

Dipartimento di Impresa e Management
Cattedra di Economia e Gestione delle Imprese

L'Industria 4.0 e la Smart Factory sostenibile

RELATORE

Prof.ssa Maria Isabella Leone

CANDIDATO

Antonio Filannino

Matricola 214001

ANNO ACCADEMICO

2018 - 2019

Ringraziamenti

Ai miei genitori, a mia sorella, ai miei nonni e a tutta la mia famiglia intera, che mi sostiene ogni giorno per le difficoltà e le sfide che mi attendono, dandomi l'affetto, la forza e le opportunità per ambire sempre e comunque al meglio. Vi voglio bene.

Alla mia ragazza, che mi sopporta, mi supporta e resiste a qualsiasi scelta io faccia, toccando sempre le note giuste e dandomi tutto l'amore di cui ho bisogno.

Ai miei amici storici, che da anni sono al mio fianco, e su cui posso sempre contare in qualsiasi posto del mondo sia o siano, e per quanto a lungo io non possa vederli.

Ai miei amici di università, insieme ai quali sono cresciuto molto in questi tre anni, diventando piano piano la mia seconda famiglia. Sono sicuro di avere con voi un rapporto speciale che manterrò per tutta la vita.

A tutti coloro che mi stimano e mi vogliono bene. Se ho raggiunto questo piccolo traguardo è anche grazie a voi che, riconoscendomi stima, fiducia e affetto rendete la mia, una vita felice.

Indice

Introduzione.....	7
Capitolo 1: Industria 4.0.....	9
1.1 La Quarta Rivoluzione Industriale	9
1.1.1 Le rivoluzioni industriali.....	9
1.1.2 I risvolti sociali delle rivoluzioni.....	12
1.2 L’Industria 4.0 nel mondo: nuove politiche industriali.....	14
1.2.1 La strategia tedesca.....	15
1.2.2 La strategia cinese.....	16
1.2.3 La strategia italiana.....	19
1.2.4 La strategia coreana.....	21
1.2.5 La strategia americana.....	23
1.3 Le tecnologie dell’Industria 4.0	27
1.3.1 Internet of Things (IoT), CPS, Big Data, Cloud computing e Realtà Aumentata	27
1.3.2 La robotica e le tecnologie additive.....	30
1.3.3 Conseguenze applicative.....	32
1.3.4 I limiti delle tecnologie 4.0.....	36
Capitolo 2: La Smart Factory e il Lean Management	39
2.1 Il cambiamento verso la fabbrica intelligente	39
2.2 La Smart Factory	41
2.2.1 Definizione e aspetti teorici.....	41
2.2.2 La fabbrica digitale.....	45
2.2.3 Applicazione dei concetti dell’Industria 4.0 alla Smart Factory	47
2.2.4 Livelli di integrazione delle tecnologie 4.0 in una Smart Factory	52

2.2.5	Modello di implementazione della Smart Factory	56
2.3	Il Lean Management	58
2.3.1	Il Lean Thinking.....	58
2.3.2	Applicazione del Lean Thinking.....	61
2.3.3	Lean Industry 4.0	63
2.4	Il caso ZARA	66
Capitolo 3: La Smart Green Factory		69
3.1	L’impresa sostenibile 4.0	69
3.1.1	Lo sviluppo sostenibile e l’Industria 4.0.....	69
3.1.2	Economia circolare e nuove tecnologie	75
3.1.3	Modello di applicazione dei principi CE alla Smart Factory	79
3.1.4	Integrazione dell’impresa nel territorio.....	83
3.1.5	Approccio <i>lean</i> sulla Smart Green Factory	87
3.2	Casi di successo della “sostenibilità intelligente”	89
	Bioraffineria ENI, Porto Marghera (VE).....	90
	Amorim Cork S.p.a., Scomiglio (TV).....	92
	Irsap S.p.a., Arquà Polesine (RO).....	94
	Buzzi Unicem Italia, Fanna (PO).....	95
3.3	La Smart Green Factory è economicamente sostenibile e profittevole?	98
3.3.1	Successo, profitti e investimenti delle imprese green	98
Prospettive future e conclusione		104
Bibliografia		108
Sitografia		109

*“Se volete rendervi conto di quello che è la
rivoluzione, chiamatela Progresso; ma se volete
rendervi conto di quello che significa progresso,
chiamatelo Domani; ora, il Domani compie
irresistibilmente l'opera sua, e la comincia oggi,
arrivando sempre al suo scopo, nei modi più
strani.” (Victor Hugo)*

Introduzione

L'elaborato riflette su alcuni temi di fondamentale importanza e di recente interesse in campo economico, industriale e ambientale. Una nuova rivoluzione industriale è alle porte e imbattersi in un moderno approccio all'impresa che sostituisca le tecnologie, i processi, i modelli di business e la mentalità tradizionale sembra risultare indispensabile per poter sperare nel successo sul mercato futuro. Tale inedito approccio prende il nome di Industria 4.0, ossia una vera e propria programmazione al rinnovamento tecnico e tecnologico, che ha origine dall'interno dell'azienda stessa e da parte dei suoi amministratori, prima che da piani politici che possano crearne un ambiente adeguato alla crescita. La concretizzazione di questa visione industriale è conosciuta come Smart Factory, letteralmente una fabbrica intelligente in cui persone, macchinari e prodotti sono interconnessi tra loro, scambiandosi continuamente informazioni che permettono progressi continui ed un'efficienza crescente dei processi produttivi nell'orizzonte di un servizio al cliente, più rapido, qualitativamente migliore e meno costoso. Tutto ciò è possibile solo ed esclusivamente per mezzo dell'integrazione, nella fabbrica (digitale), di tecnologie abilitanti di nuova generazione, tra cui quelle relative a sistemi ciberfisici (CPS), all'Internet of Things (IoT), al cloud computing o a sistemi di Augmented-Reality (AR). È evidente come applicativi di questo tipo comportino, allo stesso tempo, delle ingenti spese, per le aziende che devono acquisirle, e una grande difficoltà per i manager nel prendere decisioni che ineriscano non solo alla stabilità finanziaria dell'impresa o ai risvolti occupazionali, ma anche ad un improvviso cambiamento delle abitudini produttive che hanno tenuto in piedi l'impresa sino a quel momento. Tuttavia, seppur gli ostacoli psicologici, prima che economici, talvolta immobilizzino gli investimenti di un'impresa, questo scritto si propone di dimostrare l'urgente necessità di innovazione con cui aziende italiane e internazionali hanno a che fare, e che potrebbe comportare un vantaggio competitivo senza eguali alle organizzazioni più virtuose in questo senso. Tale esigenza di rinnovamento si imbatte con un'ulteriore incombente occorrenza, ovvero quella della lotta agli sprechi e della sostenibilità ambientale. Il nostro pianeta soffre una crisi di consumi eccessivi, sia in termini di sovrabbondante utilizzo delle risorse naturali rimaste a disposizione, sia in termini di scarti di produzione, inefficienze produttive e costi superiori alle aspettative. Il ben noto modello di Lean Management aiuterebbe le imprese a ridurre tali sprechi e a concentrarsi sulla

vera origine del valore del prodotto o del servizio prestato. Un'analisi del flusso del valore di ciascuna produzione è indispensabile per comprendere quali processi, quali impieghi o quali operazioni sono utili o meno per approdare all'output pronto e finito. Su un altro versante, una progettazione (del prodotto) che rispetti l'ambiente è paradigmatica affinché quest'ultimo continui a vivere anche dopo il suo impiego. È il concetto di economia circolare a fare da padrone, secondo il precetto del *"make, use and recycle"* che prevede il recupero dei componenti di un prodotto usato e il loro riutilizzo in altre sedi. A tal proposito, sono stati proposti degli esempi tutti italiani di imprese all'avanguardia in questo senso, che fanno dell'applicazione dei precetti di economia circolare una sorta di servizio aggiuntivo, non tanto per lo specifico cliente, quanto per la comunità in cui risiedono. Al pari di questi casi di spicco, sono stati presentati una serie di modelli teorici, innanzitutto per applicare efficacemente i principi dell'Industria 4.0 nell'ambito di moderne Smart Factory, e successivamente per integrare tali applicazioni tecnologiche a dei sistemi di produzione "snelli" e che ottemperino all'urgenza di salvaguardia ambientale.

Capitolo 1: Industria 4.0

1.1 La Quarta Rivoluzione Industriale

1.1.1 Le rivoluzioni industriali

La storia è fatta di momenti cruciali, punti di non ritorno che hanno cambiato irreversibilmente il futuro di chi li ha vissuti e delle generazioni a venire. Nel mondo anglosassone, li chiamano *disruptive*, ossia letteralmente dirompenti perché capovolgono l'ordine delle cose e portano una ventata di aria nuova non solo all'interno del contesto economico, ma anche in quello sociale. In questo consistono le rivoluzioni. Dei punti sulla linea del tempo che hanno cambiato il corso degli eventi.

Il mondo industrializzato e moderno, come lo conosciamo oggi, ha vissuto negli ultimi trecento anni, tre momenti di assoluta natura “distruttiva”, e durante gli anni '10 e '20 del ventesimo secolo si è in procinto di viverne un quarto.

La prima rivoluzione industriale è iniziata a partire dal 1770 in Inghilterra, per poi diffondersi negli USA e in Europa nel diciannovesimo secolo. Precedentemente a quel periodo, i prodotti venivano realizzati in laboratori a conduzione familiare da artigiani e dai loro apprendisti. In particolar modo, il processo produttivo dell'industria tessile avveniva secondo il cosiddetto “sistema domestico”. I mercanti dopo essersi procurati le materie prime, impiegavano il lavoro dei contadini (e delle loro famiglie, donne e bambini compresi) nella lavorazione delle stessee, per poi rivendere il prodotto ad altri mercanti che utilizzavano il medesimo sistema per le successive fasi della filiera produttiva. L'elemento caratterizzante è che i processi produttivi erano svolti in casa e, solo dopo l'intuizione di riunirli all'interno di uno stesso luogo, nacque la “fabbrica” così come la conosciamo. Ogni processo era manuale e sfruttava esclusivamente la forza dell'uomo. Pertanto, l'introduzione del motore a vapore fornì una fonte di energia per meccanizzare la produzione, incrementando i volumi prodotti e fornendo posti di lavoro a milioni di persone che migrarono dalle fattorie rurali alle aree urbane. Un'invenzione chiave fu quella dell'acciaio, la quale consentì di costruire migliaia di chilometri di ferrovie e per la prima volta ridusse ad ore, o pochi giorni, degli spostamenti che prima necessitavano settimane o talvolta mesi di viaggio.

La seconda rivoluzione industriale, invece, ha avuto luogo a partire dal 1870 per poi estendersi ai primi decenni del ventesimo secolo. Gli USA sono stato il paese che ha trainato questa trasformazione tecnica, prima che economica. La svolta è stata apportata dal passaggio da un consumo di tipo elitario dei beni durevoli ad un consumo di massa. Invenzioni come le onde elettromagnetiche e l'elettricità hanno permesso la costruzione di macchine sempre più grandi ed efficienti, e i nuovi sistemi di comunicazione di massa hanno diffuso la conoscenza di prodotti che lentamente sono diventati accessibili anche a costi inferiori. Uno su tutti è l'automobile, il cui settore ha rappresentato il baluardo della nuova rivoluzione in atto. In particolar modo, il visionario Henry Ford ha messo in pratica i precetti di Frederick Taylor sull'utilizzo di componenti intercambiabili per produrre beni più complessi tramite l'uso di macchine utensili e rispettando tolleranze di lavorazione. La Ford T fu la prima automobile prodotta in serie che consentì, con lo sfruttamento di economie di scala, prezzi più competitivi e una maggiore domanda. I prodotti, in generale, diventarono standardizzati grazie alla divisione del lavoro nelle fabbriche e all'impiego di competenze specialistiche a basso costo unitario. Questa rivoluzione ha aperto il mercato dei beni durevoli alla classe media e ha migliorato in modo significativo gli standard di vita delle persone comuni.

La terza rivoluzione industriale, invece, viene convenzionalmente fatta risalire agli anni '70 del XX secolo e fa riferimento alle nuove tecnologie di elaborazione delle informazioni con effetti assai profondi sull'organizzazione e la qualità del lavoro in un gran numero di processi produttivi. L'informatica e la nascita dei computer hanno permesso l'automazione della produzione e del servizio. L'attività produttiva si è evoluta con l'ausilio di macchine programmabili per ottenere prodotti standardizzati con un certo grado di flessibilità nel sub-assemblaggio o nell'assemblaggio finale. Un'altra innovazione importante è l'introduzione della telematica. Questo campo, comprendente telecomunicazioni e media, si occupa della trasmissione dell'informazione a distanza tra due o più utenti rendendola il più possibile fruibile agli stessi. Grazie ai nuovi mezzi di comunicazione l'uomo comunica a distanza con e attraverso le macchine, e mediante un linguaggio digitale, abbattendo le frontiere e i limiti geografici alla trasmissione delle informazioni.

Per quanto riguarda il mercato del lavoro, i lavoratori sono lentamente passati dal settore manifatturiero al settore dei servizi. Basti pensare che nel 1979 gli occupati del

settore manifatturiero negli Stati Uniti erano 21 milioni, e tredici anni dopo sono diminuiti di tre milioni, con un tasso medio annuo di crescita del -1,2%; nello stesso periodo i lavoratori nel settore dei servizi (alle persone e informatici) sono aumentati del 9% annuo. Tale processo è conosciuto anche con il nome di “terziarizzazione”. Inoltre, la terza rivoluzione industriale ha inaugurato la globalizzazione. Il concetto di catena di fornitura manifatturiera non è più semplicemente un'integrazione verticale all'interno dell'azienda, ma è diventata un'integrazione virtuale in tutto il mondo. Il mercato è diventato globale, e allo stesso tempo il numero di imprese in competizione cresce sempre più aprendosi ad aziende provenienti da paesi in cui, solo pochi decenni fa, sarebbe stato impensabile. Questa rivoluzione ha favorito molte più persone rispetto alle precedenti due, in quanto ha “incluso” nel mondo cittadini di paesi che in passato erano rimasti ai margini dell'evoluzione tecnologica. La ricchezza è stata ridistribuita tra nazioni industrializzate, economie emergenti e paesi in via di sviluppo e una maggior fetta della popolazione ha iniziato ad avere accesso ai nuovi dispositivi d'informazione (cellulari, computer, televisione, ecc...).

Da qualche anno, tuttavia, i maggiori paesi industrializzati del mondo stanno cercando di delineare per le loro imprese un percorso di crescita che le porta ad investire in maniera sempre più intensiva nel campo dell'Information Technology. Il prospetto è quello di introdurre le tecnologie più avanzate in ambito tecnico, commerciale, di raccolta dati, di sicurezza e di controllo, in industrie che possano sfruttare al massimo non solo l'efficienza di tali innovazioni, ma anche seguire quello che è il trend generale che i consumatori assumono nelle loro scelte di consumo. Una delle più curiose tendenze a riguardo è proprio il passaggio dalla produzione di massa alla personalizzazione di massa. Il consumatore non cerca più il consumo di un prodotto qualsiasi purché abbia le caratteristiche richieste, ma è alla ricerca del “suo” prodotto, perfettamente aderente a quelle che sono le sue esigenze. Ecco allora che per cavalcare l'onda del mercato, il nuovo obiettivo è quello della cosiddetta “Industria 4.0”. Quest'ultima è focalizzata su un insieme di tecnologie abilitanti che, grazie a Internet, si aggregano in modo sistematico in nuovi paradigmi produttivi. Alcune delle applicazioni tecnologiche in questione sono l'Internet of Things (IoT), la Big Data Analytics, la Robotica collaborativa, l'Additive Manufacturing, il Cloud Computing, i Cyber-Physical Systems (CPS) e la Cyber-security. Dunque, risulta evidente che oggi si è

aperto un nuovo capitolo della storia tecnologico-evolutiva dell'uomo, il quale è destinato a convertire le nostre imprese, la nostra economia e probabilmente anche il nostro stile di vita. Questa trasformazione assume il nome di “Quarta Rivoluzione Industriale”.

1.1.2 I risvolti sociali delle rivoluzioni

Ogni rivoluzione industriale ha portato con sé radicali cambiamenti economici, ha aumentato la produttività delle imprese, la qualità dei loro prodotti e ha consentito all'uomo di non dover più dipendere dalla propria forza fisica. La prima rivoluzione industriale ha meccanizzato la produzione introducendo i motori a vapore, la seconda ha introdotto nuovi sistemi organizzativi del lavoro guidando i lavoratori a specializzarsi nei loro impieghi, la rivoluzione informatica ha annullato le distanze geografiche e ha messo a punto degli elaboratori automatici capaci di velocizzare e rendere più efficienti le mansioni umane. La quarta rivoluzione industriale permetterà di immagazzinare milioni di informazioni in più e di monitorare da remoto la produzione, nonché il prodotto e il suo utilizzo. Tuttavia, seppur le innovazioni tecniche sono sotto gli occhi di tutti, ciascuno di questi momenti storici nasconde degli importanti risvolti a livello sociale. La Quarta Rivoluzione industriale, iniziata da poco, è dunque prima di tutto una trasformazione a livello culturale, resa possibile dall'utilizzo planetario di Internet e dalla diffusione in tempo reale dell'informazione. È una rivoluzione pervasiva e ineludibile che si fonda sulla digitalizzazione e sull'innovazione continua. Basta osservare come ognuno di noi sia perennemente connesso al proprio cellulare, alla priorità che dà ai messaggi ricevuti e alla rilevanza che attribuisce ai social media. L'aspetto industriale, infatti, è quasi secondario ad una rivoluzione che viene dall'interno della società e dalle sue persuasive tendenze. Un esempio di ciò viene fornito anche da come si è sviluppata la seconda rivoluzione industriale. Come già è stato sottolineato, uno dei fenomeni caratteristici di questa è stato il consumo di massa. Quest'ultimo non è stato solo una peculiare conseguenza a livello sociale del cambiamento in corso, ma, al dire il vero, anche uno dei fenomeni scatenanti. È stato il gran numero di consumatori non serviti a spingere per una produzione più efficiente; è stato il maggior livello di occupazione a provocare la formazione di una classe media; è

stata la presenza di una classe media ad alimentare sempre più la domanda, in modo che beni, all'epoca destinati a pochi, fossero prodotti con le caratteristiche essenziali e a prezzi più accessibili. Pertanto, questo campione dimostra come le rivoluzioni industriali, al pari di quelle politiche, partano in primis dalla società e dai suoi bisogni.

Un altro aspetto considerevole delle rivoluzioni industriali riguarda la creazione di posti di lavoro. L'avvento di tutte le innovazioni tecnologiche nel mondo dell'industria hanno comportato dei cambiamenti nell'allocazione dei lavoratori all'interno dei tre settori dell'economia (primario, secondario e terziario) e la creazione di mestieri nuovi. Se la prima rivoluzione industriale ha concepito il concetto di "impresa", la rivoluzione informatica ha dato vita ad una tale quantità di nuovi prodotti e dispositivi elettronici da creare un fitto novero di nuove figure professionali. Peraltro, come è stato osservato, il numero di impiegati all'interno del settore dei servizi è aumentato enormemente nelle economie più evolute a partire dagli anni '70, tanto da prospettare nel futuro, a detta di alcuni, la totale scomparsa delle industrie manifatturiere. Ciò che è certo è che anche la neonata Quarta Rivoluzione sarà ed è già portatrice di novità in ambito occupazionale. I posti di lavoro del futuro, di fatti, sono sempre più orientati verso le attività di *data monitoring* o di *data analysis*, oppure nel campo della progettazione digitale di articoli che auspicabilmente nel futuro non saranno più prodotti in componenti assemblabili, ma direttamente attraverso stampanti tridimensionali che avranno come output immediatamente il prodotto finito. Circa tale argomento, uno studio del World Economic Forum riporta che il 65% dei bambini che cominciano oggi il proprio ciclo di studi è destinato a trovare un lavoro che oggi non esiste. Se tale ricerca dovesse soddisfare le sue aspettative, sarebbe sorprendente notare come nell'arco di 20 o 30 anni circa la metà dei mestieri più comuni saranno totalmente nuovi e ad oggi difficilmente prevedibili. Allo stesso tempo, sottolineo come il ricambio generazionale porterà, con molte probabilità, alla scomparsa di alcuni posti di lavoro, ma la velocità con cui potrebbe avvenire è paradigmatica nell'evidenziare come una rivoluzione industriale è prima di tutto una rivoluzione sociale.

Infine, la Quarta Rivoluzione industriale riguarda anche i modelli di business delle aziende che vanno adattati ai canoni della Smart Factory e ai principi della Circular Economy. È quindi il nodo della formazione delle competenze a riaffiorare con prepotenza. Nelle imprese del futuro "ci sarà bisogno di *Data scientists, Digital e Social*

Media specialists, e-Commerce managers, Chief Innovation Officers, e Security Officers" (Emanuele Madini, 2017)¹. I modelli di business sono destinati ad adattarsi alla sempre maggior importanza dei servizi post vendita e, in quanto tali, all'analisi e alla valutazione di feedback sul prodotto che proverranno direttamente dallo stesso, tramite la trasmissione di un notevole flusso di informazioni. Inoltre, le tendenze dei business model oggi più riusciti, si indirizzano sempre nella direzione di quelli che io chiamo "self economy", ossia una serie di servizi all'interno dei quali è il cliente a fornire la prestazione (del servizio) a sé stesso, a creare valore per sé stesso, mentre l'azienda non fa altro che rendere disponibili le risorse per la soddisfazione del bisogno. L'esempio più semplice, nonché maggiormente conosciuto, è quello del *car sharing*, il quale è diventato a tutti gli effetti un sostitutivo di taxi e trasporti pubblici. È il cliente che guida il veicolo e che quindi si "conduce" nello spazio, a differenza di qualsiasi altro mezzo pubblico o privato. Ecco allora che risulta evidente come, nel futuro, gli studenti del presente avranno il compito di trovare delle soluzioni sempre più innovative per assolvere alle esigenze di velocità e facilità di fruizione del servizio, e allo stesso tempo per scovare quei segmenti del mercato in cui potersi inserire, impersonando le figure professionali che le aziende richiederanno.

1.2 L'Industria 4.0 nel mondo: nuove politiche industriali

L'Industria 4.0 indica quel processo di digitalizzazione del settore manifatturiero che, rinnovando la catena del valore, cambierà e sta cambiando il modo di lavorare e la natura delle organizzazioni. Esso consiste nella prospettiva di allineare le nuove tecnologie e competenze manageriali in campo industriale a quella che è la realtà pratica di produzione all'interno dei vari paesi che la stanno perseguendo. Industria 4.0 può essere concepito come un passo verso la fatidica Quarta Rivoluzione industriale, portato avanti grazie alla digitalizzazione intelligente delle imprese e all'automazione dei processi della catena e della filiera produttiva. Includendo l'integrazione dei mondi di

¹ Emanuele Madini, direttore dell'Osservatorio HR Innovation Practice del Politecnico di Milano

produzione reali e virtuali, lavoratori, prodotti e impianti si fondono in un'unica connessione collaborativa che permette di ottimizzare il lavoro degli stessi.

L'espressione "Industry 4.0" nasce in Germania, nel 2011, alla Hannover Fair quando fu menzionato il modo con il quale le organizzazioni e le loro catene del valore globali sarebbero state rivoluzionate dall'arrivo dei nuovi concetti tecnologici che tendono a trasformare le industrie in fabbriche intelligenti. Questo richiamo ad un'imminente nuova rivoluzione industriale prevedeva, per il futuro, una completa integrazione tra virtualità e sistemi di produzione fisica non soltanto a livello locale, ma anche in termini globali nella cooperazione flessibile tra loro. Pertanto, una rottura con il passato di tale portata ha bisogno di un saldo e propositivo supporto dal punto di vista delle politiche nazionali. Ecco come risulta, allora, quasi sottinteso l'interventismo governativo di alcuni paesi (principalmente i più industrializzati) in questa direzione.

Per rendere più agevole il processo di trasformazione verso l'impresa intelligente, dunque, molti governi hanno lanciato piani politici specifici che prevedono interventi sia nel settore economico che in quello educativo. Uno su tutti, ha agito in maniera preventiva e lungimirante rispetto agli altri stati europei, già agli albori delle discussioni su eventuali moderne politiche industriali. Il governo tedesco, di fatti, nel 2013 ha reso pubblico il proprio piano strategico di medio periodo, denominato "Industrie 4.0".

1.2.1 La strategia tedesca

La Germania è una nazione rinomata a livello mondiale per il design e la qualità dei suoi prodotti. Sette, sono le aziende che possono essere considerate i motori e le principali fonti di reddito dell'economia tedesca. Tre di questi sette colossi sono dei leader mondiali nel campo dell'automotive: Volkswagen (la più grande società tedesca), Daimler e BMW. Conosciute e apprezzate in tutto il mondo per il design e la qualità dei propri prodotti, queste ultime conseguono annualmente ragguardevoli numeri in termini di esportazioni e presenza sui mercati globali. Volkswagen, legata alla General Motors Co. per le vendite in Cina, oggi è il secondo gruppo automobilistico più grande del mondo dopo il giapponese Toyota. BMW e Mercedes, invece, sono marchi all'avanguardia nel mercato delle auto di lusso. Oltre che nel settore automobilistico, la Germania possiede anche delle grandi multinazionali all'interno dell'industria elettronica e dell'automazione. Fondata nel 1847, Siemens è un conglomerato tedesco

che ha tra i suoi principali business quelli nei settori delle tecnologie, della mobilità e dei servizi. BASF è, invece, insieme all'azienda farmaceutica Bayer, un'altra grandissima società chimica con un fatturato annuo superiore agli \$ 80 miliardi. Nel settore finanziario, la Germania ha Deutsche Bank, la più grande banca in Europa e Allianz, una delle maggiori compagnie di assicurazioni del mondo, che inoltre fornisce anche servizi finanziari nella conduzione delle imprese nel mercato globale.

Il piano "Industrie 4.0" si concentra sul concetto di fabbrica intelligente e sistemi cibernetici (CPS) allo scopo dell'integrazione di tecnologie avanzate come l'automazione, lo scambio di dati di produzione, la stampa 3D, il Cloud Computing e l'IoT. Questo tipo di integrazione industriale include una vasta gamma di concetti di assoluta attualità tra cui sistemi cyber-fisici, intelligenza artificiale, auto-organizzazione decentralizzata, nuovi sistemi di distribuzione e approvvigionamento, sistemi di prodotti e servizi che saranno individualizzati, e programmi di Corporate Social Responsibility. Il concetto chiave di Industrie 4.0 è l'integrazione, intesa come integrazione del processo fisico di produzione base e dei software che lo controllano, integrazione tra le branche e le imprese e integrazione tra le imprese stesse. In questo senso, Industrie 4.0 può essere interpretato come un nuovo livello di organizzazione e controllo dell'intera catena del valore del ciclo di vita dei prodotti. Questo è, tuttavia, solo l'ennesimo esempio di strategia industriale di matrice tedesca in campo manifatturiero per competere nel nuovo "ring" della Quarta rivoluzione che si focalizza sull'integrazione industriale, la digitalizzazione delle industrie manifatturiere, sui Cyber-Physical Systems, sull'Internet of Things e l'intelligenza artificiale.

1.2.2 La strategia cinese

Se l'obiettivo della riforma economica cinese, iniziata nel 1978, era quello di sollevare centinaia di migliaia di persone dalla povertà, sicuramente questo è stato raggiunto. Dopo 30 anni di sviluppo economico impetuoso, la crescita produttiva della Cina è entrata in una nuova era. Nuove opportunità e sfide sono infatti emerse. Le risorse inizieranno a scarseggiare, i vincoli ambientali si intensificheranno, i costi del lavoro e dei materiali stanno aumentando, così come la responsabilità ambientale. Inoltre, il flusso di investimenti diretti esteri e la crescita delle esportazioni sono rallentati. Pertanto, in tale contesto, ripensare e pianificare la strategia di produzione è inevitabile.

In risposta alla recente ondata di reindustrializzazione globale e alla strategia high-tech tedesca "Industrie 4.0", il Consiglio di Stato cinese ha annunciato il piano "Made in China 2025" a maggio 2015. Quest'ultimo ha definito gli obiettivi strategici per lo sviluppo economico dei prossimi 10 anni dal 2016 al 2025. Il progetto è stato sviluppato congiuntamente dalla National Development and Reform Commission (NDRC) e dal Ministero della Scienza e della Tecnologia (MOST), con ulteriori input provenienti dal Ministero dell'Industria e dell'Information Technology (MIIT) e altri collegi elettorali.

Il piano "Made in China 2025" segnala l'intenzione della Cina di avviare una trasformazione industriale dalla produzione ad alta intensità di lavoro alla produzione ad alta intensità di conoscenza, e inaugurare una grande svolta strategica ad un'elevata velocità. "Made in China 2025" è il primo piano di un disegno politico "trifase" nella prospettiva di lungo periodo. Questo guiderà la Cina, dall'essere il più grande laboratorio di produzione del mondo, a diventare una potenza manifatturiera mondiale. Il piano si concentra sul miglioramento della qualità dei prodotti realizzati in Cina, sulla creazione di marchi propri cinesi, sulla costruzione di una solida capacità produttiva attraverso lo sviluppo di tecnologie avanzate all'avanguardia, la ricerca di nuovi materiali e la produzione di componenti chiave dei principali prodotti. Secondo il Consiglio di Stato della Repubblica popolare cinese (2017), dieci settori hanno ottenuto la priorità di sviluppo: informatico, macchine di controllo numerico di alta gamma e automazione, attrezzature aerospaziali e aeronautiche, attrezzature di ingegneria marittima e di fabbricazione di imbarcazioni ad alta tecnologia, attrezzature ferroviarie, veicoli per il risparmio energetico, materiale elettrico, nuovi materiali, biomedicina e apparecchiature mediche ad alte prestazioni.

Per citare solo alcuni numeri, entro la scadenza del piano l'82% delle imprese dovrà avere la connessione a banda ultra larga. La percentuale di spesa per ricerca e sviluppo dovrà passare dallo 0,95% del 2015 ad almeno l'1,68% del PIL. Inoltre, la Cina vuole diventare indipendente dalle importazioni in una serie di settori strategici per l'industria. Nel 2025, l'80% di componenti high-tech (come i semiconduttori), veicoli di nuova generazione (come le auto elettriche) e forniture per le energie rinnovabili dovranno essere, per l'appunto, "Made in China". I robot industriali prodotti internamente dovranno passare dal 50% del 2020 al 70% in cinque anni. Lo stesso per le

apparecchiature mediche più avanzate. Mentre la componentistica per robot dovrà arrivare all'80% entro il 2030.

Inoltre, è da ricordare che la Cina ha accumulato una ricca esperienza nell'attuazione di piani strategici a livello nazionale. Per esempio, già nel 1978 sperimentò l'attuazione di una riforma economica con la costruzione di una città pilota nella zona economica speciale di Shenzhen (SEZ). Tale area era caratterizzata da speciali sussidi e benefici fiscali per le imprese straniere in modo da attirare investimenti diretti esteri in Cina. Questo approccio è stato adottato anche per implementare "Made in China 2025". Infatti, Ningbo, una città portuale, è stata scelta per essere la prima città pilota ad accelerare la costruzione delle proprie infrastrutture industriali e manifatturiere, collaborare con i sistemi regionali di innovazione, i sistemi di addestramento del personale e i sistemi di supporto politico, per creare un ambiente ecologico sano e raggiungere diversità nello sviluppo. In seguito, una seconda serie di 20 o 30 città sarà selezionata per incrementare lo sviluppo del programma.

Al pari della Germania, anche la Repubblica popolare capeggiata da Xi Jinping vuole affrontare le nuove sfide che l'economia globale ci porrà davanti dal 2020 in poi. L'implementazione di comparti tecnologici come l'automazione nelle fabbriche e l'industria dei *collaborative robots* è condivisa da entrambi i piani. Al contempo, i due programmi insistono nell'evidenziare che queste nuove innovazioni hanno già comportato dei cambiamenti socio-economici nelle economie emergenti. La collaborazione tra imprese e università di paesi diversi, il valore legale dei brevetti e la ricerca e sviluppo (R&S), nelle nazioni avanzate e nelle economie emergenti, hanno avuto risultati positivi affinché le diverse conoscenze e competenze complementari di diversi paesi generino invenzioni più difficilmente realizzabili in un solo paese. Inoltre, la R & S collaborativa promuove la commercializzazione del prodotto a livello internazionale. Uno studio del 2017 sulla R&S internazionale ha analizzato il valore legale della ricerca e dello sviluppo collaborativo tra Cina e Giappone, Cina e Corea, Giappone e Taiwan, Giappone e Corea, Corea e Taiwan e ha concluso che questa, si ha generato una maggiore violazione dei brevetti cross-country, ma contemporaneamente un maggior numero di brevetti emessi.

Infine, mettendo a confronto i due piani, il principale scopo di Industrie 4.0 consiste nel migliorare il livello di organizzazione e controllo dell'intera catena del valore del ciclo di vita del prodotto, mentre "Made in China 2025" mira a passare dall'ormai ben noto e diffuso "Made in China" a "Designed-in-China" rendendo la produzione cinese forte e innovativa.

Dati	Germania	Cina
Dati di partenza	Aprile 2013	Maggio 2015
Scopo	Processi produttivi intelligenti, CPS ² , applicazioni dell'ICT ³ alla produzione	Dal "Made-in-China" al "Designed-in-China"; rafforzare l'industria manifatturiera cinese
PIL (2015)	\$ 3.363 miliardi	\$ 11.007 miliardi
Valore aggiunto dell'industria sul Pil	30,95 %	40,92 %
Variatione PIL 2007-2015	-2,22 %	+209,89 %
Punto di forza	Brand ben noti, ottima reputazione internazionale dei prodotti	Guida nell'innovazione, enfaticizzazione della qualità rispetto alla quantità, obiettivo di raggiungere uno sviluppo ecologico, ingenti risorse finanziarie, ottimizzazione della struttura dell'industria
Periodo di implementazione	10 – 15 anni	10 anni; esteso al 2049
Fasi di implementazione	Non chiare	3 fasi
Programma pilota	N/A	Ningbo sarà la prima città pilota

Tabella 1.1: Strategie tedesca e cinese a confronto ⁴

1.2.3 La strategia italiana

Anche l'Italia, seppur in leggero ritardo rispetto a stati come Cina o Germania, si aggiunge al novero dei paesi che hanno intrapreso un percorso di crescita industriale

² CPS, Cyber-Physical Systems

³ ICT, Information and Communication Technologies

⁴ Ling Li, 2018, *China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of "Made in China 2025" and "Industry 4.0"*, Old Dominion University, Norfolk, USA

attraverso la configurazione di piani politici volti all'innovazione tecnologica e alla modernizzazione del presente comparto industriale. Infatti, nonostante la terribile crisi economica e politica che l'affligge ormai da oltre 10 anni, lo "stivale" rimane la seconda economia industriale europea, realizzando circa il 12 – 13% della produzione industriale⁵ dell'Unione Europea a 28 stati. A tal proposito, nel 2016, l'allora ministro dello Sviluppo Economico Carlo Calenda, insieme ai ministri Pier Carlo Padoan, Giuliano Poletti e Valeria Fedeli, ha presentato il "Piano Industria 4.0". Tale programma, poi successivamente inserito nella Legge di Bilancio, costituisce il primo vero progetto nazionale di sviluppo economico degli ultimi vent'anni, che dovrebbe consentire alle imprese di riorganizzare i propri processi gestionali e produttivi, creando uno stretto collegamento tra clienti, fornitori e relazioni costruttive con università e centri di ricerca.

Tra gli obiettivi specifici del piano vi sono la diffusione della conoscenza delle tecnologie digitali, il supporto alle imprese nell'individuazione delle aree di intervento prioritarie, la creazione di strutture di supporto alla trasformazione digitale e la realizzazione di infrastrutture abilitanti come lo sviluppo del piano a banda ultra larga e del 5G. Il governo si propone di raggiungere questi ambiziosi traguardi principalmente attraverso l'arma della riduzione dell'onere fiscale. Infatti, due delle principali agevolazioni a riguardo sono l'Iper e il Superammortamento e il Credito d'Imposta in R&S. Il primo ha lo scopo di supportare e incentivare le imprese che investono in beni strumentali nuovi, in beni materiali e immateriali (come software o sistemi IT) funzionali alla trasformazione tecnologica e digitale dei processi produttivi.

L'iperammortamento si configura come una supervalutazione del 250% degli investimenti in beni materiali nuovi, dispositivi e tecnologie, volte alla trasformazione in chiave 4.0, acquistati o in leasing. Invece, il superammortamento consiste in una supervalutazione del 130% degli investimenti in beni strumentali nuovi acquistati o in leasing. Per chi beneficia dell'iperammortamento c'è, inoltre, la possibilità di fruire anche di una supervalutazione del 140% per gli investimenti in beni strumentali immateriali (software e sistemi IT). Per quanto riguarda il Credito d'Imposta in R&S, il governo dà la possibilità di usufruire di un credito del 50% sulle spese incrementalmente in

⁵ dati CNA, Confederazione Nazionale dell'Artigianato e della Piccola e Media Impresa

Ricerca e Sviluppo, riconosciuto fino a un massimo annuale di 20 milioni di €/anno per beneficiario e computato su una base fissa data dalla media delle spese in Ricerca e Sviluppo negli anni 2012-2014. Tale agevolazione si applica per le spese in R&S del quadriennio 2017 – 2020. Vorrei sottolineare che la totalità di questi sgravi è rivolta a tutti i soggetti titolari di reddito d'impresa con sede fiscale in Italia. Sempre nell'ambito delle agevolazioni fiscali, è stato introdotto anche il cosiddetto "Patent Box", ossia un regime opzionale di tassazione per i redditi derivanti dall'utilizzo di software protetto da copyright, di brevetti industriali, di disegni e modelli, nonché di processi, formule e informazioni relativi ad esperienze acquisite nel campo industriale, commerciale o scientifico giuridicamente tutelabili.

Ulteriori virtuose iniziative del governo italiano per stimolare la crescita e il rinnovamento tecnologico delle proprie imprese sono quelle che promuovono la costituzione dei Centri di Competenza ad Alta Specializzazione su tematiche Industria 4.0, nella forma del partenariato pubblico-privato. Questa proposta, rivolta ad operatori pubblici e privati (spesso imprese), è diretta a svolgere un'attività di orientamento e formazione ai lavoratori delle imprese nonché di supporto nell'attuazione di progetti di innovazione, ricerca industriale e sviluppo sperimentale finalizzati alla realizzazione, in particolare delle PMI, di nuovi prodotti, processi o servizi (o al loro miglioramento) tramite tecnologie avanzate in ambito Industria 4.0. Infine, un'ultima importante proposta, nata nel 2019, fa capo al Fondo Nazionale Innovazione, ossia un fondo di Venture Capital del valore di € 1 miliardo, gestito da Cassa Depositi e Prestiti, che tramite investimenti diretti e indiretti in minoranze qualificate nel capitale di start-up e PMI innovative, potrà supportare le eccellenze italiane nel campo dell'innovazione e del rinnovamento tecnologico rilanciando le imprese italiane in vista dell'ormai sempre più agguerrita competizione internazionale sul mercato.

1.2.4 La strategia coreana

Diversamente dalla maggior parte dei paesi più industrializzati del mondo, la Corea del Sud ha messo a punto una strategia economico-politica inedita ed esemplare. Questa è indirizzata non soltanto ad incentivare le imprese coreane ad operare un rinnovamento di tipo tecnologico di impianti, processi produttivi e competenze tecniche e manageriali,

ma è piuttosto un piano di sviluppo che vede il tema della sostenibilità al centro dello stesso. Infatti, nell'agosto del 2008, l'ormai ex presidente coreano Lee Myung-bak ha commissionato al proprio governo la realizzazione di un disegno politico conosciuto come la "Green Growth Strategy". Questo era un progetto quinquennale che dal 2009 al 2013 avrebbe avuto lo scopo di far ripartire l'economia coreana dopo la terribile crisi che si è abbattuta a livello mondiale. Il Green New Deal (altro appellativo con cui il piano è noto) è stato uno strumento espansionistico assemblato rapidamente per la costruzione di infrastrutture nell'ambito dei trasporti, dell'edificazione di *green buildings*, sistemi di conservazione dell'acqua e altri progetti, tramite una spesa pubblica di 50 trilioni di won (corrispondenti a circa \$ 50 miliardi) assegnati per tutta la durata del programma. Quasi il 20% dei fondi stanziati sono già stati erogati nel 2009, assicurando che la Corea fosse risparmiata dai peggiori effetti della crisi, registrando una rapida ripresa. Tuttavia, successivamente questo iniziale piano di intervento di "Green Growth Strategy" è stato incorporato all'interno di un nuovo e più ampio progetto economico detto "Five Year Plan for Green Growth". Questa più strutturata iniziativa di crescita sostenibile è stata concepita a causa dei preoccupanti dati in materia ambientale. Infatti, la Corea del Sud è fortemente dipendente dalle importazioni di combustibili fossili; le energie rinnovabili rappresentavano, nel 2009, solo l'1,4% degli input energetici e il paese dipende da molte industrie ad alta intensità di carbonio come l'acciaio, l'industria automobilistica, la costruzione navale, petrolchimica e del cemento. Dunque, in vista di ciò, il governo ha optato per una strategia di lungo termine (piano esteso anche al 2020 e estendibile al 2050) che possa migliorare le performance del paese sia a livello ambientale che, chiaramente, a livello industriale. Il "Five Year Plan for Green Growth" è incentrato su tre obiettivi chiave: la transizione verso una società a basse emissioni di carbonio con sicurezza energetica; la costruzione di nuovi motori "verdi" per la crescita industriale; e una migliore qualità della vita per i cittadini. Questi sono poi tradotti in dieci obiettivi (noti come "GG ⁶Agenda") che hanno fornito un piano per le azioni del governo volte a spingere l'economia coreana. Tra di questi spiccano soprattutto l'aumento della sicurezza energetica (con un obiettivo di indipendenza energetica del 100% entro il 2050), sviluppo di tecnologie green (gli investimenti in *green tech* devono raggiungere il 25% del totale della spesa in R&S

⁶ GG, Green Growth

entro il 2020), la promozione del consumo e dello stile di vita “green” (tramite etichette ecosostenibili e che indichino le emissioni di carbonio del prodotto), la costruzione di un’economia di supporto “green” (finanza “green”). Proprio a proposito dell’ultimo punto, la Corea ha voluto inserire nel suo piano d’azione la necessità della Green Economy di essere sostenuta finanziariamente da un sistema virtuoso di Green Finance. Per esempio, La Korea Finance Corporation, un’agenzia di promozione della Green Finance istituita nel 2009, ha svolto la sua attività attraverso la creazione di una serie di "fondi verdi" finanziati da emissioni obbligazionarie, destinando tali risorse alle PMI per lo sviluppo di progetti sostenibili approvati. Un primo "fondo verde" del valore di 50 miliardi di won coreani (circa \$ 50 milioni) è stato lanciato nel luglio 2010, per poi espandersi fino al doppio dell’importo (circa \$ 100 milioni) nel 2011. La Korea Finance Corporation è costituita da un’ampia serie di istituzioni finanziarie designate ad accelerare la transizione alla Green Economy nel paese. Inoltre, l’approccio coreano consiste nell’emissione di titoli di debito sovrano nel mercato interno come fonte di finanziamento di questi "fondi verdi" che vengono poi gestiti per conto dell’organizzazione primaria (ad esempio il KoFC⁷) e utilizzati per fornire credito alle piccole e medie imprese impegnate in progetti verdi.

Risulta evidente, pertanto come la sostenibilità non sia altro che un passo parallelo allo sviluppo industriale, specialmente nel conteso sociale del XI secolo. Quello che spesso i governi dimenticano è che le risorse del nostro pianeta si stanno esaurendo e, dunque, delle politiche responsabili di una crescita tollerabile anche a livello ambientale è indispensabile al fine di garantire la lungimiranza di questi progetti. A tal proposito, la Corea del Sud si pone come un paese all’avanguardia in questa direzione proprio per le sue scelte politiche, orientate ad uno spiccato senso civico, prima che indirizzato al profitto economico.

1.2.5 La strategia americana

Anche gli Stati Uniti, come gli altri grandi paesi industrializzati del mondo, hanno definito una linea di sviluppo per la propria economia. Quest’ultima non costituisce un vero e proprio piano strategico, ma piuttosto delle iniziative prese dalle precedenti

⁷ KoFC, Korea Finance Corporation

amministrazioni nella transizione verso le nuove prospettive industriali e manifatturiere del paese.

Nel 2011, infatti, il presidente Barack Obama ha annunciato la costituzione dell'“Advanced Manufacturing Partnership” (AMP), uno report nazionale che vede le industrie, le università e il governo federale come protagoniste per investire nelle tecnologie emergenti che creeranno posti di lavoro per individui altamente qualificati e miglioreranno la competitività globale statunitense. Lo sviluppo del programma AMP è stato stabilito dal President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST), che ha pubblicato un rapporto intitolato “Ensuring Leadership in Advanced Manufacturing”. Il rapporto del PCAST oltre che a contenere le modalità di attuazione della partnership tra governo, industria e università, offre le opportunità, per la politica federale, di accelerare lo sviluppo del settore manifatturiero in modo da identificare le sfide più urgenti e le opportunità di miglioramento di tecnologie, processi e prodotti nelle industrie manifatturiere. Sulla base delle esigenze politiche e dei bisogni economici degli Stati Uniti (come le prospettive di sicurezza economica e nazionale), il comitato direttivo AMP ha dato vita ad un rapporto definitivo, denominato “Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing”, e che verrà adottato dal PCAST. Il rapporto contiene 16 raccomandazioni fondamentali che rientrano in tre aree chiave: rendere possibile e facilitare l'innovazione, assicurare la “conduzione” del talento e migliorare il clima aziendale.

Queste tre aree delineano un percorso chiaro, da parte del governo, per sostenere la produzione manifatturiera con il fine di mantenere le industrie e il sistema produttivo americano al passo con i tempi. Innanzitutto, la prima area chiave riflette quella che è sempre stata la forte cultura dell'innovazione negli Stati Uniti. Storicamente, numerosi principi e idee innovative sono stati seminati nelle aziende americane da cittadini comuni. Principalmente, questa volontà di dare impulso all'innovazione nasce dalla necessità di fornire i mezzi adeguati allo sviluppo di grandi idee da adattare rapidamente alla produzione. Tale rapidità è imprescindibile all'interno dell'odierna realtà economica, in cui nuovi prodotti vengono concepiti di continuo e che dunque, per essere competitivi, devono approdare sul mercato il più velocemente possibile. La seconda area chiave, invece, ha lo scopo di assicurare la “conduzione” del talento. Con questo termine, si intende propriamente il paradigmatico ruolo di guida che hanno le politiche e

le direttive governative nel permettere ai giovani talentuosi, in qualsiasi campo, di poter esprimere al massimo le proprie potenzialità. Questo problema fa riferimento anche allo sviluppo della forza lavoro per i bisogni della prossima generazione. Ecco che allora al fine di consentire una più rapida implementazione di nuove idee tecniche o stilistiche di produzione, è necessario predisporre di una base di lavoratori ben istruita, competente e flessibile nello sviluppo di nuovi concetti e idee a partire dalle tecnologie meno recenti. Il processo, chiaramente, richiede un miglioramento della formazione non solo dei futuri lavoratori, ma anche di quelli attuali. Questi ultimi, di fatti, rimarranno nel mondo del lavoro ancora per decenni e, senza un aggiornamento continuo, i settori produttivi di specializzazione possono rapidamente diventare obsoleti in un ambiente tecnologico in perenne evoluzione. Inoltre, il ritmo con cui la tecnologia si rinnova sta accelerando, evidenziando ulteriormente la necessità di un apprendimento flessibile e aggiornato. Infine, l'ultima area chiave, evidenziata dal rapporto del PCAST, riguarda il miglioramento del clima imprenditoriale, ossia di quello che circonda le imprese. Tale area affronta, quindi, questioni come le riforma fiscali, l'ottimizzazione della politica normativa, il miglioramento delle politiche commerciali e l'aggiornamento delle politiche energetiche.

Sulla base dei risultati dell'AMP, la Casa Bianca ha annunciato una seconda “Advanced Manufacturing Partnership” (AMP2.0), pubblicando un rapporto finale dal titolo “Accelerating US Advanced Manufacturing”, che è stato adottato da PCAST e trasmesso al presidente Obama. Il rapporto ha presentato una serie di misure aggiuntive che il governo federale ha potuto adottare per migliorare le capacità produttiva di prodotti tecnologicamente avanzati da parte degli Stati Uniti. Sottolineo che molte di queste iniziative sono legate all'avanzamento dei concetti nell'Industria 4.0, sfruttandoli per rafforzare e permettere la crescita del settore manifatturiero statunitense. A tal proposito, citiamo la principale misura presa dal governo, ossia la Rete Nazionale per l'Innovazione Manifatturiera. Infatti, il presidente Obama ha proposto di costruire la “National Network for Manufacturing Innovation” (NNMI), costituita da *hub* regionali che accelereranno lo sviluppo e l'adozione di tecnologie di produzione all'avanguardia per realizzare nuovi prodotti competitivi a livello globale. Tra il 2013 e il 2014, gli Usa hanno agito per far partire la costruzione della rete lanciando quattro centri di innovazione e avviandone la creazione di altri quattro. Il Presidente ha chiesto al

Congresso di autorizzare un investimento da \$ 1 miliardo (da abbinare a fondi privati e non federali) per creare una rete iniziale di 15 IMI⁸, che però dovrà comprenderne 45 entro 10 anni. Nel novero di questi istituti un esempio, tra quelli proposti, è l'“America Makes - National Additive Manufacturing Innovation Institute”, la cui missione è quella di “accelerare l'adozione di tecnologie di produzione additiva e stampa 3D nel settore manifatturiero statunitense e aumentare la competitività manifatturiera nazionale”⁹.

Inoltre, abbiamo il “Digital Manufacturing & Design Innovation Institute” (DMDII), la cui missione è “stabilire un terreno di prova all'avanguardia per la produzione e la progettazione digitale che colleghi strumenti IT, standard, modelli, sensori, controlli, pratiche e competenze, e trasferisce questi strumenti nella base industriale di progettazione e produzione degli Stati Uniti per applicazioni su vasta scala”¹⁰.

L'“American Lightweight Materials Manufacturing Innovation Institute” (ALMMII) è invece un istituto la cui missione è quella di “fornire un focus nazionale sull'espansione della competitività e dell'innovazione facilitando la transizione delle capacità avanzate di produzione di metalli leggeri e moderni”¹¹. Il “Next Generation Power Electronics Manufacturing Innovation Institute”, invece è “focalizzato sull'abilitazione della prossima generazione di chip e dispositivi elettronici ad alta potenza ed efficienza energetica, rendendo le tecnologie a banda larga a semiconduttore competitive rispetto all'attuale elettronica basata sul silicio. Questi miglioramenti renderanno i dispositivi elettronici come motori, elettronica di consumo e dispositivi, che supportano la rete elettrica, più veloci, più piccoli e più efficienti”¹².

Da queste iniziative, è evidente come anche gli Stati Uniti abbiamo svolto un'attenta pianificazione di politiche governative affinché i nuovi orizzonti tecnologici non siano solo delle prospettive lontane e inafferrabili, ma delle realtà che trovano origine proprio dalla lungimiranza politica dei governi presenti.

⁸ IMI, Innovation Manufacturing Institute

⁹ <https://americamakes.us/>

¹⁰ <http://dmdii.uilabs.org/>

¹¹ <http://almmii.org/>

¹² <http://www.ncsu.edu/power/>

1.3 Le tecnologie dell'Industria 4.0

Il concetto di Industria 4.0 trova le sue fondamenta su sistemi di produzione guidati dall'Information Technology (IT). Si tratta di una combinazione di fabbriche, prodotti intelligenti e dell'Internet of Things, che mira a fornire informazioni in tempo reale sulla produzione, sulle macchine e sui componenti del flusso produttivo, integrando queste informazioni per aiutare i manager a prendere decisioni, monitorare le prestazioni e tracciare componenti e prodotti. Dunque, l'applicazione delle tecnologie dell'Industria 4.0 necessita e, allo stesso tempo, consente il monitoraggio e il controllo in tempo reale di importanti parametri di produzione. Tra questi ritroviamo lo stato della produzione, il consumo energetico, il flusso di materiali, gli ordini dei clienti e i dati dei fornitori. Inoltre, le nuove tecnologie facilitano le relazioni e la comunicazione con i clienti grazie alla connettività tra il consumatore e i prodotti; di conseguenza, in questo modo le aziende sono in grado di sviluppare prodotti che ne soddisfano le reali esigenze.

Appare evidente, allora, che le tecnologie che caratterizzano l'industria intelligente sono essenziali affinché quest'ultima possa soddisfare le aspettative e raggiungere gli obiettivi per la quale è stata creata. Queste ultime, infatti, hanno fondamentalmente il compito di aumentare l'efficienza con cui le imprese di nuova generazione operano in un mercato sempre più rivolto ad una maggiore personalizzazione del prodotto. Pertanto, risulta indispensabile approfondire quali sono le tecnologie che meglio rappresentano questo nuovo concetto di impresa, e soprattutto a quale scopo vengono utilizzate all'interno del processo produttivo.

1.3.1 Internet of Things (IoT), CPS, Big Data, Cloud computing e Realtà Aumentata

Internet of Things (IoT) è un'espressione coniata negli ultimi anni che si riferisce a quei dispositivi elettronici come smartphone, tablet, macchine, mezzi di trasporto e internet, che, attraverso codici di identificazione unici, consentono agli oggetti di comunicare tra loro. Ogni oggetto ha la sua identità virtuale ed è capace di interagire all'interno della rete con qualsiasi elemento della stessa. Tramite l'IoT, i sistemi informatici possono essere collegati a società e individui, consentendo l'interoperabilità con essi. Di conseguenza, la raccolta e la condivisione dei dati in tempo reale possono verificarsi

dovunque e a qualsiasi distanza le parti siano tra loro. Lo scambio di informazioni fra le cose genera, difatti, un'azione congiunta che, tramite l'interconnettività, può essere utilizzata per svolgere determinati compiti aumentando l'efficienza di un'organizzazione. A tal proposito, l'utilizzo dei fatidici “*Big Data*” risulta paradigmatico per un'azienda che si propone di trarre valore dalle opportunità tecnologiche del momento. L'espressione fa riferimento all'insieme di informazioni relative al sistema azienda, inteso come un patrimonio di dati talmente grande da rendere necessario l'utilizzo di adeguate tecnologie e strumenti per poterlo sfruttare. Consiste in una raccolta molto estesa in termini di volume, velocità e varietà che, se adeguatamente adoperati, possono fornire un vero e proprio vantaggio competitivo. I *Big Data* sono utilizzati al fine di implementare il prodotto e migliorare le previsioni della domanda nelle catene di fornitura. Inoltre, grazie ad essi, saranno disponibili maggiori notizie sulle emissioni e i consumi conseguiti nella produzione di un output, e per le aziende sarà possibile anche attuare politiche produttive *green*, in modo da salvaguardare l'ambiente (oltre che i costi). Tale maniera di interpretare i dati è conosciuta anche come *Big Data Analytics*, ossia l'insieme delle nuove modalità di analisi ed elaborazione con tecnologie di calcolo ad elevate prestazioni.

Una mole di informazioni di questo tipo, tuttavia, necessita di essere monitorata continuamente, e, pertanto, disporre di apparecchiature adeguate all'archiviazione e alla condivisione dei dati in tutto il contesto produttivo è indispensabile al fine di ottimizzare il loro utilizzo. In questo senso, sovengono in soccorso i sistemi di *cloud computing*. Con tale termine si intendono propriamente una serie di tecnologie che permettono di elaborare, archiviare e memorizzare dati, grazie all'utilizzo di una piattaforma online che si poggia sulle strutture hardware della compagnia. Questo costituisce un modello di business in cui l'utente ha la possibilità di avvalersi del servizio pagando una tariffa periodica. Quando si parla di servizi cloud ci si riferisce a dei server, ossia computer molto potenti, pilotati da un software che ne mette a disposizione le capacità di calcolo e di memorizzazione. In genere, le informazioni vengono dislocate in una grande quantità di periferiche in modo da poter curarne meglio l'immagazzinamento e, allo stesso tempo, assicurarne la conservazione. Infatti, le infrastrutture di *cloud computing* sono dei grandi data center che consentono all'utilizzatore di poter disporre dei propri dati e accedere ai propri servizi applicativi da

qualsiasi luogo e in qualunque momento. Lo sfruttamento delle economie di scala nell'installazione dei server ottimizzano gli oneri per i fornitori del servizio e assicurano una gestione professionale dei database ai clienti, con notevoli vantaggi in termini di backup dei dati, ripristino di emergenza e mantenimento della continuità aziendale. Inoltre, i servizi cloud sono del tutto self-service; ciò significa che l'utente ne può usufruire autonomamente, senza l'intervento dei gestori dell'infrastruttura o dei service providers.

Chiaramente, la fabbrica intelligente deve essere in grado non solo di archiviare e sfruttare al meglio le informazioni, ma anche di recuperarle in maniera efficace all'interno e all'esterno dello stabilimento. In questo senso, strumenti di ricezione di ultima generazione sono alla base di tale attività. Questi ultimi non sono altro che sensori di modeste dimensioni che recepiscono e inviano i dati al cloud. Dispositivi del genere sono fortemente impiegati nelle grandi industrie di tutto il mondo. Basti pensare che, nel 2015, il mercato dei sensori ha fatturato \$ 4,5 miliardi nel mondo e ne è prevista una crescita di circa il 7,5% all'anno fino al 2021¹³. Nonostante ciò, il reale obiettivo è quello di creare dei veri e propri Cyber-Physical Systems (CPS). Un sistema cyber-fisico consiste in un insieme di componenti fisici che dispongono di una propria immagine virtuale e che sono interconnessi ai fini dell'interazione tra loro. È un sistema autonomo, intercomunicante e intelligente che facilita la comunicazione tra oggetti e persone. Fondamentalmente, gli elementi indispensabili dei sistemi cyber-fisici sono tre: sensori, attuatori e intelligenza decentralizzata, basata su un microprocessore. Con l'aiuto dei sensori, il CPS rileva la sua situazione all'interno dell'ambiente in cui opera. I sensori ottici di una macchina, per esempio, possono fornire informazioni sulle tipologie e sui pezzi da lavorare. Gli attuatori servono a svolgere un'azione, come l'accensione di una macchina o l'azionamento di un braccio meccanico. L'intelligenza decentrata valuta le informazioni dei sensori e, in base a queste, prende delle decisioni che comunica agli attuatori. Di solito, inoltre, i CPS supportano in maniera ottimale il cosiddetto *condition monitoring* (monitoraggio a distanza), attraverso la tecnologia wireless, e sono alimentati da delle batterie incorporate. Quindi, pur avendo delle similitudini con i sistemi IoT, con cui condividono l'impiego di sensori, a differenza di

¹³ Fonte dati, Giovanni Atti, 2018, *La Quarta Rivoluzione Industriale: verso la Supply Chain digitale*, Associazione Italiana Acquisti e Supply Management, edito da Franco Angeli s.r.l., Milano

questi, l'ampiezza delle reti all'interno delle quali operano i CPS è quasi sempre concentrata a livello locale e, pertanto, non è sempre necessaria una connessione a internet. Delle alternative all'uso dei sensori sono le etichette di identificazione a radiofrequenza (RFID), codici QR, chip, software e codici a barre. Questi potranno permettere di riconoscere i prodotti da remoto non solo attraverso i computer, ma anche direttamente da smartphone e tablet in modo da tenere sotto controllo ogni singolo dato utile.

Infine, tornando alla creazione di un vero proprio sistema virtuale al di sopra di quello fisico, possiamo considerare le tecnologie di "*Augmented-Reality*" (AR) un'assoluta evoluzione dei sistemi IoT e CPS per le imprese più innovative. Entrando stabilmente tra le tecnologie più interessanti degli ultimi anni, la realtà aumentata è un sistema di grafica interattiva che permette di intervenire su un'immagine, modificando la realtà con l'aggiunta, in tempo reale, di contenuti e animazioni virtuali. Più semplicemente, consiste nell'arricchimento della percezione visiva e acustica di un'immagine mediante informazioni, dati e suoni convogliati per guidare l'utente in attività specifiche. Per la precisione, la differenza tra realtà virtuale e realtà aumentata è che, nel primo caso, ci si trova ad osservare su uno schermo la proiezione di una realtà totalmente fittizia, mentre nel secondo lo schermo proietta delle immagini o delle superfici reali integrate da contenuti digitali in sovraimpressione. Dunque, l'AR può essere uno strumento di notevole utilizzo in svariati campi, dall'architettura alla *game industry*, dalla chirurgia alle industrie manifatturiere. Solitamente, questa viene creata attraverso l'utilizzo di occhiali, che impiegano telecamere per catturare immagini reali e a cui viene sovrapposta la realtà aumentata tramite gli *head-mounted displays*, maggiormente usati per delle simulazioni, oppure attraverso delle lenti a contatto di recente sviluppo.

1.3.2 La robotica e le tecnologie additive

La robotica è un campo della scienza piuttosto antico. È stato Leonardo da Vinci ad inventare il primo robot nel 1495. I suoi appunti, ritrovati negli anni '50, rivelano la progettazione di un'armatura di forma umana che era capace di muovere gli arti, la testa e la mascella. Chiaramente, al di là del genio fiorentino, i robot e le loro capacità sono stati implementati maggiormente da trent'anni a questa parte, e sembra che finalmente oggi abbiano trovato il loro slancio definitivo.

Il robot è un dispositivo guidato da un elaboratore che svolge in modo autonomo e automatico compiti in sostituzione dell'uomo. Possiamo distinguere i robot in due categorie: i robot industriali e i robot di servizio. I primi si definiscono come dei "manipolatori multifunzionali che possono essere controllati automaticamente con almeno tre assi programmabili, fissi sul posto o mobili, destinati ad essere utilizzati in applicazioni di automazione industriale" (normativa ISO:8373, 1994). I secondi, invece, costituiscono dei dispositivi di tipo collaborativo (detti anche "cobot") che hanno lo scopo di assistere l'uomo, accompagnarlo, ed eventualmente accudirlo. Nati per svolgere semplici attività, i robot oggi sono concepiti per pensare, tramite l'installazione di sistemi di intelligenza artificiale. Tale intelligenza è definita "debole" se dipende da un software, concepito per un problema e un ambito specifico. È detta "forte", al contrario, se il dispositivo è capace di azioni e abilità flessibili, come quelle umane.

Negli ultimi anni, i passi da gigante fatti nel campo della robotica hanno condotto alla realizzazione di infrastrutture tecnico-informatiche sempre più precise e, allo stesso tempo sempre più complesse. La specializzazione e la velocità con cui i robot oggi riescono non solo a svolgere moltissime attività manuali umane, ma anche a riprodurre la realtà da semplici progetti è a dir poco straordinaria. Pertanto, non sorprende che una di quelle che può essere considerata un'applicazione evoluta della robotica prenda il nome di "stampante tridimensionale". A tal proposito, la manifattura additiva è una tecnologia digitale che consente di realizzare oggetti tridimensionali attraverso il progressivo deposito di strati materiali, e non per asportazione di truciolo come avviene per le tradizionali macchine utensili. Dal punto di vista tecnologico, questa è un'invenzione degli anni '80, anche se i suoi ambiti di utilizzo si sono ampliati solo negli ultimi anni proprio grazie alla possibilità di stampare oggetti di dimensioni maggiori e impiegando una gamma di materiali molto più vasta. Infatti, la stampa 3D permette di produrre parti di prodotti senza la necessità di acquisire e fare uso di strumenti specializzati. Servendosi dell'aiuto di software per il disegno industriale digitale, l'oggetto viene prima disegnato nei minimi dettagli al computer e poi, una volta pronto, viene stampato. In genere, dunque, si distinguono tre fasi nel processo di manifattura additiva: la modellazione, lo *slicing* e la stampa. La modellazione consiste

appunto nella definizione in CAD¹⁴ dell'oggetto. Lo *slicing* è la fase di suddivisione del modello virtuale in strati orizzontali che la stampante potrà creare in successione e che vengono poi realizzati uno sopra l'altro per deposizione di materiale. In questo modo si realizza un file che è compatibile con la stampante 3D scelta. Infine, vi è la fase di stampa, ossia di esecuzione.

La tecnologia additiva è oggi considerata una delle innovazioni potenzialmente più rivoluzionare di sempre nel campo della manifattura. Quest'ultima consente di produrre oggetti con forme geometriche anche molto complesse in un pezzo unico, più leggero e senza spreco di materie prime. Ciò non solo risolve problemi di progettazione della componentistica del prodotto, ma offre alle imprese l'opportunità di personalizzarlo al massimo, così come richiesto dal cliente. I costi marginali della *customization* con stampa 3D sono infimi, se comparati a quelli che sosterebbe un'industria manifatturiera tradizionale, la quale, tramite questa tecnologia, ha la possibilità di realizzare anche prototipi senza predisporre di attrezzature specifiche.

1.3.3 Conseguenze applicative

Le tecnologie del nuovo modello di Industria 4.0 sono, dunque, delle realtà applicative finalizzate fondamentalmente a tre obiettivi. Il primo consiste nel maggiore controllo dei processi produttivi e della catena di creazione del valore per il cliente. La qualità del prodotto o del servizio, infatti, è assicurata dalla costante attività di monitoraggio che viene messa in atto tramite introduzioni innovative come la realtà aumentata o i sistemi cyber-fisici (CPS). Questi ultimi, in particolare, oltre che a salvaguardare l'efficiente svolgimento dei processi, si occupano anche della raccolta dati e, in concomitanza con tecnologie come l'IoT e il Cloud Computing, permettono di raggiungere anche quello che è stato individuato come il secondo importante obiettivo, ossia la disposizione di un'informazione completa sul prodotto. La piena conoscenza del prodotto è indispensabile per un'azienda che vuole proporlo sul mercato con attività di marketing o che vuole prolungare il più possibile il suo ciclo di vita con miglioramenti, nuove uscite e campagne promozionali. Infine, le nuove tecnologie sono quelle che in primis creano valore per il cliente in termini di maggiore qualità, velocità ed efficienza del servizio

¹⁴ CAD, Computer Aided Drafting, ossia il settore dell'informatica volto all'utilizzo di tecnologie software e specificamente della computer grafica per supportare l'attività di disegno tecnico (*drafting*).

(terzo obiettivo). Questo non è assolutamente un aspetto da sottovalutare in quanto molto spesso le aziende di maggior successo sul mercato non sono quelle con il miglior prodotto o con quello meno costoso, piuttosto sono quelle più veloci ed efficienti nella soddisfazione dei bisogni.

Ognuna delle tecnologie che potenzialmente proprie del concetto di Industria 4.0 comportano delle conseguenze applicative peculiari. Pertanto, nell'ambito di una Smart Factory, attrezzature e *assets* produttivi è come se creassero una rete di connessioni che si trova al di sopra del semplice piano materiale, dando origine ad una fabbrica, per l'appunto, nella forma di un *alter ego* digitale che fornisce informazioni e indicazioni per eseguire determinate attività. Tali informazioni sono somministrate sia all'interno che all'esterno dell'azienda, dall'operatore al manager o dall'operatore direttamente a clienti e fornitori. Un esempio pratico di come questo si realizza consiste soprattutto nell'applicazione della realtà aumentata. In genere, le principali aree aziendali che si servono di questa tecnologia sono il marketing, la logistica, il controllo qualità, la manutenzione e il supporto. Nella funzione marketing, la AR consente la presentazione di oggetti in modalità interattive. Ad esempio, IKEA ha realizzato un nuovo catalogo sul quale visualizzare il prodotto selezionato direttamente all'interno della propria stanza tramite smartphone e tablet. Per quanto riguarda la logistica, si potrebbero ottimizzare le attività di gestione del magazzino. Considerando che questa assorbe circa il 7-10% dei costi di un'impresa, renderla più efficiente comporterebbe un grosso risparmio di risorse. Con la realtà aumentata si potrebbe guidare i magazzinieri verso gli scaffali dove si trovano i prodotti (soprattutto in magazzini molto grandi) per mezzo di frecce e indicatori virtuali. DHL, con un progetto pilota di questo tipo, ha aumentato l'efficienza del processo di *picking*¹⁵ del 25% e ha azzerato gli errori. Circa il controllo qualità, buona parte di ispezioni e controlli può essere svolta tramite occhiali in cui il controllore ha a disposizione tutte le informazioni relative alle grandezze da controllare e alle misure attese. Microsoft e l'università di Cambridge hanno lanciato un progetto per rilevare il grado di deperimento dei ponti e dei viadotti senza inviare dei tecnici sul posto. In aggiunta, anche l'area della manutenzione e del supporto può beneficiare dei numerosi vantaggi della realtà aumentata. Questi ultimi sono il supporto da remoto, la

¹⁵ Attività di prelievo dal magazzino di singoli componenti o prodotti finiti

riduzione dei tempi esecutivi, la maggior affidabilità dell'intervento e la possibilità di utilizzare anche operatori con poca esperienza. Con i dispositivi AR è possibile visionare materiali e cantieri direttamente dalla scrivania. Alcune case automobilistiche stanno sperimentando occhiali predisposti per attività di manutenzione che guidano l'operatore-cliente a trovare l'origine del problema ed una soluzione ad esso attraverso istruzioni visive e linee guida.

Tuttavia, non è da escludere come risultati di simile portata possano essere raggiunti anche attraverso vie diverse, come lo sfruttamento dei sistemi CPS o tramite le funzionalità dell'IoT. Infatti, come abbiamo visto, la raccolta di una grande mole di dati può essere utilizzata per prevenire eventuali anomalie nei processi, misurarne le performance e svolgere la manutenzione degli *assets* aziendali anche da remoto. Ad esempio, l'implementazione di un sistema cyber-fisico può essere impiegato per creare uno "scaffale intelligente" che, nel momento in cui è vuoto, ha dei sensori che inviano direttamente la richiesta di fornitura di ulteriori pezzi al magazzino o all'operatore. Lo stesso discorso vale per il monitoraggio di "oggetti intelligenti" dell'Internet of Things che vengono controllati tramite lo smartphone. Questi ultimi includono:

- *Self care devices*, con il monitoraggio dei parametri fisiologici associati alla salute della persona
- Case, con elettrodomestici autonomi e autoadattivi
- Attività ripetitive della catena del valore, con l'ottimizzazione dell'efficienza operativa
- Veicoli, con il monitoraggio dei consumi e delle risorse energetiche, manutenzione da remoto e autopilota
- Città, dando così vita ad un sistema di trasporti pubblici intelligenti, o un sistema di controllo continuo del traffico, o della qualità ambientale e delle infrastrutture

Inoltre, sulla base dei feedback dei consumatori è possibile migliorare il prodotto più facilmente e adattarlo a quelle che sono le loro esigenze. Aziende, prodotti e clienti sono sempre più connessi e informati. Milioni di persone ogni giorno sono collegate ai social networks, immettendo una quantità di informazioni, come likes, recensioni e commenti, che costituiscono una preziosa misura dell'immagine di un prodotto o di un marchio sul mercato. Ecco che allora per esse si profila in particolar modo la prospettiva di sfruttare

le analisi predittive, svolte dai *Big Data*, per formulare un piano d'azione strategico sul mercato.

Un altro punto di forza di raccogliere dati consiste nella possibilità di poterne disporre in ogni momento, se salvati su un cloud. Essendo le “nuvole informatiche” eterogeneamente efficienti, ossia potendovi accedere in qualsiasi luogo e tramite dispositivi di diversa natura (smartphone, tablet, pc...), gli utenti possono godere di un'estrema flessibilità nel loro utilizzo, nonché dei notevoli risparmi in termini di costi e affidabilità rispetto ad archivi privati. Perciò, tale applicativo è profittevole, sia per le sue funzionalità nel campo dell'e-commerce, sia in campo manifatturiero in cui dati di progettazione, simulazione, produzione o assemblaggio possono essere inviati, anche a distanza, direttamente ai macchinari.

Infine, la maneggevolezza dei dati e delle piattaforme cloud fa sì che i manager o gli operatori delle imprese digitali, in virtù dell'interconnessione uomo-macchina, possano in un solo click dare avvio alla produzione se questa avviene attraverso robot o tramite tecnologie additive. Le bozze e i progetti digitali, collegati ad un sistema di stampanti in tre dimensioni, mettono a disposizione dell'impresa uno strumento dal valore inestimabile sia ai fini della personalizzazione del prodotto per il cliente, sia allo scopo di creare output dal numero di componenti irrisorio rispetto ad un progetto tradizionale. Proprio per merito di questi vantaggi, la risposta che il settore manifatturiero sta dando all'introduzione delle stampanti 3D a livello industriale è di assoluto favore. Infatti, nonostante sia una tecnologia ancora in fase di implementazione, molte grandi imprese hanno deciso di adottarla. Sono soprattutto il settore dell'automotive e quello aeronautico a fornire i dati più convincenti. Per esempio, General Electric Aviation ha progettato il nuovo motore Advanced Turbopop in 12 parti stampate tridimensionalmente contro le 855 prodotte in maniera convenzionale. Parallelamente, HP ha annunciato, nel gennaio del 2018, una nuova soluzione di stampa 3D che consente ai clienti di produrre in massa pezzi con la tecnologia Multi Jet Fusion ad un costo inferiore del 65% rispetto agli altri processi. Pertanto, appare evidente come la tecnologia additiva non solo sia già impiegata con successo, ma abbia ancora ampi margini di miglioramento. Tale strumento è molto conveniente, ad esempio, per produrre elementi di prodotti con caratteristiche tecniche più complesse, nonché superiori in qualità, rispetto a quelli ottenibili con processi tradizionali, e potrebbe avere

successo anche in produzioni di precisione, tra cui quella delle protesi ortopediche o della componentistica per auto e moto da competizione.

Sulla stessa lunghezza d'onda si pongono i riscontri provenienti, più in generale, dalle applicazioni nel campo della robotica. Infatti, secondo uno studio del McKinsey Global Institute del 2017 i robot, proprio in virtù delle performance (eccessivamente) positive che hanno ottenuto durante le loro neo introduzioni industriali, hanno sostituito e sostituiranno l'uomo nello svolgere attività fisiche prevedibili per l'81% dei casi, nell'elaborazione dati per il 69% dei casi e nella raccolta dati per il 64% dei casi. Tali strumentazioni, difatti, possono potenzialmente soddisfare i più svariati usi: dalla diagnostica ad interventi chirurgici molto complessi, dall'assistenza agli anziani al disinnesco di mine e ispezioni dei territori, dall'essere utilizzati per la pulizia della casa a scopi di formazione o addestramento. I settori industriali in cui, al giorno d'oggi, sono maggiormente impiegati sono quello automobilistico (35%), dell'elettronica (31%), metallurgico (9%), della chimica, gomma e plastica (7%) e alimentare (5%). Questi risultati non nascondono, in effetti, che siamo entrati in un'epoca in cui macchine e apparecchiature hanno raggiunto un livello di efficienza tecnico a dir poco strabiliante. In pochi anni, potranno essere installate ovunque, persino nel corpo umano, e i robot diventeranno assistenti dell'uomo, oltre che co-lavoratori. L'Italia, nel 2016, si è posizionata al sesto posto tra i paesi che hanno investito maggiormente nella robotica, con una spesa complessiva di circa 700 milioni di euro. Il trend è, dunque, positivo, ma alcune nazioni nel mondo sono ancora molto avanti in termini di avanzamento tecnologico delle loro imprese in questo campo. Una su tutte, il Giappone, che è il principale produttore e utilizzatore di robot al mondo, seguito da Cina, Stati Uniti e Germania per spese d'investimento in robotica. L'Italia, in quanto economia fortemente manifatturiera, può fare ancora molto in questo senso; deve salire sulla cresta dell'onda permettendo alle proprie piccole e medie imprese di aumentare la propria produttività ed efficienza, pur mantenendo la loro flessibilità e la capacità di adattarsi al mercato, che le hanno rese competitive negli anni.

1.3.4 I limiti delle tecnologie 4.0

Nella descrizione delle più importanti e innovative tecnologie applicative che le imprese possono fare proprie dal modello di Industria 4.0, si è evidenziato come queste

apportino numerosi vantaggi e benefici in termini di produttività, efficienza e rapidità nelle scelte e nell'approdo sul mercato. Tuttavia, nonostante l'indiscusso valore aggiunto che un rinnovamento tecnologico comporta, è doveroso dover evidenziare eventuali limiti e aspetti negativi che possano essere controproducenti ad un'efficace impiego di tali risorse. Ad esempio, la continua interconnessione dei dispositivi mobili e l'estenuante reperimento e utilizzo di informazioni necessita, oltre che di infrastrutture pubbliche che assicurino una rete internet a banda ultra larga, ormai piuttosto comune nei paesi industrializzati, anche una serie di investimenti che l'impresa deve ponderare nel campo della sicurezza informatica. La tutela dei dati personali e le nuove normative di tutela della privacy hanno recentemente arrecato, presso numerose aziende in tutto il mondo, l'obbligo di pubblicare prospetti informativi o modifiche in materia di condizioni generali di contratto. Risulta evidente, pertanto, che la messa in moto di una macchina burocratica e legale simile comporta ingenti spese per l'impresa, le quali non devono assolutamente essere trascurate nel computo delle strategie d'investimento. Inoltre, in riferimento ai servizi cloud sarebbe buon costume valutare che problemi di sicurezza informatica da parte del fruitore, seppur altamente improbabili, potrebbero pregiudicare la segretezza delle informazioni raccolte dall'impresa, rischio al quale si espongono specialmente le imprese più grandi e che operano in mercati altamente competitivi.

In aggiunta, in riferimento principalmente all'interpretazione dei Big Data e all'implementazione delle tecnologie di realtà aumentata, un enorme limite consiste nell'ancora notevole carenza di risorse umane competenti. In merito ai primi, infatti, affinché le informazioni possano essere adoperate in maniera proficua, è richiesto che l'azienda si doti di risorse umane capaci di leggere, gestire e trarre delle conclusioni operative dai dati. Quindi, se da un lato questi offrono grandi potenzialità di sviluppo, dall'altro procurano oneri (di assunzione) che non tutte le aziende possono permettersi. Circa l'utilizzo di applicazioni AR, invece, l'im maturità del settore costituisce il principale ostacolo per le organizzazioni che cercano di reperire personale o consulenze di esperti in questo campo. Di conseguenza, tale impiego costituirà in futuro un possibile spunto per delle floride carriere.

Per quanto riguarda la robotica, un vantaggio-svantaggio dell'utilizzo dei robot consiste nel loro notevole risparmio di energie e costi di produzione. Questo aspetto se

costituisce un pro per le imprese in termini di competitività, allo stesso tempo comporterà la scomparsa di innumerevoli posti di lavoro a basso valore aggiunto, e dunque probabilmente anche eventuali problemi sindacali. Volkswagen, per esempio, nel suo vasto progetto su larga scala di progressiva sostituzione di alcune categorie di lavoratori con i robot, ha stimato che il costo atteso dei robot è di € 3-6 all'ora contro il costo dell'uomo pari a € 40 all'ora. Questa evidente disparità potrebbe purtroppo condurre alla perdita di molti posti di lavoro a basso valore aggiunto (tendenzialmente molto ripetitivi), ma contemporaneamente alla generazione di nuovi mestieri nell'ambito del controllo e della manutenzione. Sull'altro versante, in riferimento ai costi totali di produrre tramite il processo di stampa 3D, da un lato consente una drastica riduzione dell'impiego di materie prime, ma dall'altro il costo unitario delle stesse è significativamente più elevato. Difatti, i vari materiali che possono essere utilizzati per stampare in tre dimensioni, come vari polimeri della plastica o metalli, devono essere inseriti nella stampante sotto forma di polveri, resine o filamenti. La loro sintetizzazione in questo stato è, purtroppo, ancora molto costosa. Si pensi che nel caso del titanio, passiamo da circa 90 €/kg per i lingotti a circa 190 €/kg per le polveri¹⁶. Altri limiti riferiti a questa tecnologia riguardano la competizione dei prodotti sul mercato, in quanto la diffusione di questo modello di produzione può enfatizzare i rischi di contraffazione del prodotto e, di conseguenza, generare altri oneri dovuti alla brevettazione o alla registrazione di nuovi marchi.

¹⁶ dati dello Studio Manifattura Additiva del Centro Studi Confindustria

Capitolo 2: La Smart Factory e il Lean

Management

2.1 Il cambiamento verso la fabbrica intelligente

Da qualche anno siamo entrati nell'era digitale: macchine con macchine, macchine con persone e persone con prodotti. Siamo sempre meno vicini e sempre più connessi. È l'era degli smartphone, dei tablet e della rivoluzione digitale. Gli uomini sono sempre più in contatto tra loro, che siano fisicamente vicini oppure no. Allo stesso tempo, non solo la società si sta adeguando alla nuova invasione di tecnologie, ma lo sta facendo anche il mondo dell'industria, il quale, celato dietro i propri risultati, è la prima fonte di innovazione radicata nella nostra vita di tutti i giorni. A tal proposito, le fabbriche sono passate dall'essere il luogo in cui gli uomini davano vita ai prodotti letteralmente con la propria "forza lavoro", ad essere quello in cui gli uomini, seppur ancora per poco, ordinano alle macchine come svolgere tali mansioni. Tuttavia, la visione proposta dai nuovi concetti di Industria 4.0 va oltre il semplice "comando", ma piuttosto è diretta all'"auto-comando" da parte delle stesse macchine, che sempre più rapidamente stanno occupando il posto dell'uomo. Queste ultime sono destinate ad essere parte di un sistema organizzato ed interconnesso, dove ognuna comunica con l'altra e ognuna conosce i bisogni, i problemi e le performance dell'altra. In sostanza, è un po' come se ci trovassimo in una vera e propria piccola comunità, all'interno della quale ciascun componente ha una propria maniera di agire, lavorare e, auspicabilmente, pensare.

Il tema dell'intelligenza artificiale è molto delicato. Le odierne tecnologie e i moderni prototipi ormai permettono di costruire delle macchine pensanti a tutti gli effetti. Non solo automobili, treni o aerei senza pilota, le quali rappresentano sicuramente le applicazioni, ad oggi, più concrete, ma anche stampe industriali, imbustatrici e macchine utensili. È possibile installare un nuovo "cervello" ad ogni singolo strumento applicativo, sia esso nella forma di una vera e propria capacità computazionale, tale da essere paragonata ad un'intelligenza, sia esso in maniera indiretta attraverso la connessione e la risposta in tempo reale al mondo circostante, con decisioni prese da un operatore tramite un sistema di controllo centrale. Questo tipo di tecnologie possono comportare importanti risvolti pratici nel processo produttivo di un'impresa. Partendo dalla riduzione dei costi di produzione, i vantaggi possono estendersi alla disponibilità di un gran numero di informazioni su prodotti e processi, al continuo feedback da parte di prodotti e

utilizzatori per un miglioramento costante dell'output, all'ottenimento di visibilità sul mercato in tempo reale e ad un'utopistica interconnessione tra le aziende della medesima filiera produttiva. Inoltre, captando l'innovazione dall'esterno, le imprese possono sviluppare, arricchire contenuti e realizzare prodotti e servizi su misura in poche settimane. La Smart Factory è un processo in cui ricerca e produzione possono essere delegati a specialisti interconnessi e la gestione dell'Information Technology diventa un ibrido tra sistemi interni all'azienda (server e sistemi fisici) e cloud.

Seppur zeppa di estimatori, l'impresa "smart", e i concetti e le applicazioni innovative che si porta dietro, non manca di oppositori che ne contrastano e ne limitano il definitivo decollo. Alcuni degli ostacoli ad essa provengono principalmente dall'interno dell'impresa stessa. Gli stessi proprietari, soprattutto nelle aziende di dimensioni medio-piccole, sono spesso resistenti al cambiamento. Questo è reso difficoltoso non solo a causa di problemi di natura finanziaria, burocratica, gestionale, amministrativa o tecnologica, ma i maggiori impedimenti talvolta si riscontrano fondamentalmente nelle mentalità, nei modi di pensare, nella cultura. Le innovazioni, l'introduzione di nuove tecnologie e gli stessi processi di trasferimento tecnologico e di diffusione delle conoscenze, in un modo o nell'altro, devono sempre fare i conti con la presenza di una o più comfort-zone più o meno radicate. La comfort-zone è una specie di trappola in cui gli individui sono ancorati al vecchio, che però deve essere superato. Eppure il mondo e il mercato stanno cambiando, e le imprese non possono più aspettare nell'indirizzarsi verso un rinnovamento tecnologico e dei modelli di business, oltre che dal punto di vista della vision e della mission aziendale. A supporto di ciò, anche il Presidente della Repubblica Sergio Mattarella ha ricordato l'"affascinante prospettiva dell'intelligenza artificiale. Io non condivido quel filo di inquietudine che alcuni avvertono di fronte a quelle prospettive.... Il progresso, qualunque sia, è altamente positivo ed è da accogliere in tutta la sua valenza positiva. Naturalmente tenendo sempre conto del senso dei risultati, dei limiti dei risultati, dell'esigenza di regolarli." (Presidente della Repubblica Sergio Mattarella, 2019)¹⁷. Parole che evidenziano come anche la politica sia cosciente della trasformazione in atto, e pertanto è necessario che questa

¹⁷ Intervento del Presidente della Repubblica Italiana Sergio Mattarella per l'apertura dell'anno accademico all'università LUISS Guido Carli in Roma, 2019

metta a disposizione delle imprese un impianto burocratico che agevoli questo importante passaggio.

Il cambiamento deve provenire dagli imprenditori ai politici, per finire con i cittadini. In Italia, troppo spesso siamo resistenti o tardivi al cambiamento. Tuttavia, data la consapevolezza che questo è necessario, la speranza è quella di uno slancio, il prima possibile, verso il futuro dell'industria e della manifattura, in modo tale da smentire anche il famoso adagio gattopardesco a noi riferito che recita “tutto deve cambiare perché tutto resti come prima”.

2.2 La Smart Factory

2.2.1 Definizione e aspetti teorici

L'impresa intelligente, o “Smart Factory”, è il risultato dell'applicazione integrata di tutti i fattori abilitanti dell'Industria 4.0 all'impresa tradizionale. In termini più concreti, può essere definita come l'amministrazione digitale integrata dei processi tecnici, produttivi e gestionali dell'impresa tradizionale ai quali sono applicate le tecnologie tipiche del nuovo concetto di industria. Tra queste ricordiamo in particolar modo la simulazione di processo, i display di tipo touch ad ampia gamma di visualizzazioni, la possibilità di interventi da remoto attraverso sistemi mobili, la robotizzazione, l'automazione avanzata, la stampa 3D, il cloud e la realtà aumentata. Tali sistemi agiscono in modo intelligente a livello individuale e globale e sono costituiti da materiali, componenti, sistemi di stoccaggio, sistemi di trasporto, macchinari di produzione che hanno un'identità, una capacità di elaborare le informazioni, di valutarle al fine di prendere decisioni e interagire con il loro ambiente. Un tale sistema richiede che tutti i sottosistemi siano ben equipaggiati con degli strumenti applicativi che generano e sfruttano continuamente, e in modo ubiquitario, i dati per essere capaci di pianificare ed eseguire azioni concrete.

La Smart Factory è una fabbrica indipendente, dotata di sensori e orientata al supporto di persone e macchine nello svolgimento delle loro attività. I suoi sistemi sono completamente integrati e interoperabili e sono in grado di rispondere in tempo reale alla variabile domanda di mercato, alle situazioni che si verificano nella catena di fornitura e ai requisiti del cliente. La sua attività ruota attorno alla comunicazione tra CPS¹⁸ e IoT, monitorando oggetti e processi materiali al fine

¹⁸ CPS, Cyber-Physical Systems

di creare una copia virtuale del mondo fisico. Ciò permette, di conseguenza, che diventi anche più semplice prendere decisioni in maniera decentrata o tramite il controllo a distanza. Basandosi su reti globali di cooperazione, logistica e produzione, le imprese hanno l'opportunità di interagire tra di loro tramite i cloud, di influenzarsi a vicenda. La Smart Factory si adatta ai cambiamenti del mercato e consente la produzione di merci in piccoli lotti per poi adeguarle alle esigenze dei clienti in maniera efficiente e redditizia. Stabilire reti, fabbriche e macchine intelligenti è un obiettivo ricorrente dell'Industria 4.0. Idealmente, la meta finale è quella di creare un sistema che sia in grado di programmare e prendere decisioni con una visione di lungo periodo.

Uno dei principali fattori abilitanti di tali sistemi di produzione intelligenti sarà la conseguente integrazione verticale e orizzontale dei sottosistemi. L'integrazione verticale si riferisce all'integrazione dei dati di pianificazione virtuale (ad esempio un sistema ERP¹⁹) con il mondo fisico della produzione. È come se questa sorta di simulazione virtuale fosse a capo di un sistema centralizzato che senza fili si collega e controlla tutta la produzione. Al contrario, l'integrazione orizzontale si riferisce all'integrazione dei dati di diversi processi di produzione. Probabilmente, in futuro quest'ultima potrebbe coinvolgere non più soltanto i processi di un'unica azienda, ma anche e soprattutto le varie fasi di un'intera filiera. La prospettiva di un sistema di produzione intelligente, nel senso di cui sopra, prevede che gli interventi umani siano ridotti al minimo, e la flessibilità sulle richieste dei singoli clienti (per esempio, la dimensione del lotto 1) insieme all'adattabilità ai cambiamenti ambientali (il cambiamento del prezzo di mercato dei materiali o il fallimento dei fornitori) siano aumentati al massimo. Il principio guida dietro tale intelligenza è ed è sempre stato quello di ottimizzare la qualità realizzativa di uno o più obiettivi tipici del "production management": inventario, tempo di trasmissione, utilizzo e data di consegna.

Inoltre, caratteristica fondamentale e, contemporaneamente, traguardo al quale l'impresa intelligente vuole volgere, consiste nella connettività tra clienti e fornitori, oltre che tra sistemi produttivi e prodotti. Difatti, il vero obiettivo, seppur difficile da realizzare, è quello di creare non tanto una rete intelligente all'interno dello stabilimento di produzione, quanto piuttosto realizzarla all'esterno. I passaggi tra le varie fasi della filiera produttiva si svolgerebbero attraverso un approvvigionamento automatico da parte dei fornitori verso i clienti in modo da rendere i tempi di produzione molto più contenuti, dalla materia prima all'output pronto e finito.

¹⁹ ERP, Enterprise Resource Planning

Chiaramente, questo risulterebbe possibile nel momento in cui lo stesso cliente rendesse disponibili al fornitore le informazioni per monitorare il suo fabbisogno di materiale, la sua disponibilità economica, la sua liquidità corrente, gli ordini ricevuti dai clienti, le strategie aziendali di brevissimo periodo. Grazie a questo complesso di informazioni, l'interoperatività tra le aziende sarebbe molto più intensa e tale da aumentare la produttività delle imprese in maniera esponenziale. Pertanto, risulta quasi retorica, l'improbabilità di uno scenario di questo tipo, almeno nel breve periodo. Ciò nonostante, questa rimane la meta utopistica che i fautori della Smart Factory prevedono e ambiscono in un futuro non troppo lontano.

Un altro scopo della Smart Factory è quello di raggiungere il paradigma della produzione sostenibile, che avrebbe un'influenza sullo stile di vita, la cultura e il modo di organizzarsi dei consumatori. La ricerca mostra che le imprese che prestano maggiore attenzione all'innovazione sono anche quelle che hanno registrato la crescita più consistente del fatturato; quindi, il concetto di Smart Factory dovrebbe essere inteso come un'opportunità di sviluppo per le imprese. L'implementazione dell'idea riguarda molte delle esigenze che il moderno ambiente di produzione ci impone. Le imprese intelligenti potrebbero rivelarsi una soluzione per le crescenti esigenze di personalizzazione dei prodotti, generando anche input per la gamma di prodotti offerti. Inoltre, i nuovi standard di produzione serviranno a non permettere la perdita di flessibilità ed efficienza da parte delle imprese. La velocità del processo, il ricambio tecnologico e cicli di produzione molto brevi dovrebbero essere alcuni dei principali vantaggi dell'automazione e del passaggio alle nuove concezioni industriali, il che è possibile grazie all'utilizzo di nuove tecnologie come la robotizzazione. Anche per l'alta ripetitività delle mansioni, è essenziale che queste vengano svolte da macchinari automatici, già oggi molto diffusi, affinché il lavoro umano si concentri di più sulla creatività e su tutte quelle abilità non attribuibili ad una macchina. Con la focalizzazione sulle mansioni creative, sia chiaro, si intendono non soltanto quei compiti che portano alla generazione di un valore aggiunto derivante dalla competenza multidisciplinare e dall'ingegno prettamente umani, ma anche dalla flessibilità nel gestire progettazione e processi produttivi che solo la nostra natura e la nostra adesione alla realtà possono apportare. Ad esempio, si pensi a tutte quelle decisioni relative alle modifiche funzionali di un layout produttivo oppure alla gestione dei macchinari. Il lavoro degli operatori con bassi livelli d'istruzione, dunque, non potrà che essere semplicemente quello di coordinamento, prevedendo una sempre maggiore richiesta di manodopera qualificata e una riduzione al minimo della figura dell'"operaio" così come lo conosciamo oggi. Sull'altro

versante, le attività di matrice creativa dovrebbero influenzare la qualità dei prodotti fabbricati verso il mantenimento di standard più elevati. Va notato, inoltre, che una Smart Factory è un'unità caratterizzata da un perfetto flusso di informazioni, dalla capacità di adattarsi facilmente alle varie esigenze e da un elevato livello di sicurezza dei dati e che, proprio per questo, prende in considerazione lo speciale ruolo dei clienti nell'offrire degli spunti per nuovi prodotti e bisogni. I consumatori e loro tendenze diventano la prima preziosa fonte di notizie che poi danno vita a delle idee innovative. I nuovi bisogni provengono dalla società e, dunque, dalla stessa non possono che essere originati i prodotti del futuro. Risulta evidente, allora, il fondamentale ruolo dei nuovi strumenti informatici. Grazie alle moderne tecnologie nel campo dell'immagazzinamento dei Big Data, i sistemi di una Smart Factory tengono traccia e sono in grado di utilizzare tali informazioni acquisite in tempo reale per sviluppare un modello di realtà virtuale nel quale simulare il successo o meno di un prodotto. Secondo questo concetto, l'unità è dotata di un sistema decentralizzato in grado di prendere decisioni autonomamente, di rispondere a informazioni attuali e accurate e di notificare il personale dirigente, se necessario. Tutto verrebbe gestito sulla base di algoritmi in grado di portare al minimo il dispendio di energie.

Aspetto peculiare è che l'impiego di queste nuove tecnologie computazionali non può non avere come conseguenza quella di diminuire la necessità di utilizzare il fattore lavoro, per lasciar maggiore spazio al fattore capitale. La richiesta di dispositivi ad alto contenuto tecnologico dovrà, quindi, essere supportata anche da servizi di finanziamento innovativi per le imprese, pubblici o privati che siano, così come nuovi sistemi di manutenzione necessari a garantire la continua efficienza degli stessi. A proposito dei servizi alle imprese, alcune banche commerciali hanno cominciato ad offrire alle imprese la tecnologia necessaria per il commercio elettronico Business to Business (B2B). In sostanza, le banche rendono automatico l'intero flusso informativo connesso all'approvvigionamento e alla distribuzione di servizi fra le imprese. I principali vantaggi economici del commercio B2B consistono nel semplificare il processo di acquisizione delle risorse e ridurre i costi pre e post vendita associati alla determinazione delle controparti e al monitoraggio delle prestazioni contrattuali e dei prodotti. È questa la direzione verso la quale sembra si stia muovendo il mercato del lavoro e dell'imprenditoria. Ormai sono molte le start-up che intraprendono nuovi progetti di impresa all'interno di questo settore, che per l'appunto risulta a tratti ancora inesplorato.

2.2.2 La fabbrica digitale

La fabbrica digitale è un nuovo prospetto di impresa all'interno del quale i processi produttivi sono scanditi dall'utilizzo di una serie di strumenti e tecnologie, tra cui le più importanti sono le RFID²⁰, i CPS, l'IoT, realtà virtuale e l'utilizzo dei Big Data. Le mansioni fisiche sono ridotte al minimo e l'interconnessione tra i vari macchinari e attrezzature fanno da padroni. Generalmente, quando si parla di fabbrica digitale si può pensare ad aziende il cui output è esso stesso esclusivamente digitale: servizi digitali, dispositivi o componenti per informatica, consulenza alle imprese (anche da remoto). Tuttavia, in realtà, qua si fa riferimento ad un concetto più ampio che abbraccia tutte quelle imprese che vendono un servizio o un prodotto con rapidità, efficienza e utilizzo minimo di risorse grazie alla digitalizzazione. Per esempio, Tesla sta portando sul mercato veicoli con hardware e software che possono essere aggiornati. Le loro auto sono predisposte con sensori per gli aggiornamenti dei software e forniranno un'"intelligenza extra" al sistema, somministrata via Internet. Questo porterebbe anche ad un'ulteriore fonte di reddito se il cliente dovesse pagare per gli aggiornamenti, garantendo per Tesla entrate extra per diversi anni. Otis fornisce ascensori con sensori che inviano dati nel loro cloud. Questi ultimi vengono analizzati e l'azienda vende un pacchetto di servizi di manutenzione predittiva, aggiungendo un nuovo flusso di entrate a lungo termine. Queste aziende, di base manifatturiere, stanno sfruttando i nuovi frutti della tecnologia per migliorare il proprio servizio (in particolar modo quello post vendita, ormai sempre più richiesto) e ottenere un maggior profitto.

Uno degli obiettivi della fabbrica digitale è la gestione end-to-end²¹ dei processi del sistema impresa. Per perseguirlo occorre un'infrastruttura digitale che consenta o favorisca i due, già menzionati, tipi di integrazione: verticale, relativamente alla progettazione e allo sviluppo del prodotto, alla pianificazione della produzione, all'ingegneria industriale, ai servizi post vendita; orizzontale tra fornitori, impresa e clienti. La fabbrica digitale, quindi, è come se fosse un applicativo di primo livello nella gerarchia dei software aziendali, che interagisce, direttamente o attraverso applicativi di livello intermedio, con tutti i software presenti in azienda, fino al cosiddetto "field level" dove sono installati sensori e attuatori. Chiaramente, tale infrastruttura digitale varia da impresa a impresa in relazione alla sua complessità organizzativa e tipologia di

²⁰ RFID, Radio Frequency IDentification

²¹ End-to-end, sistema di trasmissione dati in cui solo i "nodi esterni" del canale di trasmissione comunicano tra loro ed eseguono le operazioni, senza impiegare l'utilizzo di "nodi intermedi". Il principale beneficio consiste nella maggiore velocità ed efficienza della trasmissione, che appunto non è intermediata.

prodotto. La sua adozione deve rientrare nelle strategie primarie del management e, affinché sia efficace, deve essere condivisa con i responsabili delle funzioni aziendali. Difatti, i vantaggi che un simile rinnovamento comporta sono molteplici, e sono focalizzati sul miglioramento della qualità e dell'affidabilità dei prodotti e sulla riduzione dei tempi esecutivi (e quindi del time-to-market). Questo è possibile, soprattutto grazie alla gestione coerente e informata di ogni fase del ciclo di vita dei prodotti. Gli applicativi che gestiscono i vari processi aziendali interagiscono tra loro, automatizzando, dove è possibile, ogni attività di routine e di controllo. In tal modo, non solo vengono meno le anomalie qualitative, ma è anche superata la comunicazione divisa per dipartimenti, realizzando un'unica e completa struttura di dati. Risultati del genere possono essere e, in molte aziende, sono già stati ottenuti attraverso l'organizzazione per team, acquisendo agilità, flessibilità ed efficienza. Le decisioni riguardo ogni fase del ciclo di vita del prodotto vengono così prese in modo rapido e informato sulla base dei dati analitici, per poi definire eventuali azioni correttive a partire da feedback e analisi di guasto. Questo è una maniera di lavorare che include la manutenzione direttamente nelle operazioni di programmazione, produzione e successivamente utilizzo del prodotto. Dunque, una piattaforma del genere, prima di essere un programma complesso e sofisticato, è una strategia informatica che consente di partorire una struttura di dati coerente, attraverso il coordinamento di applicativi di ultima generazione. È una strategia aziendale in cui l'impresa stessa opera come un singolo team e prende decisioni informate, condivise e armonizzate. In questa maniera, viene anche più semplice dare alla luce una visione unica d'impresa, anche per la realizzazione di prodotti futuri. Da notare è che la piattaforma unica riunisce al suo interno una serie di attività dell'impresa che spesso vengono svolte in maniera disgiunta. Esempi sono il Product Lifecycle Management (PLM), il Management Execution System (MES), o l'Enterprise Resource Planning (ERP). Il PLM, come si può intuire, coordina tutte le fasi del ciclo di vita del prodotto (progettazione, sviluppo, produzione, supporto post vendita, declino e, auspicabilmente, riciclo). Il MES gestisce la realizzazione e il controllo della qualità del prodotto, mentre il ERP pianifica le risorse dell'impresa integrando tutti gli aspetti del business (vendite, acquisti, pianificazione, gestione del magazzino...). Le recenti potenzialità offerte dalle tecnologie cloud, inoltre, enfatizzano i benefici dell'infrastruttura digitale, consentendo di allocarvi direttamente tutte le informazioni relative a ciascuna attività. Tuttavia, sia chiaro che, nonostante questi rami dell'impresa facciano parte della stessa piattaforma, comunque, nella realtà pratica, continuano ad essere portati avanti in maniera indipendente. Infatti, la condivisione riguarda maggiormente i dati e le informazioni,

ma è inevitabile che un minimo di dipartimentalizzazione ci sia all'interno dell'azienda. La piattaforma in fin dei conti rappresenta un insieme di applicazioni informatiche, seppur con un modello di dati comune preposto alle varie esigenze aziendali. Ciò non toglie che in futuro, questa enorme mole di informazioni possa rendere le imprese in grado di simulare completamente il mondo reale in una sorta di realtà digitale in cui realizzare prodotti, macchine e sistemi di vario tipo. Le modifiche e le correzioni di progettazione potranno essere riviste virtualmente prima di essere eseguite, senza la necessità di risorse ulteriori. Un progetto, prima di diventare prodotto, dovrà essere in precedenza validato nella realtà digitale. Inoltre, le fasi di avanzamento dello stesso saranno sottoposte ad una gestione automatizzata che verificherà il completamento dei vari step previsti. Risulta, tuttavia evidente, che proprio a causa degli ingenti costi iniziali che una simulazione di sviluppo comporta, questa tecnologia è particolarmente adatta alle produzioni ripetitive di serie medio-grandi o alle applicazioni industriali con severe norme di sicurezza. È comunque opportuno essere consapevoli delle possibilità che essa offre, in quanto costituisce un'attività a valore aggiunto che riduce i rischi e, su larga scala, i costi gestionali.

In conclusione, per dar luogo alla fabbrica digitale, le tecnologie ICT esistenti devono uscire dai confini aziendali per coprire clienti, fornitori e partner, e creare reti di valore. Talvolta, però, capita che questi abbiano modelli di agire differenziati e programmi solo parzialmente compatibili. Il ruolo dell'architettura di riferimento, in questi casi, è di armonizzare questi rapporti o di generare un'infrastruttura digitale che si interfacci e interagisca con ognuno di loro. È opportuno sottolineare che la diffusione della fabbrica digitale è subordinata alla standardizzazione di modelli, sistemi ciberfisici e applicativi. Sebbene diversi standard siano già in uso in varie discipline tecniche, una versione coordinata di queste norme attualmente manca. Pertanto, è necessario che gli standard esistenti (ad esempio nel campo dell'automazione, comunicazione industriale, sicurezza...), siano incorporati in una nuova architettura legislativa internazionale.

2.2.3 Applicazione dei concetti dell'Industria 4.0 alla Smart Factory

Nonostante il concetto di Industria 4.0 sia relativamente recente, oggi sono molte le imprese che hanno già cominciato ad applicare concretamente quelli che sono i cardini principali di questo nuovo modo di fare impresa. Infatti, un'adeguata e mirata assimilazione dei nuovi principi che caratterizzeranno le moderne imprese nei prossimi anni, può permettere ai soggetti che

virtuosamente applicano questi insegnamenti di ottenere, già nel presente, un vantaggio competitivo dato dall'ancora esiguo numero di aziende che hanno svolto dei passi in questa direzione. Pertanto, almeno in letteratura, si è cercato di analizzare quelli che sono gli aspetti chiave che determinano l'applicazione dei concetti di industria di nuova generazione e che, chiaramente, conducono alla costituzione di fabbriche digitali e intelligenti. In massima sintesi, sono stati individuati tre diversi criteri su cui impostare una completa, seppur generale, analisi dell'applicazione pratica dell'Industria 4.0. In tal senso, sono di seguito proposti una serie di dati tratti da uno studio che il Ministero Federale di Educazione e Ricerca tedesco ha svolto attraverso la Project Management Agency Forschungszentrum Karlsruhe nel 2017 su quelle imprese che hanno già avviato la modernizzazione dei propri impianti e processi.

Il primo criterio di valutazione consiste nell'evidenziare quali funzioni o parti dell'impresa subiscono l'effetto della nuova applicazione. In primo luogo, viene discusso in quali aree di un'azienda sono collocati gli interventi applicativi. La Figura 2.1 mostra le aree di attività interessate.

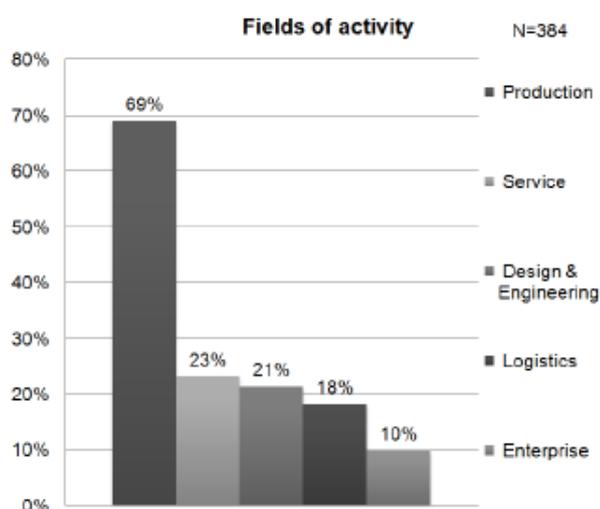


Figura 2.1, Aree di attività ²²

Si possono definire cinque aree di attività. Oltre alla *produzione*, che accoglie circa il 69% delle applicazioni, gli esempi di applicativi di Industria 4.0 si trovano nelle aree di *servizio*, *progettazione e ingegneria*, e *logistica*. Questi numeri hanno tali caratteristiche proprio a causa

²² Tratto da Wilhelm Bauer, Sebastian Schlund, Tim Hornung, Sven Schuler, 2018, *Digitalization of Industrial Value chains – A review and evaluation of existing use cases of Industry 4.0 in Germany*, University of Stuttgart

del naturale sviluppo delle attività operative di un'impresa manifatturiera che solitamente concentra i suoi investimenti nella produzione, come campo principale. Da notare è che ci sono alcune applicazioni che non possono essere assegnate ad un'area specifica (voce *enterprise*), proprio perché hanno effetto sull'intera azienda. Tuttavia, la probabilità che un applicativo appartenga a questa categoria è approssimativamente del 10%.

Un secondo criterio fa riferimento all'analisi degli stakeholders. Le parti interessate possono essere riassunte in queste macro categorie (rappresentate nella Figura 2.2): *operatori ai macchinari, tecnici di servizio, operatori di assemblaggio, progettisti, operatori logistici, dispatcher*²³, *ingegneri del software, planners* e *ingegneri di qualità*. In generale, si specifica che i progettisti e gli ingegneri, nella realtà pratica, sono da considerare tutti come parte della medesima unità, ossia quella di progettazione e ingegneria.

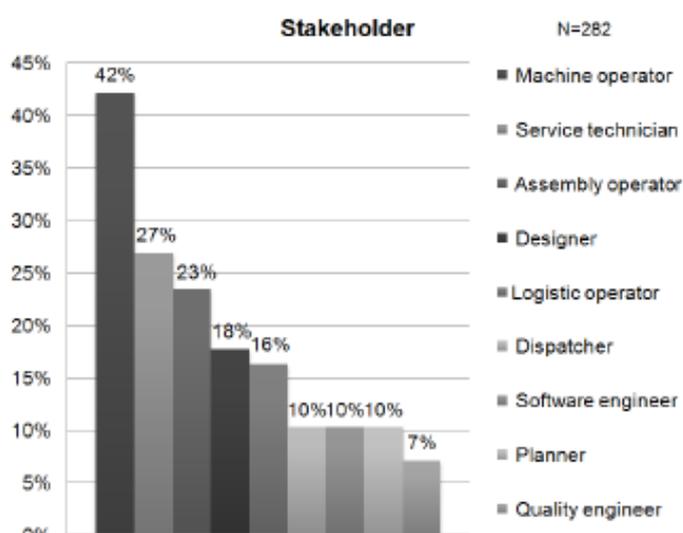


Figura 2.2, Stakeholders ⁶

Con circa il 42%, gli operatori ai macchinari (generici operai) sono quelli più coinvolti negli esempi di applicativi poiché la maggior parte di questi agisce nell'area della produzione. I tecnici di servizio, invece, (circa il 27%) sono il secondo operatore più frequente, in quanto appartenenti alla più generica classe di dipendenti del settore dell'economia con più occupati (in Germania e nei paesi più industrializzati), ossia il settore dei servizi. Gli operatori di assemblaggio sono, con circa il 23%, il terzo attore più frequentemente interessato dalle applicazioni del settore 4.0. I designer hanno un piccolo ruolo con il 18%, simili agli operatori logistici con il 16%.

²³ Dispatcher, nel campo della logistica, rappresenta l'addetto alle spedizioni. In genere, sono responsabili delle comunicazioni per ricevere e trasmettere messaggi puri e affidabili, rintracciare veicoli e attrezzature e registrare altre informazioni importanti.

Dispatcher, ingegneri e pianificatori, che gestiscono i software, riportano un interessamento degli applicativi con ricorrenza stabile al 10%. Infine, il gruppo più piccolo di stakeholders è composto da ingegneri di qualità costituendo solo il 7% tra le varie parti interessate.

Il terzo criterio, infine, è caratterizzato dall'evidenziazione delle ragioni che portano all'implementazione di applicativi riferibili ad Industria 4.0 e ai benefici che queste comportano. Generalmente, possono essere identificati due diversi motivi per l'implementazione. Da un lato le aziende percepiscono un problema e desiderano utilizzare l'applicazione per risolverlo. Dall'altro, le aziende vogliono partecipare alla futura competizione in un ambito di mercato globale e, dunque, sviluppare nuove applicazioni da integrare alla produzione è un'ottima maniera di mettersi in gioco. La Figura 2.3 mostra i problemi esistenti, mentre la Figura 2.4 visualizza le ragioni per cui si sono ottimizzate le applicazioni esistenti.

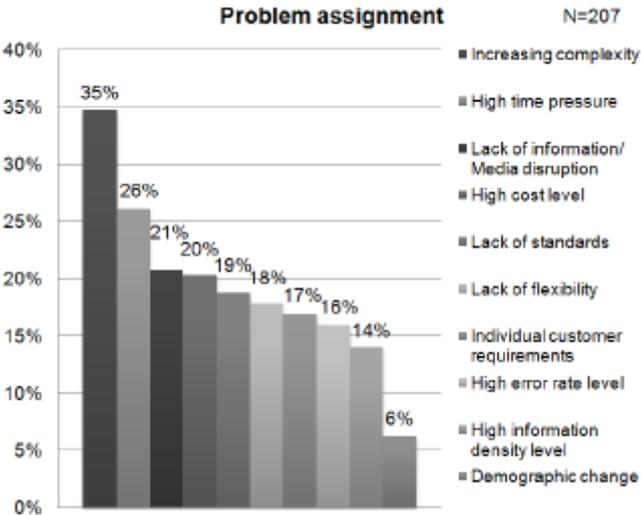


Figura 2.3, Problemi ⁶

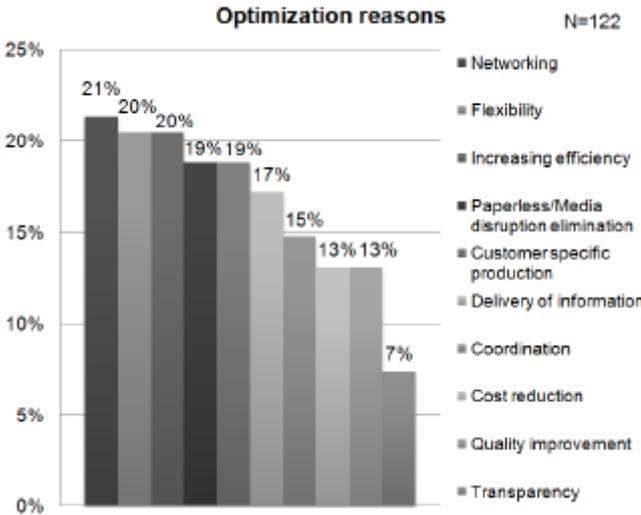


Figura 2.4, Ragioni di ottimizzazione⁶

Al giorno d'oggi il problema principale è l'*aumento della complessità dei prodotti e dei processi* in base alla dimensione di un lotto produttivo e alle varie versioni di produzione. Altri problemi sono l'*intensa pressione in termini di tempo*, che le aziende devono affrontare quando ricevono ordini dai clienti o richieste direttamente dai consumatori, la *mancaza di informazioni*, la *mancaza di standardizzazione* e la *mancaza di flessibilità* all'interno dell'azienda. Inoltre, le *richieste specifiche sui prodotti* da parte dei clienti, l'*elevato tasso di errore* nella produzione, l'*alto livello di densità delle informazioni* e il *cambiamento demografico*. Queste sono le difficoltà più frequenti che le imprese affrontano quotidianamente. Ciò non toglie che alcune aziende non utilizzino le applicazioni del settore 4.0 per risolvere tali problemi, ma come un'opportunità per far progredire la propria impresa attraverso il networking, la risposta alle media disruptions (intese come dei problemi, spesso di sostituzione del prodotto, legate all'ingresso sul mercato dei nuovi social media) o il miglioramento della flessibilità aziendale. L'obiettivo è quello di collocare in futuro la propria azienda in una solida e forte posizione sul mercato. La figura 5 mostra i motivi di ottimizzazione. Il *networking*, la *flessibilità* e l'*aumento dell'efficienza* si assestano intorno al 20%. Leggermente inferiore è il numero di imprese che investe in applicativi 4.0 per l'*eliminazione delle media disruptions*, per produrre dei *prodotti specifici* (personalizzati) per i suoi clienti, per la "*consegna delle informazioni*", ossia fondamentalmente per la disponibilità di queste, e per questioni di *coordinamento*. Infine, seppur possa sembrare strano, solo il 15% delle imprese dichiara di innovare per *ridurre i propri costi*. Tale dato, probabilmente, trova spiegazione nella dimensione relativamente grande delle imprese intervistate, e quindi nel loro maggior interesse di creare un sistema o una rete, non solo di produzione, ma anche di prodotti associati ai clienti, piuttosto che nella relativamente contenuta diminuzione dei costi di produzione. Ormai le grandi imprese vogliono diventare una costante nell'esperienza di consumo del cliente, nel senso che vogliono essere in grado di vendergli qualsiasi tipo di prodotto con il proprio potere di mercato, assurgendo a interessi di diversificazione oltre che di incremento delle vendite e dei profitti.

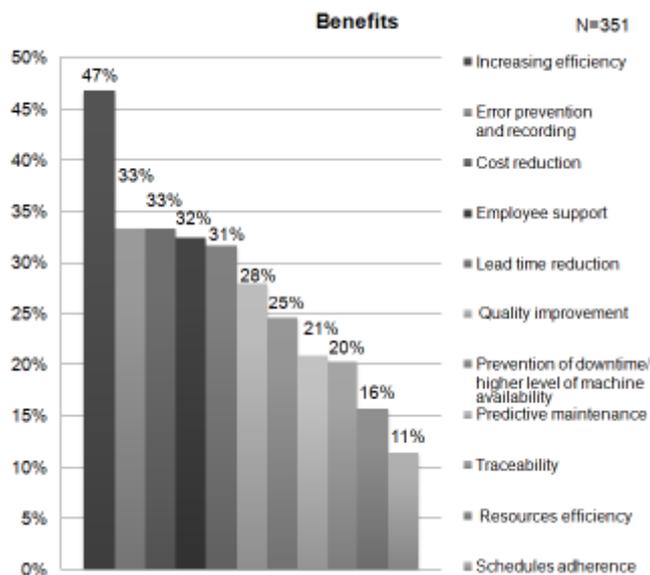


Figura 2.5, Benefici ⁶

In ultima analisi, la figura 2.5 mostra i benefici principali dei quali le aziende dichiarano di aver giovato. *L'aumento dell'efficienza* è decisamente il vantaggio più comune finora registrato dall'industria 4.0 (47% dei casi). Altri punteggi positivi e tra loro comparabili sono risultati nei campi della *riduzione dei costi*, del *supporto dei dipendenti*, della *prevenzione e registrazione degli errori* e della *riduzione dei tempi di consegna*. Inoltre, altre quattro classi di benefits hanno riportato tra il 30 e il 20% di risposte positive, esse sono rispettivamente il *miglioramento della qualità*, la *prevenzione dei tempi di fermo e un maggior livello di disponibilità dei macchinari*, la *manutenzione predittiva* (e preventiva) e la *tracciabilità*. È chiaro come, anche in questo caso, la distribuzione sia influenzata dal fatto che il maggior numero di applicativi sia stato installato nel campo dell'ottimizzazione della produzione e che quindi anche i principali benefici siano nella realtà pratica affiliati a quell'ambito.

2.2.4 Livelli di integrazione delle tecnologie 4.0 in una Smart Factory

Le applicazioni del settore 4.0 abbiamo visto, dunque, come principalmente si riferiscono al campo della produzione, interessano soprattutto gli operatori meccanici e servono a risolvere il problema dell'aumento della complessità dei prodotti e dei processi al fine di implementare l'attività di networking migliorando l'efficienza dell'impresa. Tuttavia, queste tecnologie sono state introdotte di recente e, affinché comportino effettivamente delle installazioni degne di una moderna fabbrica intelligente, devono essere sfruttate a pieno e devono interagire al meglio con gli altri strumenti a disposizione dell'azienda. Pertanto, questo studio portato avanti dal Ministero Federale di Educazione e Ricerca tedesco ha voluto individuare una serie di step che

denotino la maturità di questi applicativi nel contesto aziendale. A tal proposito, le tecnologie applicative possono essere definite su tre grandi livelli di integrazione: *informazione*, *interazione* e *intelligenza*. Questa differenziazione rappresenta una tassonomia delle fasi di sviluppo della trasformazione in industria digitale.

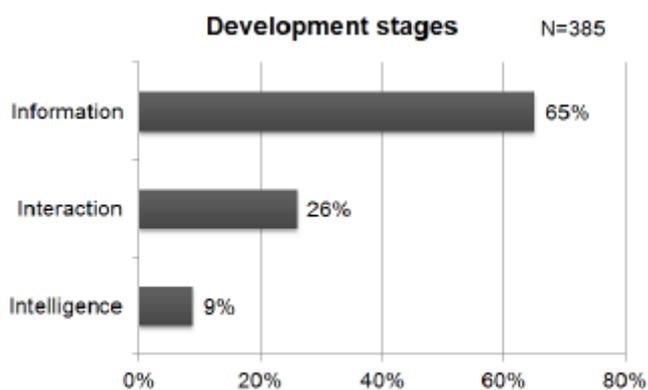


Figura 2.6, Fasi di sviluppo ⁶

Il livello di *informazione* fa riferimento al fatto che, tramite gli applicativi di nuova generazione, l'impresa è riuscita a raccogliere dei dati utili e che questi sono stati resi trasparenti per il loro successivo utilizzo. Molte delle applicazioni sono in fase di sviluppo delle informazioni. Ciò si riflette nella Figura 2.6 con circa il 65% delle imprese che dichiarano di essere in questa fase. I dati, dal livello di informazioni, vengono poi utilizzati tramite la comunicazione in rete per l'interoperatività dei processi aziendali o per la collaborazione tra esseri umani, macchine e output all'interno della produzione. Questo livello è chiamato di *interazione* e riconduce al 26% dei casi d'uso. Il terzo livello è invece quello dell'*intelligenza*, in cui gli impianti di produzione si autocontrollano e prendono decisioni indipendentemente attraverso la cosiddetta intelligenza artificiale e senza alcuna influenza umana. Solo il 9% dei casi d'uso ha raggiunto un livello del genere.

Inoltre, i casi d'uso forniti consentono di valutare le tecnologie tra i dati analizzati. Le tecnologie sono raggruppate in campi tecnologici. Pertanto, un totale di sette campi tecnologici può essere discusso in relazione ai concetti di Industria 4.0. Questi sono mostrati nella Figura 2.7.

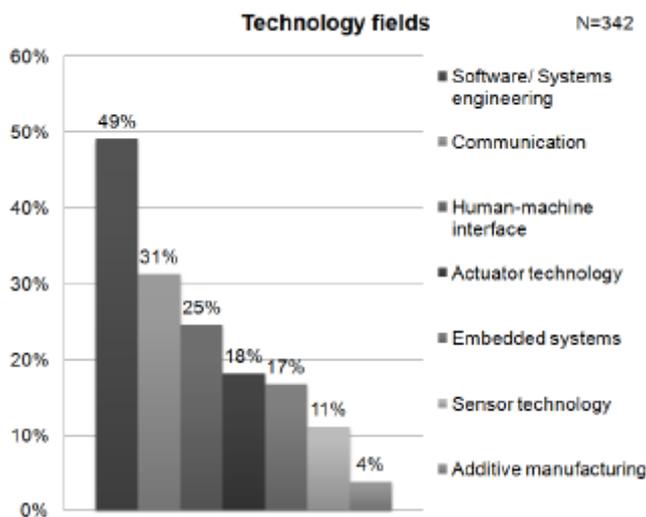


Figura 2.7, Campi tecnologici ⁶

Il 49% dei casi d'uso indicati può essere classificato all'interno del campo dell'*ingegneria dei sistemi e dei software*. Da un lato questa tecnologia è utilizzata per il controllo decentralizzato dei componenti, dall'altro per elaborare grandi quantità di dati. I software sono fondamentali per l'industria 4.0 e stanno diventando imprescindibili nei casi d'uso futuri; ad esempio, per il networking o per l'utilizzo di componenti intelligenti. Inoltre, la *comunicazione* gioca un ruolo molto importante. Tutti gli azionisti coinvolti possono utilizzare tecnologie di comunicazione con e senza fili (ad esempio WLAN, NFC, piattaforme e cloud computing) per avere accesso non solo alle strette comunicazioni aziendali, ma anche ai più significativi dati di produzione. Queste tecnologie sono una base comune per la creazione di reti e la condivisione di dati e servizi. Le *interfacce uomo-macchina*, invece, si trovano nel 25% dei casi d'uso valutati. Tecnologie come Realtà Virtuale o Realtà Aumentata supportano le persone che lavorano nel settore 4.0. La tecnologia dei sensori e degli *attuatori* ha lo scopo di raccogliere, registrare ed elaborare le informazioni, per poi utilizzarle nella pratica dei processi. Questo campo tecnologico riguarda gli investimenti dell'11% degli utenti. I *sistemi integrati* sono simili ai sensori. I componenti del sistema di *sensori* sono integrati con microcontrollori intelligenti, moduli di memoria e processori per essere in grado di interpretare ed elaborare le informazioni in modo indipendente. L'attuatore di campo tecnologico viene utilizzato per implementare le informazioni elaborate nell'ambiente fisico. Questo trasforma i segnali elettronici in lavori meccanici o altre quantità fisiche. L'ultimo campo tecnologico classificato è la *produzione additiva*. Con questa tecnologia, componenti altamente complessi possono essere prodotti con l'applicazione di materiali stratificati. Tuttavia, questo campo tecnologico è stato utilizzato solo nel 4% delle applicazioni, ma in futuro se ne prevede un vero e proprio exploit.

Le ultime considerazioni, infine, vanno dedicate agli effetti che gli esempi di applicativi hanno nelle relazioni tra uomo e industria 4.0. Si valuta in che misura le tecnologie influenzino le persone e che tipo di opportunità o sfide possono derivare da esse. È stata osservata la classificazione dei potenziali aspetti a breve e lungo termine delle applicazioni dell'industria 4.0. Come primo passo, viene stimata l'interazione diretta tra uomo e tecnologia in termini di interazione sul posto di lavoro. Possiamo individuare quattro stadi di integrazione tra uomo e macchina, dalla più distaccata alla più intensa: *collaborazione*, *cooperazione*, *coesistenza* e *sostituzione*. Essi sono mostrati nella Figura 2.8.

L'interazione collaborativa è quella che oggi già si verifica nella maggior parte delle imprese. L'uomo utilizza la macchina per i lavori più faticosi e la comanda in tutto e per tutto. In caso di coesistenza, invece, lavoratore e macchina convivono, ma non hanno uno spazio di lavoro comune in qualsiasi momento. Inoltre, non perseguono un obiettivo comune mentre lavorano. Questa caratteristica, al contrario, è distintiva in caso di cooperazione. Cooperazione significa che l'uomo e la macchina lavorano insieme per raggiungere un obiettivo comune e determinato, anche se perseguono compiti diversi e sono indipendenti. Tale fase è descritta come piena collaborazione tra uomo e macchina per raggiungere un obiettivo comune. Ciò significa che tutte le sotto-attività devono essere regolate e l'interazione deve essere allineata. Questi tre tipi di interazione sono meglio rappresentati anche nella Figura 2.9. Il quarto tipo di interazione, infine, è la sostituzione che può essere definito come la completa interposizione della macchina all'uomo, spesso attraverso i robot. Questo tipo di rapporto si verifica, tuttavia, solo nell'19% delle applicazioni indicate.

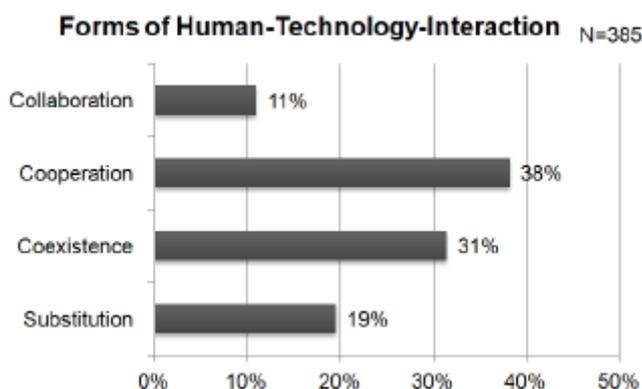
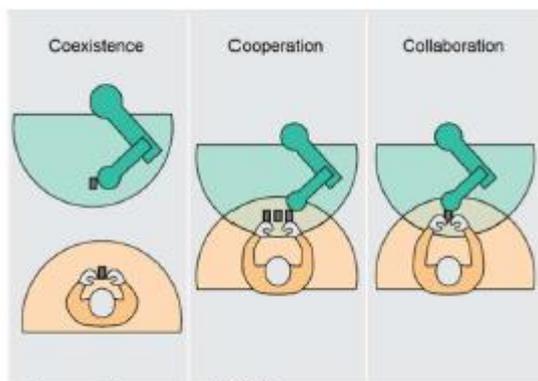


Figura 2.8, Stadi di integrazione uomo macchina ⁶



Source: Bauer et al. 2016

Figura 2.9, illustrazione dell'Interazione ⁶

2.2.5 Modello di implementazione della Smart Factory

Il concetto di Smart Factory è basato su un insieme di processi integrati che dovrebbero migliorare la flessibilità, l'efficienza ed eventualmente la sostenibilità dell'impresa. Questi obiettivi possono essere raggiunti tramite un'integrazione verticale dei membri interni, un'integrazione orizzontale con i soggetti esterni e con un'integrazione del tipo end-to-end, che consiste nei requisiti dei clienti, nella progettazione e sviluppo del prodotto, e nell'ingegneria della produzione che facilitano il riutilizzo del prodotto stesso in ogni fase. Tuttavia, ciò che manca per una definizione completa della Smart Factory è una strategia di implementazione affinché un'impresa tradizionale si tramuti in un'impresa intelligente.

Innanzitutto, per avviare la realizzazione di una Smart Factory tipo, è necessario che l'impresa acquisisca un adeguato livello di maturità e soddisfi un certo numero di requisiti. Tra questi, sicuramente è importante che essa abbia accesso alle tecnologie di processo più moderne e ad un personale qualificato, che disponga di capacità di aggregazione dei dati, di un processo di produzione ripetibile, basato su standard acquisiti, e di una stretta cooperazione con la catena di approvvigionamento. Tuttavia, risulta evidente che tali condizioni siano subordinate all'accesso ad un budget di capitale adeguato e ad un livello di organizzazione tale da rendere efficaci gli sforzi di rinnovamento.

Dopo aver assecondato la presenza di queste caratteristiche, un'azienda può cominciare il processo di implementazione. Il primo passo imprescindibile che si dovrebbe compiere consiste nella costruzione di una solida *cultura digitale* all'interno della fabbrica. Questo passaggio fa riferimento, non solo alla formazione del personale e al miglioramento delle proprie conoscenze

tecniche, ma anche ad un approccio incoraggiante nei confronti dei team affinché diventino i primi promotori del cambiamento. Il cambiamento in fabbrica richiede la piena comprensione della strada intrapresa da parte del senior management e una chiara leadership. Da notare è che la leadership all'interno dell'azienda va costruita, nel senso che i soggetti che aderiscono al cambiamento, in qualsiasi livello dirigenziale, fungono da esempio e da trascinatori per tutti. La fase successiva, che è una chiave della preparazione al cambiamento e dell'utilizzo delle nuove tecnologie, consiste nel raggiungere una perfetta capacità di aggregazione, *analisi e utilizzo dei dati*. I dati svolgono un ruolo cruciale nel sistema gestionale dell'impresa, in particolare in una fabbrica intelligente, in cui tutte le decisioni dovrebbero essere prese sulla base di informazioni correttamente organizzate. Queste ultime è necessario che siano archiviate in modo sicuro e che siano protette da ogni genere di malware e da sistemi di acheraggio. La gestione dei dati può essere un punto fondamentale e una delle maggiori sfide per le imprese che aspirano a diventare intelligenti. Infatti, ancora oggi, moltissime aziende si concentrano sulla raccolta di una quantità straordinaria di dati, senza la possibilità di utilizzarli e analizzarli a pieno. Il numero di tecnici che hanno familiarità con questi processi di raccolta dei dati è ancora molto basso, il che pertanto li rende difficili da sostituire o rende complesso trasmettere le loro conoscenze ad altri dipendenti. Allo stesso tempo, è un errore comune raccogliere dati da sistemi non integrati o raccoglierne di inutili in quantità significative. In una Smart Factory, vi è un chiaro obbligo di concentrarsi sulle informazioni cruciali perché queste verranno poi riutilizzate nel processo di produzione, consentendo al team di gestione di monitorarlo. È inoltre richiesto di creare competenze adeguate nei team, o nei gruppi di operatori, e di installare le tecnologie richieste, in base a un piano di investimento. Ciò dovrebbe consentire di raggiungere un livello desiderabile di automazione, consentendo alla robotica di sostituire parte della manodopera. Solo in questo modo le imprese saranno in grado di concentrarsi maggiormente sulla *ricerca e sviluppo*. Questo processo deve essere graduale e trattato più come un'evoluzione che come una rivoluzione. Ciò permette di assorbire meglio il cambiamento e permetterà alle organizzazioni di integrare pienamente i propri sistemi, evitando errori e problemi derivanti dalla complessità del cambiamento stesso. È anche molto importante dotare la tecnologia di tutti i *requisiti di sicurezza e qualità*. Questa deve garantire una produzione efficiente e stabile prima che possa essere installata. L'approccio dovrebbe essere quello di scegliere l'introduzione di nuove tecnologie sulla base dei loro requisiti, e non in base alla disponibilità di diverse opzioni sul mercato. Se i requisiti non possono essere soddisfatti, il processo di implementazione va ritardato

fin quando non si sviluppano soluzioni vantaggiose (grazie ad un'intensa cooperazione con i fornitori di macchine). Durante il processo di implementazione, l'azienda deve, come già detto, concentrarsi anche sull'*integrazione*, verticale e orizzontale. In questo frangente, la cultura aziendale è cruciale, sia all'interno che nei rapporti con la catena di fornitura. La gestione dei dati in fabbrica, anche tra fornitori e rivenditori, nonché la cooperazione, dovrebbero portare ad un alto livello di prevedibilità dei processi e dei risultati delle strategie aziendali, che riduce il rischio operativo. Infine, l'ultimo step, dopo aver soddisfatto tutti i precedenti requisiti, vede un utopistico scenario in cui le aziende si *integrano* anche *con i clienti*, esattamente verso l'obiettivo di pura personalizzazione del prodotto. Naturalmente, la tecnologia deve essere preparata per soddisfare le atipiche richieste della clientela e affrontare la complessità di una produzione personalizzata. Questo è il motivo per cui l'integrazione con essi si basa sull'incorporazione dell'interfaccia dei clienti nel sistema.

La proposta di queste fasi di implementazione è solo uno dei tanti modi possibili per diventare una Smart Factory di successo. Includere tutti i passaggi e le funzionalità elencati non è indispensabile, seppur nella convinzione che una forte cultura aziendale e consapevolezza del personale facilita molto il cambiamento. Ogni impresa deve passare attraverso una fase di installazione di nuovi sistemi e tecnologie interconnessi tra loro, che funzionano seguendo i principi dell'Internet of Things. In questo modo, la completa integrazione dei sistemi e una maggiore automazione assicureranno agilità ed efficienza, mentre le decisioni saranno basate su dati raccolti e analizzati, e supportati da modelli di simulazione.

2.3 Il Lean Management

2.3.1 Il Lean Thinking

Nell'autunno del 1996, James Womack e Daniel Jones davano alle stampe un libro che da lì a poco avrebbe definitivamente cambiato le sorti dei sistemi produttivi su scala globale: "Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in your Corporation". Quest'opera raccontava le storie di aziende giapponesi, americane ed europee che erano state capaci di adottare una serie di principi per superare la recessione del 1991, denominati nel loro insieme "lean thinking". Tuttavia, l'origine di questa corrente di pensiero ha delle radici ben più profonde rispetto alla data di pubblicazione del libro dei due economisti americani. Questi ultimi non hanno fatto altro

che ragionare su un sistema produttivo ormai affermato e conosciuto, ovvero quello che Toyota aveva messo in campo già alla fine degli anni '70 attraverso il lancio dell'“International Motor Vehicle Program” (IMVP). Infatti, questo nuovo modello di organizzare la produzione, e più in generale, i vari processi aziendali aveva permesso all'azienda giapponese di diventare il primo produttore di automobili al mondo, primato che mantiene ancora oggi.

Il Lean Thinking, dunque, (letteralmente, “pensiero snello”) è una strategia operativa nata dal mondo dell'automotive, che oggi universalmente è applicata in settori e ambiti diversi al fine di aumentare l'efficienza produttiva e di eliminare qualsiasi spreco di tempo e risorse. Tale modus operandi racchiude al suo interno, insieme ad un inquadramento sul pensiero e sulle teorie organizzative, anche un approccio pratico, visto che il lavoro umano è valorizzato al servizio della realizzazione della produzione snella. Tutta l'azienda viene coinvolta in una visione aziendale che mette a fuoco quelli che sono i meccanismi dei processi principali, per l'ottimizzazione delle risorse: dalla progettazione fino alla gestione degli ordini; dall'idea di marketing alle campagne promozionali più efficaci; dal magazzino alla gestione dei fornitori; dalla richiesta del cliente al prodotto finito. A tal proposito Womack e Jones hanno trasformato il modello Toyota in un vero e proprio schema teorico. Questo è composto di cinque principi fondamentali che sono qui di seguito elencati:

- Identificare il valore, ossia tutto ciò per cui il cliente è disposto a pagare
- Indentificare il flusso del valore, cioè definire la sequenza di attività che conduce alla creazione del valore per il cliente
- Far scorrere il flusso del valore, ovvero svolgere le attività identificate precedentemente senza interruzioni o sprechi
- Implementare il pull, cioè far sì che il flusso del valore scorra regolato dalle richieste del cliente
- Raggiungere la perfezione, ovvero mirare all'eliminazione totale dei difetti e degli sprechi

Il punto di partenza della caccia al sovrabbondante è la distinzione tra ciò che vale e ciò che è superfluo. Il consumo di risorse è giustificato solo per produrre valore altrimenti viene classificato come spreco. Bisogna tentare di definire con precisione il valore in termini di bisogno del consumatore, di prodotto/i specifico/i con caratteristiche specifiche, offerte a determinati prezzi, e questo è possibile solo con un intenso dialogo con i propri clienti e i

potenziali tali. Difatti, in questo senso si collocano le continue richieste di “customer feedback” da parte di molte aziende, soprattutto quelle che fanno uso di app o strumenti digitali. In sostanza, il valore viene definito direttamente dal rapporto con il cliente ed assume un significato solo se espresso in termini di prodotto/servizio in grado di soddisfare le sue esigenze ad un dato prezzo ed in un dato momento.

Il flusso di valore per un dato prodotto consiste nell’intera gamma di attività necessarie per trasformare le materie prime in prodotto finito. L’analisi del flusso di valore mette in evidenza sempre grandi quantità di spreco, attraverso la classificazione delle attività in tre categorie: attività che creano valore (tutte quelle il cui costo può essere trasferito al cliente), attività che non creano valore ma necessarie (non sono eliminabili con gli attuali sistemi di sviluppo prodotto, gestione ordini e produzione), attività che non creano valore e non necessarie (possono quindi essere eliminate da subito). Inoltre, in generale, i tre flussi principali che possono essere oggetto di questa indagine riguardano la progettazione e lo sviluppo del prodotto, la gestione degli ordini e la produzione di beni o erogazione dei servizi.

Definiti con precisione il valore e il relativo flusso per un dato prodotto, o famiglia di prodotti, si eliminano le attività inutili attraverso la mappatura dei flussi. Successivamente bisogna fare in modo che le restanti attività creatrici di valore formino un flusso e che questo venga portato avanti. Il pensiero snello rovescia il tradizionale modo di ragionare che spesso, soprattutto nelle grandi aziende, vede il prodotto passare attraverso “lotti”, “funzioni” o “uffici”. Gli obiettivi di produzione possono essere raggiunti più velocemente ed efficacemente se il prodotto viene lavorato ininterrottamente dalla materia prima all’output finito. Interventi radicali sono necessari e permettono di trasformare in breve tempo le attività produttive, necessarie per fabbricare un prodotto, da un sistema a lotti e code in un flusso continuo.

Quando l’azienda (o più in generale l’organizzazione) ha definito il valore per il cliente, ha identificato il flusso di valore, ha eliminato gli ostacoli e, quindi gli sprechi, per far sì che il flusso scorra senza interruzioni, allora è giunto il momento di permettere ai clienti di “tirare il valore dell’impresa”. In altre parole, sono i clienti stessi a consegnare all’impresa le informazioni sulle loro preferenze, sulle loro esigenze, su eventuali bisogni latenti. Le performance dei prodotti, anche quelli dei competitors, i trend di mercato ed eventualmente i feedback ricevuti sono degli utili indicatori di cosa il cliente vuole, di come e quando lo vuole, e di come il flusso deve evolversi nel tempo in base alle sue richieste. Questo significa

acquisire la capacità di progettare, programmare e realizzare solo quello che il cliente desidera e nel momento in cui lo richiede.

L'ultimo principio riguarda una meta ambiziosa a cui comprensibilmente ogni organizzazione aspira. Va interpretato come la ricerca di un miglioramento continuo, quello che i giapponesi chiamano il "kaizen"²⁴. Infatti se si sono applicati correttamente i primi quattro principi, si creano sinergie inizialmente impensabili che mettono in moto un processo costante di riduzione dei tempi, degli spazi e dei costi. L'applicazione dei principi lean deve essere sistematica e continua per migliorare le performance aziendali. Pertanto, il quinto principio è come una maniera di spronare l'incessante applicazione del pensiero snello e far concepire ogni successo come un nuovo punto di partenza. Possono sempre emergere nuovi sprechi e la necessità di eliminarli.

Negli anni moltissime imprese occidentali si sono misurate con il Lean Thinking e i loro sforzi non sono di certo trascorsi invano. Il miglioramento generalizzato della qualità dei prodotti e dei servizi, insieme alla drastica riduzione dei costi sostenuti sono evidenti in qualsiasi categoria merceologica. In questa direzione, Womack nel 2013 scriveva: "Ciò che oggi vedo chiaramente è che la situazione sta migliorando lungo la strada: è diventato sempre più difficile acquistare prodotti di pessima qualità. La maggioranza delle imprese, nella maggior parte dei settori industriali, sta creando valore e sprecando di meno. Velocità e prontezza nella risposta alle esigenze del cliente stanno crescendo... e sta aumentando la consapevolezza che i consumatori non sono affatto alla ricerca di una gamma sempre più ampia di oggetti eccezionali, scollegati tra loro. Tutto ciò che i clienti desiderano è una soluzione ai loro problemi."²⁵

2.3.2 Applicazione del Lean Thinking

Qualche decennio di iniziative di applicazione del Lean Thinking hanno consentito di sviluppare un'estesa casistica di successi, errori e fallimenti delle attività di miglioramento dei soggetti che hanno intrapreso questo percorso. Centinaia di aziende si sono avvicinate ai concetti del pensiero snello, principalmente con l'obiettivo di diminuire gli sprechi e aumentare la produttività. Tuttavia, gran parte di queste non hanno applicato i cinque principi nella sequenza descritta da Womack e Jones, ovvero partendo dalla definizione del valore per il

²⁴ Kaizen (改善), è la composizione di due termini giapponesi, KAI (cambiamento, miglioramento) e ZEN (buono, migliore), e significa cambiare in meglio, miglioramento continuo

²⁵ Tratto da "Gemba Walks" (2013), di Womack J. e Shook J., Lean Enterprises Institute

cliente e subordinando ad esso le attività successive. Questo comportamento si è verificato e continuerà a verificarsi perché non è semplice per le imprese lasciarsi alle spalle i propri modi di fare, i propri metodi, le proprie abitudini. È molto più facile migliorare un sistema produttivo esistente, concreto e funzionante, piuttosto che declinare alla lettera i concetti teorizzati dal pensiero altrui. Trovare il vero valore per il cliente è un processo molto complesso che talvolta le imprese sottovalutano. Quando si guarda al Lean Thinking, spesso si pensa ad un semplice modello che serve esclusivamente a ridurre lo spreco di risorse e, quindi, i costi di produzione. Purtroppo, la realtà dei fatti è ben diversa. Questo tipo di aziende, infatti, convinte di tale assunto, tendono a concentrarsi unicamente sulla produzione, su quelle attività che possono omettere o trascurare, su questi o quei materiali da utilizzare, e su eventuali macchinari che possono aumentarne l'efficienza. Tuttavia, il modello formulato dai due economisti americani non è interessato a questo, bensì alla generazione (efficiente e senza sprechi) di valore per il cliente. Il valore è il centro del metodo lean. Le attività produttrici di valore e quelle che non lo sono, i prodotti che rispondono ad un bisogno e quelli che lo aggirano, i processi fruttiferi e quelli improduttivi sono le fondamenta del sistema da edificare. Dunque, per quanto l'atteggiamento superficiale di molte imprese sia del tutto comprensibile, non si può costruire un edificio senza delle solide basi, e lo stesso vale per l'applicazione del Lean Thinking. Ecco allora, che il rischio che si corre a trascurare dei passaggi fondamentali come la definizione del valore è che la continua riduzione dello spreco diventi fine a sé stessa. Ad un numero maggiore di strumenti introdotti e attività omesse non corrisponde, come sarebbe auspicabile, una maggiore produttività e maggiori benefici. Rimanere competitivi significa continuare a migliorare efficienza, produttività, qualità e livello del servizio, ma soprattutto, essere in grado di generare valore per il cliente lungo tutto il flusso dell'attività. L'impresa a due velocità, quella in cui chi lavora per ridurre lo spreco nei processi esistenti e chi agisce per identificare il valore per il cliente rappresentano due entità separate, e non è destinata ad un futuro brillante. Allo stesso modo, non lo è l'azienda che cerca di fare sempre meglio ciò che da tempo le riesce bene (ossia che cerca costantemente di ridurre lo spreco) senza domandarsi con troppa convinzione se i suoi clienti siano ancora disposti o no a pagare per i suoi prodotti e servizi. I clienti ormai diventano sempre più esigenti e volubili, pertanto, un'applicazione ortodossa dei concetti lean, chiaramente adeguandola alle singole caratteristiche di ciascuna azienda, le avvantaggerebbe molto nel processo di permanenza e competitività sul mercato. Basta prendere i casi di aziende che solo pochi anni fa non esistevano o erano di modeste dimensioni, e pensare

di come in pochi anni siano diventati dei colossi, o perlomeno abbiano insidiato gli “incumbents” dei rispettivi settori. La sfida cruciale si è spostata sulla capacità dell’impresa di identificare il valore e di fornirlo in maniera coerente, sostenibile e profittevole. Tutto ciò deve essere abbinato ad un rapido adattamento al cambiamento, in quanto l’avanzata di frequenti ondate di nuove tecnologie digitali non consente di stare alla finestra e pretende continui investimenti in ricerca e sviluppo, in particolar modo nei settori in cui il rinnovamento avviene giorno dopo giorno. In questo consiste il Lean Management, ovvero gestire l’evoluzione di un’impresa che opera in condizioni di performance al di sotto della media del proprio settore, e trasformarla tramite l’ottimizzazione dei propri processi e attività mirando alla valorizzazione delle richieste del cliente all’interno del proprio servizio.

2.3.3 Lean Industry 4.0

Da un paio d’anni a questa parte il tema della trasformazione digitale, sintetizzato nell’espressione Industria 4.0, ha acquisito un’ampia rilevanza sia nel settore accademico che in quello politico ed economico. Le aziende consapevoli della portata della Quarta Rivoluzione Industriale e da sempre impegnate a migliorare le proprie operations, cercano comprensibilmente di trovare una correlazione tra il nuovo archetipo gestionale e altri modelli di business in fase di adozione. La domanda che ci si pone è se esista o meno un punto di congiunzione tra Industria 4.0 e i cardini organizzativi del Lean Management. Se i due paradigmi, per l’appunto, fossero compatibili, o addirittura integrabili, si potrebbe utilizzare l’approccio lean come punto di partenza per la digitalizzazione delle imprese. Si continua a discutere molto a proposito di questo argomento e molteplici esperti hanno individuato diversi punti di contatto. Tra questi si ricordano l’orientamento all’ottimizzazione dei processi, l’enfasi sul coinvolgimento delle persone, l’analisi e la valutazione dei dati, e la conoscenza distribuita quale base per progredire.

Anzitutto, si potrebbe partire dall’assunto per cui l’anima dell’Industria 4.0 sia l’integrazione delle moderne tecnologie con i processi già utilizzati dalle industrie manifatturiere (e non), mantenendo sempre quelle che sono le caratteristiche dei prodotti. In riferimento ad innovazioni, come la realtà aumentata o le tecnologie additive, risulta evidente come introduzioni di strumenti del genere possano offrire numerose opportunità non solo per rendere più efficienti le fasi della produzione, ma anche per ampliare la gamma di articoli concretamente producibili, curare maggiormente l’organizzazione della fabbrica e del

magazzino, e quindi velocizzare l'intera catena del valore. Questa è una dimostrazione di come "il più evidente" dei concetti del Lean Management, ossia la riduzione degli sprechi, vada di pari passo anche con degli sviluppi tecnici all'interno dell'impresa, soprattutto in riguardo alla produttività degli impianti e, più in generale, al modo di arrivare al prodotto o al servizio.

Il Lean Management poggia sull'uso del metodo scientifico basandosi su dati, fatti, analisi e deduzioni logiche, dunque non discostandosi molto dal paradigma di Industria 4.0. Inoltre, l'approccio lean si propone il miglioramento continuo delle prestazioni degli impianti, comprendendo obiettivi di disponibilità, regolarità di funzionamento, manutenzione predittiva. Con Industria 4.0 la figura dell'operatore è ancora centrale, nonostante questa nuova prospettiva possa sembrare un vero e proprio inno alla robotizzazione. L'operatore, infatti, sostituito dai macchinari nei lavori a basso valore aggiunto, dovrà concentrarsi maggiormente sulle attività ad alto valore aggiunto, ossia su quelle in cui la capacità decisionale umana è ancora superiore a quella computazionale. Servendosi del supporto delle tecnologie digitali circa la raccolta dei dati, per esempio riguardanti il grado di efficienza dei macchinari, il compito dell'operatore sarà quello di convertire quelli più rilevanti in informazioni sullo stato di salute degli impianti e della veicolazione del dato al posto giusto al momento giusto. L'utilizzo di sistemi di manutenzione predittiva e monitoraggio remoto, basati su Big Data Analytics, può ridurre i tempi di fermo delle macchine del 30-50%²⁶. Dal 2007, con l'avvio del progetto Teorema, Carpigiani, storico marchio italiano di macchine per la produzione del gelato, raccoglie dati sul funzionamento dei propri apparecchi installati in tutto il mondo, quali temperature, stato dei motori e del compressore, pressioni, numero di cicli, ore di esercizio, giorni mancanti al lavaggio della macchina, a cui si aggiunge la raccolta delle informazioni previste dalla normativa HACCP²⁷. Il sistema permette di lanciare un allarme in caso di malfunzionamento dell'apparecchiatura e di attivare tempestivamente gli interventi della rete di assistenza tecnica. La mole di dati raccolta viene anche utilizzata per lo sviluppo di algoritmi proprietari di manutenzione predittiva. Lanciato come progetto IT per monitorare il funzionamento dei prototipi, ora Teorema è parte integrante dell'offerta commerciale e del piano di garanzia del prodotto.

²⁶ Dati McKinsey & Company (2017)

²⁷ HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) è un metodo di autocontrollo igienico per la tutela della salute del consumatore, prescritto dai Regolamenti Europei CE 78/2002 e CE 872/2004

La crescente possibilità di raccogliere dati grazie all'avvento delle tecnologie digitali non è l'unica condizione al successo. Fondamentale e necessario è che le informazioni vengano condivise con l'intero sistema impresa. I dati devono essere a disposizione di tutti e tutti devono essere in grado di leggerli e comprenderli. Ecco allora che efficienza significa anche investire nell'istruzione del personale, soprattutto in un ambito che diventerà cruciale nei prossimi anni. A tal proposito, l'uso dei Big Data sarà una delle vie che porterà all'identificazione del valore del cliente e consentirà l'evoluzione e il rafforzamento delle pratiche lean, aumentando la generale efficienza e qualità dei processi. Una delle fonti principali di dati che, da qualche anno, vengono sfruttate sempre di più sono i social network. Questi ultimi captano le tendenze del mercato e le trasformano in importanti veicoli tramite i quali le imprese conoscono il gradimento e la popolarità dei prodotti tra i consumatori. La Social Media Analysis è diventata ormai a tutti gli effetti un esame che ciascuna nuova proposta deve superare, soprattutto nel campo della moda. Il numero crescente di fashion bloggers e influencers denota come "il verdetto dei social" possa rappresentare molto spesso uno spartiacque tra il successo e l'anonimato.

Un altro tema legato al rapporto tra Lean Management e Industria 4.0 è la definizione di modelli di business che possano coniugare sia la risoluzione del maggior numero di bisogni per il cliente che la convenienza economica e produttiva del fornitore del servizio. Un esempio di come l'applicazione combinata dei due paradigmi possa cambiare le sorti di interi settori industriali è l'affermarsi del modello *pay-per-use*. Un caso emblematico di successo è rappresentato dal produttore di auto e motori aeronautici Rolls-Royce, che offre alle compagnie aeree contratti denominati "power by the hour". L'assetto di fornitura comprende motore, ricambi e servizio di manutenzione, a fronte della corresponsione di un costo fisso per ora volata. Il valore del cliente è chiaramente quello di rendere certi e pianificabili i costi di esercizio e manutenzione di componenti critici per l'operatività degli aeromobili. Contratti simili si avvalgono di tecnologie abilitanti, come i sistemi FADEC (Fully Authority Digital Electronic Control) che monitorano centinaia di parametri di funzionamento, tra cui le temperature dei gas di scarico, il numero di giri della turbina, altitudine, densità dell'aria, posizione della manetta. Questi dati sono raccolti e trasmessi in tempo reale dai sensori installati nel motore allo scopo di gestirne le performance. Si individuano i parametri ideali e il sistema controlla le eventuali deviazioni rispetto a tali condizioni, in maniera da prolungare nel tempo la durata del motore e semplificando le attività di manutenzione. Il modello "power by

the hour” è solo una delle dimostrazioni pratiche di come le tecnologie abilitanti possano sposarsi con il valore per il cliente. Questo connubio, al giorno d’oggi, risulta essenziale per un’impresa che vuole mantenere il proprio potere di mercato o, perlomeno, la competitività nel settore in cui opera.

2.4 Il caso ZARA

Negli ultimi vent’anni, il modello di Lean Management ha ottenuto una grandissima notorietà e condivisione. Le imprese di successo, infatti, sono quelle che hanno compreso prima di tutte la grande valenza implicita ai concetti del pensiero snello e hanno costruito, tramite questi, dei sistemi innovativi per creare il tanto ambito valore per il cliente. Tuttavia, ciò non toglie che oggi la competitività a livello globale è più che mai aspra e il vantaggio competitivo dell’impresa non può che misurarsi anche attraverso la comparazione tra le diverse performance delle aziende e dei loro competitors. Le imprese capaci di soddisfare il cliente in maniera flessibile e con sprechi ridotti, hanno la possibilità di conquistare larghe fette di mercato e di farsi spazio al suo interno per mezzo dell’identificazione delle esigenze dei consumatori. Caso emblematico è l’esplosione del “fast fashion”, settore nel quale ZARA, marchio lanciato nel 1975 dal gruppo Inditex di Amancio Ortega, ha avuto una crescita esponenziale arrivando oggi ad avere un fatturato di circa 25,3 miliardi di euro all’anno²⁸.

Da più di un decennio, ZARA rappresenta un’interessante combinazione di capacità di identificare il valore per il cliente, applicazione dei principi lean e introduzione di tecnologie abilitanti. Probabilmente, una delle migliori applicazioni di “mass customization” fino ad oggi realizzate. Il cliente abituale di ZARA sa che gli abiti disponibili in negozio sono stati prodotti in piccole quantità e che due volte a settimana gli showroom ricevono consegne di nuovi modelli. Un cambiamento radicale per il settore dell’abbigliamento, nel quale da tempo immemore le novità vengono introdotte due volte l’anno, in occasione della presentazione delle collezioni primavera/estate e autunno/inverno. Se il cliente tipo di ZARA prova un abito che incontra i suoi gusti, è consapevole del fatto che deve acquistarlo, perché una volta andato esaurito, non verrà riassortito. Il cliente, pertanto, a giudicare dai risultati, non solo è disposto a comprare, ma è anche felice di farlo: il modello di business di ZARA è capace di identificare il

²⁸ Dati di bilancio al 31.12.2017

valore per il cliente in maniera piuttosto chiara. Tuttavia, la sua realizzazione pratica presenta non poche difficoltà. La messa in produzione di oltre 10.000 modelli all'anno, in più colori e taglie, richiede, ogni dodici mesi, la creazione e gestione di oltre 300.000 nuovi articoli. Non è un segreto che molte aziende avrebbero a priori ritenuto impossibile governare una struttura produttiva di una complessità simile. Per gestire tutto ciò, ZARA si avvale di sofisticate tecniche di “just-in-time²⁹” sviluppate in collaborazione con Toyota, e di metodi di “postponement³⁰” per ridurre i tempi di produzione e consegna aumentando la flessibilità. Inoltre, il colosso galiziano applica alcune delle pratiche introdotte da Benetton negli anni '80, come l'acquisto del 50% dei tessuti non tinti, in modo da reagire più rapidamente alle tendenze del mercato. Un tassello fondamentale del sistema di creazione del valore è rappresentato dalle tecnologie abilitanti, sommate all'attività di minimizzazione dello spreco digitale. L'intero sistema poggia su uno scambio di informazioni strutturato, rapido e costante tra tutti gli attori della catena del valore, partendo dagli store manager, in costante contatto con il cliente, per arrivare ai fornitori, passando per il centro stile di La Coruña, in Spagna. Un flusso continuo di dati tra quartier generale e punti vendita permette di conoscere i modelli più e meno venduti e quindi di indirizzare le scelte creative e produttive per il periodo successivo. Tutto ciò non sarebbe sufficiente senza una catena di fornitura rapida, trasparente, ma soprattutto flessibile, e continuamente sincronizzata con i bisogni del cliente.

La lezione dei giganti del “fast fashion” può essere riassunta in pochi principi chiave, non semplici, ma dall'enorme potenziale se abbinati alle altre tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0, e soprattutto applicabili in un gran numero di settori industriali, che vanno ben oltre quello della moda. Anzitutto, è possibile notare che le preferenze dei clienti si spostano sempre più velocemente verso aziende in grado di soddisfare rapidamente le loro necessità. D'altro canto, appagare velocemente i bisogni del cliente è un fattore fondamentale per ridurre i rischi derivanti dalla mutevolezza dei suoi gusti. Ormai, la quantità di opportunità che i consumatori hanno nella scelta di un articolo piuttosto che un altro fa sì che un'azienda competitiva sia una azienda che vince sulla minimizzazione del “time to market”. La velocità nella risposta al cliente non può che tradursi nella velocità dell'intera catena del valore, non solamente di alcune

²⁹ Il *just in time* è una filosofia industriale che ha invertito il tradizionale metodo di produrre prodotti finiti per il magazzino in attesa di essere venduti (*logica push*) passando alla *logica pull* secondo cui occorre produrre solo ciò che è stato già venduto o che si prevede di vendere in tempi brevi.

³⁰ Il *postponement* è una tecnica che consente lo spostamento della personalizzazione del prodotto più a valle possibile nel sistema produttivo.

parti. Circolazione e trasparenza delle informazioni non sono sufficienti se non innescano una reazione del settore produttivo, mediante l'applicazione pratica del concetto di "flessibilità strutturale" e non attraverso l'improvvisazione. La tracciabilità del prodotto lungo tutta la catena di fornitura, cavallo di battaglia di numerosi fornitori di tecnologie abilitanti, non basta: il monitoraggio e controllo ossessivo di una supply chain poco flessibile e per nulla reattiva, anziché ridurre, aumenta gli sprechi. Quando la velocità di reazione non è sufficiente, per servire il cliente non si può fare altro che attingere ad un magazzino ben rifornito, oggi come anni fa. Ma la lezione del caso ZARA è proprio quella che una gestione efficiente del magazzino permette un notevole risparmio di tempo e risorse per l'impresa. Dunque, ancora una volta, è necessario prestare la massima attenzione a non confondere l'installazione di un nuovo applicativo, per quanto innovativo, con il processo di creazione del valore per il cliente.

Altro concetto fondamentale è quello del cosiddetto "lotto uno". Assodato che l'epoca della produzione di massa stia volgendo al termine, i sistemi produttivi esistenti devono trasformarsi in modo da poter realizzare piccoli lotti di prodotti a basso costo, senza perciò derogare su qualità e lead time ³¹. La personalizzazione che il mercato tende a richiedere sempre più rende improduttivo il massiccio impiego di risorse per generare un output, quando piuttosto risulterebbe sufficiente dosare la produzione in base alle richieste del mercato. Questa iniziativa seppur abbastanza rischiosa nella gestione delle forniture e delle rimanenze di magazzino comporterebbe una gestione ottimale del capitale circolante e costituirebbe una vera e propria risorsa da poter sfruttare.

Infine, l'introduzione di strumenti di digitalizzazione delle informazioni deve porsi come obiettivo l'eliminazione dello spreco digitale, ovvero di tutte quelle attività che non aggiungono valore per il cliente. L'introduzione dei sistemi di ERP (Enterprise Resource Planning) ha portato con sé una discreta quantità di spreco digitale nei processi. Lo stesso errore non deve essere ripetuto nel momento in cui si introducono le nuove tecnologie abilitanti: Industria 4.0 non è sinonimo di pilota automatico. Definizione del valore per il cliente, delle priorità per realizzarlo, change management ed eliminazione dello spreco restano ancora delle responsabilità in capo a manager in carne ed ossa.

³¹ Lead time, tempo necessario ad un'impresa per soddisfare una richiesta del cliente ("tempo di risposta").

Capitolo 3: La Smart Green Factory

3.1 L'impresa sostenibile 4.0

3.1.1 Lo sviluppo sostenibile e l'Industria 4.0

Al giorno d'oggi, le aziende di tutto il mondo stanno affrontando una lunga serie di importanti sfide. Queste sfide trovano origine nell'intenso respiro innovativo delle prospettive future dell'economia e di molti settori della stessa. La cosiddetta Quarta Rivoluzione Industriale, alias Industria 4.0, è alle porte e promuove una crescente digitalizzazione delle imprese e dei loro sistemi produttivi, incentivando il ricambio generazionale dei processi, con l'obiettivo di riconvertirli in applicativi di tipo "intelligente" e comportando quindi un più alto grado di automazione. L'Industria 4.0 può essere intesa sia come un programma politico ed economico per rinnovare e aggiornare i comparti industriali europei, sia come conseguenza tecnologica dell'odierno sviluppo in ambito industriale e scientifico. Pertanto, le nuove tecnologie di produzione si intrecciano e si intrecceranno maggiormente con quelle di informazione e comunicazione al fine di formare delle vere e proprie reti intelligenti di fabbriche, macchine, dispositivi, materiali e lavoratori che soddisfino in modo altamente reattivo una domanda profondamente personalizzata da parte dei clienti. Tuttavia, agli albori di questa nuova prospettiva in ambito industriale, e nonostante la comune e condivisa eccitazione per la potenziale crescita dell'industria europea, sembra che sia stato perso di vista un aspetto fondamentale e spesso sottolineato dai discorsi di svariati politici europei, ovvero la sostenibilità. Infatti, molte volte si sente dire che l'economia debba svilupparsi secondo un modello di crescita rispettosa dell'ambiente e delle sue risorse, anche se queste parole vengono messe in pratica in modo ancora troppo superficiale. Ecco allora è indispensabile che, in riferimento a tali programmi e prospettive, una nuova rivoluzione industriale debba tener conto degli urgenti problemi che, ad oggi, le società moderne si trovano a dover fronteggiare quotidianamente, tra cui ad esempio la crescita della popolazione umana, l'inquinamento ambientale, la diminuzione e il progressivo esaurimento delle risorse naturali, i cambiamenti climatici. Con i progressi conseguiti in macchine più intelligenti e sistemi di informazione, nuovi materiali, rilevamento a distanza, biotecnologia avanzata e molto altro, vi sono innumerevoli modi per avanzare verso uno sviluppo sostenibile e un tenore di

vita più elevato. Ecco allora che la meta da raggiungere sarà non solo il pieno sfruttamento della maggiore velocità, efficienza e degli svariati benefici tecnici che le nuove applicazioni 4.0 apporteranno alle imprese, ma è doveroso che questo progresso venga anche costruito sul concetto di sostenibilità (principalmente ambientale) come fondamento per una prosperità economica e uno stato di benessere di lungo periodo.

La concezione di sviluppo sostenibile sembra essere un problema molto più ampio, confrontandolo con quello di Industria 4.0. Questo è il risultato di cambiamenti nella produzione e nell'ambiente socio-economico, i quali si ottengono solo curandosi della natura, delle sue risorse e impostando un armonioso rapporto con essa. In letteratura, il tema del rispetto dell'ambiente è stato molto spesso associato al nostro quotidiano contributo alla proliferazione del degrado ambientale e l'idea che un'inversione di marcia in questo senso avrebbe delle ripercussioni più che positive sul nostro stile di vita e sulla qualità delle nostre vite in senso assoluto. Infatti, vale la pena notare che lo sviluppo sostenibile riguarda non solo il settore dell'industria, ma è un concetto molto più ampio, che tiene conto anche delle molteplici attività, politiche e di tutti gli aspetti che caratterizzano una società moderna: la gestione dell'edilizia, l'architettura, i servizi, i trasporti urbani, gli spazi verdi nelle città. In relazione a quanto sopra, abbiamo a che fare con un concetto più che mai maturo, che non deve andare in contrasto con quello di Industria 4.0, ma deve esserne piuttosto compenetrante e strettamente collegato, vista anche la non definitiva affermazione di quest'ultima e la sua non ancora completa messa in pratica.

L'idea di "sviluppo sostenibile" risale al 1987, successivamente alla pubblicazione del rapporto della Commissione Brundtland³², in cui per la prima volta è stata data una definizione a questa espressione, e tale idea ha iniziato a rappresentare un modo per soddisfare le crescenti esigenze della popolazione mondiale, preservando allo stesso tempo il rapporto con l'ambiente. Con "sviluppo sostenibile" si intende precisamente un'evoluzione economica e sociale che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità per generazioni future di soddisfarne i propri (WCED³³,

³² Il Rapporto Brundtland (conosciuto anche come "Our Common Future") è un documento pubblicato nel 1987 dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED) in cui, per la prima volta, venne introdotto il concetto di sviluppo sostenibile. Il nome venne dato dalla coordinatrice Gro Harlem Brundtland, che in quell'anno era presidente del WCED e aveva commissionato il rapporto.

³³ WCED, World Commission on Environment and Development

1987). Da tale definizione, si evince che il problema della sostenibilità è situata nei bisogni umani, e quindi costituisce fundamentalmente la stessa esigenza a cui tenta di sopperire il mondo dell'impresa. Pertanto, proprio a partire da questa condivisione di obiettivi, la sostenibilità e l'impresa dovrebbero avere un intenso rapporto tra loro. La possibilità di affiancare il discorso del progresso industriale a quello della crescita sostenibile sarebbe più che mai da cogliere, in funzione di uno sviluppo parallelo e contemporaneo. A tal proposito, va sottolineato che, nonostante l'accezione relativamente a lungo termine del concetto espresso dalla Commissione, gli studiosi di tutto il mondo sono concordi ancora oggi nell'affermare che tale principio è molto più sviluppato in teoria che in pratica. In letteratura da anni ormai, si possono notare legami tra scienza, tecnologia e sviluppo sostenibile. Gli autori sostengono addirittura che la scienza e la tecnologia dovrebbero svolgere un ruolo centrale nell'attuazione del concetto di sviluppo sostenibile. Sfortunatamente, nella maggior parte dei casi, lo sviluppo tecnologico avviene senza considerare aspetti di natura ecologica, i quali impedirebbero il degrado del sistema terrestre, e di conseguenza, della vita umana.

Il concetto di sviluppo sostenibile prende in considerazione tutti gli aspetti della vita umana. Esso si fonda su tre pilastri: sociale, economico e ambientale. Con sostenibilità sociale, in chiave aziendale, si intende la capacità dell'impresa di curare con attenzione e rispetto i rapporti dell'azienda con i propri stakeholders. Quest'attenzione consiste in un assoluto processo di auto-responsabilizzazione della stessa nei confronti di chi ha a che fare e ha interesse nell'attività dell'impresa. Ciò che conta non è tanto cosa si produce o quali mansioni si svolgono, ma il come queste vengono portate avanti. Molto spesso si parla di vero e proprio "welfare aziendale", ossia di un'autentica politica rivolta al conseguimento di relazioni favorevoli, e quindi anche al benessere, degli stakeholders (in particolar modo di dipendenti, fornitori e la comunità all'interno della quale l'impresa è situata). "Le aziende dedicano alle misure di sostegno ai dipendenti, nella contrattazione di secondo livello, risorse via via più rilevanti. E anche il cosiddetto terzo settore è diventato più produttivo, con le imprese sociali, le coop, le fondazioni inserite nel tessuto economico italiano con risorse anch'esse ingenti" (Stefano Zamagni³⁴, 2016). Non è un caso che

³⁴ Stefano Zamagni, docente universitario ex presidente della soppressa Agenzia per il terzo settore, membro della Pontificia accademia delle Scienze, in un'intervista al Sole 24Ore (marzo 2016). <https://www.ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2016-03-02/sostenibilita-sociale-chiave-sviluppo-134620.shtml?uuid=ACpXAxFC>

aziende conosciute per la loro virtuosa reputazione in termini di trattamento dei lavoratori e, perciò sostenibilità sociale, attirino più facilmente le risorse umane migliori in circolazione. Non si può non citare a riguardo Brunello Cucinelli, baluardo dell'industria del cashmere italiana, la quale costituisce da tempo un esempio di impresa che ha costruito la sua fortuna anche sulle sue notevoli capacità di attrarre nel proprio sistema le eccellenze tra i lavoratori, che vengono così ricompensati con orari di lavoro flessibili, una fitta rete di valori umani nelle norme di comportamento aziendali e la celeberrima "supertredicesima". Inoltre, circa le attitudini rivolte al conseguimento della sostenibilità sociale dell'impresa, bisogna assolutamente fare riferimento al rapporto con i fornitori. Ormai le organizzazioni più sviluppate in questo senso richiedono dei credibili requisiti e standard ambientali e sociali ai propri fornitori, che si possono tramutare in piani di sviluppo nel breve, medio e lungo termine da concordare insieme, oppure, in caso di mancato rispetto degli stessi, anche in casi di esclusione del fornitore. In riguardo a ciò, IKEA, negli anni, ha saputo controllare questo aspetto, alla luce delle sinergie esistenti tra gli obiettivi di sostenibilità e di efficienza, della trasparenza nella struttura dei costi dei fornitori e della presa di coscienza dell'espansione del mercato grazie alle opportunità aperte dalla sostenibilità. Difatti, un aspetto talvolta sottovalutato è quello per cui accade spesso che imprese con particolari meriti nel campo della sostenibilità, sono anche imprese che mantengono un certo equilibrio finanziario e degli stabili profitti a livello di bilancio. Tale aspetto proviene dal fatto che i consumatori oggi apprezzano sempre di più le imprese che operano con strategie di rispetto dei lavoratori e dell'ambiente, dando a questo tipo di politiche un peso diverso che in passato. I prodotti identificabili per meriti di sostenibilità, ottengono sempre maggiore riconoscimento e sono destinati anche in futuro ad ottenere sempre maggior successo sul mercato. Ecco allora che non è un caso che le imprese migliori siano anche quelle che rispettano la comunità all'interno della quale operano e, chiaramente, l'ambiente ad essa circostante.

Così come per le imprese sta diventando fondamentale adottare un modello di sviluppo sostenibile, allo stesso tempo gli stati nazionali e la politica non devono fare da meno. Per incamminarsi in un percorso che conduca un'economia, e prima di tutto un paese, a rispettare l'ambiente e a crescere di pari passo con esso, è necessario che il cambiamento abbia dei sostenitori dall'alto. Seppur sia innegabile che qualsiasi trasformazione, rivoluzione o evoluzione debba avviarsi dal basso, ossia dalla coscienza popolare e da una

generale comunità di intenti, affinché possa avere effetto, è allo stesso tempo indispensabile che la classe politica acconsenta al decollo. L'importanza di un'inversione di marcia in tal senso è dimostrata dalle iniziative che, da più o meno vent'anni a questa parte, le organizzazioni internazionali hanno preso in materia ambientale. Le più recenti della lista sono i Sustainable Development Goals (SDG) che tutti i 193 governi delle Nazioni Unite hanno adottato nel settembre 2015, e l'Accordo di Parigi sul clima del dicembre dello stesso anno. Queste pattuizioni internazionali hanno il mirabile scopo di integrare i vari paesi all'interno di un sistema di cooperazione globale per uno sviluppo economico e sociale sostenibile nei prossimi anni. Un'ingiustificata avversione nei confronti di questo tipo di iniziative, difatti, evidenzia la preferenza a raggiungere obiettivi economici di breve periodo, senza tuttavia ponderare adeguatamente quali siano le tendenze e le esigenze di sostenibilità (anche economica) di lungo periodo. Questo è il motivo per cui molti dei programmi politici di alcune delle nazioni più sviluppate a tal proposito siano diretti alla diminuzione progressiva nell'utilizzo di risorse che nel prossimo futuro si esauriranno. Una su tutte è sicuramente il carbone, ancora oggi combustibile di base per la produzione di energia elettrica in gran parte del mondo. In sede di ridimensionamento nell'utilizzo di quest'ultimo, sicuramente un paese come la Corea del Sud è all'avanguardia. Nell'ambito della propria strategia di *green growth*, la Corea si è impegnata nel raggiungere obiettivi di emissione specifici per settore e di vasta portata, in quello che viene chiamato il Targets Management System (TMS)³⁵. Le imprese sono state coinvolte per fasi all'interno di questo programma, a partire dalle fabbriche che inquinavano con pesanti quantità di carbonio (emissioni maggiori alle 25.000 tonnellate di CO₂), vincolate dal 2011; poi si è passati a quelle che emettono 20.000 tonnellate, vincolate dal 2012, e infine coprendo tutte le fabbriche che emettono più di 15.000 tonnellate all'anno entro il 2014. Alla fine del 2010, non meno di 468 tra le maggiori imprese del paese hanno firmato l'inclusione nel raggio d'azione del TMS, venendo chiamate in causa per definire i propri limiti di emissione in base alle proprie caratteristiche. Tali limiti, successivamente, sarebbero diventati obbligatori nei tempi previsti dal programma. Questo risultato è stato concepito come un primo passo da parte del governo, il quale è stato seguito da uno schema di riformulazione delle emissioni limite che è entrato in vigore entro il 2015 (come approvato dall'Assemblea nazionale nel maggio

³⁵ TMS, strategia elaborata dal governo coreano che organizza il raggiungimento di dichiarati obiettivi.

2012). L'esito finale, dunque, ha visto la Corea adottare, in anticipo rispetto a molti altri paesi, delle misure serie e vincolanti verso la lotta all'utilizzo di carbone, attraverso un sistema di limiti di emissioni specifico a livello di stabilimento e di settore. Su un altro versante, inoltre, sono state attuate misure per aumentare la domanda di infrastrutture che producono energia pulita al fine estendere l'assorbimento delle antiquate energie inquinanti. Tra queste politiche, rivolte anche a semplici proprietari di immobili, compare anche l'applicazione di tariffe *feed-in*³⁶ per i titolari di impianti di produzione di energia rinnovabile, molto simili a quelle introdotte pochi anni fa in Italia per gli impianti fotovoltaici. Queste misure, adottate contemporaneamente al TMS, avevano allora l'obiettivo di raggiungere una riduzione del 30% delle emissioni totali entro 10 anni, risultato che oggi, nonostante dei leggeri rallentamenti nella tabella di marcia, può essere considerato perfettamente alla portata in pochi anni.

L'esempio coreano dimostra che un'assunzione di responsabilità della politica è paradigmatico. In Italia, troppo poco è stato fatto a riguardo. Il nostro paese produce ancora oggi il 13,5%³⁷ del proprio fabbisogno energetico attraverso 12 centrali a carbone sparse nella nostra penisola, emettendo oltre 39 milioni di tonnellate di CO₂ l'anno, pari al 40% delle emissioni prodotte dall'interno sistema elettrico nazionale. Nonostante le molteplici dichiarazioni in favore di un'inversione di tendenza da parte della nostra classe politica, vere e proprie leggi o programmi chiari e concreti non sono stati approvati. Il tema, tuttavia, rimane di vitale importanza, in quanto una produzione di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili consente anche una produzione *green* da parte delle imprese. Non è un segreto che ormai anche il mercato dell'automobile si sta dirigendo verso l'elettrico o l'ibrido, con case automobilistiche come Tesla o Toyota che fungono da leader di mercato in questo senso.

Stabilire reti, fabbriche e macchine intelligenti è un obiettivo ricorrente, condiviso da qualsiasi piano di sviluppo volto all'Industria 4.0. Idealmente, un sistema intelligente è in grado di tenere sotto controllo l'impatto a lungo termine delle decisioni che prende. Il fine ultimo di un sistema di questo tipo è principalmente la prospettiva che gli interventi

³⁶ Meccanismi che riconoscono al titolare dell'impianto energetico una tariffa incentivante per 20 anni per tutta l'energia prodotta, a prescindere dall'uso che ne venga fatto. Questa misura ha delle similitudini con il "Conto Energia" introdotto nel 2011-2012 in Italia per i titolari di impianti fotovoltaici.

³⁷ Fonte: Assocarboni

umani siano ridotti al minimo, mentre la flessibilità nei confronti delle esigenze individuali dei clienti e l'adattabilità ai cambiamenti ambientali (ad esempio il cambiamento del prezzo di mercato dei materiali, il fallimento dei fornitori, ...) vengano aumentati al massimo. Il principio guida che si cela dietro questo tipo di intelligenza è ed è sempre stato quello di soddisfare uno o più obiettivi tipici della gestione della produzione: inventario, tempo di trasmissione, utilizzo delle rimanenze, data di consegna. Gli obiettivi relativi alla minimizzazione dell'impronta ecologica di un ordine di produzione, in genere, non vengono formulati in modo esplicito o non fanno parte dei tradizionali problemi di ottimizzazione della produzione. Il modello di Industria 4.0, però, seppur tra gli obiettivi principali non faccia esplicitamente menzione alla sostenibilità ecologica dei sistemi di produzione, sicuramente dovrà intendere questa missione come indispensabile in un'ottica di lungo periodo. Tuttavia, le comunità di ricerca tecnologica e operativa hanno affrontato l'impatto ecologico e la sostenibilità in vari modi negli ultimi decenni. Collegando il concetto di "intelligenza", il quale nella visione dell'Industria 4.0 era limitato all'ambito tecnologico, con teorie ben più consolidate (riguardanti, tra gli altri, il risparmio energetico), i concetti di produzione sostenibile diventano così a portata di mano. Questi ultimi devono essere messi in pratica per approdare a sistemi di produzione futuri realmente intelligenti, e quindi anche ecologicamente sostenibili. Solo strutture operative e organizzative del genere, che incorporano l'impronta verde nel loro concetto di intelligenza, potranno essere degni di una visione lungimirante in termini di competitività e solidarietà sociale.

3.1.2 Economia circolare e nuove tecnologie

L'interrelazione e la compresenza di sostenibilità ambientale, sociale ed economica è molto importante anche per le imprese che vogliono attuare un rinnovamento tecnologico. Infatti, come insegna, il modello già delineato di Lean Industry 4.0, l'obiettivo della minimizzazione dello spreco attraverso l'utilizzo degli applicativi tipici della Smart Factory va di pari passo con una maggiore valorizzazione delle risorse che già si posseggono e un eventuale riutilizzo di quelle identificate come scarto di produzione. Il termine "autonomia" deve essere ben impresso nell'immaginario dello *smart manufacturer*, in quanto consiste nell'utopia di un'impresa totalmente indipendente che non necessita di risorse dall'esterno (soprattutto in termini di fornitura di materie prime). L'energia elettrica, le materie prime, i servizi; tutto è prodotto, anzi riprodotto, all'interno

della fabbrica a partire dai rifiuti e da ciò che apparentemente non è più riutilizzabile. Gli elementi provenienti dall'esterno sono ridotti al minimo, e quelli che ne entrano a far parte riescono ad inserirsi perfettamente all'interno di tale sistema. Risulta evidente che un'organizzazione di questo tipo sarebbe enormemente difficile da realizzare, neanche nei casi più remoti, tuttavia rimane viva la possibilità di avvicinarsi il più possibile ad un livello di autonomia simile.

Certamente, una maniera per tentare, anche solo lontanamente, di aumentare il grado di indipendenza dall'esterno di un'impresa, che si propone essere intelligente anche nella sostenibilità, consiste nell'applicazione severa ed efficace del principio di Circular Economy. L'economia circolare (CE) è considerata una nuova mentalità imprenditoriale che può aiutare le organizzazioni e le società a progredire verso uno sviluppo sostenibile (McDowall³⁸, 2017). Ad esempio, la Cina, alcuni paesi europei e il Giappone hanno implementato normative incentivanti per incoraggiare le organizzazioni a perseguire i principi di Circular Economy. Questi ultimi offrono una nuova e diversa prospettiva sui sistemi organizzativi e operativi di produzione e consumo, che si concentra sul ripristino del valore delle risorse utilizzate. La proposta della CE consiste nel fatto che un approccio circolare all'energia e ai materiali possa fornire benefici economici, ambientali e sociali alle organizzazioni quando si sostituisce la prospettiva tradizionale di *“take, make, use and dispose”* (letteralmente, “prendere, fabbricare, usare e smaltire”, concetto noto anche come economia lineare) con quella di economia circolare.

³⁸ Will McDowall, Institute for Sustainable Resources, University College of London



Figura 3.1, principio di Circular Economy³⁹

Nel contesto della produzione e del consumo sostenibili, l'economia circolare è un approccio emergente finalizzato all'utilizzo sostenibile delle risorse naturali. La CE si concentra sulla massimizzazione della circolarità delle risorse e dell'energia all'interno dei sistemi di produzione, sulla base della realtà per cui le risorse naturali sono scarse e che le sostanze e i materiali di scarto, alla fine della loro vita, possono mantenere ancora un certo valore implicito. Il concetto di economia circolare si basa fondamentalmente su due cicli chiave: uno biologico e uno tecnico. Il ciclo biologico rigenera gli ecosistemi, riducendo l'eccessiva estrazione di risorse naturali, utilizzando materiali rinnovabili e riutilizzando energia e rifiuti organici mediante una digestione anaerobica degli stessi (e indispensabile per il loro recupero). Il ciclo tecnico, invece, aumenta la durata della vita di un prodotto attraverso una gerarchia di strategie di circolarità, che comprendono il riutilizzo, la riparazione, il rinnovamento, la rigenerazione e, infine, il riciclaggio. I cicli tecnici cercano di trasformare ciò che è considerato un rifiuto in delle risorse per altri sistemi di produzione. Tre sono i principi che regolano i cicli della CE, ovvero: (1) la conservazione del capitale naturale, che significa valorizzare al massimo le qualità e le proprietà della risorsa naturale e creare un equilibrio di consumo tra risorse rinnovabili e non rinnovabili;

³⁹ Tratto da <https://www.economyup.it/innovazione/che-cos-e-la-circular-economy-e-perche-puo-mantenere-l-europa-competitiva/>

(2) l'estensione della vita delle risorse attraverso cicli sia biologici che tecnici, dunque aumentando la circolarità dell'utilizzo delle stesse e dell'energia che da loro proviene; (3) la riduzione degli effetti negativi dei sistemi di produzione, ossia l'ottimizzazione dei processi in termini di efficienza e utilizzo di risorse.

Tuttavia, negli anni, si sono scovati una serie di ostacoli alla piena adozione dei principi CE all'interno delle organizzazioni e delle catene di approvvigionamento. È stato identificato, ad esempio, che la mancanza di abbastanza informazioni sul ciclo di vita dei prodotti, nonché la carenza di tecnologie avanzate per una produzione più pulita, hanno diminuito la portata dei principi CE. Inoltre, l'incertezza percepita in merito ai costi, all'utile sul capitale investito e alla tempistica di attuazione spesso si traduce in un'iniziale riluttanza da parte delle imprese a porsi come obiettivo una missione così ambiziosa. Oggi, però, questo tipo di limiti possono essere affrontati grazie alle nuove tecnologie emergenti basate sui principi dell'Industria 4.0, le quali essendo in fase di diffusione sempre più ampia, potrebbero diventare fondamentali per rendere possibile il superamento di questo genere di ostacoli. Ad esempio, la raccolta di una grande quantità di dati sulla produzione e sulla commercializzazione dei prodotti potrebbe sopperire all'ancora lacunosa disponibilità di informazioni sul ciclo di vita del prodotto; oppure sistemi di tracciamento del prodotto post-consumo darebbe l'opportunità di recuperarne i componenti e quindi di indirizzarli verso un trattamento adeguato in termini di riciclo.

Infine, bisogna aggiungere che nell'ambito dell'economia circolare hanno molta importanza le energie rinnovabili e la modularità e la versatilità degli oggetti, che possono e devono essere utilizzati in vari contesti per poter durare il più a lungo possibile. È quindi evidente che l'economia circolare presupponga un modo di pensare sistemico, che non si esaurisce nella progettazione di prodotti destinati a un unico scopo. Le componenti di ciascun prodotto devono essere realizzate già con l'obiettivo di poter essere riciclate in futuro. I biomateriali, infatti, stanno diventando una vera e propria risorsa che ci permette di allungare notevolmente la vita dei nostri prodotti. Ecco allora che la CE è anche un'economia che, oltre a proteggere l'ambiente e permetterci di risparmiare sui costi di produzione e di gestione, ha la potenzialità di produrre anche degli utili. Ne sono ben coscienti alcune imprese italiane molto attive in questo senso, come Hera che da qualche anno segue progetti *circular*, come quelli di recupero dei rifiuti organici per la produzione di biometano, oppure Intesa San Paolo che, in partnership con la Ellen MacArthur

Foundation⁴⁰, proseguirà nell'impegno di ridefinire le strategie d'impresa in chiave innovativa, assicurando il supporto finanziario per gli investimenti a sostegno del re-design del sistema industriale. Il colosso bancario italiano, con l'obiettivo di sostenere la crescita e l'innovazione delle filiere produttive, ha fondato l'Intesa Sanpaolo Innovation Center, ossia una società del gruppo che ha come fine ultimo quello di esplorare ed apprendere i nuovi modelli di business, presidiando su tutte le attività svolte in ambito circolare. Tra le iniziative più interessanti sicuramente spicca lo stanziamento di un fondo che arriva fino a € 5 miliardi, per il periodo 2018-2021, con l'impegno di sostenere progetti innovativi e trasformativi da parte di piccole e medie imprese, o grandi aziende ispirate ai principi di economia circolare.

3.1.3 Modello di applicazione dei principi CE alla Smart Factory

Un sondaggio di McKinsey, esplorando l'atteggiamento di una serie di imprenditori propensi a dare vita ad un programma di rinnovamento sostenibile delle proprie imprese con l'introduzione di metodologie e applicativi del tipo 4.0, ha determinato che solo un limitato numero di intervistati disponeva di una chiara tabella di marcia per la sua attuazione. Da questa ricerca, difatti, si può affermare che esiste una lacuna di conoscenze relative al modo in cui le organizzazioni dovrebbero costruire un percorso verso la gestione sostenibile delle proprie attività operative e il raggiungimento delle strategie CE, prendendo in considerazione le attuali tendenze tecnologiche dell'Industria 4.0. Queste ultime possono contribuire a prendere decisioni gestionali e ad attuare nuovi modelli di business attraverso l'integrazione di catene del valore con i dati raccolti e condivisi. Pertanto, le decisioni di *operation management* contribuiscono all'attuazione del collegamento tra i principi della CE e l'approccio dell'Industria 4.0. La gestione delle operazioni sostenibili si riferisce all'integrazione delle tradizionali prospettive di efficienza e profitto dalla gestione operativa, con una simultanea consapevolezza degli impatti ambientali della produzione. Pertanto, tenendo conto del concetto di gestione delle operazioni sostenibili, la Ellen MacArthur Foundation ha proposto il framework ReSOLVE, ossia un modello che individua sei diverse azioni commerciali per guidare le organizzazioni verso l'attuazione dei principi di economia circolare, basata sull'adozione

⁴⁰ Fondazione impegnata nella promozione della transizione globale verso la *circular economy*

efficace delle tecnologie e delle risorse proprie di una moderna Smart Factory. Qui di seguito sono proposti i sei modelli di business menzionati dal modello ReSOLVE:

- *Regenerate*: si basa su uno spostamento verso energie e materiali rinnovabili. I cicli biologici sono utilizzati per consentire la circolazione di energia e materiali, e per convertire i rifiuti organici in fonti di energia o materie prime per altre catene produttive.
- *Share*: questo è un modello incorporato in una prospettiva di *share economy*, in cui beni e attività sono condivise tra vari individui. In questo modo la proprietà del bene perde importanza e, di conseguenza, i prodotti andrebbero progettati per durare più a lungo e la manutenzione dovrebbe consentire il riutilizzo e l'estensione della vita del prodotto.
- *Optimize*: una strategia incentrata sull'utilizzo da parte delle organizzazioni di tecnologie di produzione digitale, come sensori, macchine automatiche, identificazione a radiofrequenza (RFID), Big Data e controllo a distanza per ridurre gli sprechi. Le organizzazioni trarranno beneficio da un aumento delle prestazioni; ad esempio, uno schema di manutenzione predittiva può essere pianificato sulla base di dati in tempo reale che riportano le condizioni delle macchine.
- *Loop*: questo si basa su cicli biologici e tecnici. I cicli biologici, come la digestione anaerobica, sono importanti per recuperare il valore dei rifiuti organici; i cicli tecnici possono ripristinare il valore dei prodotti e degli imballaggi post-consumo mediante riparazione, riutilizzo, rigenerazione e riciclaggio.
- *Virtualize*: una strategia incentrata sui servizi che sostituisce i prodotti fisici con quelli virtuali e dematerializzati.
- *Exchange*: comporta la sostituzione di prodotti vecchi e non rinnovabili con quelli avanzati e rinnovabili. La sostituzione ha un potenziale significativo sia livello di efficienza qualitativa del prodotto, sia a livello di profitti per l'impresa.

ReSOLVE	Design of products	Production of products	Logistics/reverse logistics
Regenerate	✓ Internet of things	✓ Internet of things	–
Share	✓ Cloud manufacturing	✓ Cloud manufacturing	✓ Internet of things
	✓ Internet of things	✓ Internet of things	
Optimise	–	✓ Cyber-physical systems ✓ Internet of things	✓ Internet of things
Loop	✓ Internet of things	✓ Internet of things	✓ Internet of things
		✓ Cyber-physical systems	✓ Cloud manufacturing
Virtualise	✓ Cloud manufacturing	✓ Cloud manufacturing	✓ Internet of things
	✓ Internet of things	✓ Internet of things	
Exchange	✓ Additive manufacturing	✓ Additive manufacturing	–
		✓ Additive manufacturing	

Figura 3.2, relazione business models, operations e tecnologie dell'Industria 4.0⁴¹

All'interno della Figura 3.2, si mettono in relazione le decisioni di gestione delle operazioni sostenibili (progettazione di prodotti, produzione di prodotti e logistica / logistica inversa) con i sei modelli di business proposti dal framework ReSOLVE, presentando anche le tecnologie di Industria 4.0 che potrebbero essere applicabili a ciascuno di questi.

Il modello di business *Rigenerate* potrebbe trarre vantaggio dall'Industria 4.0 applicando l'Internet delle cose sotto forma di sensori e di app. Ad esempio, nelle imprese agricole, per pianificare, monitorare e controllare i fattori legati alla gestione del territorio riguardo alla rotazione dei raccolti, ai sistemi di irrigazione, che possono essere automatizzati in tempo reale in base alle condizioni meteorologiche, o la gestione dell'uso dei pesticidi in base alla salute delle piantagioni. Le decisioni di progettazione e produzione sostenibili verrebbero adattate in base ai dati forniti dagli applicativi IoT. Di conseguenza, sarebbe possibile ridurre il consumo di risorse (di acqua, nutrienti, energia, ecc.), per migliorare la produttività dei raccolti e prolungare il ciclo di vita dei terreni.

⁴¹ Tratto da Ana Bearitz Lopes de Sousa Jabbour, Charbel Jose Chiappetta Jabbour, Moacir Godinho Filho, David Roubaud, 2018, *Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations*, Montpellier Business School

Il modello di business di *Share*, invece, potrebbe raggiungere il suo pieno potenziale attraverso l'utilizzo sia del cloud sia dell'Internet of Things, poiché questi consentono ai soggetti di connettersi e condividere le informazioni relative a domanda ed offerta. I siti web e le app sono delle risorse importanti per connettere le persone con le organizzazioni perché sono in grado di raccogliere informazioni sul comportamento dei consumatori, permettendo dei miglioramenti nella progettazione di prodotti e servizi, come anche nell'utilizzo e sostituzione delle attrezzature, aumentando la soddisfazione dei clienti. Inoltre, l'impiego di sensori nei prodotti consente il monitoraggio delle prestazioni, in ottica di manutenzione, consentendo così di fornire proattivamente un servizio di alta qualità ai clienti. In tal senso, le organizzazioni possono investire nell'estensione della vita dei prodotti applicando la strategia delle cosiddette “3 R”, ovvero “riduzione, riutilizzo e riciclaggio”, assumendo le decisioni in base ai dati raccolti.

Il modello di business *Optimize* potrebbe essere supportato da sistemi cyber-fisici e IoT. Anch'esso trova le sue fondamenta nello sfruttamento dei dati riguardanti i processi e gli oggetti in modo da identificare guasti che potrebbero creare prodotti di scarto. Inoltre, in base ai parametri di produzione e consumo delle risorse, per esempio, gli operatori potrebbero monitorare e controllare le prestazioni energetiche dei processi stessi. L'uso di sensori consentirebbe loro di intervenire e quindi di ottimizzare il tutto. L'efficienza delle macchine potrebbe anche essere valutata in tempo reale al fine di pianificare la manutenzione, evitando così un uso eccessivo delle risorse. Anche i percorsi di consegna sarebbero ottimizzati, e i fornitori stessi potrebbero essere coinvolti nel mantenimento delle proprie performance in conformità con l'ambiente, utilizzando dei tag RFID⁴².

Il modello di business di *Loop* rappresenta una prospettiva ampia sulla CE, poiché il suo obiettivo generale è quello di estendere significativamente la circolarità dei materiali e dell'energia. In questa maniera, le decisioni di progettazione, produzione e logistica dovrebbero essere adattate. Le tecnologie proprie di una moderna Smart Factory che supportano quest'approccio sono l'IoT, i sistemi cyber fisici e le strutture cloud. La progettazione potrebbe includere chip o sensori che informano gli utenti dei componenti e dei materiali contenuti nel prodotto e di come possono essere smontati e riciclati alla fine della loro vita utile. Questo concetto è detto del “passaporto del prodotto” (Commissione

⁴² Sensori radio-frequenziali

Europea, 2013). L'introduzione di informazioni dettagliate sul "passaporto del prodotto" faciliterebbe i cicli CE. I prodotti e gli imballaggi possono essere tracciati post-consumo tramite sensori, tag RFID e codici a barre. Piattaforme cloud, invece, potrebbero supportare l'impresa per la ricerca di acquirenti per componenti riutilizzate o ricondizionate.

Il modello di business di *Virtualise* verrebbe portato avanti utilizzando i cloud, l'Internet of Things e le tecnologie di produzione additive. I primi due applicativi consentirebbero la connessione tra organizzazioni, fornitori e clienti per offrire servizi piuttosto che prodotti fisici. Ci sono aziende che, in base all'interazione tra organizzazioni e clienti, sono in grado di produrre prodotti personalizzati utilizzando stampanti 3D. Il ruolo della piattaforma cloud, in questo caso, è quello di collegare l'offerta e la domanda. Essendo il servizio il fulcro del modello di business *Virtualise*, il monitoraggio delle consegne è importante per migliorare l'esperienza dei clienti. Pertanto, le decisioni di progettazione, produzione e logistica della gestione delle operazioni sostenibili sarebbero adattabili in base ai dati forniti dalle risorse dell'IoT.

Il modello di business *Exchange*, infine, potrebbe trarre dei vantaggi adottando la produzione additiva all'internet delle cose. Le stampanti 3D sono in grado di promuovere una produzione rinnovabile e sostenibile. Secondo M. Despeisse⁴³ (2017), le caratteristiche della produzione additiva portano ad un utilizzo ridotto del materiale e consentono il riciclaggio di piccole quantità di rifiuti vista la limitata dimensione degli output producibili dalle stampanti 3D. Le decisioni di progettazione e produzione sarebbero quindi in grado di affrontare i principi di economia circolare.

3.1.4 Integrazione dell'impresa nel territorio

Tutte le imprese si collocano all'interno di una determinata realtà geografico-ambientale. Per esempio, in Italia, gran parte del fitto tessuto di piccole e medie imprese è cresciuto, dagli anni '70 in poi, entro i limiti dei cosiddetti "distretti industriali". Questo esempio dimostra come spesso la collocazione di un'impresa entro una certa regione faccia sì che il suo spirito e la sua *vision* riflettano anche le caratteristiche culturali di quell'habitat produttivo, e di quello da cui proviene l'imprenditore stesso. Tale rapporto con il territorio è molto importante per la crescita dell'impresa, la quale solitamente ha maggiori margini di

⁴³ Mélanie Despeisse, assistente professore nella divisione di Production Systems, Dipartimento di Scienze industriali e dei materiali, Chalmers University of Technology, Gothenburg.

progresso se il territorio stesso cresce di pari passo. Ecco allora che risulta fondamentale il reciproco apporto, in termini di condivisione di idee, competenze ed infrastrutture, tra l'azienda e tutte quelle istituzioni che fanno parte della medesima area, in particolar modo con le scuole, i centri di formazione, e le università. Quest'intima relazione ha dei risvolti essenziali sia nel processo di rinnovamento tecnologico dell'impresa, sia nel profittevole sfruttamento e cura delle risorse ambientali del territorio. Infatti, è necessario che l'impresa partecipi attivamente e socialmente alla vita della comunità in cui risiede, e in cui solitamente risiedono i suoi dipendenti. Al di là della ben nota e dichiarata importanza delle iniziative di Corporate Social Responsibility, l'impresa deve contribuire alla crescita dell'ambiente che la circonda e quindi soprattutto il rapporto con le università è fondamentale. Uno sviluppo dei centri dai quali fuoriusciranno le risorse umane del futuro potrebbero comportare benefici per l'azienda in termini di affluenza delle competenze più aggiornate e preparate in campo tecnico e manageriale. Competenze di spessore elevato sono indispensabili per un'organizzazione che si approccia alle tecnologie dell'Industria 4.0 e che si propone di crescere in un'ottica di sostenibilità.

Un modello di integrazione del territorio che rispecchia quest'insieme di principi è stato formulato dalla Croatian Science Foundation (CSF). La fondazione fornisce sostegno a progetti scientifici e tecnologici di istruzione superiore e promuove la cooperazione internazionale contribuendo alla realizzazione di programmi scientifici di particolare interesse nei campi della ricerca fondamentale, applicata e di sviluppo. Oggi, quest'ultima sta finanziando il progetto Innovative Smart Enterprise con lo scopo prioritario di rafforzare la cooperazione tra istituti di ricerca e imprenditorialità. Le imprese manifatturiere sono al centro di questo disegno, il quale è atto a favorire lo sviluppo e la sostenibilità a lungo termine della struttura industriale del paese intero. Si cerca, infatti, di implementare una strategia di adattamento regionale, armonizzando il framework dell'impresa intelligente con uno specifico modo di pensare e agire appartenente alla tradizione del territorio, con tanto di stile di vita ed educazione ad esso propria. I risultati dovrebbero aiutare le piccole e medie imprese a colmare il divario che sussiste tra le loro performance e competenze con quelle delle maggiori imprese europee, in possesso di maggiori strumenti per la crescita. Su ispirazione dell'esempio della fondazione croata, si sono individuate una serie di fasi di sviluppo fondamentali per raggiungere l'obiettivo

principale della crescita della produttività industriale di un paese, come l'Italia, ricco di eccellenze regionali legate alla tradizione del territorio:

- STEP 1: è importante eseguire l'analisi dello stato attuale dell'industria manifatturiera in riferimento al concetto di Industria 4.0. Della regione considerata si deve calcolare un livello medio di maturità industriale (basato su parametri come la spesa in R&D, il livello di occupazione e di occupazione giovanile, il prodotto interno lordo della regione, la vita media degli impianti nelle industrie manifatturiere, il livello di istruzione medio dei dipendenti, il grado di novità del modello di business, e altri) che va da 0 a 4 (trovandoci appunto nella prospettiva di Industria 4.0), e rappresentante della cosiddetta “generazione industriale” del territorio. Evidentemente, per esempio, un punteggio di 2,5 stima un progresso tecnologico ancorato addirittura alla metà del XX secolo. Ciò significa che le tecnologie di produzione regionale e le impostazioni e i concetti organizzativi sarebbero in tal caso ancora simili a quelli di 50-60 anni fa. Questa ricerca rivela lo stato attuale dell'industria manifatturiera e risponde alla domanda: “Dove siamo?”.
- STEP 2: consiste in una un'analisi dei dati medi relativi alle imprese manifatturiere europee, e al successivo confronto con quelli che sono i risultati che sintetizzano la situazione dell'industria manifatturiera della regione considerata. Questo confronto si baserà principalmente solo sullo stato di avanzamento tecnologico delle aziende coinvolte e sui modelli di business e di organizzazione aziendale impiegati, tra cui ad esempio l'utilizzo di politiche *lean*. In questo modo sarà possibile individuare gli sforzi che le imprese regionali dovranno compiere per colmare le lacune culturali e di mentalità rispetto alla media europea, e gli aspetti tecnici e non da migliorare nel breve termine. Il risultato di quest'analisi sarà la risposta alla domanda: “Dove vogliamo arrivare?”
- STEP 3: sarà istituito uno speciale spazio di apprendimento sotto forma di laboratorio multidisciplinare con l'aiuto finanziario delle università, delle imprese aderenti e delle amministrazioni locali. Sarà una Learning Factory (letteralmente, una fabbrica di apprendimento), ovvero la simulazione di una vera fabbrica con tanto di impianti e attrezzature specializzate. A tal proposito, è da sottolineare una fruttuosa iniziativa simile organizzata in Croazia dall'Università di Spalato, la quale ha messo in piedi un laboratorio allestito per simulare una fabbrica reale in cui impianti e applicazioni sono

divise per settori industriali e specializzazioni. In una struttura simile, maggior rilievo deve essere dato alle produzioni proprie della tradizione di quel territorio, in modo da renderne partecipi il maggior numero possibile di imprese. Tale spazio rappresenta un ambiente di apprendimento non solo per studenti, ma anche per ingegneri e tecnici delle imprese manifatturiere. Sarà un luogo in cui ricerca accademica e ricerca industriale potranno coesistere e collaborare, in modo da permettere alle imprese di avere a disposizione un luogo di riferimento in cui poter sviluppare nuove idee, testare i propri prodotti, utilizzando magari anche attrezzature di cui, per motivi economici, non dispongono. Allo stesso tempo, un luogo del genere permetterebbe agli studenti di facoltà tecnico-scientifiche di potersi avvicinare concretamente al mondo dell'impresa e di poter lavorare, fare praticantato, svolgere stage o tirocini di comune accordo con queste, vivendo ciò che studiano in attività pratiche e applicative. All'interno del laboratorio tutti i materiali sarebbero forniti dalle imprese, che in cambio otterrebbero l'apporto di studenti freschi delle proprie competenze, la disponibilità delle attrezzature ed eventualmente una consulenza tecnico-accademica da parte di ricercatori universitari. Questo genere di cooperazione sarebbe la risposta alla domanda: "Come possiamo arrivarci?".

I risultati di un progetto simile sono potenzialmente di grande valore, oltre che per la competitività delle imprese partecipanti e per la formazione tecnica degli studenti, anche per lo sviluppo stesso del territorio e per la stretta collaborazione tra aziende e università. Questa duplice attività potrebbe avere un impatto enorme sull'economia di una regione, a maggior ragione in un periodo di ripresa economica come quello che stiamo vivendo oggi. L'obbiettivo è quello di aiutare a migliorare le competenze degli studenti, molto spesso troppo ancorate allo studio asettico e teorico, e ad aggiornare le capacità e gli orizzonti delle imprese del territorio per renderle più competitive sul mercato internazionale. Risulta evidente, inoltre, che un progetto di simile portata necessita l'assistenza, il supporto, nonché la motivazione delle amministrazioni locali, delle imprese o di associazioni di imprese, comunemente volte verso un unico obbiettivo. Affinché programmi del genere, purtroppo di carattere utopistico nella realtà italiana (e ancor più in quella meridionale), si realizzino, è necessaria una spinta propulsiva personale e collettiva delle comunità facenti parte della medesima area produttiva e di investimenti mirati e consapevoli. Quest'animo imprenditoriale lungimirante deve partire dall'idea che i benefici provenienti da questo tipo

di iniziative saranno certamente condivisi e frutteranno allo sviluppo integrale di tutto il territorio.

3.1.5 Approccio *lean* sulla Smart Green Factory

Dopo aver delineato approfonditamente i principi che regolano la sostenibilità ambientale in relazione alle esigenze dell'industria, specialmente quella manifatturiera, e al modo con cui questa si integra nel proprio territorio, possiamo definitivamente dare una definizione di Smart Green Factory. Essa si definisce come un'impresa che, nel tragitto di implementazione e commercializzazione del proprio prodotto, si serve di sistemi automatizzati intelligenti e delle moderne tecnologie in campo informatico e industriale al fine di raggiungere la completa interconnessione tra le sue parti e i suoi partecipanti, in un'ottica di minimizzazione degli sprechi, massimo sfruttamento delle risorse e rispetto dell'ambiente. Questo è il florido prospetto che caratterizzerà le imprese di successo del futuro. Ormai, infatti, non basta più soltanto che le aziende siano aggiornate dal punto di vista tecnico e offrano un prodotto o un servizio conveniente, ma è necessario che queste creino valore per sé stesse, per i propri clienti e per la comunità all'interno della quale risiedono, senza arrecare danno all'ambiente.

In riferimento ai benefici generati dall'impresa sostenibile, possiamo notare come il processo di creazione del valore passi già per la fase di produzione. L'obiettivo è comprendere se un processo produttivo possa essere considerato un flusso di valore oppure no. Inteso che quest'espressione si riferisca all'insieme di attività che comportano un valore aggiunto nel passaggio dalla progettazione al prodotto finale, la loro identificazione è solitamente effettuata tramite il cosiddetto Value Stream Mapping. Il VSM è un metodo pratico di analisi, sviluppato dagli economisti e studiosi americani Mike Rother e John Shook⁴⁴. Quest'ultimo ha come principale obiettivo quello di identificare il “*waste*” (letteralmente, i “rifiuti”), che, in vista di un approccio gestionale *lean*, raffigura tutte quelle attività che non contribuiscono alla generazione di valore di un prodotto, come ad esempio può essere il set-up di una macchina o il compito affidato ad un operatore. In altre parole, esso è incarnato da quelle attività che consumano risorse senza contribuire all'utilità di un prodotto. L'approccio originale della mappatura del flusso di valore esprime gli

⁴⁴ Mike Rother, ricercatore americano.
John Shook, antropologo americano ed ex manager di Toyota in Giappone.

sprechi unicamente in termini di tempo e costi relativi. In un progetto, recentemente condotto dall'Institute of Management della TU Wien University e da Fraunhofer Austria⁴⁵, è stato sviluppato un sistema informativo che riprende il concetto di flusso di valore per valutare l'impronta ecologica dei processi produttivi di un'intera fabbrica. Attraverso questa ricerca, si è arrivati alla realizzazione di un software che consente di tracciare graficamente tale flusso all'interno della struttura di produzione e di raccogliere dati sistematici dal punto di vista ecologico sulle attività ad esso riferite. In questo modo, diventa possibile descrivere sistematicamente i processi di produzione in termini di costi e di valutarli in termini di impatto ecologico. La combinazione di un metodo grafico e della visualizzazione di indicatori di "greenness" (letteralmente "verdezza", ossia il grado di sostenibilità ambientale), per tracciare il flusso del valore, ha il potenziale per aumentare la consapevolezza di quanto un prodotto e un processo siano aderenti ai principi di sostenibilità. Di conseguenza, i processi di produzione possono essere valutati e adattati già durante la fase di progettazione e ne può essere misurato il tempo di esecuzione.

Questo genere di innovazioni programmatiche dimostrano come l'impresa possa effettivamente approfittare delle nuove tecnologie per attuare una politica di rispetto ambientale. Inoltre, va sottolineato che i consumatori, al giorno d'oggi, valutano molto di più che in passato l'impatto che il prodotto ha nel sistema ambiente-società. La maggior parte delle grandi aziende non possono fare a meno di impegnarsi in programmi di CSR⁴⁶ (tramite iniziative sociali, infrastrutture per la comunità, beneficenza), come anche nel rispetto dei diritti dei lavoratori, nel recupero dei materiali di scarto, o nell'attenzione alle emissioni. Investimenti di questo tipo non sono privi di logica, bensì valorizzano l'operato sociale dell'azienda agli occhi dei propri clienti. Le grandi società in tutto il mondo hanno ormai concepito pienamente quella che è la valenza dell'impiego di parte delle proprie risorse verso iniziative sociali e di *environment care*. Una prova materiale di ciò è il valore sempre maggiore conferito anche ai bilanci di sostenibilità, i quali costituiscono un vero e proprio biglietto da visita per fronteggiare la sensibilità dei consumatori più attenti. Infatti, anche le imprese che operano in un business "storicamente inquinante" si stanno dotando di questo tipo di strumenti per mostrare i propri progressi in questa direzione, oltre che per

⁴⁵ Fraunhofer Austria, società di consulenza in materia di scienze applicate che fornisce servizi e know-how per le aziende in campo organizzativo, tecnico e strategico (<https://www.fraunhofer.at/en.html>)

⁴⁶ CSR, Corporate Social Responsibility

cercare di ammorbidire eventuali proteste da parte della comunità nelle quali risiedono a causa di un passato tutto, meno che *green*. Si può pensare, ad esempio, agli stabilimenti di grandi acciaierie, raffinerie, cementifici, le quali sparse per l'Italia hanno, da un lato dato vita a nuovi posti di lavoro e ad un'economia più vivace in delle aree precedentemente abbandonate a stesse, ma che dall'altro hanno contribuito, e non poco, ad inquinare mari, fiumi, aria o aree naturali di quella zona. Ecco allora che, soprattutto per imprese di questo tipo, ineliminabili e purtroppo ad oggi imprescindibili per l'economia del nostro paese, è importante investire in tecnologie e metodi di produzione che limitino le emissioni di gas serra, liquidi nocivi o rifiuti non riciclabili, insieme ad una serie di iniziative sociali che perlomeno valorizzino maggiormente il territorio ospitante. Nel prossimo paragrafo saranno esposti i casi di una serie di imprese (tra le altre) che, nonostante uno storico assetto inquinante, hanno compiuto negli ultimi anni dei progressi in termini di sostenibilità.

3.2 Casi di successo della “sostenibilità intelligente”

Il modello di Smart Green Factory non è altro che la teorizzazione di quanto molte aziende, specialmente nei paesi più industrializzati, stanno cercando di mettere in campo, con lo scopo di assurgere a quello status di impresa innovativa e sostenibile che gli permetterà di aumentare la propria competitività sul mercato internazionale. In paesi come Stati Uniti, Cina, Giappone o Corea, le imprese più grandi e rappresentative, nonché più innovative, molto spesso si fanno carico del ruolo di leader e modello da seguire all'interno dei rispettivi settori. Società come Tesla, Amazon, Toyota, Samsung o Alibaba sono esemplificative in questo senso. Tuttavia, l'abbinamento di nuove tecnologie, modelli di business attuali, e attenzione all'ambiente sono tre elementi non sempre semplici da far convivere. A tal proposito, al giorno d'oggi in Italia, seppur il passaggio ad un modello industriale di quarta generazione tardi a decollare definitivamente, abbiamo una serie di eccellenze che provano che anche nel nostro paese un cambiamento è in atto. Ci sono delle imprese che hanno saputo fondere le necessità imposte dall'elevata concorrenza sul mercato con delle politiche di economia circolare, responsabilità sociale d'impresa e

minimizzazione degli sprechi. Queste realtà hanno saputo calarsi all'interno di un contesto in cui la convenienza a inquinare meno, riutilizzare materiali di rifiuto e creare valore per la comunità circostante si sposa perfettamente con le strategie aziendali, volte ad una maggior efficienza e ad una reputazione rafforzata agli occhi dei propri clienti. A tal proposito, si propongono di seguito una serie di esempi di "imprese che ce l'hanno fatta", le quali, in occasione della Green Week 2019, hanno raccontato la loro storia invitando studenti e lavoratori all'interno dei propri stabilimenti, e mostrando dal vivo le politiche e le tecnologie utilizzate per questo cambio di marcia⁴⁷.

Bioraffineria ENI, Porto Marghera (VE)

La raffineria ENI di Porto Marghera, nell'area portuale di Venezia, è nata negli anni '90 nell'ambito delle operazioni di salvataggio industriale dell'industria chimica italiana. Dopo essere stata per anni protagonista del difficile passaggio economico e sociale, e delle contraddizioni tra produzione e inquinamento, nel biennio 2012-2013, l'impresa ha vissuto un periodo di profonda crisi a causa della scarsa produttività, di costi crescenti e di scarsa competitività sul mercato petrolifero internazionale. Ecco allora che, nell'ultimo trimestre del 2013, ha definitivamente assunto la decisione di attuare un progetto già programmato anni prima: la riconversione degli impianti dallo status di raffineria tradizionale a quello di bioraffineria.

Il progetto di bioraffineria di ENI nell'area industriale di Venezia è il primo esempio al mondo di una riconversione del genere, in grado di trasformare materie prime organiche in biocarburanti di alta qualità. Dal maggio 2014, l'impianto produce a Venezia green diesel, green nafta, GPL, carburante per turboreattori e il componente che ha permesso la commercializzazione del nuovo Eni Diesel+, il carburante che ha il maggior contenuto di componente biologica e rinnovabile (15%) e il cui utilizzo ha evidenziato una notevole riduzione delle emissioni inquinanti. L'11 % del biocarburante è costituito da ossigeno che, favorendo la proliferazione batterica, aumenta l'efficienza dei filtri dei motori dell'automobile. Attualmente, tale impianto è alimentato principalmente da olio vegetale (certificato per la sua sostenibilità secondo gli standard europei) e da olio alimentare usato

⁴⁷ Esempi tratti dalla partecipazione in prima persona all'evento e alle visite negli stabilimenti.

e purificato (UCO⁴⁸). In aggiunta, esso può anche trattare grassi animali, oli non commestibili e residui provenienti dalla produzione della plastica.

Negli ultimi anni, l'impresa ha fatto un investimento di € 120 milioni per convertire la tradizionale raffineria in bioraffineria. La scelta della società è intervenuta a causa della riduzione della domanda di prodotti petroliferi già a partire dalla crisi del 2008. Secondo le valutazioni di ENI, dopo il 2008, il SERM⁴⁹ (Standard Eni Refining Margin, equivalente del *Break Even Point* per la compagnia petrolifera) dell'impresa era molto più alto di quello medio del mercato, e ciò ha necessitato degli investimenti urgenti per rimanere al passo nel campo della competitività internazionale. Infatti, a causa della crisi, circa ventuno raffinerie sono state chiuse in tutta Europa. Inoltre, le direttive europee hanno introdotto degli obblighi sulla composizione dei carburanti molto più stringenti in materia di sostenibilità ambientale: oggi, l'8% della produzione deve provenire da energie rinnovabili.

Grazie a questi investimenti, la raffineria di Venezia ha raggiunto nel 2018 un livello di conversione del petrolio del 65 %, il che rappresenta un ottimo risultato in termini di sfruttamento delle risorse. L'ENI ha brevettato un progetto per l'idrotrattamento delle masse biologiche, ossia una reazione che porta gli oli vegetali ad essere usati per produrre biocarburante, ottenendo come sottoprodotti acqua e solo in piccola parte CO₂. La tecnologia in questione si chiama *Ecofining* proprio perché utilizza combustibili provenienti da materiale eco-sostenibile. Infatti, successivamente al passaggio della raffineria di Venezia in assetto *green*, le emissioni nell'atmosfera di CO₂ si sono ridotte di circa il 26%. L'olio di palma è la materia prima principale, e l'aspetto positivo è che consiste in un tipo di olio vegetale che le aziende alimentari stanno cercando di eliminare dai propri prodotti e che, quindi, in futuro non sarà in competizione con tale filiera. Inoltre, la raffineria utilizza anche oli di frittura, forniti da un consorzio nazionale e lavora residui derivanti dalla produzione della plastica biodegradabile. L'ENI, a tale scopo, si è accordata con il comune di Venezia per la raccolta degli oli di scarto alimentare, e con la municipalizzata Veritas (la quale gestisce il servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti in molti comuni del Veneto) per la raccolta di plastiche non riciclabili da impiegare

⁴⁸ UCO, Used Cooking Oil

⁴⁹ Più questo indicatore è basso, e più l'impresa o il mercato sono competitivi e riescono a resistere ad una crisi (significa che la quantità da produrre per pareggiare i costi di produzione è inferiore).

nell'idrotrattamento. Un accordo simile per la raccolta degli oli è stato siglato anche con Hera (municipalizzata di Bologna), con il comune di Taranto e la Città del Vaticano. Entro il 2021 la bioraffineria di Venezia sarà in grado di lavorare fino a 560.000 tonnellate di materie prime l'anno, utilizzando in misura crescente oli da cucina usati, oli vegetali e grassi animali. Negli ultimi giorni di maggio 2019, è stata inaugurata anche una seconda bioraffineria ENI in Italia. Essa sarà situata a Gela, in Sicilia, con un incremento della capacità produttiva fino a 750.000 tonnellate l'anno. Due sono i nuovi settori, in cui, a questo punto, l'azienda progetta di entrare per la vendita del green diesel: il settore navale e quello aeronautico. Inoltre, questa riconversione ha avuto risvolti occupazionali positivi. Nonostante parte degli impianti siano stati chiusi, ad alcuni lavoratori "in esubero" sono stati attribuiti altri compiti in altri campi, però sempre all'interno della bioraffineria di Porto Marghera.

La copertura degli investimenti richiederà un po' di tempo e, se lo sforzo dell'azienda sarà profittevole o meno in futuro, dipenderà sia dalle prospettive di diminuzione del costo delle materie prime biologiche (per esempio, l'olio di frittura esausto costa quasi più del gasolio fossile, a cui è aggiunto il costo di produzione; questo è il motivo per cui l'Eni Diesel + costa 10 cent in più del diesel tradizionale), sia da come lo stato agevolerà questo passaggio ad un combustibile più sostenibile in virtù della direttiva RED II e degli obiettivi posti per il 2030. Essendo il primo caso di conversione di una raffineria tradizionale e vista la novità della tecnologia *Ecofining*, le potenzialità del nuovo impianto vengono scoperte e implementate giorno per giorno. Infine, il fatto che tale tecnologia sia all'avanguardia nel settore lo dimostra l'intensa richiesta del brevetto di ENI, anche da parte anche di aziende multinazionali straniere produttrici di carburanti.

Amorim Cork S.p.a., Scomiglio (TV)

Azienda di caratura mondiale nella produzione di tappi di sughero all'interno del settore vinicolo, il Gruppo Amorim si conferma di anno in anno leader nel mercato grazie all'avanguardia dei suoi sistemi produttivi e gestionali e grazie al particolare merito del reparto R&D nell'ingegnarsi per il recupero degli scarti di produzione.

Amorim Cork Italia opera con una spiccata sensibilità per la tutela dell'ambiente e in particolare per la salvaguardia delle foreste da sughero. La foresta di sughero è considerato uno dei santuari della biodiversità nel mondo, in quanto previene la degradazione del

suolo, aumenta la sua produttività, regola il ciclo dell'acqua, contribuisce alla lotta alla desertificazione e comporta chiaramente posti di lavoro. L'estrazione del legno, infatti, deve avvenire con un taglio tale da non provocare danni alla pianta, e giardinieri specializzati in tale mestiere sono molto rari e ricercati. Proprio perché il sughero è una materia prima troppo preziosa per essere sprecata, Amorim si ingegna per recuperare gli scarti di produzione inventando nuove soluzioni e applicazioni. Nel 2008, il gruppo portoghese ha inaugurato, nel suo paese natale, la prima azienda al mondo per il riciclo dei tappi in sughero, ottenendo dal prodotto rilavorato un materiale utilizzabile in altri ambiti, come nell'edilizia (soprattutto per la coibentazione), nell'abbigliamento, nella meccanica e nell'aeronautica spaziale. In Italia, questo progetto è stato introdotto con l'iniziativa ETICO nel 2010, dando vita ad uno dei circoli di ecosostenibilità e solidarietà più virtuosi del paese che ha portato ad oggi la raccolta di oltre 350.000.000 di tappi. Per ogni tonnellata di tappi che, invece di finire nella spazzatura, viene riciclata, le onlus aderenti al progetto, che li raccolgono, ricevono un contributo, in parte derivato dalla vendita dei tappi alle aziende che li riducono in granina e in parte come apporto spontaneo di Amorim Cork Italia. Finora, il ricavato di questa operazione ha portato alle onlus più di 150.000 euro di contributi complessivi e sono state superate le 300.000 tonnellate di tappi recuperati. L'iniziativa ha portato alla creazione del Corkgran Etico, ossia un tipo di granina funzionale nel mondo della bioedilizia, in sughero 100% naturale, e che garantisce durata nel tempo e performance termiche ideali per interventi di riqualificazione energetica.

Il modello messo in campo da Amorim Cork Italia si può definire un'economia circolare a tutti gli effetti, dato che gli scarti dalla produzione di tappi vengono riutilizzati per prodotti compensati (es. pavimenti a base di sughero). Quest'azienda, difatti, è uno tra gli esempi più virtuosi in Italia che congiunge uomo e natura, premiata anche, in qualità di Gruppo Amorim, da Barack Obama nel Summit "Climate Change Leadership" di Porto del 2018. L'impresa lavora un prodotto già di suo sostenibile per natura e che non compromette i bisogni delle future generazioni. Inoltre, gli scarti della produzione di tappi sono reinventati nel campo del design, dando origine ad oggetti con l'aiuto della tecnologia di stampa 3D. Amorim, pertanto, programma di realizzare una vera e propria linea di arredamento, disegnando mobili di sughero per cantine, bar e locali. Mentre la componente di sughero più preziosa degli scarti è riciclata per produrre mobili e materiale per l'edilizia, le polveri inutilizzate vengono bruciate per produrre energia elettrica. Il resto dell'energia,

impiegata dalla fabbrica veneta, è acquistata principalmente da operatori del territorio che sfruttano fonti rinnovabili. Inoltre, per quanto riguarda iniziative di CSR e di inclusione dei lavoratori, Amorim ha instaurato una serie di campagne pubblicitarie che hanno come protagonisti i dipendenti dell'azienda. I lavoratori possono usufruire in azienda del servizio lavanderia per le uniformi da lavoro. Sono state introdotte una serie di iniziative richieste dai dipendenti, tra cui orari di lavoro più flessibili, opportunità di *smart working* direttamente da casa, check-up medici gratuiti, visite in azienda per i familiari, convenzioni aziendali con assicurazioni e negozi. Infine, l'azienda ha creato valore nel territorio in cui risiede attraverso delle iniziative di solidarietà sociale come la realizzazione di un parco inclusivo per i disabili a Conegliano Veneto, il restauro dei piloni di un ponte in decadenza e il sostegno economico a due società sportive della città.

Irsap S.p.a., Arquà Polesine (RO)

IRSAP è un'azienda veneta nata in provincia di Rovigo nel 1963. Oggi, rappresenta una realtà leader in Italia e in Europa nella produzione di radiatori tubolari in acciaio. La storia dell'azienda è caratterizzata dalla continua ricerca tecnologica che ha permesso da vent'anni a questa parte di abbinare il business di apparecchiature per il riscaldamento a quello dell'arredamento. L'obiettivo è in questo frangente quello di creare prodotti versatili ed innovativi che corrispondano alle esigenze di funzionalità, e al tempo stesso, di estetica, mettendo sempre al primo posto l'affidabilità, la qualità, il benessere dell'individuo ed il rispetto dell'ambiente.

Il concetto di anticipare il futuro per esaudire le nuove e diverse esigenze ambientali dei consumatori, rende IRSAP un marchio di eccellenza nel settore del riscaldamento. Queste esigenze sono adattate a dei progetti funzionali; infatti, tutto ciò è possibile solo ed esclusivamente puntando su prodotti all'avanguardia in termini di efficienza e rispetto dell'ambiente, per realizzare soluzioni orientate al benessere, e facendosi carico di un ruolo di riferimento per l'intero settore in quanto a competenze tecniche.

Dal 2013, Irsap ha sviluppato dei radiatori intelligenti che si adattano automaticamente alla temperatura ottimale della stanza nelle diverse fasce orarie. Questi possono essere controllati da remoto e li si può collegare tra loro in modo da creare indipendentemente un comfort climatico in ogni ambiente. I radiatori sono connessi ad una piattaforma cloud, il che consente di poterli controllare da un'applicazione per smartphone oppure localmente

attraverso una centralina di controllo. L'impresa, inoltre, da qualche anno è entrata nel business della Ventilazione Meccanica Controllata (VMC), proponendo dei sistemi di ricambio d'aria con recupero di calore, che permettono dunque ad un'abitazione di nuova generazione di poter risparmiare sul riscaldamento, senza però rinunciare al ricambio d'aria. Questa tecnologia è caratterizzata da un sofisticato sistema di riscaldamento dell'aria: la temperatura dell'aria fredda viene incrementata per mezzo del calore dell'aria calda che, provenendo da un'altra stanza per il ricambio, viene filtrata prima di essere espulsa all'esterno. Infatti, dato che l'apertura delle finestre implica un enorme spreco di calore e di energia, una tecnologia simile ha lo scopo di rendere superflua quest'azione, il che è vantaggioso specialmente in quei momenti in cui l'aria esterna è più fredda, ossia d'inverno e di notte. La VMC è la soluzione che coniuga il ricambio dell'aria con igiene, comfort e risparmio energetico. Addirittura, in questo modo non è possibile solo recuperare il calore disperso dall'apertura di porte e finestre, ma anche controllare gli inquinanti interni prodotti dall'uomo durante la vita quotidiana, come per esempio odori, fumi e umidità. Dei filtri antibatterici, pertanto, sono preposti ad eliminare tali sostanze e prevengono la formazione di muffe e condense. La VMC, inoltre, impiega una minore quantità di energia rispetto ai tradizionali radiatori e, con il suo ausilio, il riscaldamento della stanza è molto più rapido. L'offerta fornisce sistemi adatti ad appartamenti di piccole e grandi dimensioni, edifici autonomi quali ville singole, bifamiliari, villette a schiera, e ad ambienti adibiti a terziario come negozi, uffici e locali pubblici.

Dunque, anche IRSAP dimostra come sia possibile sviluppare dei prodotti innovativi al servizio dell'ambiente mediante l'impiego di tecnologie 4.0. Il tema del risparmio energetico, in questo caso, diventa per l'azienda una vera e propria risorsa per proporre un prodotto innovativo e conveniente per il cliente. Risulta allora semplice da comprendere come aziende dotate di una visione lungimirante simile finiscano poi per trascinare lo sviluppo tecnologico dell'intera filiera produttiva, mettendo in moto un circolo virtuoso di innovazione che ha come fine ultimo quello di creare valore per il cliente e, nel nostro caso, anche per l'ecosistema.

Buzzi Unicem Italia, Fanna (PO)

Buzzi Unicem è un'azienda multinazionale nata nel 1907 dedicata alla produzione di cemento, calcestruzzo preconfezionato e aggregati naturali, adoperando circa 10.000

dipendenti in 13 paesi. L'ex gruppo italiano, oggi di proprietà americana, negli ultimi anni sta aggiornando i propri impianti produttivi in conformità alle esigenze di riduzione delle emissioni di CO₂ e polveri sottili. Nonostante, la produzione di cemento sia stata più volte messa sotto accusa per l'elevato livello di inquinamento dell'aria che provoca, il gruppo Buzzi è sceso in campo affinché le comunità locali, spesso perplesse sulla presenza di un'impresa simile nel proprio territorio, possano dare valore alle politiche di rinnovamento della società orientato ad una direzione di maggiore ecosostenibilità.

La Buzzi Unicem di Fanna è stata scelta, a tal proposito, come uno degli epicentri di tale azione di rinnovamento. Per l'appunto, a partire, da poco meno di un anno, il cementificio friulano, con relativa informazione dell'amministrazione del comune in cui sorge, ha iniziato ad utilizzare tra le proprie fonti di calore il cosiddetto Combustibile Solido Secondario (CSS). Questo materiale è impiegato in sostituzione al carbone come combustibile per cuocere il composto argilloso che poi si trasformerà in prodotto finito. L'industria del cemento, infatti, per la necessità di raggiungere con i propri impianti delle temperature di migliaia di gradi centigradi può avvalersi per la combustione di rifiuti non recuperabili. Questi ultimi, successivamente ad un accurato trattamento, diventano un eccellente materiale infiammabile che, non solo agevola il loro riutilizzo, ma allo stesso tempo diminuisce le emissioni di CO₂. Il CSS proviene dalla manipolazione dei cosiddetti Rifiuti Speciali Non Pericolosi (RSNP), quali prodotti di scarto o di imballaggio, in particolare, di plastica e carta che per varie ragioni non vengono differenziati. Questo genere di prodotti di scarto in media sono composti da un 5% di alluminio e ferro, un 25-30% di acqua, un 30-35% di frazione metagenetica (equivalente materiale di energia elettrica) e un 40-45% di prodotto combustibile. Pertanto, utilizzando il CSS l'azienda riesce a risparmiare il costo del combustibile e a ridurre le emissioni (di CO₂, NO_x e SO_x) fino al 50% rispetto alla combustione del carbon fossile. Inoltre, è interessante osservare che il comune sacchetto della spazzatura, gettato da ognuno di noi ogni giorno, può avere tre destinazioni diverse:

- Discarica
- Termovalorizzatore (bruciato per produrre energia elettrica o riscaldamento)
- Produzione di CSS, che poi sarà usato in processi di combustione

Mentre i termovalorizzatori producono il 15-20% di scorie e il 5% di ceneri nocive, oltre che un'ingente quantità di anidride carbonica, la produzione di *clinker* (combustibile derivato del CSS) ingloba le ceneri e non lascia traccia di scorie o altri tipi di rifiuti solidi e aeriformi. In ultima analisi, è interessante aggiungere che i rifiuti non recuperabili con la raccolta differenziata, prima della produzione di CSS, subiscono un insieme di trattamenti che lo rendono “bruciabile” all'interno di fabbriche come un cementificio. Tra i processi a cui è sottoposto vanno ricordate la disgiunzione della parte organica da quella inorganica, ossigenando la parte organica; la differenziazione della componente utilizzabile per produrre CSS da quella non più utile; l'aggiunta di *plasmix*⁵⁰; la raffinazione finale in polvere del materiale in granuli di spessore tale da poter essere bruciato (0,2 – 0,06 mm); e infine, la separazione dei cosiddetti “granuli in 2D” (adatti alla combustione) dai “granuli in 3D” (piccola percentuale di scarti più spessi della raffinazione e inadatti ad essere bruciati).

In seguito a questa serie di processi, si dà origine al CSS, il quale chiaramente ha un prezzo diverso (leggermente più alto) rispetto al rifiuto raccolto, a causa di tutte queste lavorazioni. È da sottolineare come, in Italia, la legge sull'utilizzo del CSS non sia particolarmente agevolante per le imprese che ne vorrebbero fare uso. Infatti, questo materiale non può essere accumulato in dei silos, quindi un'azienda che ne ha bisogno in grandi quantità non può farne provvista. Il cementificio di Fanna, ad esempio, lo riceve e poi lo conserva in dei semirimorchi mobili che però ogni giorno devono essere svuotati completamente e fuoriuscire dal perimetro della fabbrica. Inoltre, la legge istituisce un quantitativo massimo di CSS che può essere impiegato per la combustione di una produzione intera. Ad esempio, lo stabilimento Buzzi Unicem di Tetto San Bernardo, in provincia di Cuneo utilizza CSS solo per 1/3 del suo combustibile totale. Tuttavia, la normativa vigente richiede che il Combustibile Solido Secondario debba provenire improrogabilmente da rifiuti raccolti nella provincia in cui risiede lo stabilimento. Nonostante, dunque, l'utilizzo di questa ulteriore forma di combustibile non sia ancora al livello di paesi europei legislativamente più avanzati rispetto all'Italia, come la Germania, le potenzialità di questo modello di economia circolare fanno ben sperare. Lo sfruttamento

⁵⁰ Il *plasmix* è un materiale di scarto conosciuto anche come plastiche miste residue. È un rifiuto che fino a poco tempo fa era quasi esclusivamente destinato a finire in discarica o ad essere incenerito, mentre oggi viene inserito nel CSS.

di questi “scarti urbani” come combustibili ad emissioni ridotte sono inevitabilmente il risultato di una profittevole relazione tra imprese, autorità pubbliche, e le società che gestiscono la raccolta differenziata nei comuni italiani, facendone conseguire utili e guadagni per l’impresa municipalizzata e meno tasse per gli abitanti del comune di riferimento, con un risparmio stimato sulla TARI (seppur esiguo) di circa 9 €.

3.3 La Smart Green Factory è economicamente sostenibile e profittevole?

È stato ormai ben assimilato che la Smart Green Factory sia un’impresa che convoglia al suo interno la corrente esigenza di affiancare uno sviluppo e un rinnovamento tecnologico del modello d’impresa tradizionale, alla spiccata necessità di creare valore produttivo attraverso dei mezzi rispettosi dell’ambiente. Tuttavia, a prescindere dalla bontà e dal merito di considerazione che possiede un progetto simile, è lecito chiedersi se questa nuova categoria d’impresa sia effettivamente sostenibile finanziariamente e se tutt’al più sia profittevole. Difatti, non bisogna dimenticare che, nonostante oggi l’obiettivo dei nuovi business si sia notevolmente allargato alla soddisfazione di un maggior numero di stakeholders e alla realizzazione di prodotti e processi dall’assetto *green*, lo scopo principale dell’impresa è per definizione quello di lucro. In altre parole, nel momento in cui un’impresa crei valore per il cliente, crei valore per la propria comunità, ma non crei valore per sé stessa in termini di utili per i propri soci o azionisti, verrebbe a mancare quel requisito di sostenibilità economica (e io aggiungerei, di convenienza personale dell’imprenditore/i) che non le permette di sopravvivere a lungo. A tal proposito, il fine ultimo di questo breve paragrafo risiede essenzialmente nell’analizzare e sintetizzare i risultati dei dati recentemente riportati sui quotidiani economici italiani e internazionali che fanno riferimento alle imprese innovative e “verdi” di natura.

3.3.1 Successo, profitti e investimenti delle imprese green

Esistono numerose prove del fatto che le imprese che hanno attuato investimenti in ottica sostenibile, oggi ne stiano traendo i benefici. Quest’affermazione non proviene soltanto dal fatto che i settori della produzione di energia elettrica rinnovabile e dei sistemi di efficientamento energetico siano in piena espansione, ma anche da quello per cui, secondo

le recenti stime della rivista statunitense Fortune, solo nel 2016, 190 delle aziende dell'ambita classifica Fortune 500 abbiano risparmiato circa \$ 3,7 miliardi⁵¹. Non è un segreto, infatti, che il principale obiettivo degli investimenti che permettono alle imprese di salvaguardare l'ambiente con la propria attività produttiva riguardi il risparmio economico. Tale risparmio proverrebbe in parte dai minori costi fissi registrati in voci come il consumo d'acqua, riscaldamento o corrente elettrica, e in parte dai contributi che i vari stati hanno stabilito per quelle imprese che effettuano investimenti in questo campo. Per esempio, solo per citarne uno, la regione Emilia Romagna ha rinnovato anche per il 2019 il cosiddetto "Fondo Energia", che eroga finanziamenti a tasso zero fino al 70% (e con limite massimo di € 750.000) del valore del progetto per interventi di *green economy* da parte di piccole e medie imprese locali⁵². Tuttavia, va evidenziato che la stragrande maggioranza delle regioni italiane ha reso disponibili questi incentivi, e un atteggiamento simile è ormai riscontrabile in molti dei paesi più industrializzati. Ecco allora che proprio in risposta al condiviso vantaggio economico proveniente da una politica sostenibile, non deve stupire che due grandissime multinazionali, come Google o Apple, diventino tutt'ad un tratto sensibili a temi di matrice ecologista. Entrambe, infatti, hanno investito con orgoglio nelle energie rinnovabili e in iniziative di efficienza energetica e, già dal 2017, si sono impegnate ad utilizzare il 100% di energia rinnovabile entro la fine del decennio. La redditività del rispetto climatico ha colpito anche un altro gigante della manifattura americana, ossia Procter & Gamble (P&G), produttore di articoli per la pulizia e per la cura personale, il quale ha aderito al raggiungimento di obiettivi volti a ridurre le sue emissioni dal 2017 e per gli anni successivi. Le misure di efficienza energetica intraprese hanno permesso il risparmio di \$ 500 milioni, a cui si aggiunge il potenziale di ulteriori risparmi futuri. Quasi altre trecento società hanno aderito a obiettivi simili, tra cui le più conosciute sono Coca-Cola, Pfizer e Sony. In riferimento a questi dati, anche gli investitori del settore finanziario sono vigili a possibili opportunità di investimento in aziende con una politica sostenibile, e ciò è dimostrato dal fatto che i portafogli titoli "a basse emissioni di carbonio" e le "green bond" (letteralmente, obbligazioni verdi) sono considerati sempre più degli investimenti intelligenti e lungimiranti. Difatti, mentre gli impieghi in società che fanno largo uso del carbone come fonte primaria di energia sono valutati come

⁵¹ Dati del Financial Times, <https://www.ft.com/content/b45860b2-917e-11e7-a9e6-11d2f0ebb7f0>

⁵² Fonte dati: <https://www.italiacontributi.it/agevolazioni-finanziarie-per-settore-energia.html>

potenzialmente rischiosi, il mercato delle obbligazioni verdi o di società che hanno implementato altre soluzioni a basse emissioni di carbonio è cresciuto dai soli \$ 3 miliardi di cinque anni fa ad \$ 81 miliardi l'anno scorso, e raggiungerà probabilmente la soglia dei \$ 150 miliardi in pochi anni. Questi dati dimostrano che il passaggio a “strategie pulite” da parte delle imprese ha come altro fondamentale *driver* di successo il buon senso e la coscienza civica degli investitori. Per i risparmiatori di tutto il mondo, la scelta tra due imprese eticamente differenti sembra vedere le preferenze indirizzarsi verso organizzazioni che hanno maggiormente a cuore l’ambiente, non solo per una questione puramente di auto-responsabilizzazione, ma anche per la più grande fiducia che si ripone in questo genere di business nel lungo periodo. A proposito di lungimiranza, uno studio recente ha rilevato che, entro il 2030, le aziende di tutto il mondo potrebbero sbloccare circa \$ 12.000 in media ciascuna²⁰ in termini di risparmi e ricavi aziendali, perseguendo modelli di business sostenibili a basse emissioni di carbonio. Oppure altro dato è che Barclays, banca d'investimento internazionale, ha rilevato che, negli ultimi sette anni, i portafogli obbligazionari con forti caratteristiche di sostenibilità hanno reso oltre le aspettative e molto di più di quelli che hanno registrato deboli indici ambientali. In particolare, gli indici legati alle aziende che si occupano specificatamente di energie rinnovabili ed efficienza energetica registrano performance migliori rispetto ai benchmark di riferimento. A contare oggi sono sempre più i cosiddetti parametri ESG (Environmental, Social and Governance) utilizzati per valutare l’impegno delle società in campo ambientale e sociale.

Un paese, in cui, paradossalmente, gli investimenti *green* hanno assunto un’importanza considerevole negli ultimi tempi è l’India. L'energia pulita ha consegnato oltre \$ 2 miliardi di Investimenti Diretti Esteri tra il 2014 e il 2016, producendo più di 300.000 posti di lavoro²⁰. Più di 140 aziende indiane leader (tra cui Ambuja Cement, Jet Airways, ITC, Godrej & Boyce) hanno intrapreso sforzi per gestire e misurare le proprie emissioni. Il Gruppo Tata, che comprende più di cento diverse società con ricavi annui di oltre \$ 100 miliardi, ad esempio, ha sviluppato un'analisi di sostenibilità del ciclo di vita di alcuni dei suoi prodotti. Tata Motors, inoltre, si è impegnata a raggiungere in alcuni anni il 100% di energia rinnovabile, riducendo sia le emissioni durante la fase di produzione, sia lanciando la sua prima auto elettrica e i suoi primi autobus elettrici. Tuttavia, ai fini della nostra analisi, è paradigmatica l’iniziativa manageriale di un altro conglomerato indiano, ovvero il Gruppo Aditya Birla. Quest’ultimo, infatti, ha integrato iniziative a basse emissioni di

carbonio in tutta la struttura aziendale che sovrintende tutte le duecento sedi di lavoro e ha stabilito che il responsabile di ciascuna filiale debba presiedere un comitato per la sostenibilità. La presenza di un apposito organo per la “sovrintendenza” del cambiamento in ottica *green* dimostra che un’ulteriore caratteristica vincente delle imprese che investono nella sostenibilità stia proprio nel coinvolgimento dei dipendenti. Tale trovata ha l’obiettivo non solo di modificare la mentalità generale dell’azienda coerentemente alla *vision*, ma anche di aumentare l’efficienza e la condivisione dei progetti. Un operaio, un impiegato, o un manager che è consapevole di lavorare per un’impresa che rispetta il luogo in cui vive, la propria salute e i consumatori che serve (tra cui il dipendente talvolta è compreso) tiene mediamente di più al successo della propria azienda e al proprio posto di lavoro, profondendo maggiore impegno nei compiti e nelle responsabilità ad esso assegnati. Investire nella sostenibilità significa anche maggiore produttività, efficienza e attaccamento delle proprie risorse umane, tutte conseguenze che permettono di ottenere un vantaggio competitivo su imprese invece slegate all’interno.

Per quanto riguarda la realtà italiana, anche nel “bel paese” si registra un andamento pressoché in linea con quello internazionale. Come scrive il Sole 24 Ore, sono oltre 345.000 le imprese italiane che negli ultimi 5 anni hanno puntato sull’assetto *green*, approssimativamente un quarto del totale⁵³. Queste ultime risultano più competitive, ed esportano e assumono di più della media nazionale. Ad emergere nel rapporto GreenItaly, è che il settore più dinamico resta quello manifatturiero. Nel 2017, il 34% delle imprese che ha puntato sulla sostenibilità ha visto aumentare il proprio export, contro il 27% delle imprese che hanno preso la direzione opposta. Il 79% delle imprese ha sviluppato attività di innovazione, contro il 43%. Il 32% delle imprese ha registrato un fatturato più alto contro il 24%. In riferimento all’età degli imprenditori che giocano un ruolo di primo piano nell’investimento in progetti sostenibili, le imprese *green* sono guidate per il 54% dei casi da under 35, di cui più della metà in Lombardia⁵⁴. Questa carrellata di dati e statistiche dà prova di come le risorse spese in tecnologie eco-sostenibili siano ben adoperate. Tale tendenza, come ricordato anche nel paragrafo 3.1.1, può essere spiegata con il maggiore interessamento che fortunatamente si è e si sta instaurando all’interno dell’immaginario

⁵³ Dati rapporto GreenItaly 2018, http://www.symbola.net/assets/files/GreenItaly%2018%20WEB_1540812454.pdf

⁵⁴ Dati di Repubblica, marzo 2019.

sociale nei confronti della salvaguardia del nostro pianeta. Pertanto, una simile consapevolezza non può che tradursi in una crescita generale del settore di riferimento, della quale beneficia tutto il nostro sistema economico. Inoltre, si sottolinea che per le imprese dall'impronta sostenibile, specialmente quelle di modeste dimensioni, risulta fondamentale essere in grado di dimostrare al pubblico la propria premura nei confronti di questo tema. Questo aspetto è molto importante in quanto permette al consumatore di prendere coscienza delle attenzioni che l'impresa attribuisce a questo tema. La trasparenza, infatti, è diventato una componente cruciale poiché, anche in ambito finanziario, costituisce l'unico elemento che può dirigere gli investitori a scommettere su un titolo piuttosto che un altro. Comunicare bene e in modo chiaro è uno step paradigmatico per costruirsi un'immagine *green*. Per rendere meglio l'idea, ad esempio, la vicentina Pedon, impresa del settore alimentare specializzata in legumi, devolve parte del suo ricavato per finanziare progetti umanitari in Zimbabwe, Etiopia, Brasile e Uganda e ha una sezione della propria pagina web interamente dedicata all'etica e all'ambiente. La stessa Nespresso, ha di recente promosso un programma che salvaguarda l'integrità e le condizioni di lavoro dei propri fornitori di caffè in America Latina (soprattutto in Guatemala) al fine di assicurare l'autenticità del prodotto e la cura del delicato ecosistema in cui viene coltivato e raccolto. A tal proposito, in particolare durante i mesi invernali, ha pubblicizzato intensivamente il proprio impegno eco-sostenibile nei propri *flagship store* in tutta Europa sensibilizzando clienti e visitatori.

Infine, dati alla mano, è stato evidenziato l'andamento del tutto positivo non solo del settore della *green economy*, ma più in generale di quelle imprese che hanno profuso i propri investimenti nella riconversione dei propri modelli di business o semplicemente nell'attuazione di una politica di tipo sostenibile. Le caratteristiche peculiari di un'impresa che si lancia in questa sfida all'interno di un mercato globale sono chiare e corrispondono alla capacità dell'investimento di far ottenere dei vantaggi economici in termini di risparmio, sfruttando anche eventuali incentivi e contributi pubblici, la maggiore appetibilità di un prodotto sostenibile e innovativo, e la maggiore efficienza e produttività dell'azienda apportata da un più intenso coinvolgimento etico ed, eventualmente emotivo, dei dipendenti nel lavorare in un'organizzazione che rispetta loro, le proprie famiglie e il territorio in cui vivono. A questi fattori di carattere principalmente interno, si aggiungono altri di natura prevalentemente esterna. Difatti, si è visto che la maggiore consapevolezza

dei consumatori in campo ambientale e il maggiore riconoscimento di queste politiche, anche in termini di profitti di lungo periodo, hanno spinto la crescita del settore e dei finanziamenti ad esso legati. Risulta, pertanto, indispensabile per le imprese far trapelare in maniera più persuasiva e permanente possibile tutte le informazioni più rilevanti circa il proprio impegno sociale ed ambientale. L'onda dello sviluppo sostenibile si è già formata da tempo, alle imprese non resta ormai che cavalcarla il più in alto possibile.

Prospettive future e conclusione

Ci sono molteplici motivi per ritenere che la direzione più promettente per un'evoluzione economica globale sia quella di una crescita intelligente e sostenibile. La produzione di massa non può più essere considerata una rotta praticabile, e non solo perché le tecnologie ITC comportano una serie di opportunità profondamente diverse dal passato, ma anche perché siamo appesantiti dall'eredità di un sistema consumistico caratterizzato dallo sperpero e da una forte matrice inquinante. È ormai ampiamente riconosciuto che non ci sono abbastanza risorse per sostenere il nostro sovrappopolato pianeta e, quelle che ci sono, si stanno esaurendo inesorabilmente. Il fatto che lo sviluppo globale sia un obiettivo dichiarato dalle imprese, dagli stati e dagli organismi internazionali, rende necessario un intervento che limiti lo spreco delle risorse naturali ancor più urgente. Questo non è solo una sfida al nostro modo di produrre e consumare, ma una tale modalità di crescita, ostile all'ambiente, sarà prima o poi accompagnata da ingenti costi a nostro carico e a carico delle nostre imprese, tra cui oneri finanziari, rimborsi assicurativi e massicce spese della sanità pubblica.

Allo stesso tempo, le nuove tecnologie della Quarta Rivoluzione Industriale stanno rendendo possibile implementare dei sistemi innovativi di produzione e di sviluppo che solo cinquant'anni fa erano inconcepibili. La raccolta e la condivisione dei dati, combinata ad una maggior precisione nella progettazione, nell'esecuzione degli ordini, nonché nell'ottimizzazione della logistica, stanno portando ad attuare nelle aziende dei processi molto sofisticati e assai reattivi alla domanda di mercato. I modelli di produzione snella riducono sempre di più l'utilizzo di energia e lo spreco di materiali, moderando contemporaneamente i tempi e i costi di produzione. Le tecnologie di produzione additiva consentiranno una flessibilità stupefacente nei confronti delle richieste del cliente, e senza nemmeno gravare sui conti aziendali con spese aggiuntive. La circolarità del prodotto permetterà l'ulteriore sviluppo di quell'economia dietro l'economia, costituita da quelle imprese volte al recupero e alla "rivitalizzazione" dei prodotti usati e delle componenti apparentemente non più utilizzabili. Queste sono le caratteristiche principali che dovranno contraddistinguere le fabbriche intelligenti e sostenibili del futuro. L'attuazione di queste politiche di rinnovamento e discontinuità rispetto al passato non devono derivare da un'aprioristica affinità per il progresso o

dall'irrazionato seguito di valutazioni comunemente condivise, ma dalla costituzione di una vision e una mission aziendale lungimirante e precorritrice. Una programmazione di questo tipo, da un lato potrebbe prendere piede da esigenze operative, dalla ricerca di una soluzione ad un problema tecnico-organizzativo o dalla necessità di mettere a frutto i risultati di un'attività di R&D, dall'altro, tuttavia, può e deve originarsi dalla volontà dell'azienda di migliorarsi e di costruirsi un futuro di assicurata competitività. È utile evidenziare, dunque, che questo è un processo che deve coinvolgere tutti i settori economici affinché il cambiamento abbia degli effetti concreti nella realtà. Ad esempio, compiere una fattibile e rapida transizione verso l'energia pulita sarebbe un tassello fondamentale per assistere le imprese nel diminuire gli impatti ambientali, incentivandole nell'investire in prodotti ad alimentazione elettrica piuttosto che a combustibili fossili. Contemporaneamente, un impegno sociale nel rinnovare gli edifici e le infrastrutture, ridisegnare prodotti e servizi obsoleti, o intensificare sistemi di distribuzione e manutenzione, avrebbe il potenziale non solo di superare i pericoli dei cambiamenti climatici e della scarsità di cibo, acqua e materie prime, ma anche di ridurre il tasso di disoccupazione, aiutando la ripresa dell'economia e conferendo nuova linfa ed opportunità anche a mercati che fin ora sono rimasti ai margini dello sviluppo globale. Inoltre, la diffusione di imprese, tecnologie e pratiche "intelligenti", finisce con l'influenzare anche la crescita di città, aree produttive e regioni. Esattamente come l'automobile ha ridefinito l'uso del territorio, così Internet può portare ad una moderna forma di relazione tra le città, le imprese e le aree rurali. Lentamente, tenderà a scomparire il concetto della divisione tra campagna e città, ma una sarà interconnessa all'altra in modo molto più intransigente di quanto non lo sia già ora. L'obiettivo è quello di rendere le città del futuro delle "Smart cities", ossia il più possibile autonome, autosostenibili e autosufficienti, specialmente dal punto di vista energetico. La produzione di energia (elettrica) totalmente pulita attraverso fonti rinnovabili è diventata la nuova sfida che, in primis le città, si stanno e si dovranno porre per il futuro.

Dal punto di vista delle prospettive sociali dello *smart change*, un fenomeno che sembra destinato a colpire la società del futuro consiste nella ridefinizione del concetto di *good life*, ossia del modello di vita a cui aspirare. Come nelle precedenti ondate rivoluzionarie dell'economia, la transizione da un sistema economico all'altro ha portato storicamente non solo le aspirazioni degli individui ad avere delle configurazioni diverse, ma

propriamente ad uno stile di consumo diverso, anche in linea con la gamma di prodotti modellati dalle nuove tecnologie. Per esempio, al tempo della Prima e, in parte, della Seconda Rivoluzione Industriale, i borghesi emergenti miravano ad ottenere una reputazione rispettabile, a disporre di condizioni igieniche e di cibo migliori, a permettersi un'educazione per i propri figli, nonché a concedersi delle uscite a teatro o comunque delle forme di intrattenimento. Durante la rivoluzione del *mass consumption*, nel XX secolo, invece, l'obiettivo della classe media è sempre stato quello di permettersi di acquistare un'automobile, degli elettrodomestici per la casa, di poter guardare la televisione e concedersi delle vacanze in cui non ci si doveva preoccupare di nulla (non è un caso l'incredibile sviluppo dei villaggi turistici dagli anni 70' in poi). Pertanto, arrivati ormai al tempo di un prossimo sviluppo industriale nell'assetto di una "crescita intelligente e sostenibile", risulta piuttosto prevedibile aspettarsi un cambiamento di quello che sarà lo stile di vita ambito dalle masse. L'*american way of life*, che ha guidato il boom della produzione di massa, non può più realisticamente rimanere l'aspirazione per i nuovi miliardi di consumatori a reddito medio che stanno crescendo nelle economie emergenti. Se lo fosse, questi ultimi (e le rispettive controparti occidentali) presto urterebbero contro la scarsità delle risorse e l'aumento dei prezzi. Dunque, il nocciolo della questione sta nel fatto che le stesse tecnologie che rendono fattibile la produzione sostenibile, nel medesimo istante stanno anche cambiando le caratteristiche di ciò che costituisce la "bella vita", in chiave non più consumistica, ma al contrario rivolta alla riduzione degli sprechi. La maggior diffusione di tali dispositivi ha già cambiato la proporzione di beni e servizi tangibili e intangibili nei modelli di consumo e produzione. Ad esempio, modelli di business come quello della "self-economy" o della "share-economy" stanno allungando la vita di ciascun prodotto e incoraggiano un modello di distribuzione multiutente, diminuendo ulteriormente la quantità di materiali e di energia necessari per soddisfare le esigenze di consumo individuali. Le reti elettriche intelligenti (conosciute anche come *smart grid*) non prevedono più, come di consueto, che l'energia elettrica sia prodotta esclusivamente in modo "centralizzato" (ossia dalle grandi centrali) e che questa sia connessa alle grandi reti di trasmissione, ma, al contrario, comportano una forte presenza di produttori distribuiti nella società, anche di piccola taglia, ubicati nei nodi periferici delle reti di distribuzione. In questo modo tutti gli utenti sono in grado di

produrre energia elettrica da sé e, di conseguenza, di condividerla sulla rete comune in cambio di una detrazione sulla bolletta. Allo stesso tempo, gli esperimenti nell'economia circolare stanno lentamente diventando dei veri e propri “desiderabili retroscena” per i prodotti che i consumatori scelgono di acquistare. La produzione di successo non è più quella di massa che sfrutta le economie di scala, ma quella che in base alle esigenze e necessità del cliente riesce a trasformare un prodotto in un output del tutto personalizzato, progettabile on-line e, presumibilmente, consegnabile direttamente a casa. La stampa 3D, a tal proposito, è destinata a rivoluzionare le catene di approvvigionamento, dalla produzione iniziale alla fornitura di pezzi di ricambio su misura, in un'economia di riutilizzo e riparazione. La “bella vita”, in ottica economica, si sposta visibilmente all'eterogeneità, alla sostenibilità e riutilizzabilità del prodotto, considerando l'articolo di massa un'obsolescenza e preferendogli prodotti veramente durevoli che possono passare di mano in mano in buone condizioni. Nonostante i recenti scandali sui colossi produttori di smartphone e dispositivi mobili in materia di durevolezza dei loro prodotti⁵⁵, la necessità di strumenti che resistano nel tempo e che siano successivamente riciclabili sembra destinata ad intensificarsi, con nanotecnologie, biomateriali, intelligenza artificiale e altri progressi che lo promettano. Queste nuove applicazioni all'industria vorranno assicurare che i beni durevoli siano durevoli, e che quelli non durevoli siano biodegradabili. In aggiunta, un fenomeno sociale che è interessante notare consiste nel fatto che la vita lussuosa delle giovani élite di oggi include sempre più cibo non trattato, naturale, dal design minimalista, auto elettriche, attività fisica, sport estremi, ciclismo ed altre espressioni della nuova nozione di “vita sana”. Non è più il tempo dello sfarzo, ma il tempo dello sforzo, ossia quello di riciclare, mantenere, condividere, collaborare e affittare piuttosto che possedere. Sono anch'esse delle tendenze dell'attuale modello di “bella vita”. Tuttavia, come in ogni altro caso di trasformazioni apportate da ciascuna rivoluzione tecnologica, i cambiamenti sono lenti e disomogenei e si intensificano solo attraverso il mutamento della generale mentalità e consapevolezza.

⁵⁵ Ci si riferisce alle recenti accuse dei consumatori e delle autorità garanti della concorrenza (italiana AGCM) rivolte ai colossi dell'high-tech (Apple, Samsung...) in riferimento alla presunta “obsolescenza programmata” di dispositivi, come smartphone e tablet, tramite l'aggiornamento automatico dei sistemi operativi e al fine di indurre il consumatore ad acquistare i nuovi modelli del prodotto.

Bibliografia

- Giovanni Atti, 2018, *La Quarta Rivoluzione Industriale: verso la Supply Chain digitale*, Associazione Italiana Acquisti e Supply Management, edito da Franco Angeli s.r.l., Milano
- Wilhelm Bauer, Sebastian Schlund, Tim Hornung, Sven Schuler, 2018, *Digitalization of Industrial Value chains – A review and evaluation of existing use cases of Industry 4.0 in Germany*, University of Stuttgart
- Ana Bearitz Lopes de Sousa Jabbour, Charbel Jose Chiappetta Jabbour, Moacir Godinho Filho, David Roubaud, 2018, *Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations*, Montpellier Business School
- Sabrina Cruz Introini, Andrés Boza, María del Mar Eva Alemany Díaz, 2017, *Traceability in the Food supply chain: review of a literature from a technological perspective*, Universitat Politècnica de Valencia, Spain
- Nikola Gjeldum, Marko Mladineo, Ivica Veza, 2016, *Transfer of Model of Innovative Smart Factory to Croatian Economy Using Lean Learning Factory*, University of Spilt, Croatia
- Ling Li, 2018, *China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of "Made in China 2025" and "Industry 4.0"*, Old Dominion University, Norfolk, USA
- Renato Mana, Francisco Ignacio Giocondo Cesar, Ieda Kanashiro Makiya, Waini Volpe, 2018, *Case Study: The concept of Industry 4.0 in a German multinational instrumentation and control company a case study of a subsidiary in Brazil*, State University of Campinas, Brazil
- John A. Mathews, 2019, *Green growth strategies - Korean initiatives*, Macquarie University, Sydney
- Filip Odważny, Olga Szymańska, Piotr Cyplik, 2018, *Smart factory: The requirements for implementation of Industry 4.0 solutions in FMCG environment*, Poznan University of Technology

- Filip Odważny¹, Daniel Wojtkowiak¹, Piotr Cyplik¹, Michał Adamczak, 2018, *Smart Factory within sustainable development and green growth concepts*, Poznan University of technology
- Carlota Perez, 2017, *Is Smart Green growth the solution?*, reworking of a book chapter from *Handbook on Green Growth* of R. Fouquet
- Dominik Rohrmus, Volkmar Döricht, Nils Weinert, 2015, *Green Factory Supported by Advanced Carbon-based Manufacturing*, The 22nd CIRP conference on Life Cycle Engineering
- Jeffrey Sachs, *America 2030*, edito da Luiss University Press, Milano
- TU Wien, 2016, *Where is the Green in Industry 4.0? How Information Systems can play a role in creating Intelligent and Sustainable Production Systems of the Future?*

Sitografia

<https://www.mise.gov.it/index.php/it/industria40>

<https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/industry-40-tutto-quello-che-c-e-da-sapere-su-piano-e-attuazione/>

http://web.adaci.it/industria40/?gclid=CjwKCAiAwJTjBRBhEiwA56V7q3VC5u6O-XJEebbRVtZtCVUn2ZuOh51PyOgCVH7A2CRT_IKyXGyVxoCkLoQAvD_BwE

<https://www.economyup.it/innovazione/cos-e-l-industria-40-e-perche-e-importante-saperla-affrontare/>

https://it.wikipedia.org/wiki/Industria_4.0

<https://www.internet4things.it/industry-4-0/industria-4-0-significato-opportunita-ed-esempi-concreti-dello-smart-manufacturing/>

<https://www.wired.it/economia/business/2018/06/15/cina-made-in-china-2025-industria-robot-tecnologia/>

[https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/impresa %2040 19 settembre 2017 .pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/impresa_%2040_19_settembre_2017.pdf) <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/>

<https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/principi/>

<https://www.leadershipmanagementmagazine.com/articoli/innovazione-la-trappola-della-comfort-zone/>

<https://www.ilsole24ore.com/art/management/2017-02-28/le-cinque-fasi-vincenti-un-azienda-sostenibile-120703.shtml?uuid=AE5VO5e>

https://it.wikipedia.org/wiki/Rapporto_Brundtland

<https://www.ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2016-03-02/sostenibilita-sociale-chiave-sviluppo-134620.shtml?uuid=ACpXAxfC>

<https://www.ilsole24ore.com/art/management/2018-05-31/sostenibilita-elemento-strategico-impresе-moderne-185719.shtml?uuid=AES8nFyE>

<https://www.lifegate.it/persone/stile-di-vita/centrali-a-carbone-italia>

<https://www.economyup.it/innovazione/che-cos-e-la-circular-economy-e-perche-puo-mantenere-l-europa-competitiva/>

https://www.eni.com/it_IT/azienda.page

<https://www.lincmagazine.it/2017/09/15/impresе-green-valutano/>

<https://www.ft.com/content/b45860b2-917e-11e7-a9e6-11d2f0ebb7f0>

<https://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2018-10-30/contro-crisi-345mila-impresе-hanno-puntato-green-economy-160327.shtml?uuid=AE1zOCYG>

https://milano.repubblica.it/cronaca/2019/03/13/news/ambiente_impresе_green_lombar dia_giovani-221430943/

http://www.symbola.net/assets/files/GreenItaly%2018%20WEB_1540812454.pdf

https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-59280-0_103

<https://books.google.it/books?hl=en&lr=&id=2NJ9fWqXLdwC&oi=fnd&pg=PT8&dq=smart+factory+green+economy&ots=xSNPIjycSF&sig=3w2t5PRSLmh5J-QYnMPLJwwc08c#v=onepage&q&f=false>

<http://luiss.summon.serialssolutions.com/?#!/search/document?ho=t&rf=PublicationDate,2016-03-07:2019-03-07&l=it->

<IT&q=smart%20factory%20green%20economy&id=FETCHMERGED-LOGICAL-c2075-d9f57a582d88fab35dd41ff2bd9af793b701e8101300ffb88b01ba64a3c0c34b2>

<https://www.italiacontributi.it/agevolazioni-finanziarie-per-settore-energia.html>