



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI "M.
FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

STORIE DI TRASFORMAZIONE DIGITALE NEL CONTESTO EUROPEO E ITALIANO

RELATORE:

CH.MO PROF. MARCO UGO PAIOLA

LAUREANDO/A: CAMPIGOTTO AURORA

MATRICOLA N. 1137762

ANNO ACCADEMICO 2018 – 2019

“Il/La candidato/a, sottoponendo il presente lavoro, dichiara, sotto la propria personale responsabilità, che il lavoro è originale e che non è stato già sottoposto, in tutto o in parte, dal/dalla candidato/a o da altri soggetti, in altre Università italiane o straniere ai fini del conseguimento di un titolo accademico. Il/La candidato/a dichiara altresì che tutti i materiali utilizzati ai fini della predisposizione dell’elaborato sono stati opportunamente citati nel testo e riportati nella sezione finale ‘Riferimenti bibliografici’ e che le eventuali citazioni testuali sono individuabili attraverso l’esplicito richiamo al documento originale”

INDICE

INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1: INTRODUZIONE ALL'INDUSTRY 4.0	4
1.1. IL CONCETTO DI INDUSTRIA 4.0	4
1.2. IL CONCETTO DI TRASFORMAZIONE DIGITALE.....	6
1.3. TECNOLOGIE 4.0: UNA PANORAMICA	7
1.3.1. <i>Autonomous robot</i>	8
1.3.2. <i>Simulation</i>	8
1.3.3. <i>Horizontal and vertical system integration</i>	9
1.3.4. <i>Internet of Things (IOT)</i>	9
1.3.5. <i>Big data and analytics</i>	10
1.3.6. <i>Cloud</i>	10
1.3.7. <i>Cybersecurity</i>	10
1.3.8. <i>Additive Manufacturing</i>	11
1.3.9. <i>Augmented reality</i>	11
1.4. LE TECNOLOGIE “ESTROVERSE” E I DATI OUTSIDE-IN: IOT, CLOUD, BIG DATA-DATA ANALYSIS	11
CAPITOLO 2: INFLUENZA DELLE TECNOLOGIE 4.0 SUL BUSINESS MODEL..	14
2.1. EFFETTI DELLA DT E I4.0 SUI BUSINESS MODEL DELLE IMPRESE	14
2.1.1. <i>Descrizione generale</i>	14
2.1.2. <i>I service-based business models</i>	14
2.2. SFIDE DEI NUOVI BUSINESS MODEL	16
2.2.1. <i>Focus sulle PMI</i>	16
CAPITOLO 3: ANALISI DI CASI AZIENDALI	19
3.1. INFORMAZIONI GENERALI SULLE AZIENDE	19
3.2. CASI AZIENDALI	20
3.2.1. ABB	20
3.2.2. MARZOCCO	21
3.2.3. ILEANA SPA	22
3.2.4. KAESER	23
3.2.5. AIRBUS	24
3.2.6. DALLARA	25
3.2.7. MARCHESINI GROUP	26
3.2.8. BMW GROUP	27
3.3. INFLUENZA NEL BUSINESS MODEL.....	29
3.4. BENEFICI ED OSTACOLI DELL'INDUSTRY 4.0	31
CONCLUSIONI	34
BIBLIOGRAFIA	35
SITOGRAFIA	35

Introduzione

Nella presente tesi verranno trattati i temi di Industria 4.0 e nel dettaglio le annesse tecnologie, il concetto di trasformazione digitale e come tali cambiamenti abbiano radicalmente modificato il concetto di fabbrica.

Si illustreranno i diversi casi aziendali, sia a livello europeo che italiano, in relazione alle tecnologie 4.0 implementate e di conseguenza come tali innovazioni abbiano influenzato i business model delle imprese stesse.

Infine, verranno analizzati i benefici che la trasformazione digitale e le tecnologie 4.0 hanno portato alle aziende di oggi, ma anche gli ostacoli che esse incontrano nell'implementarle e nell'adeguarsi a questo nuovo paradigma di processo.

CAPITOLO 1: introduzione all'Industry 4.0

1.1. Il Concetto di industria 4.0

Con il termine "Industria 4.0" si intende quella tappa dell'evoluzione del concetto di industria, che segue le precedenti tre grandi fasi, più conosciute come rivoluzioni industriali.

Nell'arco della storia sono stati individuati tre momenti di grande cambiamento nella produzione industriale, tali da essere chiamati rivoluzioni industriali, per il grande ammontare di innovazione e cambiamento rispetto alle tecnologie utilizzate in precedenza.

Si parla di prima rivoluzione industriale con le innovazioni che caratterizzano la fine del 18° secolo, principalmente in Inghilterra, e che riguardano maggiormente il settore tessile e metallurgico, precedute dalla rivoluzione agricola. (Firpo, 2017) In questa fase, l'invenzione della macchina a vapore permette alle fabbriche di abbandonare i vecchi mezzi di produzione di energia (i mulini) e di introdurre una più elevata meccanizzazione della produzione.

Anche la seconda rivoluzione industriale, all'inizio del 20° secolo, è caratterizzata da innovazione in ambito energetico: vengono introdotti l'utilizzo di energia elettrica e petrolio che portano a una maggiore velocità ed efficienza. (Firpo, 2017) Le parole chiave di questa fase sono produzione di massa e catena di montaggio, grazie alle quali si raggiunge una meccanizzazione mai vista prima.

L'introduzione di queste nuove fonti di energia e di organizzazione sono alla base di quella che verrà poi chiamata terza rivoluzione industriale. Nei primi anni '70, nei paesi più sviluppati dell'Occidente, arriva all'interno della fabbrica l'informatica e l'elettronica: l'automazione e la

meccanizzazione entrano in modo capillare in tutte le fasi della produzione industriale generando ulteriore efficienza. (Firpo, 2017)

Dal 2011 ad oggi si parla di quarta rivoluzione industriale: si usa il termine *Industry 4.0* (Henning, Wolf-Dieter e Wolfgang, Düsseldorf 2015) per descrivere tutte quelle nuove tecnologie adottate dalle nuove fabbriche intelligenti.

Può sembrare ambizioso definire di vivere e di attuare oggi una quarta rivoluzione industriale, in quanto, per definirla tale, bisognerebbe farlo a posteriori come si è fatto in passato con le precedenti rivoluzioni. Ma si è altrettanto consapevoli che con l'introduzione di queste nuove e dirompenti tecnologie, il paradigma produttivo e organizzativo sta cambiando davanti ai nostri occhi ed è inevitabile non fare caso a tale evoluzione.

Il termine Industria 4.0 viene introdotto per la prima volta nel 2011, in una relazione dal titolo: "Industria 4.0: L'Internet delle cose sulla strada della quarta rivoluzione industriale" (Henning, Wolf-Dieter e Wolfgang, Düsseldorf 2015), essa è stata presentata alla Hannovermesse, la più importante fiera europea del mondo dell'industria e dell'automazione.

L'articolo introduce il termine con questa frase: "Rimanere oggi un luogo di produzione significa prepararsi per la quarta rivoluzione industriale guidata da Internet." (Henning, Wolf-Dieter e Wolfgang, Düsseldorf 2015) Capiamo bene come la Germania abbia fin da subito rilevato e compreso l'importanza dell'essere pronti e partecipi all'introduzione e allo sviluppo di queste fonti di innovazione industriale: nel 2011 aveva già sviluppato una posizione di leadership nei settori automobilistico e dell'ingegneria meccanica, ma si è presto resa conto delle nuove e dirompenti opportunità derivanti dalla nuova digitalizzazione.

A cascata, con la Germania tra i primi paesi, si sono cominciate a diffondere nuove necessità, informazioni e innovazioni anche nel resto dell'Europa e del mondo.

Ci sono due grandi modelli di sviluppo in merito al tema Industria 4.0: quello statunitense e quello europeo. (Franzoni e Zanardini, 2017)

Il primo si concentra soprattutto su attività e processi che riguardano maggiormente i servizi, usufruisce delle nuove tecnologie come IOT, Cloud, Big Data, Cybersecurity e tutto ciò che incrementa il "dialogo" machine-to-machine per rendere veloci, efficaci e aperte le connessioni tra le differenti componenti dell'apparato produttivo e gestionale. L'obiettivo è quindi quello di generare efficienza nella fabbrica rendendola più "intelligente".

Il focus del modello europeo, invece, è più quello di sviluppare macchinari e tecnologie in grado di ottimizzare il processo produttivo, in particolare nel settore manifatturiero, e dare importanza alla relazione prodotto-cliente finale.

L'integrazione di macchine, oggetti, persone è l'idea di fondo di entrambi in modelli. Costruire sistemi che creino connessioni sempre maggiori e sempre più forti tra le parti e che costituiscono l'intera catena del valore: macchinari, lavoratori, prodotto e consumatore.

1.2. Il Concetto di trasformazione digitale

Il generale contesto di Industria 4.0 si implementa nelle fabbriche tramite quella che viene denominata "Digital Transformation" (DT) (BCG, 2019). Essa, in gergo economico, sta a indicare quel cambiamento radicale nell'azienda che va a creare valore sia per i proprietari, ma anche per tutti gli stakeholders. Questo nuovo valore si raggiunge grazie all'utilizzo delle nuove tecnologie 4.0 e nel saperle sfruttare al meglio in base al business che si sta tenendo in considerazione.

Uno dei maggiori drivers di questa trasformazione è l'interesse in merito ai desideri del cliente e alle sue necessità: la domanda del mercato è cambiata, si è evoluta verso una maggiore personalizzazione unendo i benefici dei sistemi di produzione standard alle esigenze di peculiarità e quantità.

Oggi, il contesto in cui operano le imprese è caratterizzato da una sempre più crescente complessità, la quale interessa il prodotto, il processo produttivo, il cliente finale: tutto il sistema nel complesso. Prezzi, quantità e cicli del prodotto sono sempre più volatili, sono necessarie strutture più snelle e flessibili e in grado di rispondere alle richieste in modo rapido ed efficace.

Il risultato della DT è più concretamente osservabile nella struttura della Smart Factory: che letteralmente significa fabbrica intelligente. (Fiam, 2018) Questa sua intelligenza, deriva dalle tecnologie e dai processi innovativi che sfrutta per raggiungere il medesimo obiettivo di tutte le altre: aumentare efficienza e produttività, riducendo i costi operativi.

Boston Consulting Group (BCG), multinazionale statunitense di consulenza manageriale, individua quattro elementi caratterizzanti la DT e che implicano quindi la successiva nascita delle Smart Factories (BCG, 2019):

- *Digitizing Customer Relationships*: l'impresa del futuro deve andare incontro alle necessità del cliente che è sempre più esigente e informato; è necessario quindi soddisfare le esigenze tramite un'offerta personalizzata e sempre pronta.
- *Building Digital Talent and Organization*: è fondamentale raggiungere livelli sempre più alti di integrazione attraverso le Smart Technologies e, se necessario, modificare anche il business model al fine di raggiungere i propri obiettivi.

- *Harnessing Data and Advanced Technology*: il Cloud, i dati e la loro analisi stanno alla base del machine learning, della digitalizzazione della produzione e dei processi automatici.
- *Digitizing Operations and Automating Processes*: lavoratori e macchine cooperano al fine di supportarsi l'uno con l'altro; i robot automatici, l'Augmented Reality (AR) e le simulazioni integreranno sempre di più il legame uomo-macchina.

Per avere un quadro ancora più concreto, è utile vedere come rispondono le aziende stesse a questa DT e come innovano e modificano i loro processi per fronteggiare i dirimpenti e rapidi cambiamenti.

Prendendo in esame il caso Fiam, leader italiana e tra le prime in Europa fra le aziende che progettano e producono sistemi per l'assemblaggio, utensili pneumatici ed elettrici industriali, fonda il suo concetto di Smart Factory su tre pilastri (Fiam, 2018):

- *smart production*: migliora il legame e le connessioni tra lavoratori, macchinari e oggetti grazie a nuove tecnologie produttive;
- *smart services*: cioè tutti quei servizi informatici e le tecnologie che integrano i vari protagonisti fisici e non (strutture interne ed esterne, lavoratori e clienti);
- *smart energy*: grande attenzione al consumo di energia, alla sostenibilità e quindi anche all'impatto sull'ambiente.

1.3. Tecnologie 4.0: una panoramica

Tecnologia digitale e automazione erano due concetti già noti nell'ambito dell'industria manifatturiera, ma con l'avvento della cosiddetta Industria 4.0 è avvenuta una vera e propria rivoluzione: l'introduzione di tecniche in tutto e per tutto innovative in merito a produzione, gestione e connessioni all'interno della fabbrica.

In accordo con BCG (BCG, 2019), le principali tecnologie abilitanti che stanno trasformando in modo radicale la produzione a livello industriale sono nove (Figura 1):

1. Autonomous robot
2. Simulation
3. Horizontal and vertical system integration
4. Internet of Things (IOT)
5. Cloud
6. Cybersecurity
7. Additive manufacturing
8. Augmented reality
9. Big data and analytics

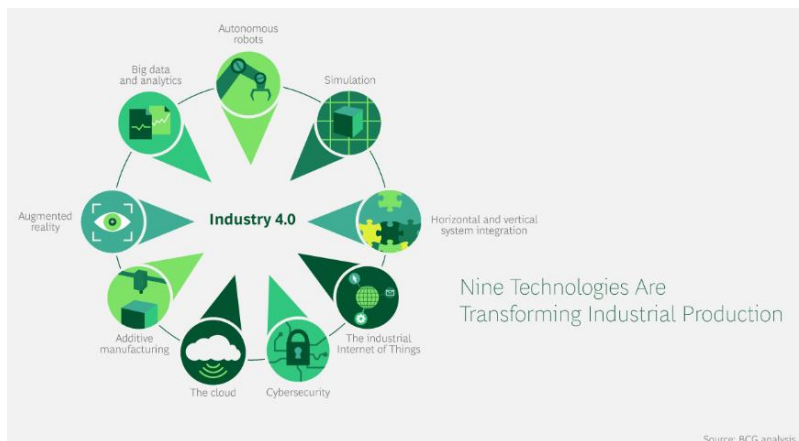


Figura 1: Tecnologie abilitanti dell'Industry 4.0.

Fonte: BCG, 2019.

1.3.1. Autonomous robot

I robot autonomi sono dispositivi che affiancano il lavoratore umano con l'obiettivo di intervenire nelle operazioni che egli svolge, in modo tale da renderle più efficienti e produttive, ma anche più sicure.

I robot sono dotati di una propria intelligenza (Artificial Intelligence) (Deloitte, 2019) la quale permette loro di compiere tutte le operazioni per cui sono programmati con bassissimi livelli di errore e fermo macchina. A seconda della sua finalità, il robot può cooperare (cobot) o anche sostituire l'operaio in caso di operazioni pericolose o molto difficili da compiere per una persona (robot e carrelli elevatori autonomi), incrementando così la sicurezza dei lavoratori all'interno della fabbrica.

Uno degli scopi principali per cui nascono questi macchinari autonomi è quello di alleggerire il carico di lavoro che l'uomo all'interno della fabbrica deve svolgere: tutte quelle operazioni per le quali è necessaria una conoscenza e un'intelligenza standard e ripetitiva vengono quindi svolte dal robot, in modo tale da permettere all'uomo di concentrarsi in tutti quei processi per i quali è necessaria un'intelligenza versatile e una rielaborazione particolare degli stessi. (Deloitte, 2019)

1.3.2. Simulation

La simulazione consente agli operatori di testare e ottimizzare le impostazioni della macchina prima nel mondo virtuale per poi passare a quello fisico, riducendo così i tempi di impostazione della macchina e aumentando la qualità. (BCG, 2019)

Strumento di analisi e modello di test molto all'avanguardia, la simulazione viene utilizzata in svariati contesti tutti accomunati dalla difficoltà o impossibilità di riprodurre le reali condizioni in laboratorio: è in qualche modo un "laboratorio virtuale" che consente di testare prodotti o anticipare l'utilizzo di essi in contesti reali e verificarne quindi la qualità e la fattibilità tecnica.

1.3.3. Horizontal and vertical system integration

Per parlare di horizontal and vertical system integration, in primis è necessario aver presente cosa significa integrare verticalmente e orizzontalmente.

L'integrazione verticale (Carbone, 2018) riguarda la modalità di condivisione e comunicazione di informazioni e dati, siano essi rilevati o elaborati: si utilizza il termine verticale perché interessa in questo senso tutta l'azienda, infatti, va mettere in relazione tutti gli elementi e gli individui che partecipano al processo, da quelli alla base (processo produttivo) a quelli considerati più al vertice (management e direzione).

Integrare orizzontalmente (Carbone, 2018), invece, interessa tutto ciò che sta anche all'esterno dell'azienda che però influisce in egual modo e peso al processo aziendale: si parla quindi di integrazione e comunicazione con fornitori, clienti e in generale con tutti gli stakeholders.

Esposti questi concetti è più chiaro comprendere il significato dei cosiddetti "vertical and horizontal integrated systems", quelli presenti nella Smart Factory.

1.3.4. Internet of Things (IOT)

IOT è l'acronimo di Internet of Things che letteralmente significa "Internet delle cose". (Bellini, 2019) Viene utilizzato questo termine per indicare tutti quegli oggetti o dispositivi che tramite la rete internet sono collegati a un sistema, il quale riceve l'enorme mole di informazioni che essi producono, con l'obiettivo di elaborarle e comunicarle nuovamente a persone o ad altri oggetti. Di conseguenza viene a crearsi una rete infinita di connessioni tra gli oggetti, i quali si influenzano e cooperano tra loro in modo da rendere più facile e agevole sia il processo produttivo, ma anche la nostra semplice quotidianità, essendo prodotti che potrebbero essere presenti nella vita di tutti i giorni.

1.3.5. Big data and analytics

Per Big Data (IBM, 2019) si intende quell'insieme di dati che possiedono una misura o sono di un modello tale da non poter essere inserito in un tradizionale database perché hanno delle particolari caratteristiche che li rendono differenti: maggiore volume, velocità e varietà. I big data, generati in tempo reale e su vasta scala, provengono da sensori, dispositivi, video/audio, reti, Web e social media.

La Big data analytics (Bartodziej, 2017) è quella tecnica di analisi avanzata su set di dati molto ampi e diversificati che includono dati strutturati, semi-strutturati e non strutturati, da fonti diverse e in diverse dimensioni.

1.3.6. Cloud

Come lo descrive Microsoft, il Cloud “è un termine usato per descrivere una rete globale di server, ognuno con una funzione univoca...non è un'entità fisica, ma è una vasta rete di server remoti ubicati in tutto il mondo, collegati tra loro e che operano come un unico ecosistema. Questi server possono archiviare e gestire dati, eseguire applicazioni o distribuire contenuti o servizi...Anziché accedere a file e dati da un computer locale, vi accederai online, da qualsiasi dispositivo con connessione Internet, e le informazioni saranno disponibili ovunque tu vada e ogni volta che ti servono”. (Microsoft, 2019)

1.3.7. Cybersecurity

La Cybersecurity (Cisco, 2019) è la pratica di proteggere sistemi, reti e programmi dagli attacchi digitali. Solitamente vengono attuati attacchi informatici per accedere, modificare o eliminare informazioni private o importanti, nel privato possono essere finalizzati a estorcere denaro agli utenti, nel caso di un'azienda potrebbe interrompere il consueto processo produttivo.

La sicurezza informatica oggi è un elemento caratterizzante la DT e affianca quasi sempre l'implementazione di tutte le altre tecnologie 4.0.

1.3.8. Additive Manufacturing

Additive Manufacturing (AM) o produzione additiva è una nuova tecnologia 4.0 che supporta il processo produttivo creando oggetti e prodotti attraverso la successione di strati di materiale. È necessario avere presente che tra AM e stampa 3D c'è una profonda differenza: la prima è una tecnologia abilitante che ha come finalità la creazione di prodotti tridimensionali, mentre la stampa 3D è un processo grazie al quale vengono generati tali oggetti. (Bacchetti e Zanardini, 2018)

I vantaggi che derivano dall'utilizzo di queste tecniche innovative sono la possibilità di produrre beni in quantità più limitate, riducendo gli sprechi e aumentando la personalizzazione. Inoltre, si sono ridotti sia i tempi che i costi, in quanto vengono limitate le materie prime necessarie e scartate; anche l'intervento umano è stato limitato e di conseguenza anche il ciclo di sviluppo del prodotto.

1.3.9. Augmented reality

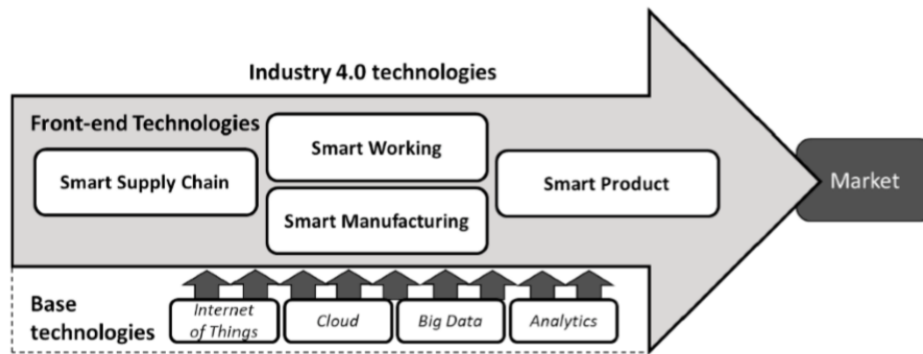
Il termine Augmented Reality potrebbe essere applicato a qualsiasi tecnologia che mescola informazioni reali e virtuali in modo significativo: secondo Klopfer e Squire (2008), l'AR potrebbe essere definita come "una situazione in cui un contesto del mondo reale è dinamicamente sovrapposto con informazioni virtuali coerenti o sensibili al contesto".

Di conseguenza la nozione di AR non si limita a nessun tipo di tecnologia: essa sfrutta le convenienze del mondo reale fornendo informazioni aggiuntive e contestuali che supportano e quindi aumentano l'esperienza della realtà delle persone che la utilizzano.

1.4. Le tecnologie “estroverse” e i dati outside-in: IOT, Cloud, Big data-Data analysis

Una volta esposta una panoramica delle nove tecnologie caratterizzanti l'industria 4.0 è interessante soffermarsi su un'ulteriore classificazione che va a riunire sotto il nome di tecnologie “estroverse” o “base technologies” l'Internet of Things (IOT), il Cloud, i Big data e l'Analytics. (Franka, Dalenogareb, Ayalac, 2019)

Figura 2: Categorizzazione delle tecnologie 4.0.



Fonte: Franka, Dalenogareb, Ayalac, 2019.

Come si può osservare dalla figura n. 2, le tecnologie 4.0 possono essere separate, in due categorie: “front-end technologies” (Smart Supply Chain, Smart Working, Smart Manufacturing, Smart Product) che riguardano le esigenze operative e di mercato, e le “base technologies” che forniscono connettività e intelligenza alle precedenti quattro già citate.

Focalizzandoci su quelle di base o estroverse, possiamo comprendere il motivo per cui sono tecnologie di supporto: gli oggetti “intelligenti” (IOT) sono dotati di numerosi sensori, i quali identificano lo stesso oggetto e ne rilevano costantemente la posizione, lo stato e l’attività, tutto ciò genererà una grandissima quantità di dati (Big Data) che andranno analizzati, elaborati (Analytics), archiviati e condivisi (Cloud).

Più avanzata è l’azienda nelle tecnologie di Smart Manufacturing dell’Industria 4.0, più forte sarà la presenza delle tecnologie di base: come abbiamo detto fino ad ora, Smart Factory indica un nuovo concetto di fabbrica, dove tutto è connesso e integrato, dal processo decisionale a quello esecutivo, da quello produttivo a quello logistico fino a quello commerciale.

Il motivo per cui queste tecnologie sono inserite in una più stringente classificazione è da trovarsi anche nella forte interconnessione che vi è tra esse: come è già stato anticipato, nell’industria 4.0 ciò che fa la differenza sono le infinite connessioni, machine-to-machine communication e human-machine interaction. (Bartodziej, 2017)

La funzione di elaborazione di dati e informazioni può essere implementata, in base alla posizione della procedura di elaborazione, in tre modi (Bartodziej, 2017):

1. all'esterno di un oggetto intelligente
2. incorporato in un oggetto intelligente
3. in un modo combinato di entrambe le alternative menzionate in precedenza

Di maggiore rilevanza è il primo modo: esso consiste nel procedere all’elaborazione delle informazioni ottenute, al di fuori dell’oggetto che le ha prodotte. Per poter poi essere oggetto di analisi e diventare quindi un supporto anche per processi di tipo decisionale, i dati raccolti

dai sensori vengono trasferiti a un sistema Information Technology (IT) centrale che procede ad analizzarli.

I processi decisionali sono ancora svolti dalle persone che lavorano all'interno della fabbrica, di conseguenza gli oggetti intelligenti devono, sia comunicare tra di loro e con i sistemi IT, sia interagire con gli operatori che supportano.

Questa comunicazione di informazioni avviene attraverso le Human-Machine-Interfaces (HMI) (Bartodziej, 2017): esse sono parti integrative di componenti hardware e software, che rendono disponibili informazioni e elementi di controllo per supportare l'utente nei suoi compiti. (l'"Assistente personale" di Apple Siri è un buon esempio di comando vocale HMI.)

Ciò che le rende davvero utili e fondamentali tali HMI è la personalizzazione con cui sono create: esse sono a misura di operatore e di processo. Informazioni e suggerimenti sono gli output di questi sistemi che comunicano con il lavoratore; consigliano e raccomandano un'azione basandosi sul processo già svolto e analizzato, evitando così la ripetizione di errori e riducendo i costi, sia dal punto di vista temporale, che materiale ma anche di sicurezza.

L'obiettivo è quello di creare un sistema di macchinari in grado di operare autonomamente e in modo molto più efficace ed efficiente in quanto seguiranno modelli prestabiliti; gli errori e i fermi macchina verranno ridotti al minimo e si otterrà una discreta riduzione dei costi per materiale utilizzato, tempo di produzione perso, tempo di consegna, una maggiore attenzione alla sostenibilità con il risparmio di energia e per il consumatore finale un netto aumento della qualità del prodotto o del servizio.

CAPITOLO 2: influenza delle tecnologie 4.0 sul business model

2.1. Effetti della DT e I4.0 sui business model delle imprese

2.1.1. Descrizione generale

In un contesto come quello della DT si incontrano una serie di innovazioni che rendono le tecnologie abilitanti talmente tanto rivoluzionarie da modificare radicalmente non solo il modello di business delle aziende, ma anche il modo di pensare e gestire il processo da parte del management.

Per arrivare a essere definita come la quarta rivoluzione industriale è quindi necessario che ciò che sta accadendo vada in qualche modo a superare, o addirittura a sostituire prodotti, servizi e processi esistenti in precedenza.

Quando si parla di nuovi prodotti o servizi bisogna pensare al cambiamento che riguarda anche ciò che permette la realizzazione e la vendita del prodotto finale: il modello di business.

Nella Digital Factory è quindi necessaria la modifica del business model, che vede un mutamento radicale nel modo di creare valore per l'azienda, attraverso varianti operative e strategiche, ma anche nella struttura dei costi che essa deve sostenere per la creazione del prodotto.

2.1.2. I service-based business models

Con l'avvento della Digital Transformation, le aziende hanno dovuto aggiornarsi per svolgere determinate funzioni o addirittura appoggiarsi su altre aziende per riuscire a completarle, in quanto non abbastanza competenti o impossibilitate a dotarsi dei mezzi necessari per mancanza di fondi o know-how.

Quando parliamo di servizi intendiamo quei servizi esterni forniti alle organizzazioni imprenditoriali che completano il loro business model, inteso sia come processo strategico che operativo.

La quantità e la qualità dei servizi esterni è cresciuta molto rapidamente nel contesto Industry 4.0, infatti le statistiche economiche indicano che la crescita del settore dei servizi è in gran parte guidata dall'aumento dei servizi alle imprese piuttosto che dai servizi ai consumatori. (Wirtz e Ehret, 2013)

In letteratura, si definiscono i servizi utilizzando caratteristiche specifiche come intangibilità, inseparabilità, variabilità e deperibilità (anche denominate "IHIP": intangibility, heterogeneity, inseparability and perishability) (Kotler, et al., 2018), ma non si accenna ai destinatari. Una caratteristica interessante è comprendere a chi è rivolta tale offerta: il singolo consumatore o l'impresa. Se si è nel secondo caso allora si tratta di quei servizi esterni di cui stiamo trattando, che vanno a definire quei Service-based business models (Wirtz e Ehret, 2013).

In questi nuovi modelli di business si introduce un differente concetto di prodotto: il "functional product." (Lay, Schroeter, Biege, 2009) In questi casi il produttore del bene capitale mantiene la proprietà del prodotto fisico utilizzato per fornire il servizio desiderato al cliente, il quale acquista soltanto le prestazioni: il produttore integra all'organizzazione principale la gestione del cliente e si assume i rischi operativi di quest'ultimo.

L'evento fondamentale che ha trasformato un'attività di supporto alla produzione in un autentico processo di servizio è la divisione del lavoro tra il cliente e il fornitore di servizi: il cliente ha delegato beni, processi, responsabilità e controllo gestionale a una società indipendente.

I contratti di servizio vengono definiti "completi" (Lay, Schroeter, Biege, 2009) se offrono un pacchetto di prodotti e/o servizi, che soddisfa pienamente le esigenze del cliente in relazione a una richiesta o problema specifico. Le peculiarità che distinguono questo tipo di servizi sono le responsabilità in capo al fornitore dell'attrezzatura: egli si occupa non solo delle attività di manutenzione (cioè la fornitura da parte del produttore di tutti i servizi annessi, fissando un prezzo per il periodo concordato, anziché addebitare al cliente ogni singolo servizio), ma anche del personale operativo e del finanziamento del sistema durante il suo ciclo di vita. Il cliente, quindi, paga in base al livello di utilizzo o in relazione ai risparmi ottenuti.

Viene ora facile chiedersi come mai i fornitori di servizi siano disposti ad assumersi queste responsabilità che le aziende, invece, cercano di evitare. La risposta sta nel fatto che essi considerano la proprietà come un'opportunità commerciale poiché possono focalizzarsi su quel singolo servizio, sviluppandolo in modo migliore, offrendolo a più clienti e quindi potendone ammortizzare il costo in modo più profittevole.

I concetti analizzati hanno portato a nuove opportunità, ma hanno anche comportato rischi maggiori per le aziende manifatturiere rispetto al modo in cui operavano in precedenza. Il tradizionale concetto di business si concentrava sulla vendita di manufatti nei mercati business-to-business, al contrario, una caratteristica principale dei nuovi concetti di Service-based business model è l'integrazione di compiti aggiuntivi e di conseguenza la nascita di ulteriori rischi durante l'uso del prodotto da parte dell'azienda produttrice.

I fornitori di beni manufatti devono analizzare attentamente se possono svolgere compiti operativi in modo più efficiente rispetto ai propri clienti e devono verificare se dispongono di

condizioni di finanziamento più favorevoli per gli investimenti in apparecchiature o se possono raggiungere tassi di utilizzo più elevati, gestendo le apparecchiature nei propri stabilimenti e soddisfacendo le esigenze di più clienti. (Lay, Schroeter, Biege, 2009)

Grazie alla condivisione delle responsabilità ci si dirige verso una progettazione più flessibile delle strategie aziendali creando quindi business model più aperti e basati sui servizi provenienti da fornitori di servizi specializzati.

2.2.Sfide dei nuovi business model

2.2.1. Focus sulle PMI

Per cogliere il grande potenziale di questa trasformazione digitale, la grande sfida che le imprese devono intraprendere consiste nell'elaborare e attuare un processo di cambiamento del proprio modello di business, con il fine ultimo di continuare ad essere operative ed efficienti, in linea con la crescita che la quarta rivoluzione industriale porta con sé.

Per avviare questo processo e sfruttarne i conseguenti benefici, esse devono integrare nei loro esistenti modelli di business le nuove tecnologie 4.0, investendo in prima persona su di esse o appoggiandosi a fornitori esterni.

Il Ministero dello Sviluppo Economico, nelle sue indagini¹, evidenzia come le “imprese 4.0”, cioè quelle che usufruiscono di almeno una delle tecnologie abilitanti, siano meno del 10% del totale, di conseguenza la stragrande maggioranza di esse non ha ancora attuato tali modifiche di processo; questo perché nel contesto industriale italiano la maggior parte delle imprese sono di piccole e medie dimensioni, è quindi logico comprendere come la propensione all'investimento e al cambiamento riguardi maggiormente quelle più grandi, dotate di maggiori risorse.

Ad opera del governo nascono delle agevolazioni alle PMI innovative: il “Piano nazionale Impresa 4.0²”, elaborato dal MiSE e dal Ministro Carlo Calenda, espone una serie di misure di investimento a supporto dell'innovazione e dell'introduzione delle nuove tecnologie all'interno del processo industriale italiano.

¹ Si veda grafico della figura 1.1 del documento “La diffusione delle imprese 4.0 e le politiche: evidenze 2017“, MiSE, 2018.

² Si veda il documento “Piano nazionale Impresa 4.0, guida agli investimenti”, MiSE, 2019.

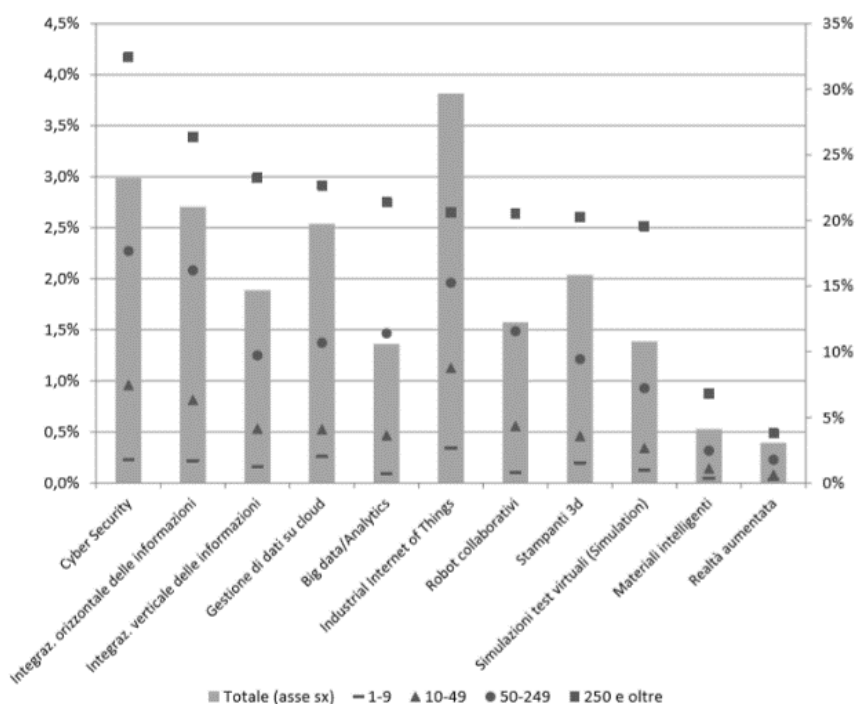
Per esempio “[18 Dicembre 2018] la Commissione Europea ha reso noto di aver autorizzato gli incentivi fiscali all’investimento nel capitale di rischio delle PMI innovative. La misura assegna alle persone fisiche...una detrazione dall’imposta sul reddito (IRPEF) pari al 30% dell’investimento, fino a un massimo di 1 milione di euro; alle persone giuridiche spetta invece una deduzione dal reddito imponibile ai fini IRES anche in questo caso pari al 30% dell’investimento, fino a un massimo di 1,8 milioni di euro.” (MiSE, 2018)

Un’altra particolare misura dedicata alle microimprese, PMI e Start-up innovative ³ è il fondo di garanzia pubblica (fino a un massimo dell’80% del finanziamento) per operazioni sia a breve sia a medio-lungo termine, sia per far fronte a esigenze di liquidità che per realizzare investimenti. Altre misure di supporto, non solo per PMI e Start-up si possono trovare nel “Piano nazionale Impresa 4.0”. (MiSE, 2019)

Guardando al grafico sottostante (Figura 3), le tecnologie più utilizzate tra le micro imprese sono sicuramente l’IOT e l’annesso Cloud. Nelle piccole e medie imprese, quelle che su cui ci stiamo soffermando, si sfruttano maggiormente la Cybersecurity, l’IOT e l’integrazione orizzontale delle informazioni, quest’ultima spesso citata nel primo capitolo per descrivere i tratti salienti dell’Industry 4.0.

Figura 3: Diffusione delle tecnologie 4.0 per classe dimensionale (totale asse sinistro, classi dimensionali sull’asse destro per numero di dipendenti). Valori percentuali.

Fonte: MiSE, 2018.



Le differenze che si riscontrano tra le grandi imprese e le PMI sono spesso dovute al fatto che le seconde possiedono livelli di digitalizzazione inferiori rispetto alle loro grandi controparti,

³ Per la definizione di Start-up e PMI innovative si veda pag. 8 di “Piano nazionale Impresa 4.0, guida agli investimenti”, MiSE, 2019

inoltre, un numero elevato di PMI è attiva nei mercati di nicchia, offrendo prodotti fabbricati in piccole serie o su base individuale, perciò richiedono spesso versioni base dei macchinari e degli strumenti impiegati negli impianti di produzione di grandi organizzazioni. (Muller, Buliga, Voigt, 2018)

Nelle organizzazioni manifatturiere, caratteristiche delle PMI, la creazione di valore è la somma dei compiti svolti nelle proprie sedi di produzione e di quelli svolti da fornitori e partner nell'ecosistema aziendale. Le innovazioni nella creazione di valore sono dovute alla digitalizzazione di alto livello dei processi che aumenta la loro disponibilità di dati e consente un processo decisionale più rapido.

La DT incontra diversi ostacoli nelle piccole e medie aziende: la mancanza di candidati disponibili ne è un esempio. Diventa sempre più difficile trovare personale qualificato per eseguire lavori manuali altamente qualificati nel campo tecnico. (Muller, Buliga, Voigt, 2018)

Nonostante l'introduzione di innovazioni dal punto di vista tecnologico sia un elemento base della DT, aderire all'Industria 4.0 non significa soltanto attuare investimenti e modifiche di processo produttivo e strategico; cambiare il modello di business comporta profonde conseguenze anche a livello organizzativo e culturale, con la nascita di nuove competenze e nuove figure professionali. (Franzoni, Zanardini, 2017)

La difficoltà di attuare questi profondi cambiamenti e gli ostacoli che si pongono sul cammino di tutte le aziende, siano esse grandi o piccole, ha fatto sì che i Governi dei vari paesi abbiano attuato differenti politiche ma tutte con lo stesso scopo: riuscire ad incentivare lo sfruttamento dei vantaggi derivanti dalla DT.

CAPITOLO 3: analisi di casi aziendali

3.1. Informazioni generali sulle aziende

Nella seguente tabella (Figura 4) vengono espone le principali e generali informazioni in merito alle otto aziende che in seguito esamineremo singolarmente: per ogni azienda si indica la localizzazione, la dimensione (n. di dipendenti e se la società è quotata in borsa), settore in cui opera e i suoi prodotti; vengono inoltre elencate le tecnologie 4.0 che utilizzano in base alla lista di BCG⁴ e anche nel particolare caso in esame.

Figura 4: Informazioni generali su otto casi aziendali, in Europa e in Italia, in merito all'utilizzo delle tecnologie 4.0.

NOME AZIENDA	INFORMAZIONI DI BASE				TECNOLOGIE 4.0		
	LOCALIZZAZIONI	DIMENSIONE	INDUSTRY/SETTORE	PRODOTTI PRINCIPALI	DELLA LISTA BCG	NEL CASO IN ESAME	
	sede principale	N dipendenti	tipo di azienda				
ABB	Zurigo (Svizzera)	oltre 10.001	società quotata	elettificazione, robotica e controllo di movimento, automazione industriale e reti elettriche al servizio dei clienti nelle utility, industria, trasporti e infrastrutture a livello globale, ABB Ability™ (digital platform)	gamma completa di prodotti tecnologici industriali per clienti di utility, settori industriali, trasporti e infrastrutture. Robot e macchinari connessi	autonomous robot, horizontal/vertical integration, IOT, cloud, big data and analytics	Robot e carrelli elevatori autonomi, applicazione di manutenzione, smart watch, sistema informativo con un grande database/cloud, applicazione da Abb Scada Zenon
Marzocco	Scarperia, FI (Italia)	51-200	Società privata non quotata	azienda leader nella produzione di macchine per il caffè	macchine da caffè made in Florence, alto artigianato	additive manufacturing, simulation, horizontal/vertical integration, IOT, cloud, cybersecurity, big data and analytics	stampa 3D, additive manufacturing, macchine connesse, big data, sicurezza integrata, connessione dell'intera filiera, IOT, cloud
Ileana spa (Eleven Seventyseven, spin off)	Carpenedolo, Brescia (Italia)	11-50	Società privata non quotata	storica azienda nel settore di calze, moda, collant, design, accessori	calze essenziali, tecniche e performanti per uomo, donna e bambino con tessuti innovativi	autonomous robot, horizontal/vertical integration, IOT, cloud, cybersecurity, big data and analytics	vending machine connessa, umanoide Pepper, IOT, cloud, cybersecurity, big data
Kaeser	Coburg, Bayern (Germania)	5001-10.000	Società privata non quotata	Industria manifatturiera e servizi	compressori e aria compressa intelligente, ventilatori, tecnologia di trattamento dell'aria e condensa, stoccaggio dell'aria compressa e manutenzione della pressione, compressori portatili	simulation, horizontal/vertical integration, IOT, cloud, cybersecurity, big data and analytics	big data, informazioni in tempo reale, piattaforme di analisi, cloud, IOT, analisi dei dati, sistemi collegati, macchina, produttore e cliente sono integrati
Airbus	Blagnac, Cedex (Francia)	oltre 10.001	Società privata non quotata	Aerospaziale, Spazio, Difesa, Innovazione, Cyber Security, IT, Ingegneria, Servizi connessi	aeroplani commerciali e da difesa, elicotteri, equipaggiamento spaziale e servizi connessi	autonomous robot, additive manufacturing, augmented reality, simulation, horizontal/vertical integration, IOT, cloud, cybersecurity, big data and analytics	Robots, big data, augmented reality or 3D printing, IoT platform, tablet or smart glasses, cybersecurity
Dallara	Varano de' Melegari, Parma (Italia)	501-1000	Società privata non quotata	automobili da corsa e ad alta prestazione, consulenza automobilistica, Ricerca e Sviluppo	vetture da competizione e da strada, servizi connessi	simulation, industrial internet of things, cloud, additive manufacturing, augmented reality, big data and analytics	stampa 3D, simulatore, galleria del vento, Computational Fluid Dynamics (CFD), analisi dei dati, cloud, Cisco Spark
Marchesini Group Spa	Pianoro, BO (Italia)	1001-5000	Società privata non quotata	Leader nella fornitura di linee e macchine per il confezionamento di prodotti farmaceutici	macchine automatiche di confezionamento di farmaci	autonomous robot, simulation, horizontal and vertical system integration, industrial internet of things, cloud, additive manufacturing, augmented reality, big data and analytics	telecamere 3D, robot interconnessi, intelligenza artificiale, software di raccolta dati, torri automatizzate di transelevatori, stampanti 3D
BMW Group	Monaco, Germania	oltre 10.001	Società quotata	Automotive, Information Technology, Data Science, Sviluppo software, Intelligenza artificiale, Sicurezza dei dati, Motociclette, Servizi finanziari, Servizi di mobilità, Servizi digitali, IoT, Futuro della mobilità, Guida autonoma, Connettività	principale produttore al mondo di automobili e motocicli e fornisce anche servizi finanziari e di mobilità premium	autonomous robot, simulation, horizontal and vertical system integration, industrial internet of things, cloud, cybersecurity, additive manufacturing, big data and analytics	Smart data analytics, smart logistics, innovative automation & assistance systems, additive manufacturing, treni e robot trasportatori autonomi, esoscheletri, stampanti 3D, smart watches, Connected Supply Chain (CSC), piattaforma cloud Microsoft Azure Industrial IoT, Open Manufacturing Platform

Fonte: rielaborazione propria, pagine LinkedIn e siti web delle aziende in esame, 2019.

⁴ Si veda il paragrafo 1.3

I criteri di scelta delle suddette aziende sono principalmente legati alla volontà di esporre casi differenti, sia dal punto di vista del settore in cui operano e dal luogo in cui si trovano (non solo il contesto italiano), ma anche in base alle informazioni rese disponibili dalle aziende stesse in merito alle modifiche 4.0 e da parte di aziende di consulenza che le hanno affiancate (es. Cisco, BCG, IBM, ecc....).

3.2.Casi aziendali

3.2.1. ABB

Abb vuole creare una filiera totalmente digitalizzata, proprio per questo si parla di Digital supply chain: è per questo motivo che si può parlare sia di integrazione verticale che orizzontale, considerata obiettivo ma anche mezzo per ottenere quell'incremento di qualità a cui Abb aspira. Come già detto in precedenza, per gestire una Smart Supply Chain è necessario avere alla base le tecnologie cosiddette "estroverse", proprio per questo Abb ha investito notevolmente nella ricerca di informazioni (Big data), Analytics e Cloud: gli articoli possiedono un codice a barre (QR code) che ne traccia il percorso e le caratteristiche in modo tale da favorire sia l'azienda stessa in termini di approvvigionamento e consegna, sia i fornitori che possono verificare in tempo reale le previsioni di vendita, l'andamento delle scorte e le varianti di prodotto sui disegni. (Fiertler, 2019)

In termini di tecnologie 4.0, Abb produce e sviluppa robot autonomi: un modello che utilizza anche l'azienda stessa "solleva, mette sui contatti il grasso che serve, verifica con una telecamera la corretta quantità di grasso, deposita il pezzo su una base, di cui verifica l'allineamento grazie a un laser e, infine, procede a un triplo avvvitamento." (Fiertler, 2019)

A livello di automazione utilizza anche navette trasportatrici e due carrelli elevatori autonomi detti Agv (Automatic guided vehicle) che spostano i materiali e le merci all'interno dello stabilimento. (Fiertler, 2019)

Abb, essendo un leader tecnologico a livello globale nelle reti elettriche, ha elaborato per i propri clienti, e utilizza esso stesso, un sistema informativo (ABB Ability™ digital platform⁵) che permette di controllare le varie fasi della produzione, prestando particolare attenzione ai parametri da rispettare in termini di sicurezza e qualità, e di conseguenza condividere tali informazioni con tutti gli altri elementi della gestione.

⁵ Si veda la pagina LinkedIn di ABB.

Fabio Golinelli, Advanced Processes and Technologies manager di Abb Dalmine e responsabile del progetto pilota per l'Italia di digital supply chain, ha spiegato come una nuova applicazione sviluppata da Abb, Scada Zenon (Fiertler, 2019), favorisca la manutenzione predittiva, eviti i fermi macchina, dei robot e in futuro anche degli Agv.

3.2.2. MARZOCCO

La Marzocco, come azienda leader produttrice di macchine da caffè, si è avvicinata al mondo 4.0 nonostante si definisca un'azienda artigianale. (La Marzocco, 2019)

Essa offre importanti innovazioni tecnologiche, che le hanno permesso di diventare un forte punto di riferimento nel mercato, grazie all'utilizzo dell'Additive Manufacturing (AM) e delle Base Technologies (IOT, Big Data, Cloud e Cybersecurity).

In merito alla manifattura additiva, l'azienda si è inoltrata nella ricerca e nello sviluppo della stampa 3D metallica grazie al progetto "3DMetal@UniPV", sostenuto da La Marzocco, l'Università di Pavia e Fluid-o-Tech (azienda lombarda leader nella progettazione e produzione di pompe volumetriche e sistemi per la gestione dei fluidi). (Astone, 2018)

Lo scopo dell'azienda è quello di riuscire a prototipare pezzi, mini serie per i propri prodotti, componenti nuovi, il tutto in una logica di flessibilità e velocità.

Perché La Marzocco ha deciso di investire nella stampa 3D e affiancarla al suo artigianato?

La risposta è che l'AM è un'attrezzatura chiave che gli consente di uscire dalla legge dei grandi numeri: le grandi aziende fornitrici richiedono la produzione di molti pezzi, perciò bisognerebbe acquistare più del necessario e inoltre non vi sarebbe la possibilità di controllare la merce personalmente. Questi ostacoli, aggiunti alla possibilità di vendere le innovazioni dell'azienda ad altri competitors da parte dei fornitori, rende ancora più vantaggiosa l'idea dello sviluppo proprio di tale nuova tecnologia 4.0. (Astone, 2018)

Il progetto Artigiano 4.0 (Softec, 2019), fa subito intendere come La Marzocco voglia integrare al suo tradizionale processo produttivo ciò che l'Industry 4.0 ha da offrirle in termini benefici economici. Essa possiede una forte attitudine all'innovazione e crede che sia necessario investire in un proprio percorso di trasformazione digitale per sviluppare le nuove competenze e professioni, invece che inibirle: 4.0 e IOT applicate all'artigianato migliorano la qualità del lavoro e accelerano la trasmissione del sapere artigianale attraverso la semplificazione della fase di formazione, che altrimenti sarebbe lunga e complessa.

Bernardinelli (AD de La Marzocco) è convinto che i Big Data siano una fonte importantissima di know how aziendale, grazie alle macchine connesse al Cloud vengono raccolti e registrati

una grande quantità di dati che portano a un approccio con il mondo IOT soprattutto su aspetti come collaboration, prodotti interconnessi, fabbrica e logistica.

L'IOT ha lo scopo di creare valore aggiunto per tutta la filiera ma per capire che servizi offrire servono dati attendibili ed elaborati, per questo si parla di flessibilità, scalabilità e soprattutto sicurezza integrata (Cybersecurity) per non perdere vantaggio guadagnato con anni di R&D.

Il progetto pilota Artigiano 4.0 mira alla raccolta dati per allungare il ciclo di vita delle macchine, per migliorare la qualità del caffè e la salute del consumatore.

3.2.3. ILEANA SPA

L'azienda Ileana Spa, produttrice di calze, ha integrato alcune innovazioni 4.0 in una parte del processo differente da quella dei casi esaminati in precedenza, non nella produzione ma nella fase finale: la vendita. Il progetto si chiama 1177: una vending machine con la quale vendere le calze in lattina, studiata e realizzata con Softec SpA in collaborazione con Cisco. (Colombo, 2017) Essendo sempre connessa ogni negozio sa in tempo reale la merce che possiede e avviene così una ricezione digitale degli ordini.

Uno dei benefici di questa vending machine è quello di essere compatta e quindi di occupare meno spazio in negozio, inoltre essendo una macchina connessa permette quella personalizzazione dell'offerta che è tanto caratteristica di questa industry 4.0.

Figura 5: Pepper, umanoide del progetto 1177.



Fonte: Fabbrica del futuro, 2017.

Pepper, l'umanoide presente in foto (Figura 5), è connesso alla macchina e svolge le funzioni che farebbe un comune venditore: spiega e vende al cliente il prodotto, risponde alle domande (in 20 lingue diverse) ed è il primo esempio di applicazione di umanoide nel Retail a livello mondiale. (Colombo, 2017). Nel futuro si pensa alla possibilità di scansionare il piede e suggerire immediatamente al cliente la calza più adatta per lui.

Nel 2013 il progetto 1177 realizzava una calza in lattina fatta con la fibra più leggera in natura, esempio di combinazione dell'industria 4.0 con la customer experience, e un commesso virtuale

con una macchina connessa collezionano e comunicano le informazioni. Come spiega Michele Dalmazzoni, di Collaboration & Industry Digitization Leader di Cisco Italia, tutti questi dati vengono raccolti in due piattaforme cloud: Cisco Meraki per ciò che riguarda la connettività della vending machine, wifi guest e la sicurezza dei dati (cybersecurity) e Cisco Spark per ciò che concerne tutti i servizi di interazione audio e video tra cliente e eventuale supporto. (Cisco, 2018).

3.2.4. KAESER

Kaeser Kompressoren, tra i principali produttori e fornitori mondiali di sistemi e servizi ad aria compressa, ha innovato il suo modello di business e si è immerso nel mondo 4.0 cambiando radicalmente il servizio finale: ora il cliente non dovrà più preoccuparsi degli investimenti o dei costi del personale per i sistemi di aria compressa, in quanto basterà che contratti soltanto l'aria compressa di cui hai bisogno.

Oltre ad aver innovato il modo di vendere il proprio prodotto, Kaeser ha inserito il 4.0 per trovare una soluzione ai fermi macchina: l'azienda si è rivolta all'IOT (Kaeser, 2017). Essa ha dotato i suoi prodotti di sensori per acquisire dati ambientali e prestazionali (temperatura, umidità e vibrazioni) che vengono trasmessi in tempo reale a un sistema che esegue analisi predittive continue con il fine di individuare e sostituire le parti difettose durante la manutenzione programmata, evitando impreviste e costose interruzioni delle linee di produzione dei clienti.

L'IoT ha portato a una riduzione del 60% dei fermi macchina e degli interventi di emergenza, i vantaggi che ne derivano sono molteplici: maggiore soddisfazione del cliente, sia durante che post-vendita, migliore gestione del magazzino e una riduzione dei costi di ripartizione per 10 milioni di dollari che possono essere reinvestiti in innovazioni e miglioramenti dei prodotti. (Kaeser, 2017)

Quando si parla di dati ci si chiede sempre attraverso quali piattaforme vengano trasmessi e dove vengano raccolti, Kaeser utilizza una rete chiusa (Sigma Network) affiancandosi quindi a un sistema di cybersecurity e cloud (Kaeser Data Center) per rendere il più sicura e inaccessibile la propria rete. (Kaeser, 2019)

Per un'azienda come questa, basata sul business-to-business (B2B), è normale che essa si focalizzi sul cliente: utilizza la manutenzione predittiva e i Big Data per migliorare i servizi post vendita. Il privilegio per gli utilizzatori di attrezzature Kaeser sarà quello di conoscere in anticipo eventuali problemi o mancanze in modo da evitare fermi macchina e di conseguenza fermare la produzione e l'annessa distribuzione.

Gran parte dell'analisi effettuata a fini di manutenzione può essere utilizzata anche per guidare il lavoro di sviluppo del prodotto: se i produttori sono in grado di studiare il comportamento dei loro macchinari sul campo, potrebbero affrontare i possibili punti critici già durante la progettazione del prodotto.

Tutto ciò può rendere un produttore come Kaeser più competitivo nel suo mercato. (Kaeser, 2019)

3.2.5. AIRBUS

Airbus è un costruttore europeo di aeromobili tra i più importanti al mondo, ma per stare al passo con il crescente traffico aereo, vuole costruire più velivoli ad aumentare i tassi di produzione (nel 2016 sono stati consegnati 42 aeromobili A320 al mese, entro il 2019, la produzione mensile dovrebbe salire a 60). (Monkenbusch, 2017)

È per questo motivo che l'azienda vuole fare leva sulla DT e quindi automatizzare la produzione mediante le tecnologie 4.0: l'obiettivo è quello di rendere tutti i soggetti coinvolti sempre a conoscenza di quello che accade nella fase di produzione, vendita e post-vendita.

Le modifiche e le innovazioni che abbiamo citato fino ad ora possono essere applicate non solo agli strumenti di produzione, come nei casi aziendali analizzati precedentemente, ma possono valere anche per i componenti dell'aeromobile in sé, sempre più considerati come un sistema.

Le varie parti di un aeromobile (motori, scafo e cabina) sono ora dotate di elettronica e sensori in grado di monitorare in tempo reale il comportamento dell'aereo e di farlo anche da remoto (Bonneau, 2017). Lo sviluppo di servizi di manutenzione preventiva contribuirà a ridurre i tempi di fermo degli aeromobili e ad aumentare la sicurezza del settore, infatti, il tempo degli aeromobili a terra (AOG) è un fattore di costo critico per l'industria aerea, può causare gravi interruzioni e danneggiare la reputazione di una compagnia aerea. (Bonneau, 2017)

Contrariamente ad altri settori, come quello automobilistico, l'uso dell'automazione e della robotica è basso poiché la maggior parte del processo di assemblaggio di un aereo, così come una parte significativa della produzione del componente, viene eseguita da lavoratori umani: la chiave per la "Smart Factory" nella produzione aeronautica è quindi nel supporto ai lavoratori umani, con strumenti digitali potenziati che aumentano la loro produttività.

Airbus sta applicando la tecnologia IOT non solo ai suoi prodotti, ma anche agli strumenti che i suoi dipendenti utilizzano nel processo di produzione: per esempio un dipendente può utilizzare un tablet o degli smart glasses per scansionare la pelle metallica di un aereo e determinare quali bulloni sono necessari in un determinato foro e la forza di rotazione

necessaria per installarlo, tali informazioni possono essere inviate spontaneamente a uno strumento robotico, che completa il compito. (Bonneau, 2017)

Un'altra grande sfida della fabbrica intelligente di Airbus è quella di implementare tecnologie in grado di tenere traccia delle posizioni delle attrezzature di produzione in tempo reale, in tutta la fabbrica e la catena del valore. La sfida non è solo quella di identificare dove si trovano tutti gli utensili nella fabbrica, ma anche di tenere traccia dei dati e del comportamento dell'operatore, ciò consente una maggiore sicurezza dell'operatore e anche la sicurezza della produzione, infatti, esistono norme rigorose per quanto riguarda la costruzione di aeromobili, che richiedono una sorveglianza costante e controlli di qualità frequenti. (Bonneau, 2017)

3.2.6. DALLARA

«La competitività arriva dalla capacità di far crescere non solo l'impresa, ma il contesto territoriale nel quale si colloca, nel rispetto e nella valorizzazione delle persone, delle competenze e della sua identità». Così parla Andrea Pontremoli, CEO di Dallara (Bellini, 2017), produttrice di automobili da corsa e ad alta prestazione e azienda di consulenza automobilistica. A suo parere al digitale spetta il compito di amplificare la capacità di conoscenza e di gestione della conoscenza delle persone.

Per quanto concerne le tecnologie 4.0, Dallara ne utilizza una non ancora affrontata nel corso dell'analisi dei casi aziendali: la simulazione.

La Galleria del Vento e il centro di stampa 3D (che Dallara ha avviato e attivato da oltre 16 anni) danno la possibilità di usare un modello in scala (50-60%) nel quale un pilota genera i Big Data che vengono successivamente elaborati e archiviati, questa nuova tecnologia permette di “guidare a tutti gli effetti una macchina che non è mai stata costruita, ma provando esattamente le stesse sensazioni e paure della pista”. (Pontremoli, 2017)

Tale innovazione permette di sperimentare prodotti che non sono ancora stati costruiti e soprattutto di poter sbagliare senza eccessivi costi, in quanto non si utilizzano auto vere e in condizioni di assoluta sicurezza.

Un ulteriore esempio di utilizzo di tecnologie 4.0 in Dallara si può vedere nella gestione della fibra di carbonio: essa va mantenuta a una temperatura di -17° e dopo un certo periodo le sue caratteristiche vengono meno, è per questi motivi che l'azienda ha inserito nei rotoli di fibra dei sensori che permettono di rilevarne i dati (materiale, scadenza, uso). Tutte queste informazioni testimoniano se sono stati rispettati i parametri legati alla temperatura, in modo da garantire la migliore qualità del prodotto finito, permettono di ottimizzare la gestione della fibra, di ridurre

gli scarti e di programmare le varie attività di produzione, correlando le scadenze dei materiali con quelle dei progetti da concludere. (Pontremoli, 2017)

Quando si parla di dati e sensori sappiamo che in automatico si inseriscono anche i concetti di Cloud, Analytics e Cybersecurity. Dallara è partner di Cisco per ciò che riguarda l'archiviazione e la sicurezza dei dati: anche nell'ambito della consulenza, 50% del fatturato è generato da essa (Pontremoli, 2017), è fondamentale rispettare le rigorose regole sulla sicurezza dei dati e sulla riservatezza.

3.2.7. MARCHESINI GROUP

Marchesini Group è un'azienda che produce impianti per il confezionamento di prodotti farmaceutici e a Pianoro (BO) ha esposto un macchinario a dir poco 4.0: Integra 320. (Cavina, 2019)

Figura 6: Integra 320, nello stabilimento di Pianoro (BO).



Fonte: Cavina L., 10 aprile 2019.

Come si può vedere dalla figura n. 6, essa è un macchinario unico ma compone una linea intera di produzione. È dotata di telecamere 3D e robot interconnessi, ovviamente controllata da un software a lei dedicato (chiamato «You do») che la controlla e raccoglie gli innumerevoli dati che produce. (Cavina, 2019)

Integra 320 è regolata dall'intelligenza artificiale e include il sistema di alimentazione a cinque telecamere dando la possibilità di controllare forma, spessore e colore della pillola; rilevando questi dati è in grado di distinguere un prodotto uguale ma di dosaggio diverso o un prodotto completamente diverso, respingendo di conseguenza il contenitore con la pillola "sbagliata" al suo interno; inoltre possiede un sistema Near Infrared (NIR) che riconosce l'ingrediente attivo del prodotto. (Marchesini Group, 2018)

Il sistema monitora costantemente i parametri di qualità e informa gli operatori su tutti i parametri operativi della macchina, funziona come un vero sistema di raccolta dati per la linea

e permette di conoscere in anticipo le cause di possibili malfunzionamenti e di conseguenza attuare la manutenzione predittiva.

Ulteriori modifiche in linea 4.0 interessano la logistica e la prototipazione: in merito al primo reparto, nel magazzino, si introdurranno torri automatizzate di transelevatori che consentono il prelievo dei pezzi attraverso la scansione di un codice, mentre nel reparto di prototipazione, sono installate stampanti in 3D per produrre i componenti delle linee. (Cavina, 2019)

3.2.8. BMW GROUP

BMW Group è una multinazionale che produce auto e moto offrendo, inoltre, servizi finanziari e di mobilità; quest'azienda ha riconosciuto nell' Industry 4.0 una grande opportunità di crescita, infatti, operando in vari paesi nel mondo nel settore dell'automotive, in costante modifica, necessita un aggiornamento continuo per poter rimanere ai vertici in cui si trova ora. Essa ha deciso di creare una partnership con Microsoft per costruire Open Manufacturing Platform (OMP) (BMW GROUP, 2019): per tutte le aziende che decideranno di aggregarsi saranno disponibili dati, informazioni e nuove scoperte che verranno condivise attraverso la comunità interindustriale, al fine di favorire e accelerare lo sviluppo dell'automotive e in generale della Smart Factory.

Come si può comprendere dalla figura n. 7, la piattaforma cloud Microsoft Azure Industrial IoT consentirà la raccolta, l'elaborazione e la condivisione degli innumerevoli Big Data che verranno raccolti dai macchinari dotati di sensori: BMW ha già 3.000 macchine, robot e sistemi di trasporto autonomi collegati alla propria piattaforma IIoT. (BMW GROUP, 2019)

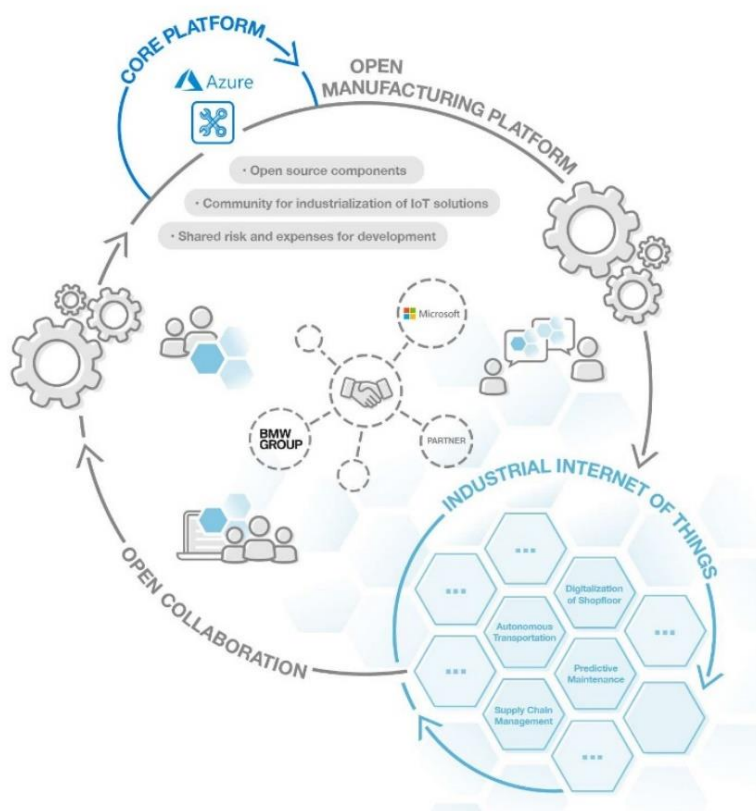


Figura 7: Schema dell' Open Manufacturing Platform in BMW Group.

Fonte: BMW GROUP, 2019.

L'azienda ha usato la propria piattaforma IoT nello stabilimento di Regensburg (sito di produzione e assemblaggio) modificando e migliorando profondamente i settori della logistica e dei trasporti: robot logistici, sistemi di trasporto autonomi (Agv) e progetti di digitalizzazione per una catena di fornitura end-to-end. (BMW GROUP, 2019)

Jürgen Maidl, capo della logistica per la rete di produzione di BMW, sostiene che il programma Connected Supply Chain (CSC) (Senatore, 2018) aumenta la trasparenza della supply chain. I sistemi di trasporto autonomi vengono utilizzati, infatti, non solo all'interno dei propri stabilimenti, ma anche per il trasporto all'aperto (Lipsia): per la prima volta BMW usa all'esterno dei robot autonomi per la movimentazione di rimorchi per camion, dal punto in cui sono stati parcheggiati al punto di scarico e di carico. In aggiunta agli Autonomous robots (Autonomous tugger train e Smart Transport Robot) e alle "tecnologie estroverse", BMW sfrutta altre tecnologie 4.0: Augmented reality per creare spazi e scenari virtuali per ottimizzare i processi e la sicurezza; esoscheletri e robot collaborativi per l'aiuto e la sicurezza degli operai nell'ambiente di lavoro; l'Additive Manufacturing e la stampa 3D per la creazione di prototipi o componenti in plastica e metallo. (BMW, 2019)

3.3. Influenza nel business model

Come è già stato introdotto nel secondo capitolo, adeguarsi al nuovo paradigma 4.0 apporta rilevanti modifiche al processo produttivo e strategico e quindi anche al modello di business in sé.

Come vediamo riassunto nella tabella seguente (Figura8), le tecnologie 4.0 influiscono in differenti fasi del processo e soprattutto generano svariati benefici in funzione del tipo di innovazione che viene implementata e del tipo di prodotto che viene offerto.

Figura 8: Come sono cambiati i business model delle aziende analizzate e gli annessi benefici.

	FASE DEL PROCESSO	TIPO DI TECNOLOGIA	INFLUENZA SUL BUSINESS MODEL	RIDUZIONE DEI COSTI	INCREMENTO DI QUALITA'
ABB	In tutto il processo (Integrated Supply Chain)	QR Code, robot autonomi, Big Data	cliente e azienda sanno dove si trova qualsiasi semilavorato o prodotto in tempo reale, i cobot aiutano gli operai	in termini di stock in magazzino, sprechi e tempi di approvvigionamento	prodotti disponibili just in time, maggiore efficienza e sicurezza grazie ai robot
Marzocco	Produzione	stampa 3D e Big data	non dipende dai fornitori esterni per la produzione di pezzi molto personalizzati (artigiano 4.0) e raccoglie dati dai sensori delle macchine	produce ciò di cui necessita in tempi brevi e in modo mirato, minori rotture delle macchine	caffè e macchine di alta qualità, formazione del personale più rapida ed efficace
Ileana spa (Eleven Seventyseven, spin off)	Vendita	vending machine e Pepper	utilizza unicamente tecnologie 4.0 in fase di vendita, non necessita di un operatore	in termini di costi per il lavoro (controllo da remoto), la vending machine occupa poco spazio e può essere collocata in vari luoghi	prodotti ricercati e servizi alla vendita precisi, innovativi e versatili
Kaeser	Vendita	sensori, macchinari intelligenti, Big data	ha trasformato l'offerta di un bene in un servizio: vendono la quantità di aria che si necessita	per i clienti non c'è la necessità di investire in grandi e costosi macchinari, per l'azienda non vi sono downtime e sprechi	attrezzature innovative, dotate di sensori che generano Big data; servizi post vendita e manutenzione predittiva
Airbus	Produzione	sensori, robot, Big Data	tutti coloro che lavorano nell'azienda sanno dove si trova ciascun utensile, operaio, prodotto e i tempi di scadenza	in termini di tempo, di aerei più smart dotati anch'essi di tecnologie 4.0 al loro interno	i clienti riceveranno un servizio migliore in termini di sicurezza e minore rischio di danni al velivolo
Dallara	In tutto il processo (Integrated Supply Chain)	simulazione, sensori, stampa 3D, Big Data	possibilità di provare auto che ancora non esistono in qualsiasi contesto fisico e climatico, pezzi ad hoc in tempo reale	la simulazione riduce a zero i costi di sperimentazione e non sono vincolati a fornitori esterni per i pezzi che necessitano	auto sempre più innovative, maggiore sicurezza per il cliente e pezzi di ricambio sempre disponibili
Marchesini Group Spa	Produzione	Integra 320, Big Data	produzione altamente 4.0, innovativa, efficiente e rapida	non vengono prodotti farmaci errati (nella composizione o nella quantità), elemento molto importante nell'ambito farmaceutico	il cliente riceve farmaci di qualità, controllati e la possibilità per l'azienda di personalizzare la macchina
BMW Group	In tutto il processo (Integrated Supply Chain)	OPM, robot, AR, stampa 3D, Big Data	circolano informazioni tra aziende della stessa industry, la logistica e i trasporti vengono resi più efficienti	auto innovative e sicure, prodotte in base alle necessità del cliente	riduzione degli errori in fase di produzione, maggiore sicurezza nell'ambiente lavorativo

Fonte: rielaborazione propria.

In Kaeser è evidente come essa abbia rivoluzionato il modo di generare valore: sostengono di vendere “aria intelligente” (Kaeser, 2019), cioè pianificano, realizzano, gestiscono e ottimizzano l’aria che vendono in modo personalizzato e digitale.

Grazie a questo nuovo modello di business l’azienda vende un servizio e non più un prodotto, vende aria compressa in base alle necessità del cliente nel modo più flessibile di sempre; inoltre mette a disposizione ancora più intelligenti essendo dotati di sensori e costantemente monitorati.

Sono i servizi di qualità (PSS: Product service systems) che rendono i business model più fruttuosi (Gibbons, 2014): Kaeser pone il cliente al centro e si concentra sulla fornitura di soluzioni, non su semplici prodotti; questo nuovo modo di operare non solo assicura la posizione di mercato dell’azienda e la mantiene un passo avanti rispetto alle crescenti richieste dei clienti, ma migliora anche i margini e i ricavi, riducendo costi e sprechi.

Inoltre grazie all’IOT, Cloud e l’analisi dei Big Data, l’azienda fornisce un ottimo servizio post vendita grazie alla manutenzione predittiva che è verificabile in modo continuo essendo tutte le informazioni disponibili in tempo reale, sia al cliente che a Kaeser in sé.

Riprendendo il caso Airbus, possiamo osservare i diversi fattori che determinano il successo di tale valorizzazione aziendale, essi riguardano: l’allineamento dell’intero processo in base ai cambiamenti che si vogliono operare e alle linee che devono essere seguite; la radicale trasformazione del processo che crea un metodo più efficiente; l’implementazione accelerata della tecnologie abilitanti per garantire un time-to-value più rapido ed infine un programma di apprendimento e spiegazione per garantire che gli utenti chiave comprendano a pieno i benefici delle modifiche apportate. (PTC, 2015)

Con il caso Dallara abbiamo introdotto i concetti di Connected Product e Connected Factory (Bellini, 2017): in ambito di servizi ai clienti genera un valore importante il fatto di sapere sempre, in qualsiasi momento e in tempo reale, dove si trova il prodotto, anche se in fase di lavorazione durante il processo, ma soprattutto quali sono le aspettative o le richieste del cliente. Tutto ciò va ad influire sul modello di business dell’azienda che deve essere operativa e al passo col ritmo di richiesta: ogni fine settimana ci sono 300 vetture Dallara in gara in ogni parte del mondo che vanno rimesse in pista nel più breve tempo possibile a fronte di incidenti, quindi risulta chiaro che la fornitura di pezzi di ricambio genera un grande valore in termini di fatturato per l’azienda. (Bellini, 2017) È per questo che cambia il modo di progettare e organizzare il processo produttivo, si crea una maggiore integrazione di tutti gli attori della catena del valore, si parla di personalizzazione di massa ma anche di nuove competenze.

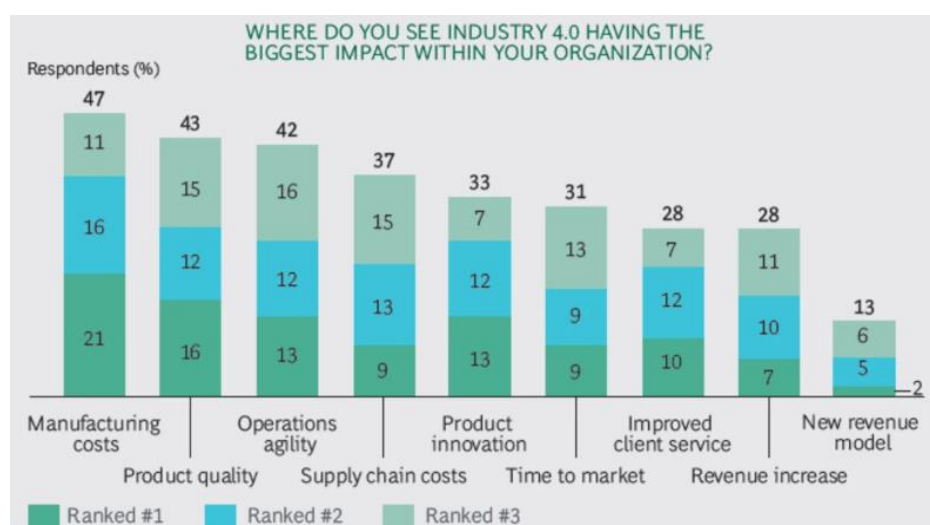
3.4. Benefici ed ostacoli dell'Industry 4.0

BCG ha intervistato 380 dirigenti di produzione (su una vasta gamma di aziende americane, in base a dimensioni e settori) in merito all'Industry 4.0 e alle sue conseguenze.

Come esposto nel grafico che segue (Figura 9), la maggior parte delle aziende riscontra benefici in ambito di riduzione dei costi di produzione (47%), miglioramento della qualità dei prodotti (43%) e dell'agilità del processo (42%); in misura minore osservano miglioramenti in merito all'aumento dei ricavi (28%) e di nuovi modelli di entrate (13%).

Figura 9: Indagine statistica in merito ai benefici dell'Industria 4.0 che si aspettano le aziende intervistate.

Fonte: Rose, 2016.



Come si può riscontrare dai casi aziendali analizzati precedentemente e anche da questa indagine (Rose, 2016), la maggior parte dei vantaggi delle DT investe la parte produttiva del processo. Infatti, abbiamo visto una frequente introduzione di Autonomous robots a supporto del lavoro umano: hanno generato miglioramenti dal punto di vista di una notevole riduzione dei costi di produzione, sia grazie alla manutenzione predittiva che evita fermi macchina sia grazie all'annullazione quasi totale di errori, che vengono verificati e corretti nell'immediato. Inoltre, la sicurezza degli operai è cresciuta in quanto i robot collaborativi supportano il lavoro compiendo le operazioni più faticose e pericolose, riducendo i costi per la manodopera o gli infortuni. I modelli di apprendimento stanno diventando sempre più intuitivi perciò permettono a qualsiasi tecnico o impiegato di "addestrare" un robot in poco tempo; in più, questi modelli consentono ai robot di rispondere a cambiamenti improvvisi, adattarsi agli stimoli e migliorarsi sempre di più dagli errori e dalle mansioni ripetitive che compiono. (Deloitte, 2019)

In ABB nel progetto di lean manufacturing, in dieci anni ha raddoppiato la produttività dello stabilimento, senza ridurre il personale, ma inserendo profili con competenze diverse e maggiormente qualificate. (Abb, 2019)

Dallara, con Cisco Spark, ha avviato un progetto di Smart Working che rispetta prima di tutto il tema della “Socialità tra le persone”: è importante la componente delle persone quanto quella degli strumenti che lavorano insieme ad esse, sapendo che dai dati si passa poi alle persone che li trasformano in informazioni e conoscenza, per permettere agli operatori stessi di prendere le migliori decisioni. (Dallara, 2017)

Grazie alla disponibilità di dati in tempo reale e alla loro tracciabilità è possibile fare previsioni di vendita e approvvigionamento in modo tale da ridurre lo stock in magazzino e quindi anche gli sprechi. La possibilità di controllare da remoto numerose operazioni, attraverso innovativi devices, fa sì che non sia necessaria la presenza fisica dell’operatore e rende molto più flessibile il layout di fabbrica.

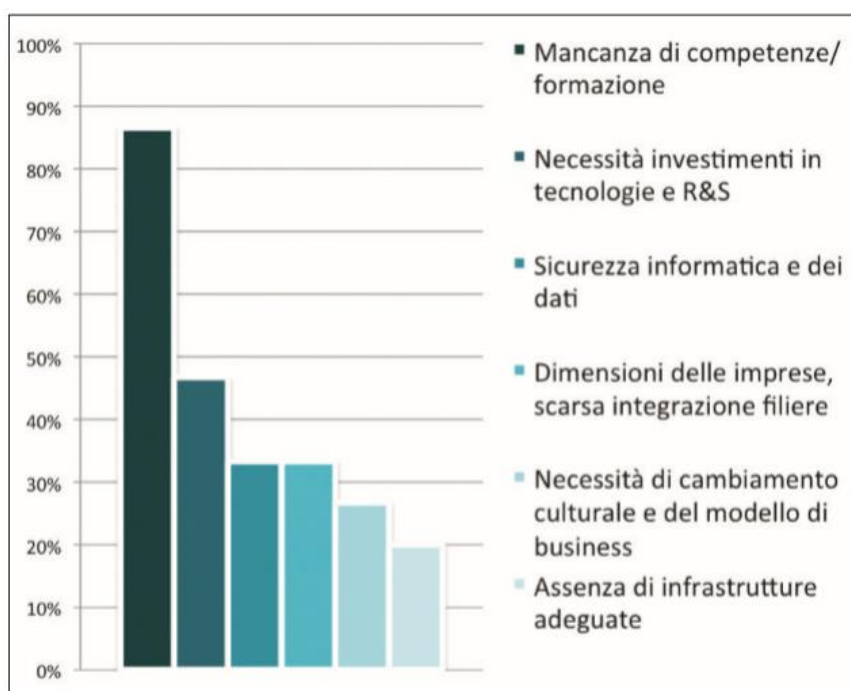
Per ciò che concerne la fase di vendita del prodotto finale, le tecnologie 4.0 hanno ridotto al minimo le attese in quanto il “time to market” è più veloce e rispondente alle aspettative del cliente, si parla infatti di “mass customization”, si mantiene la produzione in grandi quantità ma è personalizzata in base alle esigenze del cliente. (Bartodziej, 2017)

Grazie a queste innovazioni 4.0 e alle “tecnologie estroverse”, sono nati numerosi nuovi servizi soprattutto post vendita al cliente, come la manutenzione predittiva operabile direttamente dall’azienda che possiede il macchinario.

Nonostante i benefici della DT siano numerosi ed evidenti, non è altrettanto facile inserirsi in questo nuovo contesto 4.0 da parte di tutti i tipi di azienda: i maggiori ostacoli per raggiungere tale rivoluzionario paradigma e gli annessi vantaggi sono mostrati in figura (Figura 10).

Figura 10: Principali ostacoli all'immediata adozione e diffusione del paradigma 4.0.

Fonte: Franzoni e Zanardini, 2017.



Il problema maggiore (86%) è la mancanza di competenze adeguate e di un'opportuna formazione del personale, è per questo che nel Piano nazionale Industria 4.0 il governo ha deciso di supportare la spesa nella formazione del personale dipendente grazie a un credito d'imposta pari al 40%. (MiSE, 2019) Con il 47% segue la necessità di investimenti e poi la cybersecurity insieme alla scarsa integrazione delle aziende nella filiera (entrambi il 32%), queste ultime caratteristiche sono tra i fondamenti del 4.0, come abbiamo citato anche nel primo capitolo.

CONCLUSIONI

In conclusione del presente elaborato, possiamo affermare che il processo produttivo e l'economia si stanno rivolgendo sempre di più verso il nuovo paradigma 4.0, ma anche le persone stesse si stanno evolvendo, cambiando radicalmente il proprio modo di vivere. L'introduzione di queste emergenti tecnologie, che interessano non solo l'industria in senso stretto ma l'intera società, hanno pervaso il consueto modo di agire, dalla produzione al diretto utilizzo dei prodotti stessi.

La trasformazione digitale, come abbiamo visto anche nei casi aziendali presi in esame, è un processo ormai inevitabile per sopravvivere all'interno di questo nuovo contesto competitivo, soprattutto se l'adattarsi alla progressiva digitalizzazione viene ora visto come una tappa indispensabile per ogni azienda che voglia continuare a generare valore per sé e per l'economia. Conseguenza e obiettivo, di questa che ormai è stata definita come quarta rivoluzione industriale, è la connessione in rete di tutti i dispositivi, i macchinari e le persone per integrare dal principio alla fine tutti gli elementi del processo: queste innumerevoli connessioni in tempo reale rendono la Smart Factory molto più flessibile e la catena di distribuzione (supply chain) chiaramente più efficiente.

Abbiamo visto, inoltre, come queste nuove tecnologie abbiano introdotto prodotti più "intelligenti" e nuovi servizi di qualità, infatti, uno degli elementi caratterizzanti la DT è una particolare attenzione al cliente, si parla quindi di personalizzazione e mass customization.

Nonostante la digitalizzazione stia portando innumerevoli benefici, è altrettanto importante ricordare gli ostacoli che vanno superati per arrivare al modello di business 4.0: le difficoltà non sono poche e si presentano in diversi ambiti, ma anche il Governo si è reso conto del potenziale di questa rivoluzione ed è per questo che ha varato un "Piano nazionale Industria 4.0" che include una serie di misure in grado di favorire gli investimenti per l'innovazione e per la competitività.

Oltre ad una maggiore flessibilità, velocità, produttività e qualità dei prodotti e dei processi, l'implementazione dell'Industry 4.0 porta ad un radicale cambio di mentalità all'interno di ogni singola azienda ma anche in ogni individuo coinvolto⁶.

⁶ Conteggio parole dell'elaborato: 9758

BIBLIOGRAFIA

BARTODZIEJ C., 2017. The Concept Industry 4.0, An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics. Germany: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2017.

FRANK A., DALENOGARE L., AYALA N., 2019. Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, vol. 210 (2019), pag. 15–26.

FRANZONI L., ZANARDINI M., 2017. Industria 4.0 in Italia e nel mondo, i governi rilanciano il manifatturiero. *ESTE: rivista Sistemi&Impresa*, giugno 2017. Pag 68-72.

GIBBONS P., 2014. Kaeser Puts Customers First with Big Data and Real-Time Business. Stati Uniti: Bloomberg, Bloomberg Businessweek. Parte utilizzata: RESEARCH UPDATE, Real-Time Business Case Studies.

HENNING K., WOLF-DIETER L., WOLFGANG W., 2011. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4 Industriellen Revolution. Düsseldorf, Germania: Vdi nachrichten, Nr. 13-2011.

KLOPFER E SQUIRE, 2008. In: WU H.-K. et al., 2013. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, vol. 62 (2013), pag. 41–49.

KOTLER, et al., 2018. *Marketing per manager*. 2° ed. Milano-Torino: Pearson Italia. Pag. 217-218.

LAY G., SCHROETER M., BIEGE S., 2009. Service-based business concepts: A typology for business-to-business markets. *European Management Journal* (2009), vol. 27, pag. 442–455.

MULLER J., BULIGA O., VOIGT K., 2018. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 132 (2018), pag. 2–17.

WIRTZ J. e EHRET M., 2013. *Serving Customers: Global Services Marketing Perspectives*. Tilde University Press. Chapter 2: Service-based business models. Transforming businesses, industries and economies, pag. 28-46.

SITOGRAFIA

ASTONE F., 12 dicembre 2018. La Marzocco tra stampa 3D e Cisco Customer club. (videointervista a Guido Berardinelli). *Industria italiana* [online]. Disponibile su

<https://www.industriaitaliana.it/la-marzocco-tra-stampa-3d-e-cisco-customer-club/>>

[08/08/2019].

BACCHETTI A. e ZANARDINI M., 17 ottobre 2018. Additive manufacturing: cos'è e come funziona la manifattura additiva [online]. Disponibile su <https://www.internet4things.it/iot-library/che-cose-il-3d-printing-e-come-si-colloca-nellambito-industry-4-0-e-iiot/>>

[21/08/2019].

BCG, 2019. Digital Transformation [online]. Disponibile su <https://www.bcg.com/it-it/digital-bcg/digital-transformation/overview.aspx>> [11/08/2019]

BCG, 2019. Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth [online]. Disponibile su <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>> [11/08/2019]

BELLINI M., 2019. Cos'è l'IoT (Internet of Things): significato e genesi dell'“internet delle cose” [online]. Disponibile su <https://www.internet4things.it/iot-library/internet-of-things-gli-ambiti-applicativi-in-italia/>> [27/08/2019].

BELLINI M., 21 Novembre 2017. Impresa 4.0: la roadmap verso la connected factory di Dallara nella testimonianza di Andrea Pontremoli [online]. Disponibile su <https://www.impresa40.it/connected-factory-machine/impresa-4-0-la-roadmap-verso-leccellenza-di-dallara-nella-testimonianza-di-andrea-pontremoli/>> [12/08/2019].

BMW GROUP, 2 aprile 2019. (Figura 7) The BMW Group and Microsoft launch the Open Manufacturing Platform [online]. Disponibile su <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0294085EN/the-bmw-group-and-microsoft-launch-the-open-manufacturing-platform>> [16/08/2019].

BMW GROUP, 2 aprile 2019. The BMW Group and Microsoft launch the Open Manufacturing Platform [online]. Disponibile su <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0294085EN/the-bmw-group-and-microsoft-launch-the-open-manufacturing-platform>> [16/08/2019].

BMW GROUP, 2019. At the BMW Group, the future has already begun [online]. Disponibile su <https://www.bmwgroup.com/en/innovation/innovation%20-%20company/industrie-4-0.html>> [16/08/2019].

BONNEAU V., et al., 2017. Industry 4.0 in Aeronautics: IoT applications [online]. Disponibile su https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Aeronautics%20-%20IoT%20Applications%20v1.pdf> [12/08/2019].

CARBONE D., 2018. Integrazione verticale e orizzontale dei sistemi: cosa significa. NeXT [online]. Disponibile su <<https://mynext.it/2018/09/integrazione-verticale-e-orizzontale-dei-sistemi-cosa-significa/>> [28/07/2019].

CAVINA L., 10 aprile 2019. Dentro l'Industria 4.0. Un'intera linea robotizzata che taglia tempi e costi [online]. Corriere della sera: Corriere di Bologna [online]. Disponibile su <https://corrieredibologna.corriere.it/bologna/economia/19_aprile_10/dentro-l-industria-40un-intera-linea-robotizzata-che-taglia-tempi-costi-e036bdd6-5b68-11e9-9c30-3b23e59d03ab.shtml> [13/08/2019]

CISCO, 2019. What Is Cybersecurity? [online]. Disponibile su <<https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/what-is-cybersecurity.html>> [11/08/2019]

CISCO, 5 marzo 2018. L'esperienza digitale di 1177 - Eleven Seventyseven (video). Cisco. Disponibile su <https://www.youtube.com/watch?time_continue=18&v=LC2mOgZZWLM> [11/08/2019].

COLOMBO, 2 NOVEMBRE 2017. 1177, vending machine e umanoidi per rivoluzionare il Retail. Fabbrica del futuro [online], casa editrice: ESTE. Disponibile su <<https://www.fabbricafuturo.it/1177-vending-machine-umanoidi-rivoluzionare-retail/>> [11/08/2019].

DELOITTE, 2019. Using autonomous robots to drive supply chain innovation [online]. Disponibile su <<https://www2.deloitte.com/us/en/pages/manufacturing/articles/autonomous-robots-supply-chain-innovation.html>> [18/08/2019]

FABBRICA DEL FUTURO, 18 NOVEMBRE 2017. Industria 4.0, percorsi concreti per diventare un'impresa digitale. Fabbrica del futuro [online], casa editrice: ESTE. Disponibile su <<https://www.fabbricafuturo.it/industria-4-0-percorsi-concreti-diventare-unimpresa-digitale/>> [11/08/2019].

FIAM, 10 gennaio 2018. INDUSTRY 4.0: COSA SIGNIFICA ESSERE UNA SMART FACTORY? [online]. Disponibile su <<https://www.fiamgroup.com/it/fiam-industry-4-0-smart-factory/>> [11/08/2019]

FIERTLER G., 11 marzo 2019. Abb Dalmine: come funziona una fabbrica 4.0. Industria italiana [online]. Disponibile su <<https://www.industriaitaliana.it/abb-dalmine-come-funziona-una-fabbrica-4-0/>> [08/08/2019].

FIRPO S., MiSE, 2016 [immagine]. Piano nazionale Industria 4.0. La trasformazione digitale della manifattura: opportunità di crescita competitiva [online]. Disponibile su <http://www.researchers.polito.it/content/download/673/6370/file/Firpo%20Industria%204%200_PUBB.pdf> [04/08/2019].

HEWLETT PACKARD ENTERPRISE, 2017. Un fornitore di attrezzature pesanti impiega l'IoT per ridurre del 60% i downtime dei clienti [online]. Disponibile su <<https://assets.ext.hpe.com/is/content/hpedam/documents/a00001000-1999/a00001469/a00001469ite.pdf>> [12/08/2019].

IBM, 2019. Big data analytics [online]. Disponibile su <<https://www.ibm.com/analytics/hadoop/big-data-analytics>> [11/08/2019]

KAESER, 2019. Aria "intelligente" [online]. Disponibile su <<https://it.kaeser.com/impresa/su-di-noi/industrie-4-0-iiot/>> [12/08/2019].

KAESER, 2019. Show your true colours – choose KAESER and save [online]. Disponibile su <<https://www.kaeser.com/int-en/solutions/reference-projects/compressed-air-contracting-for-basf.aspx>> [12/08/2019].

MARCHESINI GROUP, 10 ottobre 2019. INTEGRA 320 “RELOADED” [online]. Disponibile su <<https://www.marchesini.com/news-media/news/news-detail/integra-320-reloaded/127b19a4dd5fcf1f4799b987e50f9deb/>> [13/08/2019]

MICROSOFT, 2019. Che cos'è il cloud? [online]. Disponibile su <<https://azure.microsoft.com/it-it/overview/what-is-the-cloud/>> [11/08/2019]

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO e MONITORAGGIO ECONOMIA E TERRITORIO, 2018. La diffusione delle imprese 4.0 e le politiche: evidenze 2017 [online]. Disponibile su <<https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Rapporto-MiSE-MetI40.pdf>> [08/08/2019]

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2018. La Commissione europea autorizza gli incentivi all'investimento in PMI innovative [online]. Disponibile su <<https://www.mise.gov.it/index.php/it/198-notizie-stampa/2038982-la-commissione-europea-autorizza-gli-incentivi-all-investimento-in-pmi-innovative>> [04/08/2019].

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2019. Piano nazionale Impresa 4.0, guida agli investimenti [online]. Disponibile su <https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/investimenti_impresa_40_ita.pdf> [04/08/2019].

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2019. Piano nazionale Industria 4.0 [online]. Disponibile su <https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/investimenti_impresa_40_ita.pdf> [18/08/2019].

MONKENBUSCH H., 6 marzo 2017. Airbus is evolving into a Factory 4.0 [online]. Hr40.digital: Airbus. Disponibile su <<https://www.hr40.digital/en/airbus-is-evolving-into-a-factory-4-0/>> [12/08/2019].

Pagine LinkedIn delle aziende analizzate disponibili su <<https://www.linkedin.com/>> [20/08/2019]

PTC, 2015. Airbus Case Study: Airbus Unit Leverages New Tools, Processes to Strengthen Market Leadership Position [online]. PTC Inc [online]. Disponibile su <<https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/Case-Studies/airbus-customer-story.pdf?la=en&hash=3D8F1763B24B4FD7F288B0CD5220BB24>> [18/08/2019].

ROSE J., et al., 8 dicembre 2016. Sprinting to Value in Industry 4.0 [online]. Boston Consulting Group. Disponibile su <<https://www.bcg.com/publications/2016/lean-manufacturing-technology-digital-sprinting-to-value-industry-40.aspx>> [16/08/2019].

SENATORE A., 3 Dicembre 2018. Bmw fa sempre più affidamento sulla digitalizzazione nella produzione di auto [online]. INVESTIREOGGI, quotidiano economico finanziario [online]. Disponibile su <<https://www.investireoggi.it/motori/bmw-fa-sempre-piu-affidamento-sulla-digitalizzazione-nella-produzione-di-auto/>> [16/08/2019].

SIEMENS, 2019. Additive Manufacturing in industrial use [online]. Disponibile su <<https://new.siemens.com/global/en/markets/machinebuilding/additivemanufacturing.html>> [11/08/2019]

Sito web Boston Consulting Group (BCG) disponibile su <<https://www.bcg.com/it-it/default.aspx>> [11/08/2019]

Sito web CISCO disponibile su <<https://www.cisco.com/>> [11/08/2019]

Sito web Confindustria disponibile su <<https://www.confindustria.it/home>> [11/08/2019]

Sito web Deloitte disponibile su <<https://www2.deloitte.com/it/it.html>> [11/08/2019]

Sito web di ABB disponibile su <<https://social.abb/website>> [20/08/2019]

Sito web di Airbus disponibile su <<http://www.airbus.com>> [20/08/2019]

Sito web di BMW Group disponibile su <<https://www.bmwgroup.com>> [20/08/2019]

Sito web di Dallara disponibile su <<http://www.dallara.it>> [20/08/2019]

Sito web di Ileana Spa disponibile su <<https://www.elevenseventyseven.com/>> [20/08/2019]

Sito web di Kaeser disponibile su <<https://www.kaeser.com/int-en/>> [20/08/2019]

Sito web di La Marzocco disponibile su <<http://www.lamarzocco.com>> [20/08/2019]

Sito web di Marchesini Group disponibile su <<http://www.marchesini.com>> [20/08/2019]

Sito web Fiam disponibile su <<https://www.fiamgroup.com/it/>> [11/08/2019]

Sito web IBM disponibile su <<https://www.ibm.com/it-it>> [11/08/2019]

Sito web Microsoft disponibile su <<https://www.microsoft.com/it-it/>> [11/08/2019]

Sito web SIEMENS disponibile su <<https://new.siemens.com/global/en.html>> [11/08/2019]

SOFTEC, 2019. Cisco con Softec racconta l'Artigiano 4.0 de La Marzocco [online].
Disponibile su <<https://www.softecspa.com/it/senza-categoria/cisco-softec-racconta-lartigiano-4-0-la-marzocco/>> [11/08/2019].