parte dell'impresa per i lavoratori che, beneficiando di una più efficiente programmazione delle attività produttive, hanno un miglior equilibrio vita-lavoro in quanto possono fruire di modalità alternative di prestazione d'opera come lo *smart working*. Inoltre, sfruttando il digitale, i lavoratori, divisi in gruppi, ciascuno dei quali responsabile di un determinato processo produttivo, possono monitorare l'andamento delle operazioni da una sala di controllo centralizzata, evitando in tal modo di operare in prossimità dei macchinari. In sintesi, ciò che emerge, è un miglioramento dell'ergonomia del lavoro.

I tre fattori precedentemente menzionati pongono le basi per una migliore cooperazione e collaborazione sia all'interno dei vari livelli aziendali sia lungo l'intera *value chain*. Infatti, l'*IT* permette di scambiare informazioni tra uomini, tra macchine e tra uomini e macchine senza confini e in tempo reale. Miliardi di informazioni sono disponibili in rete, in più luoghi contemporaneamente e in ogni momento. I nuovi macchinari interconnessi facilitano quindi una comunicazione integrata e interconnessa che migliora sensibilmente la curva di apprendimento della forza lavoro.

Tutti gli elementi fino ad ora analizzati costituiscono il terzo livello della piramide presentata da Gehrke e sono quindi il fondamento del secondo livello che prende in esame le mansioni da svolgere in una fabbrica 4.0.

L'automazione e autonomia dei macchinari presenti in una *smart factory* comportano un aumento delle mansioni altamente specializzate richieste alla forza lavoro: i processi monotoni e caratterizzati da bassa discrezionalità, così come quelli ergonomicamente complessi, sono sempre meno e presto saranno totalmente eliminati e, di conseguenza, i lavoratori si trovano ad acquisire conoscenze specifiche e professionalizzanti in grado di permettere loro di svolgere un lavoro più qualificato.

La forza lavoro deve quindi essere capace di leggere e interpretare l'ammontare di dati proveniente dai macchinari e dai prodotti, deve interagire con i *robots* autonomi e i sistemi di assistenza, usando interfacce innovative ed essendo ben conscia del ruolo di controllo e supervisione che le è demandato.

Il primo livello della piramide è costituito dalle competenze necessarie ai lavoratori dell'industria 4.0 che si trovano a fronteggiare le variabili illustrate nei livelli inferiori.

Per facilitarne la trattazione, le abilità e le competenze sono state tabulate, suddivise in tecniche e personali per poi essere catalogate in necessarie, consigliate e preferibili (Gehrke, 2015).

<b>Competenze tecniche</b>		
<b>Necessarie</b>	<b>Consigliate</b>	<b>Preferibili</b>
Conoscenze e abilità informatiche	Conoscenze manageriali	Conoscenza linguaggi programmazione
Capacità di analisi di informazioni e dati	Conoscenze interdisciplinari circa le tecnologie	Conoscenze specializzate sulle tecnologie
Conoscenze di statistica	Conoscenze specifiche su processi e attività	Nozioni di diritto
Capacità organizzative e procedurali	Nozioni di <i>cyber security</i> e protezione dati	
Abilità nell'interagire con le nuove interfacce		

<b>Competenze personali</b>		
Capacità di gestione del tempo	Fiducia nelle nuove tecnologie	
Adattamento al cambiamento	Attitudine al miglioramento e alla formazione continua	
Capacità di lavorare in <i>team</i>		
Abilità relazionali		
Abilità comunicative		

Figura 17 Le competenze della forza lavoro

Fonte: Gehrke, L. et al. (2015). *A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: a German and American perspective*

Le nuove competenze e abilità richieste ai lavoratori dalla digitalizzazione, dall'automazione e dall'intelligenza artificiale porteranno entro il 2030, in base a quanto è emerso da un *report* del McKinsey Global Institute, ad un cambiamento dei percorsi di carriera e della categoria occupazionale per il quattordici per cento della forza lavoro globale (McKinsey Global Institute, 2017).

Un tale cambiamento nelle competenze dei lavoratori potrebbe essere assimilato a quello avvenuto all'inizio del XX secolo in Europa e in Nord America con il passaggio dal lavoro agricolo al manifatturiero: tale cambiamento, però, è avvenuto nel corso di decine di anni, dando il tempo ai lavoratori anziani di uscire dal mercato del lavoro per poi dare la possibilità ai giovani di iniziare a lavorare direttamente nell'industria. Al contrario, il

cambiamento che stiamo vivendo oggi è molto più rapido e milioni di lavoratori di mezza età hanno bisogno di essere formati e riorganizzati per fronteggiarlo (Illanes, 2018).

Dal *report* è emerso che oltre il sessanta per cento delle imprese ritiene necessario colmare le lacune relative alle *digital skills* dei lavoratori in quanto il ritmo della trasformazione digitale sta aumentando rapidamente: il sessantadue per cento dei *managers* ritiene che entro il 2023 l'automazione e la digitalizzazione porteranno alla riqualificazione di più di un quarto della forza lavoro. Per far questo la maggior parte di loro ritiene fondamentali il *reskilling* e l'*upskilling* mentre una parte minoritaria ritiene necessaria l'assunzione di nuovi talenti.

La scomparsa di centinaia di ruoli comporta la necessità di preparare a svolgere nuove mansioni migliaia di lavoratori: è quindi fondamentale il *reskilling* della forza lavoro attuale ed è necessario individuare chi deve facilitare e mettere in atto questo processo.

Un *White Paper* del World Economic Forum individua gli attori che devono contribuire a creare un ecosistema robusto e inclusivo per la riqualificazione della forza lavoro e illustra quali sono le azioni da intraprendere, considerando da una parte il settore pubblico e quello privato dall'altra (World Economic Forum, 2017).

Il settore pubblico, in primo luogo, deve individuare il punto di partenza su cui costruire le nuove competenze: obiettivo primario è quindi quello di riconoscere le competenze esistenti. Successivamente, dopo aver compreso quali sono le competenze mancanti e necessarie per le imprese, è necessario stanziare le risorse economiche atte a promuovere i processi di formazione attraverso strumenti di finanziamento a lungo termine ed incentivi per le aziende. Di fondamentale importanza è che quest'ultima azione sia accompagnata da strategie per motivare i lavoratori ad acquisire nuove competenze, come la garanzia di un mercato del lavoro attivo e ricco di risorse facilmente accessibili.

È necessario anche intervenire sulla somministrazione dell'offerta formativa creando mini-moduli di formazione mirati all'acquisizione di determinate competenze per specifiche opportunità di lavoro. Allo stesso tempo non bisogna trascurare l'apprendimento *on the job* che va incentivato tramite programmi di apprendistato rivolti anche a lavoratori maturi e con la creazione di incubatori in cui lavoratori e ricercatori possono interagire.

Anche il settore privato gioca un ruolo fondamentale nel *reskilling* e, per attuarlo, ha bisogno di investire sulla formazione del capitale umano implementando sia percorsi di formazione interni sia in collaborazione con enti esterni quali università e scuole di specializzazione. Per garantire la riuscita dei processi di formazione e l'impegno del lavoratore che la riceve, l'impresa deve prevedere adeguati meccanismi di misurazione della *performance* della forza lavoro così come una buona politica di *benefits* e riconoscimento del merito che tenga conto dell'impegno dimostrato nei percorsi formativi.

Infine, può sfruttare le innovazioni generate dal digitale, come la realtà virtuale e aumentata, per rendere la formazione più pratica e direttamente applicabile ai processi produttivi con il vantaggio di poter creare ogni volta diversi scenari che i lavoratori potrebbero trovarsi a fronteggiare.

La digitalizzazione, l'automazione e l'intelligenza artificiale richiedono un miglioramento delle competenze anche nei lavoratori che ricoprono un ruolo che non scomparirà ma dovrà essere svolto in maniera più efficace: si parla in tal caso di *upskilling*, lo sviluppo di competenze aggiuntive che rendono un lavoratore più qualificato nel ruolo che svolge.

Anche in questo caso sono coinvolti tre attori: le imprese, il governo e gli individui (Boston Consulting Group, 2019).

Le imprese sono soggetti sia attivi che passivi dei cambiamenti tecnologici e devono quindi capire in che modo questi ultimi influenzano il loro *business* e allo stesso tempo la forza lavoro deve essere in grado di fronteggiarli.

Il primo passo consiste nell'individuare quali competenze possiede la forza lavoro e quali invece sono mancanti ma necessarie per far fronte alle sfide future. Una volta fatto, va definito il percorso da seguire per colmare i vuoti lasciati dalle competenze mancanti tramite processi di formazione che possono essere implementati con l'ausilio delle nuove tecnologie *game based*<sup>18</sup> o tramite *apps* su dispositivi mobili. Per rendere tutto ciò più efficace l'impresa dovrebbe puntare sulla creazione di una cultura aziendale orientata alla formazione continua.

---

<sup>18</sup> Il *game based learning* è una metodologia di erogazione della formazione che si basa sull'applicazione di meccanismi tipici dei giochi a situazioni che non sono di gioco con l'obiettivo di rendere più coinvolgenti i processi di apprendimento.

Il Governo, da parte sua, può favorire l'*upskilling* tramite la promozione di partenariati pubblico-privati per la formazione dei talenti, ridisegnando il sistema educativo, tenendo in considerazione le istanze del sistema produttivo e rimuovendo le barriere di qualsiasi natura che vadano a minare lo sviluppo e l'acquisizione di lavoratori qualificati.

Altri attori coinvolti in questo processo, in quanto destinatari della formazione, sono gli individui che devono essere pronti a ricevere formazione continua e ad acquisire nuove competenze.

## 2.2 – Il ruolo e le capacità dei leaders

L'industria 4.0 modifica totalmente il mondo del lavoro in cui gli imperativi diventano velocità e flessibilità e, se da una parte questi sono facilitati dall'innovazione tecnologica che aumenta l'efficienza e fa emergere nuove competenze, dall'altra i *leaders* devono essere in grado di sfruttare e di riconoscere i rischi delle nuove tecnologie (World Economic Forum, 2019).

Infatti, da un'indagine del World Economic Forum è emerso che il cinquantadue per cento delle imprese riconosce le competenze specifiche dei *leaders* come fondamentali per affrontare i cambiamenti cui i lavoratori sono sottoposti dalla rivoluzione digitale (World Economic Forum, 2018).

La necessità di agilità ha comportato anche una significativa redistribuzione del potere decisionale che non è più concentrato nelle mani di un ristretto gruppo di *managers* ma delegato a un gran numero di *teams* che godono di autonomia decisionale. Il mutamento dei meccanismi di governo comporta pure un cambiamento della cultura aziendale e conseguentemente delle capacità di *leadership*: il tradizionale modello di *leadership*, caratterizzato da accentramento e controllo capillare dei sottoposti, è superato da un modello più agile, in grado di adattarsi repentinamente ai cambiamenti dell'ambiente esterno e di favorire l'innovazione e la creatività di tutta la forza lavoro.

I *leaders* assumono quindi il ruolo di guide e di supervisori, spetta a loro gestire tutte le fasi dell'efficientamento tecnologico, risolvere le ambiguità, le incertezze e spiegare le ambiguità alla forza lavoro, tenendo sempre a mente quali sono i valori e qual è la *mission* dell'azienda.

Per queste ragioni i *leaders* oltre ad essere in grado di gestire le nuove tecnologie e tutti i processi operativi, devono possedere anche buone doti di comunicazione e di *human resource management*. Infatti, se le nuove tecnologie, come quelle di analisi dei dati per i processi di *decision-making* e l'intelligenza artificiale utile ad abbinare mansioni con abilità richieste per il *recruiting*, forniscono un valido aiuto alla gestione dell'impresa, le abilità comunicative contribuiscono a instillare nella forza lavoro la cultura aziendale che funge da raccordo tra la varietà di talenti presenti in azienda e gli obiettivi della stessa. In questo quadro emerge la necessità di inserire una nuova figura nell'organico aziendale: il *cultural ambassador* che si occupa di creare, sviluppare e diffondere la cultura dell'organizzazione tra il personale (World Economic Forum, 2019).

Altro elemento caratterizzante l'industria 4.0 è l'appiattimento dell'organigramma aziendale tramite l'adozione di forme alternative di collaborazione e una crescente esternalizzazione; questo è reso possibile dall'automazione e autonomia dei processi: uomini e macchine all'interno della fabbrica intelligente hanno un rapporto simbiotico ed è compito dei *managers* trovare il giusto equilibrio tra i due.

Tutto questo cambia anche la relazione tra i datori di lavoro e i lavoratori in quanto emergono nuovi modelli di impiego: si fa sempre maggior ricorso a collaborazioni esterne o di tipo *part-time* e, di conseguenza, i *leaders* si confrontano con un ecosistema lavorativo più ampio in cui tutta la forza lavoro, sia esterna che interna, deve essere preparata ad acquisire continuamente competenze del tutto nuove e a cambiare le mansioni che le sono affidate.

In quest'ottica i *leaders* hanno il compito di guidare la trasformazione del lavoro resa possibile grazie alle nuove tecnologie, non dimenticando la centralità e l'importanza dell'uomo all'interno dell'ecosistema che ne risulta (World Economic Forum, 2019).



Figura 18 Quattro step per creare la giusta combinazione tra macchine e lavoratori preservando la loro centralità  
 Fonte: World Economic Forum. (2019). HR 4.0: Shaping People Strategies in the Fourth Industrial Revolution

Emerge l'importanza di due nuovi *leaders*: l'*head of work reinvention and reskilling* e l'*head of relevance and purpose*. Il primo si occupa di monitorare le competenze dei lavoratori e di individuare i percorsi più efficaci per renderle idonee ai cambiamenti tecnologici. Il secondo, invece, si occupa di allineare o quantomeno di contemperare gli interessi dell'impresa con quelli dei lavoratori e collaboratori esterni, oltre che con quelli degli *stakeholders* in generale (World Economic Forum, 2019).

Il luogo di lavoro è quindi un ambiente sempre più complesso: la composizione della forza lavoro è molto varia e si prediligono altre forme di collaborazione rispetto al passato; in questo quadro è evidente l'importanza della percezione che i lavoratori hanno del luogo di lavoro. Una buona percezione è, infatti, un fattore importante per la produttività di un'impresa.

L'automazione e la digitalizzazione influenzano la percezione dei dipendenti e spetta ai *leaders* stabilire il giusto *mix* di lavoratori interni all'azienda, esperti esterni e tecnologia. Gli esperti delle risorse umane devono occuparsi di curare e di migliorare l'immagine dell'impresa agli occhi di tutti i collaboratori: l'approccio è quindi olistico e non tiene conto dei confini fisici dell'organizzazione. Gli *HR leaders* devono promuovere un senso di appartenenza all'impresa di tutta la forza lavoro e, allo stesso tempo, focalizzarsi sugli interessi delle comunità che risentono dell'operato dell'organizzazione. Per far questo è necessario adottare strategie atte a migliorare il benessere dei dipendenti e delle loro famiglie come la stipula di polizze sanitarie a loro favore, fondi pensione complementari, piani di accumulazione e borse di studio. Infine, per coinvolgere maggiormente i

lavoratori, i *leaders* devono servirsi della tecnologia che permette loro di monitorare e di migliorare l'*employee experience*<sup>19</sup> (World Economic Forum, 2019).

Assume quindi importanza l'*employee experience specialist* che si occupa a tutto tondo dell'interazione tra dipendente e organizzazione: si occupa della misura della *performance*, della politica di incentivi e della formazione (World Economic Forum, 2019).

La continua richiesta di nuove competenze cambia significativamente l'approccio alla formazione aziendale: la necessità di permettere ai lavoratori di modificare e apprendere competenze è una priorità per le imprese; la formazione è ormai posta al centro ed è parte integrante della cultura di un'impresa.

Scopo dei *leaders* è infatti quello di promuovere una cultura di formazione continua che è resa possibile proprio dalla tecnologia: ai tradizionali modi di erogare la formazione in presenza si affiancano i corsi *online* e il *gamify learning*. Ruolo importante è quindi quello del *chief learning officer* che si occupa di organizzare e implementare le attività di *upskilling e reskilling* (World Economic Forum, 2019).

### 2.3 – L'industry 4.0 nella funzione HR

Le innovazioni digitali della quarta rivoluzione industriale portano dei cambiamenti in tutte le funzioni aziendali e, di conseguenza, anche la funzione risorse umane risente della trasformazione tecnologica: l'*HR function* diventa *smart*.

Nonostante sia una sfida impegnativa, comune a tutte le funzioni aziendali per implementare il cambiamento, la *smart human resources 4.0 (SHR 4.0)* presenta innumerevoli vantaggi: attrazione, sviluppo e valorizzazione dei talenti e operazioni più efficienti e rapide (Sivathanu & Pillai, 2018).

La *SHR 4.0* trasforma quindi tutti i processi propri della funzione.

---

<sup>19</sup> “L'*Employee Experience* è la somma di tutto ciò che un dipendente sperimenta durante la sua connessione con l'azienda: dal primo contatto in fase di recruiting fino all'ultima interazione dopo la fine del rapporto di lavoro” (Confimprese, 2019).

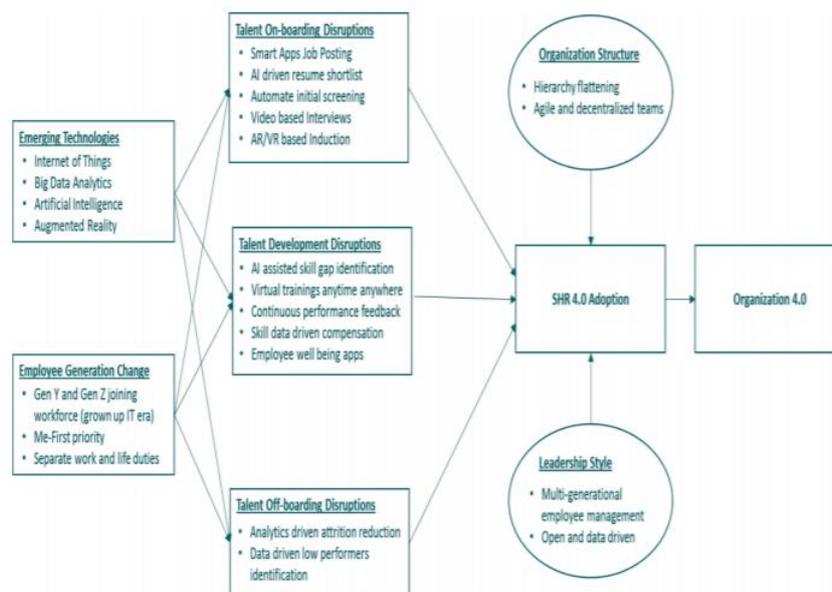


Figura 19 Smart HR conceptual framework  
 Fonte: Sivathanu, B., & Pillai, R. (2018). Smart HR 4.0 - how industry 4.0 is disrupting HR. Human Resource Management International Digest, Vol. 26 Issue 4, 7-11

Il processo di *talent on-boarding* è completamente ridisegnato e pensato per essere più in linea con i comportamenti delle nuove generazioni di lavoratori: le posizioni aperte sono consultabili in *app* apposite installate sugli *smartphone* che, basandosi sulle preferenze impostate dagli utenti, sono in grado di mostrare i ruoli più in linea con le loro competenze.

Inoltre, i *big data* e l'intelligenza artificiale aiutano a individuare più facilmente il candidato ideale per una determinata posizione: ciò si traduce in un notevole risparmio di tempo in quanto vengono selezionati i profili che hanno maggiore probabilità di avere tutti i requisiti per la posizione da loro scelta.

Anche la fase del colloquio cambia in quanto le connessioni *internet 4G* e *5G* assicurano l'uso profittevole di interviste da remoto e di *chat-bots* che riescono ad interpretare sia il linguaggio verbale che non verbale dei candidati. Questo sistema garantisce quindi una selezione più rapida e obiettiva, non condizionata dai possibili pregiudizi dei selezionatori.

In ultimo, le fasi di inserimento in azienda, in particolare quelle legate alla formazione iniziale, sono favorite dalla realtà aumentata e virtuale che aiuta i neoassunti ad assimilare le procedure e i processi in modo da renderli performanti sin dal primo giorno di lavoro.

Altra fase fondamentale è lo sviluppo dei talenti tramite formazione e aggiornamento: l'intelligenza artificiale fornisce un valido aiuto in quanto identifica le lacune e le competenze da sviluppare basandosi sulle abilità richieste dal mercato.

Inoltre, l'AI permette di stabilire gli obiettivi che ogni dipendente deve raggiungere; anche in questo caso, non sono gli stessi per tutti ma sono personalizzati.

Monitorando in tempo reale la *performance* degli impiegati vengono rimodulati i percorsi di carriera e i premi produttività che non sono più basati sull'anzianità o su i risultati di un intero comparto ma, al contrario, sull'effettivo contributo apportato dal singolo lavoratore.

Infine, la fase di *talent off-boarding* può sfruttare l'analisi dei dati sui dipendenti e le loro *performances* per evitare che quelli più produttivi lascino l'azienda. Allo stesso modo quelli meno talentuosi e poco performanti vengono individuati e avviati a percorsi di formazione e aggiornamento per migliorare le loro abilità.

Da tutto ciò emerge che a cambiare e a rinnovarsi devono essere anche le competenze dei *recruiters*. Prime fra tutte le competenze in ambito digitale, il marketing strategico e la capacità di vendita. Infatti, data la grande necessità di personale altamente qualificato c'è molta competizione nella ricerca di talenti eccellenti; per questa ragione le imprese si focalizzano sul *recruitment marketing*<sup>20</sup> e sulla *candidate experience*<sup>21</sup> (Balbi, 2017).

#### 2.4 – Cambiamento nella somministrazione formativa

Come illustrato in precedenza, l'aumento dell'automazione e l'implementazione di *robots* autonomi hanno modificato il ruolo della forza lavoro che, molto più che nel passato, si trova a svolgere delle mansioni più qualificate che necessitano di una formazione solida e continua durante tutta la vita lavorativa.

Emerge quindi la necessità di creare percorsi di formazione innovativi, efficaci e personalizzabili in base alle necessità e alle competenze dei singoli lavoratori (Tvenge & Martinsen, 2018).

---

<sup>20</sup> Per *recruitment marketing* si intendono tutte quelle tattiche e strategie che vengono messe in atto per trovare, attirare e coinvolgere talenti (Angiuli, 2017).

<sup>21</sup> La *candidate experience* è definita come la percezione dell'azienda avuta dai candidati durante tutto l'*iter* di selezione (Biswas, 2019).

Infatti, dato il gran numero di lavoratori che hanno bisogno di formazione e le loro diverse esigenze di *training*, le imprese hanno bisogno di intraprendere nuovi modelli formativi atti ad ampliare le conoscenze della forza lavoro (Wagh, 2018).

Una possibile soluzione è la formazione individuale erogata tramite *e-learning* o in presenza anche con l'ausilio di realtà virtuale e aumentata. Sempre più diffuso è il ricorso alla *learning factory*<sup>22</sup>, all'interno della quale sono simulati tutti i processi produttivi per poter ricreare, in modo realistico e sicuro, vari scenari che possono realmente presentarsi ai lavoratori che sono poi in grado di fronteggiarli nella realtà (Prinz, 2016).

Tuttavia, l'*e-learning* ha dei limiti: potrebbe mettere da parte le interazioni sociali che, invece, sono fondamentali per il processo di apprendimento, in particolare delle conoscenze tacite e delle *best practices*; un ruolo importante è quindi attribuito a *software* gestionali per la collaborazione aziendale e alle piattaforme di condivisione che permettono di interagire con gli altri lavoratori e di condividere l'intera *learning experience*.

Da ciò emerge che sarebbe l'ideale puntare sul *blended learning* e, in particolare, erogare la formazione teorica *online* per poi sfruttare il tempo in presenza per mettere in pratica quanto appreso.

## 2.5 – Nuovi metodi nella valutazione delle prestazioni e sistemi di incentivazione

Il capitale umano è fondamentale per lo sviluppo dell'industria 4.0 e, conseguentemente, anche i sistemi di valorizzazione del personale e i sistemi premianti giocano un ruolo chiave.

Uno dei *driver* strategici di *industry 4.0* è l'innovazione continua: per questa ragione i *managers*, basandosi su una valutazione equa e obiettiva, devono premiare e valorizzare i dipendenti in grado di creare innovazione e di sostenere il miglioramento continuo del *business*.

La forza lavoro è considerata un *asset* importantissimo da valorizzare in quanto catalizzatore per la produttività dell'azienda e creatore di valore aggiunto: il successo

---

<sup>22</sup>Una *learning factory* è un ambiente di apprendimento in cui i processi e le tecnologie si basano su un vero e proprio sito industriale che consente un approccio diretto al processo di creazione del prodotto. Le *learning factory* si basano su un concetto didattico che enfatizza l'apprendimento sperimentale basato sulla risoluzione di problemi (Laperriere & Reinart, 2014).

dell'impresa e la transizione verso industry 4.0 dipende in gran parte dal capitale umano. Un'accurata gestione e motivazione alla creatività è quindi fondamentale.

Per favorire la creatività e l'innovazione è necessario responsabilizzare la forza lavoro, favorire la sperimentazione e permetterle di sbagliare.

Fondamentale è anche il lavoro di squadra: i *teams* devono essere il più eterogenei possibili in modo da assicurare punti di vista differenti.

È preferibile una maggiore flessibilità e libertà sul posto di lavoro: la creatività è favorita dall'imprevedibilità. I *managers* non devono costringere i dipendenti a seguire procedure *standard* o guidate ma, anzi, sono i lavoratori stessi a decidere cosa, quando e come eseguire un determinato compito: così facendo si favorisce l'innovazione e i dipendenti si sentono valorizzati.

Creatività e inventiva, unite alle competenze tecniche necessarie per interagire con le nuove interfacce delle macchine connesse, costituiscono infatti fattori chiave per l'implementazione delle tecnologie della quarta rivoluzione industriale (Agolla, 2018).

## 2.6 – Inclusione e valorizzazione delle diversità

La diversità si riferisce al *mix* di nazionalità, genere, fasce di età, abilità ed esperienze che si rintraccia nella forza lavoro; l'inclusione rappresenta invece la lealtà, il rispetto e il senso di appartenenza che si hanno in azienda.

In un contesto lavorativo, come quello di *industry 4.0*, in cui a fare la differenza sono competenze specifiche, diversità e inclusione hanno un ruolo centrale nel determinare la *performance* aziendale (World Economic Forum, 2019).

Infatti, l'ottantacinque per cento delle imprese che intraprendono un programma riguardante diversità e inclusione hanno margini maggiori rispetto ad altre che non curano tale aspetto (PWC, 2015).

Per molte imprese diversità e inclusione rappresentano ora una priorità e alcune di esse hanno in organico delle figure specializzate su queste due tematiche. Le organizzazioni hanno la necessità di creare una cultura che favorisca sia la diversità che l'inclusione in modo da essere più performanti economicamente e finanziariamente ma anche più innovative e agili.

Per fare ciò, le strategie di diversità e inclusione devono essere in linea con lo sviluppo del *business* e sono parte integrante della strategia d'impresa.

## Capitolo 3 – Innovazione 4.0 nel settore automotive

### 3.1 – Automotive 4.0 in Italia

Le innovazioni della quarta rivoluzione industriale sono ricevute da imprese operanti in tutti i settori produttivi ma, senza ombra di dubbio, il settore manifatturiero è quello che, considerate le molteplici applicazioni che vi si hanno, più ne risente.

Il settore *automotive*, caratterizzato da un'evoluzione continua sia in termini di prodotti che di processi, è terreno fertile per l'implementazione delle nuove tecnologie 4.0.

Le nuove tecnologie consentono, infatti, l'aumento della competitività, permettendo e favorendo lo sviluppo di nuovi prodotti, usando per esempio il *CAD*<sup>23</sup> in fase di progettazione e *design*, rendendo più facile il soddisfacimento delle esigenze del cliente tramite l'uso di piattaforme di configurazione della vettura, implementando nuovi sistemi di gestione del magazzino per lo *just-in-time inventory* e la *just-in-time production*<sup>24</sup>, riducendo guasti e infortuni sul lavoro grazie all'analisi dei dati e migliorando l'interazione tra operatori e macchine grazie alla realtà aumentata (Cabigiosu, 2019).

Emerge quindi come le innovazioni scaturite dalla quarta rivoluzione industriale siano fondamentali per la sopravvivenza, lo sviluppo e la competitività delle imprese della filiera *automotive*.

Quest'ultima gioca un ruolo trainante nell'economia dei Paesi industrializzati e, in particolar modo, in Paesi come l'Italia, che vantano una tradizione automobilistica importante sia nel campo del prodotto finito che della componentistica.

Alla luce di questo, prima di procedere all'analisi delle tecnologie e della loro applicazione, è doveroso fornire un quadro d'insieme per capire la rilevanza e le aree di diffusione dell'innovazione 4.0 nel settore auto: per far ciò osserviamo i dati forniti dall'Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2019.

---

<sup>23</sup> *CAD* è l'acronimo di *computer aided design* e si riferisce all'uso del computer per progettare e disegnare oggetti (Cambridge dictionary, s.d.).

<sup>24</sup> “Insieme delle tecniche industriali di derivazione giapponese applicato alla gestione della produzione, delle scorte e della catena di fornitura. Nella sua accezione più ristretta, significa produrre solo quanto richiesto dal cliente nei tempi voluti dal cliente; nella versione più estesa, l'applicazione del *JIT* è finalizzata alla riduzione, nonché all'eliminazione, di tutte le forme di spreco che si realizzano all'interno della fabbrica e nei rapporti di fornitura” (Treccani, 2012).

Che importanza ha l'innovazione in chiave Industria 4.0 all'interno dei vostri piani di strategia aziendale?

	Imprese 2019	% sul totale 2019	% sulle rispondenti 2019	% sulle rispondenti Osservatorio 2018	Variazione 2019/2018
Non sono state svolte riflessioni/ non sono stati avviati piani di innovazione sull'Industria 4.0	206	37,45%	39,77%	40,50%	-0,73%
Abbiamo avviato diverse iniziative Industria 4.0 non strettamente connesse tra di loro	140	25,45%	27,03%	25,90%	1,13%
Abbiamo definito un piano strategico di implementazione graduale delle opportunità offerte da Industria 4.0	137	24,91%	26,45%	22,10%	4,35%
L'implementazione di soluzioni legate ad Industria 4.0 è la priorità strategica della nostra azienda	35	6,36%	6,76%	6,00%	0,76%
Mancata risposta	32	5,82%		5,60%	
<b>Totale rispondenti</b>	<b>518</b>			<b>441</b>	
<b>Totale complessivo</b>	<b>550</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>467</b>	

Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2019

Avete adottato o avete intenzione di adottare soluzioni innovative in chiave Industria 4.0?

	Imprese 2019	% sul totale 2019	% sulle rispondenti 2019	% sulle rispondenti Osservatorio 2018	% sulle rispondenti variazione 2019/2018
Sì, ne hanno adottata almeno una	275	50,0%	55,4%	48,50%	6,94%
No, ma prevedono di adottarle in futuro almeno una	148	26,9%	29,8%	37,20%	-7,36%
No, non intendono adottarne neanche una	73	13,3%	14,7%	14,30%	0,42%
Mancata risposta	54	9,8%		5,60%	
<b>Totale rispondenti</b>	<b>496</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>441</b>	
<b>Totale complessivo</b>	<b>550</b>			<b>467</b>	

Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2019

Figura 20 La rilevanza dell'innovazione 4.0 nel settore auto  
 Fonte: Cabigiosu, A. (2019). Industria 4.0: diffusione, applicazione e rischi nel settore auto

Le tabelle illustrano la rilevanza dell'innovazione 4.0 nel settore dell'auto: delle 550 imprese esaminate il 37.45 per cento non ha piani di innovazione 4.0 mentre una parte maggioritaria, il 56.72 per cento, ha già avviato dei programmi legati all'*industry 4.0* o è in procinto di avviarli; particolarmente rilevante è che, di queste ultime, più del 25 per cento ha già fatto considerevoli investimenti in innovazione, il 50 per cento già sfrutta le tecnologie frutto della quarta rivoluzione industriale mentre circa il 27 per cento prevede di introdurle presto in azienda (Cabigiosu, 2019).

	Impresa 4.0	Fatturato 2018	Tier livello	Gruppo	Crescita fatturato	Laureati	Invest. in R&S	Export
<b>Impresa 4.0</b>	1,00							
<b>Fatturato 2018</b>	0,10*	1,00						
<b>Tier livello</b>	-0,25*	-0,04	1,00					
<b>Gruppo</b>	0,02	0,23*	-0,25*	1,00				
<b>Crescita fatturato</b>	0,07	0,01	-0,03	0,02	1,00			
<b>Laureati</b>	0,11*	0,18*	-0,18*	0,18*	0,00	1,00		
<b>Investimenti in R&amp;S</b>	0,17*	0,10*	-0,11*	-0,05	0,04	0,33*	1,00	
<b>Export</b>	0,05	0,04	-0,11*	0,11	-0,03	0,01	0,04	1,00
*p ≤ 0.1								
Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2019								

Figura 21 Correlazioni tra le variabili delle imprese automotive 4.0  
Fonte: Cabigiosu, A. (2019). *Industria 4.0: diffusione, applicazione e rischi nel settore auto*

I dati riportati in tabella forniscono qualche informazione di dettaglio circa le imprese *automotive* che aderiscono al paradigma 4.0.

Sono analizzate le correlazioni tra otto variabili:

- I piani di implementazione di tecnologie 4.0: la variabile può assumere il valore “0” nel caso in cui non ce ne fossero oppure “1” in caso contrario;
- Il fatturato del 2018;
- Crescita del fatturato tra 2017 e 2018: la variabile può assumere un valore compreso tra “1” e “9”. “1” se la diminuzione del fatturato è di oltre il 20 per cento, “2” se la diminuzione è compresa tra 20 e 11 per cento, “3” se è diminuito tra il 10 e il 6 per cento, “4” se è diminuito tra il 5 e l’ 1 per cento, “5” se è rimasto costante, “6”, “7”, “8” e “9” rispettivamente per gli aumenti di intervallo (0%, 5%], (5%, 10%], (10%, 20%], (20%, +∞);
- La percentuale di operatori laureati: i valori attribuibili alle variabili sono “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7” rispettivamente per gli intervalli percentuali [0, 0], (0, 4], (4, 9], (9, 24], (24, 49], (49, 74], (74, 100];
- La percentuale sul fatturato degli investimenti in R&S: la variabile ha valore “0” se non c’è attività di R&S, “1” se è inferiore all’ 1 per cento, “2”, “3”, “4”, “5” e “6” rispettivamente per gli intervalli percentuali [1,3], (3, 5], (5, 9], (9, 15], (15, +∞);
- La dipendenza dell’impresa da un gruppo industriale: la variabile assume valore “1” se l’impresa non fa parte di un gruppo, “2” diversamente;

- Il livello occupato nella catena di fornitura: la variabile può assumere i valori “1”, “2”, “3”, “4”, “5” rispettivamente per *TIER I*, *TIER II*, *TIER III*, *TIER IV* e oltre, specialisti *aftermarket*;
- L’ammontare del fatturato ottenuto grazie a clienti esteri.

Interpretando i dati, notiamo come ci siano delle correlazioni positive tra gli investimenti in tecnologie 4.0 e il fatturato, gli investimenti in R&S, il livello nella piramide di fornitura (più si è in alto e più si è propensi ad investire in innovazione 4.0) e la percentuale di laureati in azienda.

Le aree funzionali nelle quali sono concentrati i maggiori investimenti in tecnologie 4.0 sono produzione, qualità, progettazione, logistica e manutenzione, seguiti da *supply chain* e risorse umane.

In breve, il settore *automotive* in Italia si caratterizza per un’alta propensione agli investimenti in tecnologie 4.0 (oltre il 50 per cento del campione preso in considerazione investe o programma di investire nel 4.0) ed è positivamente correlata alla posizione nella piramide di fornitura, al fatturato e agli investimenti in R&S.

### 3.2 – *Digital supply chain*

La *supply chain*, o catena di fornitura, è il *network* creato da un’impresa e dai suoi fornitori per la produzione, distribuzione e commercializzazione di un dato prodotto: non è altro che l’insieme dei passaggi utili a portare il prodotto o il servizio al consumatore finale. La sua gestione è quindi fondamentale per la diminuzione dei costi e del *time-to-market* (Buyukozkan & Gocer, 2018).

Mentre la tradizionale *supply chain* può essere pensata come una serie di passaggi a comportamenti stagni, la *digital supply chain (DSC)* permette l’integrazione di tutti gli *step* in modo che essi diventino parte di un sistema.

Per rendere possibile ciò, i *managers* si sono resi conto dell’importanza di iniziative e piani di digitalizzazione della *supply chain* che, seppur costosi, migliorano la *performance* aziendale così come il vantaggio competitivo.

Per meglio comprendere i benefici della *DSC* è doveroso fornirne una definizione e analizzarne le caratteristiche principali.

Secondo Accenture la *digital supply chain* rende i prodotti e i servizi più accessibili ed economicamente convenienti in quanto il digitale crea nuove opportunità per tutti gli attori della catena di fornitura: quest'ultima va ripensata come un *network* che non solo unisce flussi fisici di prodotti e servizi, ma anche talenti e informazioni (Accenture Consulting, 2014).

Inoltre, può anche essere definita come un *network* intelligente che permette nuove fonti di guadagno e creazione di valore tramite l'analisi dei dati e un nuovo approccio con la tecnologia.

Queste due definizioni si possono integrare tra loro al fine di ottenerne una più esauriente: la *DSC* è un sistema tecnologico intelligente e integrato che si basa sulla disponibilità di *big data* e della loro analisi, sulla cooperazione e comunicazione tra *hardware* e *software* per permettere una maggiore interazione tra imprese in modo da creare prodotti e servizi di valore e a buon mercato (Buyukozkan & Gocer, 2018).

L'eccellenza nella catena di fornitura è quindi fondamentale per il successo di un'organizzazione e la sua competitività.

Infatti, il ruolo della *supply chain* è oggi completamente cambiato: non si occupa più solo di spostare i prodotti e le parti di essi da una parte all'altra ed è per questo che si compone di una serie di attività complesse che devono essere continuamente coordinate e monitorate.

La *DSC* offre quindi numerosi vantaggi; Buyukozkan fornisce alcuni elementi che la caratterizzano:

- Velocità: fondamentale per l'efficienza di un'azienda è la velocità con la quale i prodotti vengono consegnati. La *DSC* permette di spostare molti beni in un arco temporale ristretto e, in tal modo, ridurre il *time to market*;
- Flessibilità: la digitalizzazione della *supply chain* permette di integrare funzionalità quali la raccolta e l'analisi dei dati in modo che sia possibile adattarsi a eventi esterni efficacemente ed efficientemente;
- Connessione globale: questa è resa possibile dall'*IT* che assicura una maggiore capillarità dei punti di produzione e distribuzione delle aziende; i magazzini possono essere delocalizzati e controllati tramite un sistema centralizzato così come si possono realizzare più siti produttivi che grazie al *cloud computing* e a processi standardizzati assicurano la produzione localmente;

- Magazzino *just-in-time*: la gestione del magazzino è più efficiente in quanto la moltitudine di sensori e macchine connesse lungo la *SC* garantisce un livello di scorte perfetto in base alle esigenze della domanda per un dato prodotto in una determinata area geografica;
- Autonomia: la forza computazionale integrata nei *robots* e nei componenti garantisce l'apprendimento e l'autonomia dei macchinari in modo da velocizzare i processi di *decision making* e, di conseguenza, le *operations*;
- Trasparenza: il flusso di informazioni e le interdipendenze tra i vari processi devono essere visibili in quanto se venisse meno la trasparenza i dati raccolti non sarebbero di facile interpretazione e non garantirebbero adattamento e reazione al mutamento delle condizioni esterne;
- Efficientamento dei costi: la gestione della *supply chain* tramite la *DSC* garantisce l'efficientamento dei processi e, conseguentemente, la riduzione dei costi;
- Proattività: le tecnologie presenti nella *DSC* permettono l'identificazione di problematiche latenti in modo che possano essere risolte prima del loro manifestarsi;
- Sostenibilità: i processi efficienti, la necessità di formare personale altamente specializzato e la possibilità di ridurre il trasporto dei beni da una parte all'altra del pianeta fanno sì che le aziende che adottano la *DSC* siano sostenibili per l'ambiente e le comunità nelle quali operano.

La *DSC* costituisce un punto di forza e gioca un ruolo chiave nella competitività di un'impresa in quanto favorisce una collaborazione continua tra tutti gli attori della *supply chain*, indipendentemente dai confini fisici, grazie alla condivisione di informazioni in tempo reale e a sofisticati strumenti di raccolta e analisi dei dati.

Questo permette la realizzazione di modelli operativi nuovi e facilmente adattabili ai cambiamenti della domanda, oltre che la diffusione più rapida di innovazioni per il *design* dei prodotti, i processi produttivi e le relazioni con i clienti. La *DSC* permette quindi la creazione di prodotti e l'erogazione di servizi più in linea con le esigenze dei clienti che possono essere raggiunti più facilmente e in poco tempo nel modo più efficiente (Buyukozkan & Gocer, 2018).

L'implementazione della *digital supply chain* richiede però molti sforzi da parte delle imprese: per meglio comprendere le varie fasi che gettano le basi per la catena di fornitura

digitale, Buyukozkan ha elaborato un *framework* che individua tre aree di interesse su cui le imprese devono far leva in modo da ottenere terreno fertile per la *DSC*: la digitalizzazione, l'implementazione della tecnologia e il *supply chain management*.

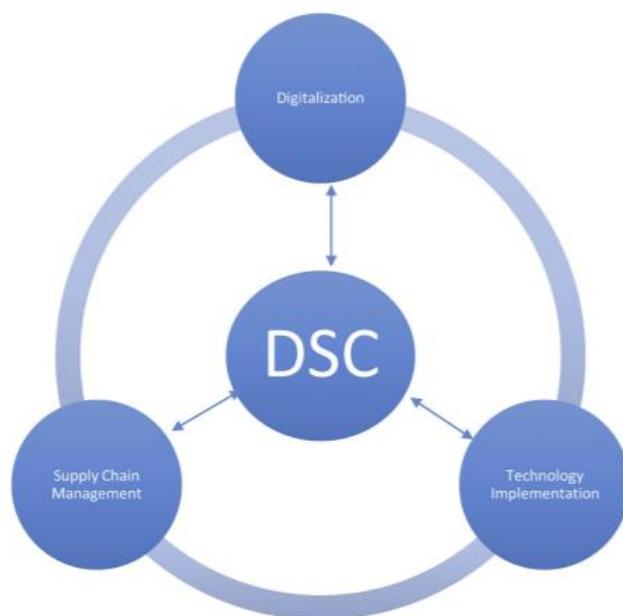


Figura 22 Un framework per implementare la DSC  
Fonte: Buyukozkan, G., & Gocer, F. (2018).

*Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. Computers in Industry, 157-177*

La digitalizzazione è il primo *step*: non si deve però pensare che ci riferisca al mero approvvigionamento delle ultime tecnologie disponibili sul mercato; al contrario, ci si riferisce all'uso della tecnologia per far emergere il potenziale insito nelle risorse materiali e umane già presenti in azienda.

Questa prima fase può essere distinta in cinque sub-fasi: la definizione di una strategia di digitalizzazione, la creazione di una cultura aziendale che promuova la digitalizzazione dell'intera organizzazione, la digitalizzazione delle operazioni così come dei prodotti e infine la digitalizzazione della *customer experience*.

Mentre le prime quattro sub-fasi sono state analizzate diffusamente nei paragrafi precedenti, quest'ultimo aspetto merita una definizione *ad hoc*: la *DSC* sta trasformando radicalmente la *customer experience* in quanto i clienti sono ingaggiati in maniera totalmente nuova, soprattutto grazie all'uso di *social network* che, se da un lato si rivelano uno strumento molto utile per la promozione del *brand*, per la segmentazione della domanda e per la personalizzazione dell'offerta, dall'altro garantiscono un costante monitoraggio della soddisfazione dei clienti finali e della *brand awareness*.

Il secondo *step* è l'implementazione della tecnologia all'interno della *supply chain*: le tecnologie, vecchie e nuove, sono infatti le fondamenta del nuovo ecosistema che costituisce la *DSC*. In un mercato in continua evoluzione è chiaro come le nuove tecnologie siano la fonte del vantaggio competitivo e quanto siano fondamentali per l'entrata in nuovi mercati.

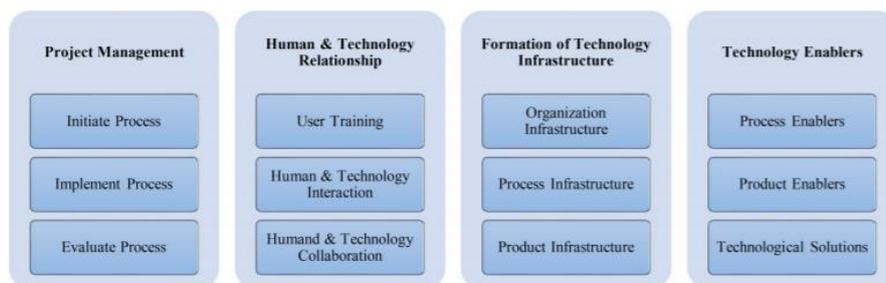


Figura 23 Sub-fasi per implementare la tecnologia nella supply chain

Fonte: Buyukozkan, G., & Gocer, F. (2018).

*Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. Computers in Industry, 157-177*

Le sub-fasi illustrate dal *framework* sono:

- *Project management*: la strategia di implementazione deve includere una descrizione dettagliata dei compiti che devono essere portati a termine in questa fase e con quali mezzi. Una pianificazione accurata è infatti fondamentale per stimare i costi e minimizzare i ritardi;
- Definizione del rapporto tra uomo e tecnologia: nella *DSC* la dipendenza dell'uomo dalla tecnologia è molto accentuata ed è per questo che la forza lavoro deve essere in grado di gestirla, un ruolo importante è quindi attribuito alla formazione e alla capacità di adattamento alla tecnologia del singolo lavoratore;
- Definizione dell'infrastruttura tecnologica: la definizione della natura dell'infrastruttura durante la fase di implementazione è necessaria per elaborare una scala di priorità e capire di quali tecnologie si ha bisogno;
- L'individuazione delle tecnologie abilitanti in termini di processo, prodotto e soluzioni tecnologiche.

Su queste due fasi poggia l'ultimo *step*: la gestione della *supply chain*. Questo aspetto gioca un ruolo chiave, in quanto digitalizzare la *supply chain* implica il dover prendere una serie di decisioni complesse. Per capire in che modo ciò debba essere fatto

Buyukopzkan ha elaborato un modello in cui sono illustrati tutti i passaggi da seguire in questa fase.

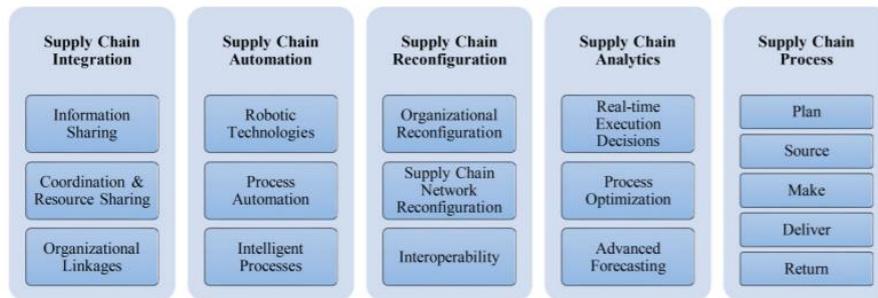


Figura 24 I passi da seguire per gestione della DSC  
 Fonte: Buyukozkan, G., & Gocer, F. (2018).

*Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. Computers in Industry, 157-177*

I passaggi, ognuno dei quali poggia sul precedente, che si devono susseguire per la gestione della *DSC* sono:

- Integrazione della *supply chain*: questa sottofase si riferisce all'integrazione di tutti gli attori coinvolti; essa si ottiene attraverso la condivisione e la coordinazione di informazioni, risorse, rischi e vantaggi;
- Automazione della *supply chain*: questa fase si sostanzia nell'implementazione di tecnologia robotica e nell'automazione dei processi;
- Riconfigurazione della *supply chain*: la digitalizzazione forza le imprese a rivedere la catena di fornitura sia in termini organizzativi, con la ridefinizione dei confini dell'organizzazione, che di *network* e interoperabilità;
- Analisi dei dati della *supply chain*: questo aspetto consiste nell'analizzare i *big data* provenienti da tutti i processi al fine di ottenere maggiore competitività;
- Definizione dei processi della *DSC*: ci si riferisce a quei processi che sono reiterati più volte lungo tutta la *supply chain* la cui conoscenza è fondamentale per la pianificazione e per prendere decisioni strategiche.

### 3.3 – Tecnologie per l'automotive digital supply chain

Anche il settore *automotive* risente dello sviluppo delle nuove tecnologie digitali e della loro applicazione alla *supply chain*.

L'obiettivo del paragrafo è quello di esaminare le tecnologie digitali che stanno modificando la catena di fornitura e analizzare le loro applicazioni nell'*automotive*.

*Internet of things*. Come descritto nel primo capitolo, l'*IoT* è l'interconnessione degli oggetti di tutti i giorni in modo da creare un diffuso e capillare *network* di dispositivi. Gli

oggetti possono comunicare le informazioni relative al loro ambiente esterno, al luogo in cui si trovano, allo stato di operatività e d'usura, tramite *internet*: in questo modo gli oggetti diventano intelligenti, possono processare i dati e capire cosa li circonda, interagiscono con le persone e prendono decisioni. Ciò è reso possibile da tecnologie come l'*RFID* e l'*NFC*, già note da anni ma solo recentemente implementate e integrate nei dispositivi per i processi industriali.

Nel campo *automotive* i sensori *RFID* possono essere usati per identificare i *pallets* che contengono i vari componenti in modo che siano tracciati lungo tutta la linea di produzione: ogni movimento è registrato e il prodotto, dialogando con i macchinari, segnala a quale altro reparto deve essere destinato per completare la fase costruttiva.

Nel caso in cui il processo non fosse portato a termine secondo gli *standard*, il prodotto verrebbe indirizzato verso una postazione dedicata in cui un operatore, già informato grazie al *report* dei sensori, pone rimedio alla problematica riscontrata per poi reimmetterlo sulla linea di produzione.

Inoltre, la tecnologia *RFID* può essere usata per monitorare il flusso di componenti tra i fornitori e il sito di assemblaggio: questo si traduce in un efficientamento della logistica e in risparmio di tempo e denaro (Kern & Wolff, 2019).

*Automated guided vehicles*. I veicoli a guida autonoma sono mezzi di trasporto in grado di spostarsi autonomamente da un luogo ad un altro, senza l'ausilio di un pilota o di un operatore che li orienta tramite radiocomando.

Sono usati principalmente per spostare componenti e materie prime da un luogo all'altro del sito di produzione o del magazzino; il loro movimento e corretto orientamento può essere garantito da rotaie elettromagnetiche e da sistemi di navigazione satellitare

In questo modo gli operatori non devono muoversi all'interno della fabbrica alla ricerca dei vari componenti in quanto sono gli scaffali e i *box* dove essi sono riposti che raggiungono autonomamente la postazione del lavoratore: così facendo si ottengono una razionalizzazione degli spazi del sito produttivo, in quanto non sono più necessari i corridoi tra una scaffalatura di deposito e l'altra, un aumento della velocità d'esecuzione e la riduzione di incidenti sul lavoro; in breve, otteniamo un efficientamento in termini di costi e produzione (Kern & Wolff, 2019).

*Cloud computing*. Il *cloud computing* è un sistema che permette di immagazzinare, processare e accedere a dati custoditi in *server* delocalizzati rispetto al luogo in cui sono

prodotti o richiesti: il risultato è quindi una tecnologia scalabile che permette di eliminare i costi di un'architettura *hardware* e garantisce una facile condivisione delle informazioni. Molte aziende della filiera *automotive* stanno sviluppando il loro *cloud* in quanto consente di condividere *best practices* con la forza lavoro, ma anche informazioni e dati con fornitori, clienti, concessionari e officine. In particolare, tramite la condivisione dei dati con concessionari e officine, aumenta l'efficienza e la produttività degli operatori di post-vendita che sono facilitati negli interventi di manutenzione periodica (Kern & Wolff, 2019).

*Big data analytics.* I *big data* sono l'insieme dei *dataset*, caratterizzati da grande volume e varietà, che sono generati dagli oggetti connessi in rete. Questi, se opportunamente analizzati, permettono alle aziende di comprendere al meglio il tipo di domanda nel mercato al fine di prendere in breve tempo le migliori decisioni.

Già oggi molte case automobilistiche e produttori di componenti sfruttano l'analisi dei dati per ottimizzare le operazioni di trasporto agendo su variabili come l'orario di partenza, il peso e il percorso del carico.

Inoltre, molto diffuso è l'uso dei *big data* per individuare, anticipatamente al verificarsi, le falle nei processi produttivi al fine di effettuare interventi precauzionali (Kern & Wolff, 2019).

*Robots autonomi.* I *robots* autonomi sono dei macchinari in grado di portare a termine delle operazioni complesse senza l'intervento dell'uomo, il quale detiene il ruolo di mero supervisore.

Il settore *automotive* è uno di quelli che più fanno ricorso a questo tipo di macchine. Sono molto usati nel settore della logistica in quanto velocizzano le operazioni di smistamento dei componenti tra i reparti della fabbrica.

Inoltre, allo stesso tempo, valorizzano il ruolo della forza lavoro che può dedicarsi a mansioni più gratificanti e meno monotone (Kern & Wolff, 2019).

*Blockchain.* La *blockchain* è un libro mastro digitale che, grazie a codici univoci, può registrare in modo permanente le transazioni tra due soggetti: contratti, pagamenti e processi sono conservati, validati, condivisi, protetti da diffusione non autorizzata, falsificazione e alterazione.

In campo *automotive* la *blockchain* si sta diffondendo come strumento per tracciare tutti i passaggi di mano che subisce un componente prima di essere assemblato. Questo non solo porta dei vantaggi di carattere logistico, ma anche e soprattutto di sicurezza in quanto la tracciabilità dei componenti rende più economica ed efficace un'eventuale campagna di richiamo.

Infine, questa tecnologia si può rivelare utile anche da un punto di vista di *corporate social responsibility*: per esempio, BMW AG usa la *blockchain* per tracciare le transazioni riguardanti il cobalto presente nelle batterie delle automobili che produce, in modo da assicurarsi che non provenga da siti minerari in cui è sfruttata manodopera minorile o illegale (Kern & Wolff, 2019).

*Mobile services and technologies*. I dispositivi mobili sono tutti gli strumenti che forniscono, senza fili e senza la necessità di essere sempre connessi alla rete elettrica, accesso remoto a *internet*.

I più comuni sono *smartphone* e *tablet*, ma negli ultimi anni stanno avendo sempre maggiore diffusione *smartwatches* e *smartglasses*.

Nell'industria automobilistica i *tablet* hanno ormai sostituito le *check-list* cartacee: l'operatore inserisce nell'*app* il numero identificativo del processo produttivo e viene guidato in tutti i passaggi di assemblaggio.

A questi può anche essere abbinato sia l'uso di *smartglasses*, i quali forniscono agli addetti informazioni aggiuntive sui prodotti e sui processi da svolgere, che di *smartwatches*, utili per comunicare rapidamente ai dipendenti informazioni rilevanti come guasti o anomalie (Kern & Wolff, 2019).

### 3.4 – Additive manufacturing

Una opportunità di risparmio e di maggiore versatilità produttiva è rappresentata dall'uso, ormai non più solo sperimentale ma implementata in tutti i siti produttivi, della *AM technology* per la produzione di componenti e attrezzature da parte dei grandi *players*.

L'*additive manufacturing* è stato prevalentemente usato nella produzione di prototipi negli ultimi trent'anni, mentre di recente le aziende ne hanno intuito l'utilità anche nella fase produttiva. Ad esempio, General Motors sta investendo risorse per lo sviluppo dell'*AM* per almeno due aspetti chiave: l'*AM* può essere utilizzato per la produzione di

versioni più leggere di componenti strutturali (la diminuzione di peso è molto importante per la *compliance* alle norme su consumi e inquinamento dei veicoli endotermici e per l'incremento dell'autonomia di quelli elettrici); questa tecnologia può dare notevole flessibilità a costi modesti per le personalizzazioni e *design*.

L'abbattimento dei costi deriva sia dalla possibilità di produrre in loco ed eliminare passaggi logistici che dal riutilizzo della stessa stampante per i più svariati programmi di produzione che non avranno più bisogno ognuno dello specifico stampo o macchinario. Gli stessi specifici utensili di una particolare lavorazione possono essere realizzati in economia.

Un'importante preoccupazione dell'impresa è la riduzione dei costi e il notevole valore aggiunto che si sviluppa da tale tecnologia consente di ammortizzarne i costi mediante un maggior volume e un più lungo periodo di produzione.

Alcune stime riportate dalla letteratura indicano il risparmio della produzione in *AM* rispetto ai metodi tradizionali anche nella misura del 90 per cento.

Altri due notevoli benefici sono il tempo risparmiato, saltando la produzione di specifici stampi, e l'accuratezza del processo di produzione che consente di evitare successive rifiniture di post-produzione.

Con stampanti sempre più veloci ed efficienti, ora di consistenti dimensioni, inoltre, si può procedere allo stampaggio di più di un esemplare alla volta e di effettuare in maniera economica la produzione di parti *on-demand*, invece di gravarsi di un elevato *stock* di magazzino.

Questo processo consente anche di utilizzare materiali sempre più sofisticati: la stampa in 3D ha consentito lo sviluppo e l'utilizzo di polveri metalliche (ad esempio leghe a base di titanio e nichel) per componenti leggeri e resistenti, in origine usati soprattutto in ambito aerospaziale e medicale.

Naturalmente, nell'esperienza della GM questa implementazione ha reso necessario un *reskilling* dei *designers*, degli ingegneri e degli operatori non solo prettamente tecnico ma anche di approccio concettuale (Quinn, 2020).

### 3.5 – *Big data per la gestione dei guasti e la manutenzione predittiva*

Le aziende possono usare l'analisi dei dati prodotti per aumentare la qualità della *customer experience*, risolvendo problemi e guasti prima e più velocemente. Questo aspetto è estremamente rilevante considerando che le spese di manutenzione e riparazione, così come i servizi di assistenza post-vendita, costituiscono il 70 per cento dei costi operativi (McKinsey & Company, 2019).

In particolare, nel settore *automotive*, l'aumento della complessità e della varietà dei componenti comporta una maggiore probabilità che i prodotti commercializzati siano difettosi. Considerando infatti il numero di veicoli che ogni anno sono richiamati per difetti costruttivi, molti produttori fanno ricorso alla *big data analysis* per essere proattivi nel rispondere a problematiche riguardanti qualità e sicurezza dei componenti.

I moderni sistemi di analisi sono oggi in grado di processare una gran quantità di dati e di identificare potenziali guasti in anticipo, in modo da poter adottare le necessarie contromisure (Deloitte, 2015).

Basandosi su dati storici si costruiscono modelli matematici per prevenire eventi futuri: grazie all'analisi, *set* eterogenei di dati sono convertiti in modelli chiari e di facile uso operativo che, oltre a rivelarsi utili per la gestione dei guasti, permettono di aumentare la redditività dell'azienda tramite l'offerta di un più ampio ventaglio di servizi *aftermarket* come i pacchetti di manutenzione, di norma di responsabilità della clientela (Livelli, 2020).

### 3.6 – *Raggiungere il traguardo dello “Zero Difetti”*

Nell'ambito della prevenzione dei guasti sta assumendo sempre maggior importanza l'obiettivo “*Zero Defects*” soprattutto nella produzione di componenti elettronici per veicoli tradizionali ed elettrici.

Un moderno veicolo può contenere più di ottomila semiconduttori (circuiti integrati) in complessi sottosistemi elettronici che possono rappresentare anche il 20-30 per cento del costo del medesimo.

L'evidenza statistica che la prima causa di guasti nelle automobili con meno di tre anni è di natura elettronica e la nuova era rappresentata dai veicoli elettrici rendono sempre più auspicabile la massima riduzione di tali malfunzionamenti.

I produttori automobilistici e i fornitori *TIER 1* stanno alzando l'asticella circa la qualità e l'affidabilità delle parti elettroniche, richiedendo tassi di difettosità sempre più bassi e il più possibile vicini allo zero da parte delle loro *supply chains*.

Per eliminare rischi di difetti nell'uso di tali componenti si sta passando dal semplice collaudo elettrico all'approfondimento di eventuali difetti di affidabilità latenti che potrebbero manifestarsi solo dopo l'installazione, considerando condizioni estreme come freddo intenso, grande umidità e vibrazioni, eventi probabili nel normale uso di un veicolo.

Scoprire difetti latenti richiede un nuovo metodo con modalità di ispezione su ogni pezzo in vari momenti della produzione. Questo avviene tramite metodi di *machine learning* basati sia su test fisici che su dati statistici precedentemente acquisiti dagli utenti finali (Donzella & Camp, 2020).

### *3.7 – AR e VR per le operations e la formazione del personale*

Secondo un *report* del Capgemini Research Institute, molte aziende dell'*automotive* stanno implementando all'interno dei loro siti produttivi la realtà aumentata e virtuale (Capgemini Research Institute, 2018). Da questo è emerso che l'82 per cento delle imprese che fa ricorso a queste tecnologie ha ottenuto benefici in termini di produttività.

Da quanto rilevato, di queste due tecnologie ha trovato maggiore applicazione la realtà aumentata che, seppur più costosa da gestire, è ritenuta più utile e vantaggiosa in quanto valido ausilio nella gestione delle *operations*.

In particolare, la realtà aumentata è usata soprattutto nelle operazioni di riparazione, manutenzione, progettazione e assemblaggio. Questa è spesso implementata tramite l'uso di *smartglasses* che consentono agli operatori di consultare le istruzioni per portare a termine un determinato compito oppure di visualizzare dei componenti non visibili ad occhio nudo perché contenuti o nascosti da altri pezzi: in tal modo, oltre a velocizzare i processi, si favorisce la cooperazione tra uomo e macchina (Damiani, 2018).

La realtà virtuale è invece meno diffusa ma trova comunque applicazione sia nel collaudo dei prodotti in quanto può esserne simulato l'utilizzo in condizioni estreme ma anche, e soprattutto, nella formazione del personale grazie alla possibilità di riprodurre in totale

sicurezza più situazioni che possono occorrere durante le reali fasi di produzione (Damiani, 2018).

### *3.8 – Implicazioni della digitalizzazione dei processi per le imprese automotive e rispondenza del mercato alle innovazioni*

Le imprese del settore automobilistico, indipendentemente dalla loro posizione nella piramide di fornitura, affrontano sfide e colgono opportunità dalla digitalizzazione dei processi e, più in generale, da tutte le tecnologie abilitanti di industria 4.0 in misura maggiore rispetto ad altri settori produttivi.

I veicoli attuali sono assemblati con componenti ascrivibili a diverse tipologie tecnologiche (meccanica, elettronica, chimica per vernici, lubrificanti, etc.), pertanto la composita *supply chain* deve raggiungere obiettivi quali-quantitativi adeguati mediante l'amalgama di diverse metodologie produttive in un unico risultato finale. Ciò significa che l'*automotive* è uno dei più complessi e completi panorami per l'analisi della quarta rivoluzione industriale.

L'industria automobilistica compendia in sé i paradigmi di più settori produttivi dai quali e ai quali mutuerà tecnologie e metodologie.

Attraverso la potenza della combinazione di tecnologie digitali e fisiche (*AI, IoT, AM, bots, big data*, etc.) i membri della *value chain* stanno diventando più flessibili, efficienti, responsabili e stanno ridisegnando il loro modo di *business*, il loro approccio con i clienti e i fornitori e, non ultimo, i loro prodotti e servizi (Vitale & Giffi, 2020).

Questo processo, se ben agito, avrà ricadute positive per tutti gli *stakeholders*: sviluppo e maggiori profitti per le imprese virtuose, mantenimento di competitività in un mercato maturo, maggiori abilità e corrispondenti salari per il personale, prodotti e servizi migliori per gli utenti finali e per l'ambiente, sinergie tecnologiche e di processo tra settori produttivi, etc.

Una delle sfide più sentite dal settore è quella di convincere i consumatori dell'utilità e quindi della remunerabilità delle innovazioni tecnologiche implementabili sui veicoli.

In una recente ricerca su un campione di trentacinquemila automobilisti in venti Paesi si è analizzata la propensione dei consumatori a pagare più di cinquecento dollari (o cifra equivalente) per equipaggiare all'acquisto un veicolo nuovo con una o più tecnologie

avanzate (Deloitte, 2020). L'indagine ha riguardato le dotazioni di sicurezza, connettività, *infotainment*, autonomia e motori alternativi all'endotermico. I risultati (cfr. fig. 25) mostrano che in molti Paesi le innovazioni sono sottovalutate o date per dovute senza - o con un piccolo - sovrapprezzo.

Inoltre, come si evince dalla figura 26, per i motori alternativi (soprattutto per l'elettrico puro in relazione all'autonomia delle batterie) c'è ancora diffidenza o scarso interesse. I produttori si trovano quindi di fronte alla domanda "puoi produrlo, ma lo compreranno?". Su questo, oltre alle capacità di informazione e di *marketing* influiranno l'evoluzione delle normative, gli incentivi statali (per sicurezza e sostenibilità ambientale) e le infrastrutture (per l'auto elettrica una capillare rete di ricarica che per molti dovrebbe essere implementata anche dagli stessi produttori automobilistici) (Giffi, 2020).

Advanced technology category	Germany	United States	Japan	Republic of Korea	China	India
Safety	71%	60%	59%	52%	39%	49%
Connectivity	79%	66%	72%	63%	46%	52%
Infotainment	84%	75%	79%	74%	52%	57%
Autonomy	67%	58%	61%	42%	37%	40%
Alternative engine solutions	58%	54%	60%	42%	37%	39%
Unwilling to pay more than ...	€400	US\$500	¥50,000	₩500,000	¥2,500	₹25,000

Figura 25 Percentuale di consumatori non disponibili a pagare più di 500 \$ o equivalenti per un equipaggiamento ad avanzata tecnologia su un veicolo nuovo

Fonte: Deloitte. (2020). Global Automotive Consumer Study 2020

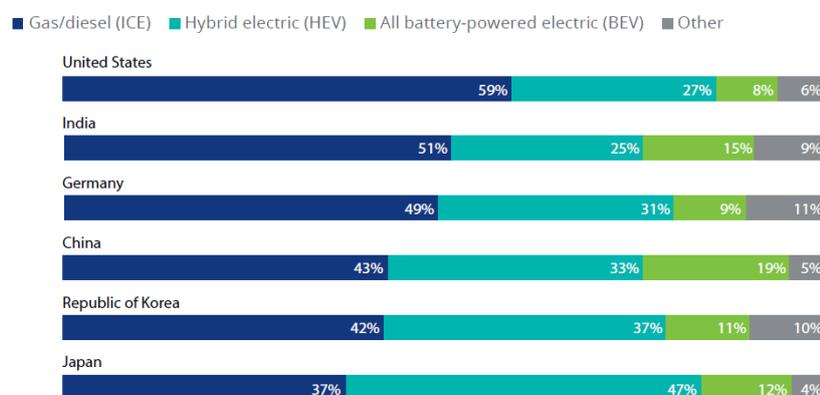


Figura 26 Interesse dei consumatori in motori a energie alternative in alcuni Paesi – Tipo di motore preferito per il prossimo veicolo da acquistare

Nota: "other" comprende etanolo, gas naturale, gpl, celle a idrogeno

Fonte: Deloitte. (2020). Global Automotive Consumer Study 2020

## Capitolo 4 – Il caso Pirelli

### 4.1 – Pirelli: introduzione della società

Pirelli è una società italiana fondata nel 1872 a Milano da Giovan Battista Pirelli: oggetto dell'attività era la produzione di articoli in gomma elastica che trovavano applicazione in campo industriale che venivano prodotti nello stabilimento situato nell'area che oggi ospita l'omonimo grattacielo. A seguito delle innovazioni in campo chimico che si sono susseguite a cavallo tra il XIX e XX secolo, Pirelli ha sperimentato una crescita imponente tanto che nel 1883 la società si trasforma da società in accomandita semplice a società in accomandita per azioni in modo da espandere la propria base societaria e specializzarsi in articoli in gomma per carrozze e velocipedi.

All'inizio del XX secolo inizia la produzione di pneumatici per vetture e comincia l'espansione geografica che arriverà a trasformarla in una multinazionale. Contemporaneamente viene perseguita una politica di continua innovazione tecnologica nel campo degli pneumatici: dal *Superflex* Stella Bianca degli anni '30 al Cinturato degli anni '50, rispettivamente primo pneumatico sportivo a battistrada rinforzato e primo radiale con l'uso di acciaio del Gruppo.

Gli anni '60 e '70 vedono ulteriore espansione e acquisizioni e vengono ideati e realizzati pneumatici ribassati per le vetture più prestigiose, sfruttando l'esperienza maturata nelle competizioni.

Negli anni '80 prosegue l'espansione e viene introdotto il primo pneumatico radiale per motociclette. Alla fine degli anni '80 un'importante acquisizione per un consolidamento nel mercato statunitense è rappresentata dalla *Armstrong Tyre Company*.

Nei '90 vi è un impegnativo processo di ristrutturazione sia in conseguenza di una fase di recessione del mercato che per una grossa operazione di acquisizione naufragata (Continental AG).

Nel 2000 vengono ceduti a *CISCO* i sistemi ottici terrestri e a *Corning* i componenti ottici, mentre nel 2001 attraverso una controllata viene acquisita la partecipazione di riferimento in Telecom Italia.

Con una costante attività di ricerca, nel 2001 viene avviata la produzione con tecnologia *MIRS (Modular Integrated Robotized System)* che modifica in maniera sostanziale i

processi di fabbricazione degli pneumatici, mentre nel 2003 mediante la tecnologia *CCM* (*Continuous Compound Mixing*) si iniziano a sperimentare materiali e mescole innovativi.

Tra il 2004 e 2006 viene implementata una *joint venture* con Continental in Romania per la produzione dello *Steelcord* (fili d'acciaio per pneumatici). Questo consentirà una strategia di sviluppo della capacità produttiva nei Paesi dell'est Europa.

Nel 2005 vengono cedute le divisioni cavi, sistemi energia e telecomunicazioni che confluiscono in Prysmian S.p.A. e nel 2006 ha luogo l'inaugurazione dell'impianto di produzione di pneumatici in Romania. Nel 2008 viene avviato il progetto del polo industriale di Settimo Torinese, il sito tecnologicamente più avanzato del gruppo.

Nel 2009 viene introdotto il primo pneumatico "verde" ad alte prestazioni.

Nel 2010 viene completata la trasformazione in "*pure tyre company*", cedendo *Pirelli broadband solutions*<sup>25</sup> e separando dal gruppo le attività immobiliari di Pirelli RE (Prelios S.p.A). Nello stesso anno Pirelli torna alla Formula 1 di cui diventa fornitore esclusivo l'anno successivo. Gli pneumatici Pirelli hanno l'esclusiva anche nel campionato mondiale di *Superbike* e in campionati monomarca come il Ferrari *challenge* e il Lamborghini Super Trofeo.

Nel 2011 e nel 2012 avvengono ulteriori espansioni e *joint ventures* in tutto il mondo e in Messico viene inaugurato uno stabilimento per la produzione di pneumatici *premium* per il nord America.

Nel 2014 le attività di produzione dello *steelcord* vengono cedute al gruppo belga Bekaert.

Nel 2015 viene siglata un'importante *partnership* industriale con la grande *corporation* cinese ChemChina (China National Chemical Corporation, partecipazione statale della Repubblica Popolare Cinese) al fine di rafforzare i piani di sviluppo a lungo termine e presidiare aree geografiche strategiche. A seguito di questo accordo e di un'opa promossa dai *partners* tramite la Marco Polo Industrial Holding S.p.A ha luogo il *delisting* del titolo Pirelli dalla Borsa di Milano (Pirelli, 2017).

A seguito di ulteriori modifiche negli assetti del Gruppo, Pirelli è tornata in borsa il 4 ottobre 2017.

---

<sup>25</sup> Società del Gruppo Pirelli che si occupava di sviluppo e realizzazione di prodotti per l'accesso a banda larga a servizi multimediali per casa e ufficio.

La riorganizzazione ha portato alla separazione del *business industrial* (pneumatici per autocarri e altri veicoli speciali) da quello *consumer* (auto e moto) che è stato arricchito di nuovi dipartimenti (*Consumer marketing, Digital, Data science, Cyber e Velo*<sup>26</sup>) (Pirelli, 2020).

Pirelli, continuando la sua tradizione di azienda proiettata verso la continua innovazione, ha naturalmente imboccato il sentiero dell'industria 4.0. Negli ultimi anni ha investito notevoli risorse sulle relative tecnologie abilitanti, come l'intelligenza artificiale, l'*IoT*, il *machine learning*, il *predictive manufacturing* e l'utilizzo di *big data*; tutto ciò permette una notevole riduzione dei costi di produzione e una ottimizzazione della qualità dei processi e dei prodotti.

#### 4.2 – *La smart factory di Settimo Torinese*

A seguito della decisione di riqualificare il sito industriale di Settimo Torinese, nei pressi di Torino, nel 2008 ha visto la luce un polo tecnologico e industriale per la produzione di pneumatici grazie a un accordo con Regione Piemonte, Provincia di Torino, Comune di Settimo Torinese e Università degli Studi di Torino.

In tale ambito, dopo aver unito due stabilimenti, la Pirelli ha effettuato la completa digitalizzazione del sito produttivo. Nel 2010 è stata avviata la produzione di serie, mentre successivamente è stata implementata la linea di produzione per le mescole destinate alla Formula 1.

Gli pneumatici ad alte prestazioni là prodotti sfruttano la tecnologia *MIRS (Modular Integrated Robotized System)*, di completa proprietà Pirelli, che permette una produzione completamente robotizzata, di alta qualità. Questa innovazione è stata dapprima implementata nello stabilimento di Milano Bicocca e mutuata quindi alla *factory* di Settimo Torinese dove è stata ulteriormente affinata dando vita al progetto *NEXT MIRS*. Lo stabilimento, con una struttura innovativa progettata dall'architetto Renzo Piano, si estende in un'area di circa 250.000,00 metri quadri e sviluppa una capacità produttiva di circa 4 milioni di pneumatici all'anno. Ospita anche strutture di *R&D*.

---

<sup>26</sup> Divisione pneumatici sportivi per biciclette.

Il sito, tramite la tecnologia *MIRS*, realizza pneumatici del tipo *Ultra High Performance* con calettatura<sup>27</sup> dai 19 ai 23 pollici (Pirelli, 2017).

In questa *factory* vengono quindi prodotti gli pneumatici più performanti del *range* Pirelli. Sia nelle versioni estive (con mescola relativamente più dura) che in quelle invernali (gomme da neve adatte alle temperature inferiori ai 7° C, dotati di mescola più morbida e di numerose scanalature per aderire meglio all'asfalto innevato) queste gomme sono caratterizzate da grande affidabilità e da bassissima incidenza di difetti di produzione. Lo stesso vale per la tipologia quattro stagioni, in grado di affrontare le più svariate condizioni ambientali mantenendo comunque una buona tenuta. Queste tre tipologie coprono sia il citato segmento *Ultra High Performance* per una guida sportiva, che la classe *High Performance*, della quale fanno parte modelli meno sportivi, ma dotati di una migliore risposta energetica (Previtali, 2019).

#### 4.2.1 – La tecnologia *NEXT MIRS* e l'*e-tyre*. Il *CVA* e la *Total Efficiency 4.0*

La tecnologia *NEXT MIRS* ha rappresentato una rivoluzione del processo produttivo degli pneumatici ad alte prestazioni. Si è passati dalle tradizionali cinque fasi di processo realizzate in momenti distinti e con una tempistica relativamente lunga, all'unico processo di lavorazione tramite l'uso di *robot* in grado di eseguire programmi complessi. Ogni manovra e passaggio della lavorazione viene gestita a livello centralizzato da un *computer*.

Nella lavorazione tradizionale, come sopra accennato, vi sono:

- 1) Produzione della mescola: i vari ingredienti quali polimeri, cariche di rinforzo, sostanze chimiche e oli vengono miscelati nei macchinari *Banbury* che sono dei miscelatori chiusi che funzionano a temperature fino a 160° C. Dopo ulteriori lavorazioni, la mescola verrà utilizzata per la fabbricazione dei semilavorati necessari alla produzione dello pneumatico.

Questa fase prevede anche la stagionatura della mescola, variabile a seconda del prodotto finale prescelto.

- 2) Produzione dei semilavorati: i materiali di rinforzo, cioè i tessuti tessili e le cordicelle metalliche passano per delle macchine chiamate calandre che consentono di incorporarli nella mescola di gomma in modo da formare una

---

<sup>27</sup> Nell'industria degli pneumatici, tale termine viene generalmente utilizzato per indicare il diametro di calettamento del cerchio, misurato in pollici, e quindi la misura degli pneumatici che possono essere montati su tale cerchio.

striscia uniforme avvolta poi in bobine che verranno successivamente utilizzate per confezionare lo pneumatico. In questo modo si realizzano le tele per le carcasse, i cerchi del tallone e le cinture metalliche. Contemporaneamente a parte, con un processo di estrusione, cioè con il passaggio del materiale attraverso una bocca di forma adeguata, vengono prodotti i semilavorati composti solo dalla mescola (le fasce per i battistrada, i fianchi, il tallone). Anche tale semilavorato è avvolto in bobine.

- 3) Confezionamento: i componenti dello pneumatico, con un processo di precisione, effettuato tramite le cosiddette macchine confezionatrici, vengono assemblati a formare un manufatto grezzo che nella forma può già considerarsi uno pneumatico. Questa fase, pur essendo in parte automatizzata, richiede diversi interventi da parte degli operatori. Nei primi anni 2000 Pirelli ha innovato questo *step* produttivo introducendo una tipologia di confezionatrici robotizzate in diversi stabilimenti: si tratta della tecnologia *MIRS*. Essa non è stata applicata a Settimo Torinese perché il nuovo sito è stato designato come luogo di prima implementazione del *NEXT MIRS*.
- 4) Vulcanizzazione: questa fase consiste in una cottura della carcassa assemblata in una macchina chiamata vulcanizzatore che imprime anche il disegno del battistrada. La vulcanizzazione trasforma le componenti in gomma unendole e rendendole elastiche.
- 5) Controllo qualità: il prodotto finito viene controllato affinché rispetti gli standard di qualità e sicurezza. Questa fase comprende un esame visivo, un controllo ai raggi X per escludere difetti strutturali, vari controlli strumentali per verificare la sua risposta nelle condizioni d'uso. In questa fase i prodotti con imperfezioni o al di sotto delle tolleranze previste vengono scartati (Pirelli, 2017).

Il *NEXT MIRS* estende la robotizzazione del *MIRS* quasi all'intero processo produttivo, abbattendone notevolmente le tempistiche (da giorni a poche decine di minuti, se si considera la drastica riduzione dei tempi di stoccaggio e movimentazione dei materiali, partendo dalle materie prime, passando dalla lavorazione, per arrivare al pezzo finito e approvato) e introducendo più elevati standard di precisione e quindi di qualità. Sostituisce sostanzialmente la seconda e la terza fase di produzione tradizionale, che rappresentano circa un terzo della tempistica di lavorazione, e abbrevia i tempi morti

intercorrenti con le fasi rimanenti. La sua implementazione ha giovato in particolar modo alla produzione degli pneumatici *Ultra High Performance* per i quali, a fronte di quantità ridotte per singolo modello si sono ottimizzati i tempi di lavorazione, le risorse impiegate e la flessibilità di utilizzo della linea produttiva. La tecnologia prevede che dopo aver realizzato la mescola nei *Banbury mixer*, i *robot* partano da una banda di gomma a spirale continua e da un singolo filo (*cord*) continuo per modellare lo pneumatico su “tamburi” che si passano l’un l’altro per le varie fasi di assemblaggio (Passerini, 2017).

Ciò può avvenire anche per piccoli quantitativi e per realizzare contemporaneamente diverse misure e modelli di prodotto, riducendo gli sprechi di materiale e praticamente eliminando quasi i tempi di *set-up* per passare da un modello all’altro.

La qualità, inoltre, è migliore in quanto non vi è più l’assemblaggio di singoli semilavorati che può dar luogo a difetti nel legamento degli stessi nella successiva fase della vulcanizzazione.

Il *NEXT MIRS* ha dato ottima prova anche nella produzione di pneumatici da pista che, tradizionalmente, venivano in genere assemblati in maniera quasi artigianale.

Il tutto avviene senza intervento di operatori, salvo che per limitate operazioni di carico dei materiali (Pirelli, 2017).

La flessibilità della linea di produzione *NEXT MIRS* corrisponde alle finalità di realizzare la *lean factory*, avere la possibilità di “personalizzazione di massa”, produrre pezzi unici, rispondere in tempo reale ad eventuali esigenze delle case automobilistiche per picchi di domanda di primo equipaggiamento o per serie limitate (riduzione del *time to market*).

Come si è visto, la tecnologia *MIRS* permette di ottenere prodotti di grande *performance*, in questo contesto nascono gli *e-tyre*, pneumatici con caratteristiche innovative per quanto riguarda prestazioni, affidabilità e *comfort*. L’eliminazione della discontinuità delle fasi produttive consente di avere una maggior qualità, riducendo a zero le possibili difformità del prodotto finito (le cui cause potrebbero essere sbalzi termici dei semilavorati in fase di movimentazione e stoccaggio, mancato legamento delle giunte di confezione, difetti di vulcanizzazione).

Gli *e-tyre* sono un prodotto eco-compatibile, in quanto la notevole riduzione di fasi e tempi di lavorazione e l’introduzione del ciclo continuo consentono un drastico abbattimento del consumo energetico. Quest’ultimo viene più che dimezzato anche grazie all’alimentazione dei vulcanizzatori con generatori locali che riducono drasticamente la

dispersione di calore. La drastica riduzione ottenuta anche per quanto riguarda le necessità di movimentazione di semilavorati fa sì che vi sia anche una notevole riduzione di consumi di carburante e quindi di emissioni inquinanti (Previtali, 2019).

La tecnologia *MIRS/NEXT MIRS*, unica al mondo, è protetta da 150 famiglie di brevetti e opera, come sopra detto, tramite robot integrati, sfruttando i sistemi CAD (*Computer Aided Design*), CAE (*Computer Aided Engineering*) e CAM (*Computer Aided Manufacturing*) (Pirelli, 2017).

Il *machine learning* e l'utilizzo della notevole massa di dati prodotti rendono possibile il perseguimento dello “*zero defects*”, la manutenzione predittiva e il miglioramento dell'efficienza dei processi e della qualità degli esemplari costruiti.

Proprio in tema di “*zero defects*”, anche per la fase di controllo della qualità la Pirelli ha realizzato una notevole innovazione, che andrà ad integrarsi in tutte le *factories* del gruppo con il *Next MIRS*, nell'ambito della completa digitalizzazione dei processi, per cui si passa dall'esame visivo dell'operatore (che può presentare *defaillances* dovute a cadute di attenzione, ritmo accelerato dettato dalle esigenze di produzione, fenomeni ottici, fase di stabilizzazione della miscola dopo la vulcanizzazione, etc.) ad un sistema automatico, dotato di visione artificiale con telecamere a tecnologia 2D e 3D: il CVA (Controllo Visivo Automatico) che, oltre alla normale correzione di imperfezioni in corso d'opera e senza interruzione del ciclo produttivo, o alla eliminazione degli esemplari difettosi, procede anche alla raccolta dei dati relativi agli errori rilevati durante il processo, per consentirne un'analisi volta all'aggiustamento automatico dei parametri di funzionamento dei macchinari.

Il prototipo del CVA realizzato nel 2015 (e coperto da 40 famiglie di brevetti), è stato premiato nel 2016 con il prestigioso Oscar Masi per l'Innovazione Industriale. “*In linea con le caratteristiche di Industria 4.0, la tecnologia si candida quale alternativa di gestione efficiente rispetto all'attuale controllo visivo della qualità nell'ambito della produzione di pneumatici. Un lavoro oggi ripetitivo, faticoso e usurante che la Tecnologia premiata renderà più rapido, più preciso e performante*<sup>28</sup>”, liberando anche risorse umane per svolgere altre mansioni (AIRI, 2016).

---

<sup>28</sup> AIRI. (2016, maggio 26). Il ruolo delle misure fiscali per il sostegno della ricerca industriale e dello sviluppo tecnologico del Paese. Tratto da [airi.it](https://www.airi.it/2016/05/ruolo-misure-fiscali-sostegno-ricerca-industriale-sviluppo-tecnologico/): <https://www.airi.it/2016/05/ruolo-misure-fiscali-sostegno-ricerca-industriale-sviluppo-tecnologico/>

Il tutto va ad inserirsi nel più complessivo progetto “*Total Efficiency 4.0*”, in collaborazione con il Politecnico di Milano, che punta ad efficientare tutte le fasi di processo, con “*un’infrastruttura digitale che sovrintenda appunto all’intero processo riuscendo a integrarne, in modo intelligente, tutte le fasi. Quest’ultima garantirà dunque l’interazione e lo scambio di dati con i reparti: il controllo digitale e il continuo feedback porteranno a una maggiore velocità e flessibilità nella produzione, oltre a notevoli risparmi energetici e una migliore qualità degli pneumatici, grazie a una riduzione delle possibili variabilità del processo produttivo.*”

*Il primo passaggio previsto in questo senso è l’acquisizione di informazioni dai diversi macchinari coinvolti nella produzione. Per ottenerle, Pirelli punterà sull’utilizzo sia di sensoristica, sia di sistemi tipo RFID (Radio- Frequency Identification) o di reti wireless di sensori (WSN - Wireless Sensor Networks). Tecnologie in parte già adottate in altri settori, uno su tutti la logistica, ma non ancora pienamente sfruttate in ambito manifatturiero. Come secondo step, verranno costruiti strumenti di analisi dei dati e modelli predittivi, in grado di prevedere possibili inefficienze nel flusso e indirizzare quindi verso una risoluzione precoce, o addirittura verso una prevenzione, di quelle stesse inefficienze<sup>29</sup>” (Open innovation - Regione Lombardia, 2017).*

#### *4.2.2 - IoT per supply chain e manutenzione predittiva. Integrazione digitale tra CRM e produzione*

Nell’ambito della *smart factory* riveniente dalle tecnologie sopra esaminate, Pirelli ha adottato la tecnologia *Internet of Things* non solo per la produzione, ma anche per la manutenzione predittiva degli stessi macchinari.

Pirelli ha molto investito in *R&D*, acquisendo, ma anche sviluppando in casa, tecnologie 4.0 come intelligenza artificiale, *IoT*, *Machine Learning*, manifattura predittiva e analisi di *Big Data*.

Nell’ambito del *Machine Learning* gli impianti produttivi utilizzano le funzioni di monitoraggio e raccolta dati per rilevare anomalie in tempo reale ed evitare possibili guasti, riducendo al minimo fermi macchina e quindi costi di produzione.

---

<sup>29</sup> Open innovation - Regione Lombardia. (2017, ottobre 31). Pirelli e Politecnico insieme per realizzare la "fabbrica intelligente", capace di garantire risparmio energetico e di prevenire inefficienze. Tratto da Open innovation - Regione Lombardia: <https://www.openinnovation.regione.lombardia.it/it/b/1539/pirelli-e-politecnico-insieme-per-realizzare-la-fabbrica-intelligente/1>

I *Big Data* raccolti durante il processo produttivo sono utilizzati anche per ottimizzare l'acquisto di materie prime, normalizzando i cicli produttivi e regolando in maniera efficiente i flussi della *supply chain*.

Il *Demand Insight Tool* (modello predittivo) consente di avere una visione per i successivi 36 mesi per quanto riguarda le attività e gli impegni con i clienti. I dati vengono incrociati ed aggiornati in *real time* e per alcuni particolari clienti (case automobilistiche *Prestige* come Lamborghini) questo è fondamentale (Previtali, 2019).

Si realizza così la messa in rete e la sinergia informativa tra il commerciale e la produzione, con l'integrazione del *CRM (Customer Relationship Management)* e il *marketing* digitale, riuscendo – segnatamente ai segmenti *Premium* e *Prestige* – a utilizzare al meglio la profilatura dei clienti in portafoglio, a capitalizzare la conoscenza del parco circolante geo-localizzato, ad avvalersi del motore di analisi predittiva (*predictive forecasting*) per meglio prevedere e soddisfare la domanda attesa e a promuovere i prodotti sviluppati dalla funzione *Cyber* (es. *Connesso*), che sono destinati ad auto *Prestige*.

Questo programma dovrebbe consentire a Pirelli di ottenere una crescita media annua dei volumi *Prestige* del 10% per Primo Equipaggiamento e Ricambi.

Tutto ciò in un'ottica di conversione graduale dal segmento *Standard* (pneumatici per auto o moto che non rientrano nel segmento *High Value*), a quelli più elevati e di maggior valore aggiunto (*Prestige* e *Premium*) in determinate zone presidiando opportunamente, però, aree geografiche nelle quali la domanda di prodotti *High Value* è ancora poco sviluppata, mediante sinergie con alcune case produttrici di auto e moto che producono sia marchi *Premium* che *Standard*.

Pirelli ha inteso adottare una strategia di focalizzazione e di riconversione che consentirà alla Società di presidiare alcuni mercati *Standard* ritenuti strategici, gettando al contempo le basi per una crescita solida nel segmento *High Value* e destinando circa il 3% degli investimenti previsti nel quadriennio 2017-2020 a supporto del segmento *Standard*, la cui marginalità (*EBIT adjusted*) è attesa in crescita.

Pirelli gradualmente e selettivamente, quindi, ridurrà l'esposizione verso le porzioni del segmento di prodotti *Standard* ritenute non strategiche, accelerando la strategia di riconversione e riduzione della capacità *Standard*, in particolare per pneumatici di calettamento pari o inferiore ai 16 pollici. Pirelli stima che la riconversione della capacità

*Standard* in capacità *High Value* sia in media circa il 50 per cento meno costosa rispetto alla costruzione *ex-novo* di ulteriori impianti (Pirelli, 2017).

#### 4.2.3 – Innovazione tecnologica del prodotto: Pirelli Cyber Tyre

Un'altra importante innovazione introdotta da Pirelli è il *Cyber-Tyre*. Si tratta di una gomma intelligente che ha al suo interno un sensore che fornisce informazioni sulle condizioni di pneumatico e veicolo e anche sullo stato dell'asfalto. I dati vengono forniti sia all'automobilista che alla centralina dell'auto per rendere più precisi il controllo elettronico della trazione e gli altri dispositivi di sicurezza.

Il sensore inserito nello pneumatico ha una dimensione di circa un cm<sup>2</sup>, è autoalimentato e interagisce con la vettura in tempo reale con tecnologia wireless.

Il sensore legge l'interazione tra battistrada e fondo stradale, il carico verticale, le forze laterali e longitudinali che agiscono sulla ruota evitando, ad esempio, il fenomeno dell'*aquaplaning*, indicando il margine di velocità prima che la vettura sbandi o slitti.

Fornisce anche informazioni sull'usura, la pressione, la temperatura, etc.

La gomma è stata realizzata dal *team R&D* di Pirelli in collaborazione con il Politecnico di Milano perseguendo un nuovo paradigma di sicurezza preventiva, attiva e passiva.

Una particolare versione del *Cyber-Tyre* è il *Cyber-Fleet*, dedicato alle flotte commerciali per l'ottimizzazione dei costi di gestione e per l'efficienza della manutenzione e la sicurezza.

In questo modo, oltre alle funzioni sopra descritte, lo pneumatico fornisce anche dati di chilometraggio, velocità di esercizio, eventuali anomalie, che consentono al *fleet manager* di verificare le *performances* del prodotto e di ottimizzare la manutenzione, trasmettendoli ad appositi lettori o agli *smartphones* tramite *app* o *sms*.

Risulta evidente il risparmio di costi e tempo per la manutenzione, l'aumento di sicurezza, la riduzione di CO<sub>2</sub>, la riduzione di fermi veicolo con la manutenzione predittiva.

In merito a quest'ultima, tramite l'*IoT*, concretizzato dal collegamento tra sensore dello pneumatico e *cloud* Pirelli, la Casa è in grado di intervenire in maniera programmata e di organizzare i momenti di manutenzione solo quando effettivamente necessari.

Il modello di business conseguente è quello della *servitization*.

Attualmente tutto ciò è attivo nel modello "Connesso", gomma *Prestige* che equipaggia modelli di altissima gamma e che può essere personalizzata anche nel colore delle scritte

laterali (come le gomme di Formula 1) e che consente tramite la propria *app*, oltre agli *alert*, anche l'individuazione dell'officina più vicina in caso di guasto, le prenotazioni per i controlli e, in futuro, sarà anche in grado di attivare le procedure di manutenzione e sostituzione anche nel luogo dove è parcheggiato il veicolo (Previtali, 2019).

#### 4.3 – *La formazione del personale*

La digitalizzazione ormai riguarda ogni aspetto gestionale e assume una particolare importanza anche nell'area amministrativa e nella gestione delle risorse umane. Nell'ambito di quest'ultima includiamo non solo l'aspetto meramente amministrativo o disciplinare, ma anche e soprattutto la creazione e lo sviluppo delle *skills*, la formazione continua, la spinta alla crescita professionale, la valorizzazione dei talenti e delle competenze (nell'ambito del modello *Training@Pirelli*).

Come in molte grandi aziende, in Pirelli è attivato il *Performance Management*, il processo che consente di definire, osservare e valutare il contributo di ogni dipendente all'interno dell'organizzazione. Questa valutazione viene effettuata considerando degli indicatori ben determinati, ritenuti significativi per il successo aziendale e del singolo. Il processo di valutazione prevede anche una fase di *feedback* in cui in un dialogo aperto tra capo e collaboratore si esaminano punti di forza e necessità di miglioramento. Una volta individuate le aree da consolidare si può intervenire su di esse con adeguati programmi di formazione. Quest'ultima viene comunque somministrata anche per il normale mantenimento delle *skills* e per l'aggiornamento professionale. Questo processo in cui l'interazione umana è comunque indispensabile è reso efficiente ed efficace da un'adeguata piattaforma informatica che copre anche la formazione attraverso l'*e-learning* e le aule virtuali. Attraverso *Pnet*, la intranet di Pirelli, l'azienda utilizza un *software* di gestione del *PM* flessibile, coerente con la struttura aziendale e integrato con gli altri sistemi di gestione delle risorse umane. Questo consente di scegliere gli obiettivi e trasmetterli a cascata secondo una logica *top-down* e di assegnare competenze tecniche che possono essere scelte da una libreria organizzata per tipologie professionali. Tutto ciò permette la valutazione della qualità del lavoro svolto e la costruzione di un piano di sviluppo per ogni singola risorsa con le necessarie azioni a supporto del miglioramento della *performance* e per un agevole conseguimento degli obiettivi assegnati.

All'interno di questa piattaforma vi è anche una puntuale funzione di mappatura delle competenze di ciascuno che consente sia una distribuzione qualitativa delle risorse che di pianificarne specifiche campagne di formazione.

I responsabili possono selezionare le competenze all'interno del *software* di gestione del *PM* dove risiede il catalogo formativo con una sezione *professional academy* che per ogni tipologia professionale contiene i corsi di formazione, in buona parte concepiti e tenuti da formatori interni. Particolare attenzione è data ai *functional tools*, area di formazione relativa alla conoscenza e all'utilizzo di *software* e tecnologie specifiche nonché alle *functional skills*, al fine di potenziare le competenze comportamentali di ogni famiglia professionale, in modo da allineare e standardizzare processi e comportamenti in ogni settore.

La formazione in Pirelli è declinata come *lifelong learning*, ossia formazione continua per tutta la durata della carriera lavorativa.

Dalla *School of Management* (dedicata ai capi, al *middle-management*, alle alte professionalità e ai neolaureati/*junior*) alle *professional academies*, l'offerta formativa ha una componente teorica e una *on the job*. Una grande importanza è data alla *local education*, ossia a campi di intervento specifici per le singole nazioni, cui si affianca l'offerta globale, unica per tutti i Paesi. La *local education* è correlata ai fabbisogni specifici del singolo Paese, ad esempio per la *compliance* alle normative locali (Pirelli, 2014).

#### 4.3.1 – *Lifelong learning: Pirelli professional academies*

Le Pirelli *professional academies* provvedono alla formazione tecnico-professionale continua dell'intera popolazione aziendale, incoraggiando collaborazioni interfunzionali, assicurando lo scambio di conoscenze ed *expertise* tra le strutture site nelle varie nazioni e supportando l'implementazione di procedure e strumenti all'interno dell'organizzazione.

Vi sono dieci *academies*: *product academy*, *manufacturing academy*, *commercial academy*, *quality academy*, *supply chain academy*, *purchasing academy*, *finance and administration academy*, *planning and control academy*, *HR academy* e *digital academy*. Elementi formativi sullo sviluppo sostenibile, l'efficienza ambientale, la sicurezza e la salute e la digitalizzazione sono trasversali per tutte le *academies*. La docenza viene affidata principalmente a formatori interni, esperti delle specifiche funzioni oggetto dei

corsi. Le *academies* provvedono alla formazione a livello centrale, nazionale e locale in presenza fisica o tramite aule virtuali, *webinar* e FAD (formazione a distanza con corsi registrati). I formatori sono a loro volta preparati e certificati, nonché aggiornati periodicamente (Pirelli, 2019).

#### 4.3.2 – *School of Management*

La *SoM* è la struttura dedicata alla formazione e allo sviluppo della cultura manageriale. È rivolta alla dirigenza, al *middle management*, alle grandi professionalità, ai neolaureati ed è focalizzata ogni anno sulle sfide di *business* individuate dall'azienda. Oltre alle attività in aula, la *SoM* offre sempre aggiornati supporti *online*, disponibili a tutti i destinatari sulla *learning lab international platform* e sulla *warming-up learning platform* dedicata ai neolaureati.

Nel 2019 sono stati erogati più di 6800 giornate di formazione. La partecipazione al *warming up@Pirelli training course*, rivolto ai neolaureati dell'intero gruppo e della durata di due anni, nello stesso periodo ha coinvolto circa 250 giovani.

Nel 2019 sono state somministrate circa 7,5 giornate di formazione pro capite (Pirelli, 2019)

#### 4.3.3 – *Performance and learning acceleration for you (PLAY)*

Nelle fabbriche 4.0 gli operai svolgono il loro lavoro grazie alle conoscenze delle nuove tecnologie. Con queste ultime cambiano le mansioni, ma anche la tipologia di formazione e istruzione della forza lavoro. Il personale acquista sempre più creatività, responsabilità e confidenza con il digitale. Spesso lavora indossando visori 3D o per la realtà aumentata e dialoga con i robot collaborativi inseriti nel processo di produzione. Il personale, quindi, prima di essere inserito nella linea di produzione e anche nel corso della vita lavorativa viene instradato in percorsi di formazione virtuale.

Nello specifico di Pirelli gli operai imparano ad utilizzare le tecnologie con una sorta di videogioco chiamato *PLAY (Performance and Learning acceleration for you)*. In una stanza equipaggiata l'operaio impara ad impiegare al meglio le nuove tecnologie. La stanza contiene un grande schermo che simula componenti e macchinari in movimento, come in una normale giornata di lavoro in fabbrica. Attraverso l'uso di un casco 3D e di un giubbotto dotato di sensori di movimento, come in un videogioco, il giocatore deve

raggiungere un obiettivo. Sotto forma di gioco viene in realtà studiato l'ecosistema lavorativo (Previtali, 2019).

#### 4.4 – Il paradigma 4.0 in Pirelli: considerazioni

Il caso Pirelli, come si è visto nei precedenti paragrafi, ben compendia gran parte delle tecnologie abilitanti dell'industria 4.0 in un'ottica e in una strategia di costante innovazione e sinergia tra i fattori produttivi che si evolvono tutti di pari passo: contemporaneamente all'implementazione delle nuove tecnologie, che comporta investimenti di capitale e forte azione di *R&D*, viene coltivato il fattore umano, con una formazione che non si sostanzia solamente in un mero addestramento ai processi produttivi, ma crea una filosofia produttiva comune a tutti i livelli dell'organigramma e diventa anche occasione di valorizzazione dei talenti e sorgente di idee applicabili nella progettazione e nella produzione. È evidente che lo sforzo formativo espresso da Pirelli, non solo nell'aggiornamento e nell'accrescimento delle *skills* del personale già operativo, ma anche e soprattutto nella formazione iniziale di neoassunti riveste un'importanza fondamentale nel colmare il *gap* di competenze che molti ascrivono ad uno scollamento tra scuola-università e impresa e nel fornire una impostazione *firm-specific*.

La digitalizzazione è ormai omogeneamente implementata in tutti i comparti aziendali, permettendo quindi un'elevata e costante qualità dei processi, sia in produzione che in amministrazione.

È innegabile che la qualità del prodotto finito dipenda soprattutto dalla qualità dei progetti, dei processi e dei materiali, cosa che si riassume ad esempio negli pneumatici di altissima gamma, “figli” della tecnologia *NEXT MIRS*.

Anche per una classe di prodotti importanti, ma con caratteristiche di componentistica, come gli pneumatici, Pirelli è riuscita a sviluppare modelli di *business* come la *servitization* che trasforma la semplice vendita del treno di gomme o la fornitura di primo equipaggiamento in una relazione con il cliente, potenzialmente durevole quanto il ciclo di vita dell'autovettura, assistendolo tramite le tecnologie *IoT* in tutte le fasi di post-vendita.

La relazione con i clienti e il loro incremento sono notevolmente facilitati inoltre dalla riconosciuta crescita di qualità ottenuta con il perseguimento dello *zero defects* e da un

efficace politica di *CRM* che consente di adattare la produzione alla domanda attesa e di prevedere e in qualche modo orientare le esigenze del mercato.

In effetti l'intera *supply chain* è stata integrata e coordinata tramite le tecnologie abilitanti e i nuovi modelli di *business* che sono stati implementati, senza trascurare la responsabilità sociale d'impresa, ponendo al centro dei processi le risorse umane e la loro crescita e sviluppando linee di prodotto eco-compatibili.

Il tipo di approccio utilizzato appare inoltre in grado di portare avanti il processo di sviluppo tecnologico nel tempo, cogliendo le successive opportunità di innovazione.

Il caso Pirelli, dunque, può definirsi paradigmatico di una efficace implementazione delle tecnologie e delle modalità di lavoro di industria 4.0, tale da consentire all'azienda di rimanere al passo con le esigenze del mercato globale in cui opera e competere in una posizione di vertice con i propri concorrenti internazionali.

## Conclusioni

È indubbio che le tecnologie della quarta rivoluzione industriale hanno innescato un radicale cambiamento del modo di fare impresa. Si è passati da un'innovazione spesso marginale - comunque limitata a singoli macchinari o a singole fasi dei processi produttivi - a una completa rivisitazione dei modelli di *business* e a un'implementazione a 360 gradi dell'intelligenza artificiale, dell'*IoT* e delle altre tecnologie abilitanti.

Tutto ciò ha permesso di aumentare considerevolmente l'efficacia dei processi e la loro efficienza in termini di *performance* quali-quantitativa, di assorbimento delle risorse con conseguente riduzione degli sprechi, nonché di impatto sull'ambiente.

Tuttavia, l'adozione di nuovi *business models*, pur comportando innumerevoli vantaggi, modifica sensibilmente la produzione e l'intero sistema del valore; conseguentemente, le aziende si trovano a fronteggiare nuove sfide in campo tecnologico e scientifico ma anche economico, politico e sociale.

Molte imprese, soprattutto quelle più piccole, sono restie a innovare e a investire capitali consistenti nelle nuove tecnologie abilitanti di industria 4.0 in quanto non sono sicure del ritorno economico delle stesse nel medio-lungo termine.

Inoltre, l'integrazione sistemica e la delocalizzazione dei siti produttivi comportano il decentramento dei centri di *decision making*: la struttura organizzativa tende ad essere più *flat* e i dipendenti sono più responsabilizzati in quanto, a tutti i livelli, hanno un maggiore potere decisionale.

Quel che hanno in comune i nuovi modelli di *business* è il ruolo chiave che le risorse umane giocano al pari delle tecnologie. Il personale è chiamato al cambiamento mediante l'acquisizione di nuove competenze, flessibilità e capacità di interazione con le macchine intelligenti. I lavoratori si trovano infatti a fronteggiare un repentino e continuo cambiamento delle proprie mansioni: conseguentemente si rende necessario un processo di formazione che accompagni il lavoratore lungo tutta la sua carriera e che coinvolga la forza lavoro in programmi di *upskilling* e *reskilling* in quanto le nuove tecnologie sono un mezzo ma è il capitale umano il vero catalizzatore di produttività e quindi creatore di valore aggiunto per un'azienda.

Nel nostro studio abbiamo anche approfondito l'impatto delle tecnologie abilitanti dell'industria 4.0 e, più in generale, della digitalizzazione dei processi e dei prodotti sul settore *automotive*.

Per sua natura, infatti, il settore automobilistico è in continua e rapida evoluzione ed è per questo che i produttori e tutti gli attori coinvolti nella filiera produttiva cercano di tenere sempre il passo con le innovazioni tecnologiche più all'avanguardia. A conferma di ciò, dai dati forniti in questo lavoro emerge come più della metà delle imprese della filiera *automotive* abbia digitalizzato la propria *supply chain* e sfrutti il digitale sia per i processi di produzione che all'interno del prodotto finito. In tal modo, da un lato i processi sono più rapidi ed efficaci con un conseguente aumento di produttività e dall'altro, come visto a proposito della *smart factory* Pirelli, i prodotti sono più affidabili e rispondenti alle esigenze del mercato.

Per gestire i nuovi processi rivenienti dall'interconnessione e digitalizzazione di prodotti, macchinari e forza lavoro è importante anche in questo settore il *training* del personale che viene istruito sull'uso delle nuove tecnologie sfruttando le potenzialità delle stesse: nel caso di Pirelli, ad esempio, il sistema *PLAY* sfrutta la realtà virtuale per insegnare in sicurezza le procedure di gestione di un determinato macchinario o processo.

In sintesi, le tecnologie abilitanti di industria 4.0 e la digitalizzazione, che ormai è destinata a permeare ogni aspetto dell'impresa, stanno totalmente rivoluzionando il modo di fare *business*. Se da una parte ciò porta a una semplificazione ed efficientamento dei processi, dall'altra emerge la necessità di reinventare i sistemi di formazione e di valutazione del personale in modo da renderli più coerenti con un ambiente competitivo in continua evoluzione. Su quest'ultimo punto le imprese italiane, anche alla luce del banco di prova costituito dal *Covid-19*, hanno dimostrato di essere sulla buona strada che, tuttavia, è ancora lunga e mutevole.

## Bibliografia

- Accenture Consulting. (2014). *Supply chain management in the cloud*.
- Agolla, J. E. (2018). Human capital in the Smart Manufacturing and Industry 4.0 Revolution. In A. vari, *Digital Transformation in Smart Manufacturing*.
- AIRI. (2016, Maggio 26). *Il ruolo delle misure fiscali per il sostegno della ricerca industriale e dello sviluppo tecnologico del Paese*. Tratto da airi.it: <https://www.airi.it/2016/05/ruolo-misure-fiscali-sostegno-ricerca-industriale-sviluppo-tecnologico/>
- Alcacer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, Vol. 22, Issue 3, 899-919.
- Angiuli, G. (2017, Novembre 6). *Recruitment marketing: una nuova sfida per i recruiter*. Tratto da [www.easyrecrue.com](http://www.easyrecrue.com): <https://www.easyrecrue.com/it/blog/recruitment-marketing-una-nuova-sfida-per-i-recruiter>
- Bagnoli, C. e. (2018). *I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari.
- Balbi, T. e. (2017). *Analytics e Big Data. Competenze e attività dell'HR nell'industria 4.0*. ISTUD Business School.
- Bellini, M. (2019, Luglio 16). *EY: le competenze sono il punto debole di industria 4.0*. Tratto da [www.industry4business.it](http://www.industry4business.it): <https://www.industry4business.it/industry-40-library/ey-le-competenze-sono-il-punto-debole-di-industria-4-0/>
- Biswas, S. (2019, Giugno 10). *What is Candidate Experience? Definition, Key Components, and Strategies*. Tratto da [www.hrtechnologist.com](http://www.hrtechnologist.com): <https://www.hrtechnologist.com/articles/recruitment-onboarding/what-is-candidate-experience-definition-components->



- Donzella, O., & Camp, J. (2020). Pursuing "Zero Defects" in automotive electronics. *Deloitte insights - Automotive news*, 18.
- Fontana, F., & Caroli, M. (2017). *Economia e gestione delle imprese*. Milano: Mc Graw Hill.
- Gehrke, L. e. (2015). *A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: a German and American perspective*.
- Geissbauer, R. (2016). *Building the digital enterprise. 2016 Global Industry 4.0 Survey*. PwC. PwC.
- Gerbert, P. e. (2015, 9 Aprile). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Tratto da [www.bcg.com](http://www.bcg.com): [https://www.bcg.com/it-it/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries](https://www.bcg.com/it-it/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries)
- Giffi, C. e. (2020). Who's going to pay for the future of mobility? *Deloitte insights - Automotive news*, 2-6.
- Grzybowska, K., & Lupicka, A. (2017). Key competencies for Industry 4.0. *Economics and Management Innovations (ICEMI)*, 250-253.
- Illanes, P. e. (2018, Gennaio 22). *Retraining and reskilling workers in the age of automation*. Tratto da [www.bcg.com](http://www.bcg.com): <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/retraining-and-reskilling-workers-in-the-age-of-automation>
- Kern, J., & Wolff, P. (2019). *The digital transformation of the automotive supply chain - an empirical analysis with evidence from Germany and China: Case study contribution to the OECD TIP Digital and Open Innovation project*.
- Laperriere, L., & Reinart, G. (2014). *CIRP Encyclopedia of Production Engineering*.
- Livelli, F. M. (2020, Gennaio 7). *Analisi e manutenzione predittiva, ecco le opportunità di business*. Tratto da [Agendadigitale.eu](http://Agendadigitale.eu): <https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/analisi-e-manutenzione-predittiva-ecco-le-opportunita-di-business/>

- Mamad, M. (2018). Challenges and benefits of Industry 4.0: an overview. *International Journal of Supply and Operations Management* , Vol. 5, Issue 3, 256-265.
- McKinsey & Company. (2019). *Cracking the code of repair analytics*.
- McKinsey Global Institute. (2017). *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation*.
- Open innovation - Regione Lombardia. (2017, Ottobre 31). *Pirelli e Politecnico insieme per realizzare la "fabbrica intelligente", capace di garantire risparmio energetico e di prevenire inefficienze* . Tratto da Open innovation - Regione Lombardia: <https://www.openinnovation.regione.lombardia.it/it/b/1539/pirelli-e-politecnico-insieme-per-realizzare-la-fabbrica-intelligente/1>
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Creare modelli di business*. Edizioni LSWR.
- Passerini, U. (2017, Ottobre 26). *Tecnica - Come è fatto uno pneumatico: conosciamo le gomme*. Tratto da INMOTO.IT: [https://www.inmoto.it/news/approfondimenti/2017/10/26-1144413/tecnica\\_-\\_come\\_fatto\\_uno\\_pneumatico\\_conosciamo\\_le\\_gomme/](https://www.inmoto.it/news/approfondimenti/2017/10/26-1144413/tecnica_-_come_fatto_uno_pneumatico_conosciamo_le_gomme/)
- Pirelli. (2014). *Annual sustainability report 2013*.
- Pirelli. (2017). *Documento di registrazione*.
- Pirelli. (2019). *Report on responsible management of the value chain*.
- Pirelli. (2020, agosto 30). *Storia di Pirelli* . Tratto da [www.pirelli.com](http://www.pirelli.com): <https://corporate.pirelli.com/corporate/it-it/aboutus/storia>
- Previtali, L. (2019, Settembre 5). *Pirelli. Storia di un'azienda milanese che guarda al futuro*. Tratto da Endustry: [https://endustry.altervista.org/pirelli-c-s-p-a-storia-di-unazienda-milanese-che-guarda-al-futuro/?doing\\_wp\\_cron=1599130589.4389839172363281250000](https://endustry.altervista.org/pirelli-c-s-p-a-storia-di-unazienda-milanese-che-guarda-al-futuro/?doing_wp_cron=1599130589.4389839172363281250000)
- Prinz, C. e. (2016). Learning Factory modules for smart factories in Industrie 4.0. *Procedia CIRP*, Vol. 54, 113-118.
- PWC. (2015). *Making diversity a reality*.

- Quinn, K. (2020). Driving differentiate value with additive manufacturing. *Deloitte insight - Automotive news*, 19-22.
- Sivathanu, B., & Pillai, R. (2018). Smart HR 4.0 - how industry 4.0 is disrupting HR. *Human Resource Management International Digest*, Vol. 26, Issue 4, 7-11.
- Treccani. (2012). *Just In Time (JIT)*. Tratto da [www.treccani.it: http://www.treccani.it/enciclopedia/just-in-time\\_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/](http://www.treccani.it/enciclopedia/just-in-time_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/)
- Tvenge, N., & Martinsen, K. (2018). Integration of digital learning in industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, Vol. 23, 261-266.
- Vitale, J. J., & Giffi, C. (2020). *Digitizing the end-to-end automotive value chain*.
- Wagh, M. (2018, Agosto 1). *How Manufacturing Companies Can Prepare Their Entire Workforce For Industry 4.0*. Tratto da [www.elearningindustry.com: https://elearningindustry.com/industry-4-0-manufacturing-companies-prepare-entire-workforce](https://elearningindustry.com/industry-4-0-manufacturing-companies-prepare-entire-workforce)
- World Economic Forum. (2017). *Accelerating Workforce Reskilling for the Fourth Industrial Revolution*.
- World Economic Forum. (2018). *The Future of Jobs Report 2018*.
- World Economic Forum. (2019). *HR 4.0: Shaping People Strategies in the Fourth Industrial Revolution*.
- Zannetta, L. (2018). *Piano nazionale Impresa 4.0 Le tecnologie abilitanti*. Bologna: Camera di commercio di Bologna.