



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI "M.FANNO"**

**CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA E MANAGEMENT**

**PROVA FINALE**

**"INDUSTRIA 4.0: LA FABBRICA DEL FUTURO"**

**RELATORE:**

**CH.MO PROF. PAOLO GUBITTA**

**LAUREANDO/A: ELENA TESSAROLLO**

**MATRICOLA N. 1049051**

**ANNO ACCADEMICO 2015 – 2016**



## Sommario

1. Introduzione.....	1
2. Industria 4.0.....	3
2.1 Definizione.....	3
2.2 Fasi delle rivoluzioni industriali.....	4
2.3 Principali caratteristiche.....	7
3. Modelli di sviluppo.....	10
3.1 In confronto il modello europeo e americano.....	10
3.2 Modello europeo.....	17
3.3 Modello italiano.....	20
4. Nuove dimensioni tecnologiche e di business.....	24
4.1 Le tecnologie abilitanti.....	24
4.2 I nuovi modelli di business.....	32
5. L'evoluzione del lavoro.....	35
6. Conclusioni.....	39
7. Riferimenti bibliografici.....	41

## 1. Introduzione

Industria 4.0 è il nostro prossimo futuro?

Albert Einstein disse “Non penso mai al futuro, arriva così presto”, ovviamente aveva ragione perché l’Industria 4.0 non è solo un vago progetto della nuova rivoluzione industriale, ma per alcuni, anche se per pochi, è già iniziata. I cambiamenti dei metodi di ricerca dei fabbisogni, di progettazione, dei processi produttivi, di reperibilità delle risorse che via via stanno scarseggiando, dei sistemi di vendita e di assistenza, nonché di comunicazione, rappresentano una grandissima opportunità che non può essere ignorata o sottovalutata.

Tutte e tre le precedenti rivoluzioni industriali hanno apportato grandissimi miglioramenti sociali ed economici, creando e non togliendo posti di lavoro. Ai nostri giorni sarebbe impensabile un mondo senza macchinari, elettricità, internet, apportati dalle prime tre grandi rivoluzioni industriali che hanno anche introdotto cambiamenti sociali e culturali alzando i livelli di benessere.

A tal proposito, molte sono le domande che ci si pone, prima fra tutte: che cos'è Industria 4.0? L’Industria 4.0 non è altro che l'industrializzazione di internet con l'ascesa di nuove tecnologie industriali digitali dei vari processi produttivi, fra loro interconnessi, essa è una grande opportunità per tutti i settori produttivi (agricoltura, industria, servizi) e per la crescita, la competitività e l'occupazione (Calenda, 2016).

Ma è così rilevante la digitalizzazione? Si essa è molto importante perché presuppone nuovi modi di rispondere efficacemente alle molteplici necessità, con processi che risolvono i problemi automaticamente. Tutto ciò è possibile attraverso la combinazione di tecnologie e strategie volte al miglioramento della produzione, alla crescita del mercato e alla soddisfazione del cliente.

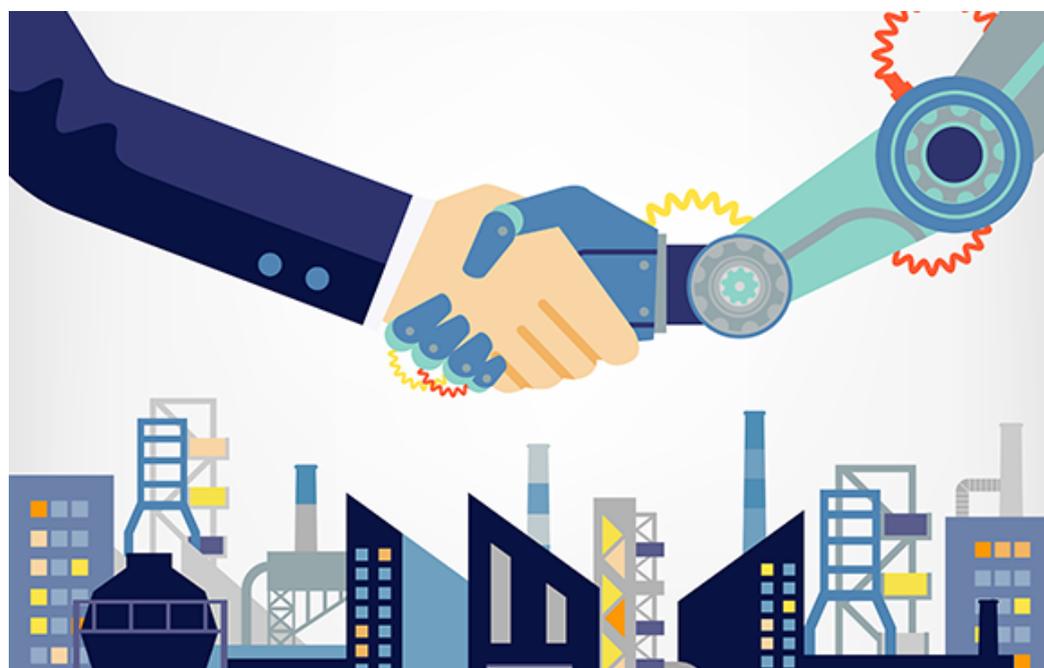
Ma la digitalizzazione toglierà occupazione? Le precedenti rivoluzioni industriali hanno creato nuovi posti di lavoro, pertanto Industria 4.0 essendo una “fabbrica intelligente” vedrà crescere il fabbisogno di lavoratori con conoscenze e competenze che sapranno direttamente interagire con le macchine. Un tempo con il “metodo fordista”, un dipendente compiva azioni automatiche, quasi meccaniche, come se la mente fosse avulsa dal corpo.

L'azienda di oggi, ha bisogno di operai pensanti, propositivi e partecipativi, non del corpo dell’operaio, in quanto ci sono le macchine a sostituirlo, quindi è importante la formazione di

queste nuove figure, ma è ancor più importante che per tutti i nativi IoT ci sia un'istruzione adeguata e collaborativa.

Tutto questo è un processo evolutivo, già iniziato, al quale non possiamo più sottrarci.

Dopo un'introduzione del concetto di Industria 4.0, abbiamo analizzato l'excursus storico delle rivoluzioni industriali che l'hanno preceduta, descrivendo successivamente le sue principali caratteristiche. In seguito abbiamo affrontato le differenze che si riscontrano tra il progetto americano di *Industrial Internet* e Industria 4.0 presente in Europa, soffermandoci maggiormente sui programmi messi in pratica dall'Unione Europea, abbiamo poi analizzato la situazione italiana, le peculiarità del suo tessuto industriale, le potenzialità, ma anche le minacce che ha nell'affrontare la quarta rivoluzione industriale. In seguito ci soffermeremo sulla spiegazione delle principali dimensioni tecnologiche del *Manufacturing 4.0* e l'inevitabile conseguenza dello sviluppo di nuovi modelli di business e rileveremo le conseguenze che provoca l'industrializzazione di internet nel mondo del lavoro, analizzando le peculiarità dei lavoratori 4.0 e l'impatto a livello occupazionale.



## 2. Industria 4.0

### 2.1 Definizione

Con il termine “Industria 4.0” ci si riferisce alla quarta rivoluzione industriale, la quale dopo la macchina a vapore, l’elettricità e l’informatica porterà ad una nuova fase di industrializzazione con l’introduzione delle tecnologie digitali nell’industria. Al contrario delle precedenti rivoluzioni industriali, non si ha un unico miglioramento tecnologico, come il vapore o l’energia elettrica, ma un insieme di soluzioni tecnologiche che si aggregano grazie ad internet con rilevanza sistemica in nuovi modi di organizzare i processi di produzione. L’obiettivo perseguito è la realizzazione di un gran numero di “fabbriche intelligenti” con una maggiore adattabilità alle esigenze e ai processi produttivi, cercando soluzioni di allocazione delle risorse più efficienti.

La manifattura, fulcro della produzione industriale, non avrà fasi scollegate o settoriali ma sarà a flusso integrato, immateriale, dato dalle nuove tecnologie digitali. Arriviamo ad avere tutte le fasi gestite ed influenzate dalle comunicazioni di informazioni, lungo tutta la catena produttiva, dalla progettazione, alla realizzazione, all'utilizzo, al servizio post-vendita (Camera dei Deputati, 2016).

Per indicare il concetto di Industria 4.0 vengono utilizzati vari termini quali “fabbrica innovativa”, “fabbrica intelligente”, “*smart industry*”, “*advanced manufacturing*” (Torino Nord Ovest, 2015), ciò che li accomuna è l’identificazione di una trasformazione digitale dei metodi di fabbricazione e produzione nelle fabbriche. I processi industriali infatti, abbracciano sempre di più le moderne tecnologie dell’informazione (*information technology*, IT), facendo sì che siano sempre meno netti i confini tra il mondo reale degli impianti industriali e il mondo virtuale IoT (*Internet of Things*), in quelli che sono conosciuti come i sistemi di produzione cyber-fisici (*cyber-physical production systems*, CPPSs), mentre i modelli di business si trasformano gradualmente in modelli industriali di servizio.

## 2.2 Fasi delle rivoluzioni industriali

Si spera che Industria 4.0 sia in grado di generare cambiamenti fondamentali come lo son state le tre precedenti rivoluzioni industriali.

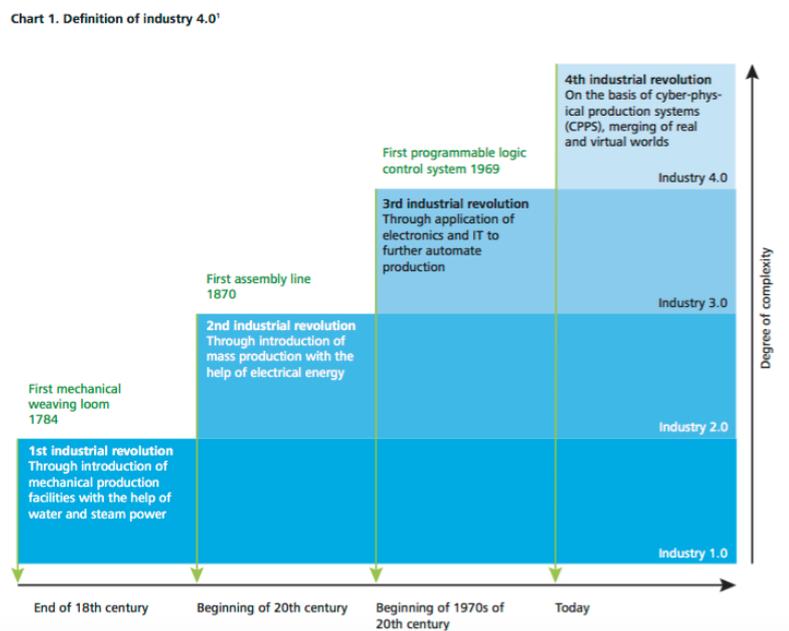


Figura 1 – Fasi temporali delle Rivoluzioni Industriali

La prima rivoluzione industriale comprende il periodo storico tra la seconda metà del XVIII secolo e l'inizio del XIX secolo. Ebbe origine in Gran Bretagna e successivamente influenzò il resto dell'Europa, portando una serie di cambiamenti socio-economici, tecnologici e culturali nella storia dell'umanità. Precedentemente, l'economia era di pura sussistenza, in quanto veniva prodotto solo il necessario alla sopravvivenza, non c'era un surplus per il mercato. L'economia esistente era caratterizzata da agricoltura e artigianato, basata nell'autoconsumo e non nella commercializzazione dei prodotti ottenuti. Con l'arrivo della rivoluzione industriale, l'economia basata sul lavoro manuale fu rimpiazzata dall'industrializzazione. Infatti la rivoluzione cominciò con la meccanizzazione delle industrie tessili e lo sviluppo dei processi del ferro. Le innovazioni tecnologiche più importanti furono la macchina a vapore, le macchine tessili e le ferrovie portando un'espansione del commercio. Il volume degli scambi aumentò, incrementando la capacità di produzione manifatturiera ed industriale.

La seconda rivoluzione industriale ebbe inizio a metà del XIX secolo, coinvolgendo tutti i settori del sistema produttivo. A differenza della prima, caratterizzata da scoperte basate sulla casualità ed occasionalità, nella seconda vennero attuate numerose ricerche specifiche per giungere alle invenzioni tecnologiche ottenute. Anche se le nuove scoperte riguardavano tutti i settori, furono quello metallurgico e chimico a trarne un maggior vantaggio nella produzione.

La seconda rivoluzione industriale fu caratterizzata dall'avvento del motore a scoppio, dell'elettricità, dalla produzione di massa con procedimenti ideati da Henry Ford, attraverso la catena di montaggio.

Nella seconda metà del XX secolo, seguendo il profilo energetico e tecnologico ci fu la terza rivoluzione industriale che portò alla produzione ed alle prime utilizzazioni dell'energia atomica e delle fonti rinnovabili. Importante fu l'automatizzazione della produzione, basata nell'energia elettronica e nella tecnologia IT (*Information and Communication Technology*), le quali iniziarono ad espandersi attraverso tutta l'industria. Tutto ciò fu reso possibile grazie alla scoperta-simbolo della terza rivoluzione industriale: del computer e dei macchinari CNC a controllo numerico (*Computer Numerical Control*). Gli anni che seguirono il secondo dopo guerra furono permeati da una forte innovazione tecnologica, provocando anche un profondo sviluppo economico della società ed i confini in ambito fisico, digitale e biologico non sono più ben delineati.

Ora siamo agli albori della quarta rivoluzione industriale, definita anche "Industria 4.0" o "Fabbrica 4.0". Si tratta di una profonda rivoluzione digitale, in quanto per la produzione ci sarà una costante connessione tra uomo, macchina ed internet attraverso l'utilizzo di *Internet of Things* (IoT) e "sistemi cyber-fisici" (*cyber-physical system* o CPS). Viene creato un sistema di produzione completamente automatizzato ed interconnesso, passando da un modello di produzione centralizzato a un modello decentralizzato, nel quale i materiali e le macchine comunicano tra di loro in tempo reale, senza la necessità di un piano di produzione fissa. Le fabbriche saranno auto-diagnosticate, auto-ottimizzate e auto-configurate, il risultato è la creazione di *supply chain* che producono valore intelligente che autonomamente e automaticamente rispondono alle variazioni della domanda (Fiandanese, 2015).

Bledowsky (economista di *Manufacturers Alliance for Productivity and Innovation*, MAPI) suggerì che le origini dell'idea sono presenti nella strategia High Tech del governo tedesco del 2006. Successivamente, la politica industriale della Germania nel 2012 introdusse alcune delle caratteristiche di Industria 4.0, tanto che alla Fiera di Hannover nel 2011, in Germania, venne utilizzato per la prima volta il termine: "Industria 4.0" (Maci, 2016).

Il Ministro tedesco dell'Istruzione e della Ricerca ha istituito un gruppo di lavoro (*Working Group*), composto da rappresentanti dell'industria, del mondo accademico e della scienza e nel 2013 ha pubblicato un rapporto finale dove vengono delineate otto priorità per una strategia di Industria 4.0, riguardante sia la standardizzazione che l'apprendimento continuo.

Il Ministro dell'Economia ha dichiarato, come obiettivo, di voler promuovere la ricerca e l'innovazione in una fase precompetitiva e di accelerare il processo di trasferimento delle scoperte scientifiche nello sviluppo di tecnologie commercializzabili. Queste priorità non devono solo riguardare le grandi aziende, ma anche le capacità degli imprenditori e le strategie delle PMI devono essere principalmente consolidate, attraverso l'ideazione di centri di competenza per Industria 4.0 (Commissione Europea, 2016a, p.21). Il governo tedesco ha quindi formalizzato il suo impegno per l'Industria 4.0 attraverso una piattaforma, capeggiata dai Ministri di Economia e della Ricerca, riunendo i Rappresentanti di Commercio, della Scienza e delle Organizzazioni Sindacali.

Sono state suddivise le principali aree di interesse in cinque diversi gruppi di lavoro: architettura di riferimento, standardizzazione, ricerca e innovazione, sistemi network di sicurezza, ambiente legale, lavoro e istruzione/addestramento. Nel documento della Commissione Europea (2016) viene ulteriormente evidenziato il fatto che l'introduzione dell'utilità di Industria 4.0 nell'industria e nella società, come uno degli aspetti chiave da analizzare ulteriormente nel futuro, si delinea con una più approfondita *roadmap* temporale sino al 2030.

Questa pianificazione, mostra che l'Industria 4.0 è una strategia a lungo termine e la trasformazione che cerca di promuovere è ancora in fase embrionale. Si tratta di una rivoluzione che oltre alla manifattura, vuole andare ad influenzare anche gli altri scambi del contesto economico: “dall'approvvigionamento, all'impiego delle materie prime e forniture energetiche, a monte, ai servizi delle imprese (ad esempio la logistica, ingegneria, informatica, consulenza, marketing e comunicazione, servizi tecnici e professionali, valutazioni di conformità), a valle, fino alle attività rivolte ai consumatori (servizi post vendita per i beni durevoli) o di supporto al turismo e alla cultura” (Fiandanese, 2015).

## 2.3 Le principali caratteristiche

Le caratteristiche principali di Industria 4.0 sono “lo sviluppo dei processi di integrazione: verticale della *supply chain* di sistemi produttivi *smart*, orizzontale attraverso la generazione di network della catena del valore, della progettazione interdisciplinare lungo la catena del valore e delle tecnologie abilitanti” (Tronci, 2015).

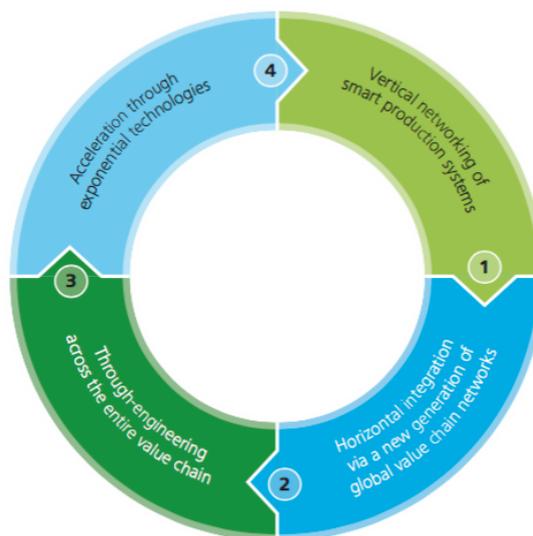


Figura 2 - Quattro caratteristiche di Industria 4.0

### **Interconnessione verticale di sistemi di produzione intelligenti.**

In questa rete verticale vengono impiegati sistemi di produzione *cyber-physical* (CPPSs) per far sì che le fabbriche possano adattarsi alle variazioni della domanda. Pertanto, fabbriche intelligenti che si abilitano ed organizzano per una produzione specifica e personalizzata per ogni distinto cliente (*ad personam*) servendosi di sensori e attuatori con ingenti quantità di indirizzi in rete che posso riferirsi anche a piccolissimi oggetti.

I sistemi CPPSs organizzano tutti i processi produttivi: progettazione, produzione e distribuzione. Le risorse e i prodotti sono interconnessi e possono essere posizionati ovunque e in qualsiasi momento. Grazie a queste nuove tecnologie, le modifiche degli ordini, la percezione dei cambiamenti di qualità o i guasti dei macchinari possono essere esaminati più rapidamente.

Nelle fabbriche del futuro gli sprechi vengono ridotti notevolmente, in quanto le risorse come i prodotti, energia e le risorse umane, devono essere organizzate in modo efficiente. È necessario inoltre che i lavoratori apprendano nuove competenze per utilizzare al meglio le nuove tecnologie della produzione, immagazzinamento, logistica e manutenzione (Schlaepfer, Koch, 2014).

### **Integrazione orizzontale attraverso una nuova generazione di network della catena del valore (*value chain*) a livello globale.**

Questi nuovi network di creazione del valore sono interconnessioni ottimizzate in tempo reale che rendono possibile una trasparenza integrata. Offrono un alto livello di flessibilità per rispondere il più rapidamente possibile ai problemi e facilitano un'ottimizzazione globale. È possibile registrare la storia di ogni prodotto e controllare costantemente la sua tracciabilità "*product memory*".

Detti network locali e globali, forniscono tutte le informazioni della logistica in entrata durante la fase del magazzino, produzione e marketing, fino alla logistica in uscita delle vendite e dei servizi a valle. Ciò crea trasparenza e flessibilità attraverso l'intera catena del valore: dall'acquisto, produzione, fino alle vendite oppure dal fornitore, attraverso la società, al cliente finale. Viene personalizzata la produzione per ogni cliente, non solo nella produzione, ma anche nella fase di sviluppo, pianificazione, composizione e distribuzione dei prodotti, consentendo a fattori come la qualità, tempo, prezzo e sostenibilità ambientale di gestire in modo dinamico ed in tempo reale tutta la catena del valore economico.

Questa caratteristica di integrazione orizzontale, sia da parte del cliente finale che dal partner commerciale, è in grado di generare nuovi modelli di business e di cooperazione, rappresentando una sfida per tutti i soggetti coinvolti.

### **Progettazione interdisciplinare lungo la catena del valore.**

In questa tecnica non è necessaria una continuità nella fase di progettazione, sviluppo e fabbricazione di nuovi prodotti e servizi, ma di nuovi sistemi di produzione coordinati con il ciclo di vita dei prodotti, affinché si creino nuove sinergie tra lo sviluppo dei prodotti e sistemi di produzione. Questa tecnica di progettazione, è caratterizzata dal fatto che i dati e le informazioni sono disponibili in tutti gli stadi del ciclo di vita del prodotto, consentendo nuovi processi più flessibili, partendo dai dati per modellare dei prototipi.

### **Accelerazione con le tecnologie abilitanti.**

Industria 4.0 propone risultati altamente personalizzati, flessibili, ma soprattutto automatizzati, attraverso l'intelligenza artificiale (*Artificial Intelligence, AI*), la robotica avanzata e la disponibilità di sensori. Per mezzo dell'intelligenza artificiale è possibile pianificare i percorsi dei veicoli nelle fabbriche senza conducente, di risparmiare tempo e costi nel *Supply Chain Management* (SCM), aumentare la flessibilità della produzione e analizzare dati di grandi dimensioni.

Sarà possibile trovare nuove soluzioni progettuali e aumentare la cooperazione tra uomo e macchina, fino ad arrivare al punto che diventino un unico insieme. Non sarà più un'utopia vedere nei reparti di produzione robot o droni, che forniscono pezzi di ricambio o riserve per il magazzino, poiché diverranno parte integrante della quotidianità.

Una delle prime tecnologie abilitanti già utilizzata in vari ambiti, è la stampa 3D (*additive manufacturing*) consentendo nuove soluzioni di produzione e di *supply chain*, arrivando a una combinazione di entrambi, generando così nuovi modelli di business.

### **3. Modelli di sviluppo**

### 3.1 In confronto il modello europeo e americano

Secondo un recente studio condotto da Kris Bledowski (2015), direttore degli studi economici e direttore del concilio di *MAPI Treasury and Quality Councils*, ha pubblicato il documento “*The Internet of Things: Industrie 4.0 vs. the Industrial Internet*”, nel quale vengono evidenziate alcune somiglianze e differenze tra Industria 4.0 e *Industrial Internet*.

Le caratteristiche sono elencate nella seguente tabella (Bledowski, 2015):

	Industry 4.0	The Industrial Internet Consortium
Key authors	German government	Large multinationals
Key stakeholders	Government, academia, business	Business, academia, government
Taxonomy of revolutions	Four revolutions	Three revolutions
Support platforms	Government industrial policy	Open membership nonprofit consortium
Sectoral focus	Industry	Manufacturing, energy, transportation, healthcare, utilities, cities, agriculture
Technological focus	Supply chain coordination, embedded systems, automation, robots	Device communication, data flows, device controls and integration, predictive analytics, industrial automation
Holistic focus	Hardware	Software, hardware, integration
Geographical focus	Germany and its companies	Global marketplace
Corporate focus	SMEs	Companies of all sizes
Optimization focus	Production optimization	Asset optimization
Standardization focus	On agenda	Recommendations to standards organizations
Economic approach	Normative economics	Positive economics
Overall business approach	Reactive	Proactive

Source(s): MAPI Foundation

Figura 3 – Confronto tra Industria 4.0 e Industrial Internet – Fonte: MAPI

Il paese europeo che rappresenta al meglio le peculiarità di Industria 4.0 è la Germania. Secondo i documenti della Commissione Europea (2016), il governo tedesco ha redatto varie politiche a sostegno delle nuove tecnologie emergenti per mezzo di piani d’azione come l’*High-Tech Strategy* nel 2006 e *High-Tech Strategy 2020* nel 2012. Uno degli ultimi punti del programma di quest’ultimo era appunto “Industria 4.0” e come obiettivo europeo sancito a Bruxelles era quello di “passare, entro il 2020, dall’attuale 15,6% di PIL legato al manifatturiero al 20%” (Commissione Europea, 2012, p.4). Successivamente il progetto è stato appoggiato dalla *Plattform Industrie 4.0*, anche se l’appartenenza è sempre del governo federale che ha guidato il progetto con 400 milioni di euro per sostenere “Industria 4.0”.

Al contrario dell’Europa, negli Stati Uniti “Industria 4.0” è guidata principalmente dal settore privato, come i consorzi e le coalizioni private. Precisamente la General Electric ha denominato il modello americano con il termine “*Industrial Internet*”, come una nuova esigenza globale. General Electric insieme a AT&T, Cisco, Intel e IBM fondarono nel 2014 l’*Industrial Internet Consortium* (IIC). Il fine era quello di riunire le organizzazioni di business, l’università e l’amministrazione, per modernizzare il settore della manifattura, energia, trasporti, sanità, agricoltura e le città, con l’aiuto di internet.

Anche se la natura dell'approccio americano non è governativo, l'iniziativa è aperta anche ad aziende ed entità estere, come le società tecnologiche europee o organizzazioni governative di India, Cina e Germania. Nello stesso modo, anche negli Stati Uniti, il governo assume un importante ruolo, poiché recentemente ha co-fondato la *National Network for Manufacturing Innovation* (NNMI) composta da diversi istituti per l'innovazione manifatturiera, la prima proposta risale a giugno del 2011 da parte del presidente Barack Obama (NNMI).

Gli stakeholder principali di "Industria 4.0" sono il governo federale che è rappresentato dal Ministro dell'Istruzione e della Ricerca e dal Ministro dell'Economia e Tecnologia; l'università e l'accademia che sono rappresentata da Fraunhofer-Gesellschaft, dalla *National Academy of Science and Engineering*, la quale è stata incaricata di redigere le prime raccomandazioni e dal *German Research Center for Artificial Intelligence*. Infine il settore privato è gestito da *Plattform Industrie 4.0*, che si compone di tre organizzazioni professionali: BITCOM per l'IT, VDMA per le macchine e ZVEI per l'elettronica.

Il modello IIC è principalmente *business-driven* guidato da circa una dozzina di esperti situati negli Stati Uniti e in Europa, includendo approssimativamente 200 membri. Principalmente sono aziende private ed istituzioni accademiche di 24 paesi tra cui India, Cina e Germania. Bosch, Siemens, e SAP sono membri aziendali, mentre Fraunhofer-Gesellschaft è membro accademico.

La possibilità di partecipare e farne parte è aperta a tutti, l'unico pagamento che viene richiesto sono tasse pro-rata, valutate in base alle dimensioni dell'impresa. Le piccole imprese e le organizzazioni no profit sono agevolate, in quanto viene offerto loro considerevoli sconti.

In *Industrial Internet* non è prevista nessuna partecipazione del governo. Questo punto è una delle principali differenze con "Industria 4.0", la quale è di proprietà del governo, mentre l'IIC è di proprietà dei suoi membri (imprese private e istituzioni no profit), come abbiamo detto precedentemente.

Kris Bledowski nel documento da lui pubblicato, classifica "Industria 4.0" come la quarta rivoluzione industriale attualmente in corso, la quale conquisterà sempre di più la scena nel prossimo futuro.

La classificazione di General Electric di Industrial Internet è meno dettagliata nel tempo, in quanto essa viene interpretata come la terza rivoluzione industriale, in seguito alle scoperte industriali e meccaniche, caratterizzanti le prime due rivoluzioni industriali.

Kris Bledowski continua sostenendo che "l'elaborazione dei dati, l'informatica e Industrial Internet possono essere un *continuum* di applicazioni, la cui durata non è ancora finita; infatti le rivoluzioni sono riconosciute tali dopo un considerevole lasso di tempo". Se dovessimo

seguire questa classificazione, stiamo ancora vivendo nella terza rivoluzione industriale, iniziata con i progressi nel campo dell'informatica intorno la metà del XX secolo.

“Industria 4.0” è il manifesto della politica industriale della Germania, *Plattform Industrie 4.0* sostiene che, l'obiettivo ultimo è quello di preservare un vantaggio competitivo sostenibile della manifattura tedesca. È necessario formare l'industria tedesca per progettare e collaudare CPS e nel mentre, mantenere la competitività globale.

Secondo il Ministro dell'Istruzione e della Ricerca, la Germania si trova agli apici nel commercio mondiale, per mezzo dei prodotti ad alta intensità di ricerca e tecnologia: macchinari, impianti industriali, automobili e tecnologia medica. Nel caso di “Industria 4.0” il responsabile è il governo federale ed assicura che i progetti di innovazione saranno possibili solamente se ci saranno dei dovuti finanziamenti.

“Industria 4.0” vuole inoltre promuovere queste nuove realtà *high-tech*, affinché le aziende possano apprendere le nuove tecnologie digitali di produzione e distribuzione.

Il punto di forza di IIC nel contempo, è l'unione delle imprese che ne fanno parte riuscendo ad ottenere i migliori risultati, attraverso la condivisione, giungendo più facilmente all'obiettivo, cioè di permettere ed accelerare l'adozione di Internet, in tutti i processi di business e produzione, affinché si riesca a condividere, con più software, dati e risorse.

La priorità di “Industria 4.0” è la produzione, progettando una catena organizzativa decentralizzata, partendo dalla progettazione, continuando lungo la fase di fornitura, produzione, distribuzione fino ad arrivare ai clienti.

Industrial Internet invece, si focalizza su “tutto”, principalmente propone gli stessi processi dell'approccio europeo, però il suo limite va oltre la produzione, comprendendo aree come l'energia, sanità, manifattura, settore pubblico, trasporti e i sistemi industriali.

Per quanto riguarda la tecnologia, vengono individuati sistemi incorporati, processi di meccanizzazione e robotica applicabili interamente alla produzione, così il CPS può essere connesso alla *supply chain*, generando una tipologia di produzione stilizzata, mirando all'ottimizzazione. Adottando i CPS si vuole utilizzare in modo efficiente la manodopera, i materiali ed anche l'energia.

Al contrario Industrial Internet, come viene riportato nell'articolo di Bledowski, si interessa di tutto ciò che può essere connesso a Internet, come i *big data* attraverso i feedback dei dati, aumentando così l'efficienza e cercando un ritorno economico in qualsiasi attività. Nel frattempo si sono sviluppati dispositivi comunicativi senza interruzioni, una maggiore circolazione dei dati e controlli, descrivendo un contesto tecnologico, molto più ampio e competitivo, al cospetto di quello descritto di “Industria 4.0” focalizzato nella produzione di beni.

L'approccio politico tedesco si dedica maggiormente all'*hardware* (robot, impianti ed automazione), dato che il vantaggio comparato della Germania è racchiuso nella produzione; mentre i membri di Industrial Internet si concentrano nelle aree dove primeggiano preferendo il *software* (comunicazioni, elaborazioni dei dati ed analisi). Alcuni partecipanti si dedicano al *software* ed elaborazione dati, altri in sistemi industriali oppure nelle comunicazioni e ricerca; in questo modo, Industrial Internet e CPS raffigurano due concetti che si fondono, indispensabili l'uno per l'altro.

Secondo l'articolo pubblicato da MAPI, la Germania ha un carattere fortemente nazionale, infatti i contribuenti tedeschi aiutano le imprese nazionali a competere a livello internazionale. Al contrario, Industrial Internet ha una visione globale, la quale è disposta a dare la possibilità a qualsiasi entità che voglia investire, nel suo progetto. Nel documento di General Electric *Industrial Internet: pushing the boundaries of minds and machines* (Evans, P., Annunziata, M., 2012, p.4), viene fatto notare che è possibile sostituire i sistemi attuali, separati tra di loro, con sistemi *cloud* privati, semi-pubblici o pubblici, cosicché si possa diminuire il divario di produttività tra le nazioni avanzate e quelle emergenti. Per quanto concerne il processo invece, *Industrial Internet* faciliterebbe il conseguimento di risorse e limitazioni finanziarie, rendendo la crescita globale più solida e sostenibile.

Il principale obiettivo del governo tedesco è quello di guidare il mercato e le imprese verso la rivoluzione in corso e traslare questo cambiamento nelle fabbriche. Industria 4.0 è rilevante per le piccole e medie imprese (PMI) dato che sono il nucleo vitale del panorama aziendale, ciò nonostante è presente un lento avanzamento dell'applicazione dei *big data* e dell'analisi di controllo, riverberandosi in tutta la situazione europea.

Emerge infatti, nel discorso *Europe's future is digital* ad Hannover (Commissione Europea, 2015), tenuto dal Commissario Europeo per l'Economia e la Società Digitali, Günther Oettinger, che solamente il 14% delle piccole e medie imprese, facenti parte dell'Unione Europea, utilizzano internet come canale di vendita e il 1,7% di tutte le imprese dell'UE utilizzano strumenti digitali avanzati per innovare i propri prodotti e processi.

Lo scenario americano è dominato da grandi aziende, tra cui ABB, Siemens, China Telecom, Mitsubishi; attirando allo stesso tempo realtà imprenditoriali più piccole, ad esempio XCaliber Technologies e CyberX contraddistinte da quote associative minori.

IIC perciò è aperta a tutte le tipologie di imprese: piccoli soci, istituti di ricerca e grandi aziende, prediligendo però quest'ultime.

Per quanto concerne la standardizzazione, essa è presente nel programma di Industria 4.0, in una prima relazione del Governo tedesco e presentato successivamente al *National Academy of*

*Science and Engineering*, dove vengono definite le tre sfide di implementazione: standardizzazione, organizzazione del lavoro e disponibilità dei prodotti.

Gli standard verranno incentivati attraverso gli scambi intersettoriali, l'applicazione pratica e lo sviluppo di tecnologie. L'obiettivo di sviluppare standard, per essere copiati e moltiplicati, è sempre più frequente nell'ordine del giorno di Industria 4.0, però al giorno d'oggi è ancora incerto come dovrebbe procedere la ricerca degli standard e la loro adozione.

Al contrario, IIC rintraccia l'approvazione su piattaforme e interoperabilità dei sistemi, piuttosto che nelle norme e nei prerequisiti. Secondo il documento *Industrial Internet Reference Architecture* (Industrial Internet Consortium, 2015, p.10), viene prevista assistenza per lo sviluppo dei sistemi, di soluzioni ed architetture applicative. Prende in considerazione i sistemi di interesse, le sue scomposizioni e i modelli di progettazione per fornire definizioni comuni e coerenti. Provvede, inoltre alla somministrazione di un vocabolario comune, col quale discutere le specificazioni delle realizzazioni per poter comparare le scelte finali. La differenza è che IIC non vuole creare degli standard (ad esempio norme) per le organizzazioni, ma offrire loro delle linee guida di modelli per le imprese.

Industria 4.0 tratta di una descrizione teorica di una fabbrica del futuro, dove le relazioni sono descritte in termini generali, le applicazioni e le tecnologie non sono rappresentate in modo specifico; è un concetto che guarda al futuro e cerca di proiettare le tecnologie attuali in una fabbrica tra 10/20 anni.

Secondo il documento *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0* (Acatech, 2013, p.14), la Germania dovrebbe usare i suoi punti di forza come fornitore leader di macchine per la fabbricazione, nel mondo e nel campo dei sistemi *embadded*, incorporando l'*Industrial Internet of Things* nell'ambiente manifatturiero, affinché si possa parlare effettivamente della quarta rivoluzione industriale.

*Industrial Internet* invece, presenta due facce della medaglia, da un lato è orientata in modo risoluto al presente e a lavorare con ciò che attualmente è disponibile, dall'altro guarda al futuro, vuole risolvere i problemi di interoperabilità e di sicurezza impegnandosi ad ottenere risultati migliori sulle applicazioni e tecnologie disponibili. Ad esempio, *General Electric* (Bledowski, 2015) per ricavare *feedback* da utilizzare in modo sistematico, investe molta energia per trovare la miglior applicazione delle analisi predittive e degli esami diagnostici dei *big data*, osservabile in qualsiasi macchina rotante: cuscinetti, turbine e lame. GE aspira a prevedere i possibili guasti, individuare gli errori futuri, conseguendo un'efficienza maggiore nella produzione.

L'intenzione di IIC è quella di seguire un "linguaggio economico positivo", cioè seguire la linea che lega i fatti osservabili, le cause che porta alla definizione degli effetti attraverso l'analisi attuata.

In conclusione, Kris Bledowski ritiene che Industria 4.0 sia più reattiva ai cambiamenti ed innovazioni tecnologiche, rispetto a *Industrial Internet*, la quale riconosce anticipatamente i cambiamenti futuri, progettando al tempo stesso le opportune azioni da intraprendere.

Industria 4.0 ed *Industrial Internet* non sono tra loro in competizione, ma sono complementari, in quanto entrambe possiedono il medesimo focus ed entusiasmo, condividono alcune componenti.

Negli USA è possibile identificare (Commissione Europea, 2016a) ulteriori iniziative istituzionali, che privilegiano l'*Internet of Things* con la seguente integrazione dell'industria manifatturiera, come: *Manufacturers Alliance for Productivity and Innovation* (MAPI), *Smart Manufacturing Leadership Coalition* (SMLC) e *National Network for Manufacturing Innovation* (NNMI).

### **Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC)**

Secondo il documento pubblico ufficiale di SMLC (Commissione Europea, 2016a, p.82), si tratta di un'organizzazione no-profit che include professionisti manifatturieri, fornitori, compagnie tecnologiche, consorzi manifatturieri, università, enti statali ed infine laboratori.

Lo scopo è quello di realizzare una *cloud-based*, cioè una piattaforma caratterizzata da una struttura aperta, capace di integrare i diversi livelli di dati (presenti e futuri) delle fabbriche, di simulazioni e di sistemi, attraverso le linee di giunzione manifatturiere al fine di organizzare l'azione di business in tempo reale.

L'integrazione dei dati e delle informazioni basate sulla rete, rappresentano la *Smart Manufacturing* (SM), la sua funzione è quella di includere la comprensione in tempo reale, il ragionamento, la pianificazione e la gestione degli aspetti della catena di produzione e fornitura delle imprese. SM utilizza le tecnologie avanzate dei dati, basate sui sensori, per realizzare delle modellazioni e simulazioni in tempo reale. L'obiettivo è quello di conseguire delle informazioni reperibili in ogni momento, luogo e nella forma più adeguata, riversandosi nella produzione intelligente in ogni fase del ciclo di vita dei prodotti o servizi (*design*, progettazione, fabbricazione e produzione); però al giorno d'oggi non esiste un'infrastruttura tale da garantire un intero controllo delle operazioni nella produzione.

### **National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)**

Il NNMI (Advanced Manufacturing National Program Office, 2014), è dotato di un'infrastruttura di ricerca, nel quale vengono individuati i problemi riguardanti l'industria manifatturiera, attraverso una collaborazione della stessa e l'intero mondo accademico, prendendo il nome di *Manufacturing Innovation Institutes*. Si tratta di un'organizzazione pubblico-privata, dove gli istituti offrono la visione, l'idea, la *leadership* e le risorse ai suoi membri. Essi sono guidati da obiettivi comuni, ma con epicentri unici, al fine di collaborare e investire, per dedicarsi allo sviluppo dell'innovazione della produzione e commercializzazione, implementando nuove funzionalità.

## 3.2 Modello europeo

L'Unione Europea, fin da subito, ha voluto appoggiare la ricerca nell'*advanced manufacturing*, infatti nel 2013 ha istituito una "squadra speciale" denominandola: *Task Force on Advanced Manufacturing*, la quale ha elaborato il documento "*Advancing Manufacturing – Advancing Europe*" (Commissione Europea, 2014a). Il rapporto informa delle misure esistenti, attuate dalla Commissione Europea, per favorire lo sviluppo delle tecnologie specializzate per la produzione avanzata. I propositi principali sono l'aumento della commercializzazione delle tecnologie avanzate per la produzione, nonché la rimozione degli ostacoli per la sua domanda e comprendere il motivo per cui ci sia una carenza delle competenze nel settore manifatturiero.

La funzione principale della *Task Force* è quella di unire gli individui che collaborano nella ricerca e sviluppo, le industrie e il settore pubblico, al fine di creare una coordinazione e collaborazione tra le distinte entità. L'Europa, in aggiunta, è costellata da piccole e medie imprese, perciò per ammodernare l'industria manifatturiera sarà necessario valutare i diversi rischi ed investimenti rispetto a quelli che richiedono le aziende più grandi per far fronte all'innovazione (Commissione Europea, 2016, p.41).

Precisamente i protagonisti di Industria 4.0 in Europa sono i singoli stati membri insieme alla Commissione Europea, i quali giorno per giorno stanno definendo il modello europeo basandosi sulle iniziative del programma di *Horizon 2020*. Seguendo il modello pubblico-privato degli Stati Uniti, viene proposta l'iniziativa "*Factory of the Future*", nel quale il settore privato viene rappresentato dall'organismo *European Factories of the Future Research Association* (EFFRA), capeggiato da soci facenti parte delle principali aziende industriali europee: Siemens, Airbus, Daimler, Philips, Bosch, Comau, Fiat-Chrysler, Fidia, Prima Industrie, anche da centri di ricerca pubblici, università e associazioni imprenditoriali (tra cui ENEA), (Magone, Mazali, 2016).

L'obiettivo di EFFRA è quello di sviluppare delle tecnologie produttive che possano competere con quelle che si stanno sviluppando a livello mondiale, affinché l'Europa sia protagonista della quarta rivoluzione industriale. Ciò è reso possibile grazie al progetto *Horizon 2020* che come scopo ha quello di portare l'industrializzazione di internet in tutti i settori, principalmente nell'industria, mettendo a disposizione un investimento pari a 1,15 miliardi di euro (Torino Nord Ovest, 2015, p.36).

*Horizon 2020* è un programma di ricerca ed innovazione, per una crescita *smart* e sostenibile dell'Unione Europea, coinvolgendo sia i Membri del Parlamento Europeo, sia i leader dei paesi europei. Con un'estensione temporale di 7 anni (dal 2014 al 2020), *Horizon 2020* prevede un

ammontare di fondi pari a 80 miliardi di euro, in aggiunta agli investimenti privati che sicuramente il programma attirerà. Attraverso l'eccellenza scientifica e la leadership industriale, si aspira a una rimozione delle barriere esistenti tra pubblico e privato per agevolare la realizzazione di innovazioni (Commissione Europea, 2014b). Infatti *Horizon 2020* è aperto a tutti ed il proposito è quello di far sviluppare i progetti più velocemente, dal momento in cui la struttura organizzativa è semplice, affinché si possa ridurre la burocrazia e i tempi decisionali. *The Factory of the Future* e *Horizon 2020* vogliono abbracciare una nuova logica socio-economica per una crescita dell'intera Europa e poter beneficiare del successo economico, del benessere dei cittadini e salvaguardare l'ambiente.

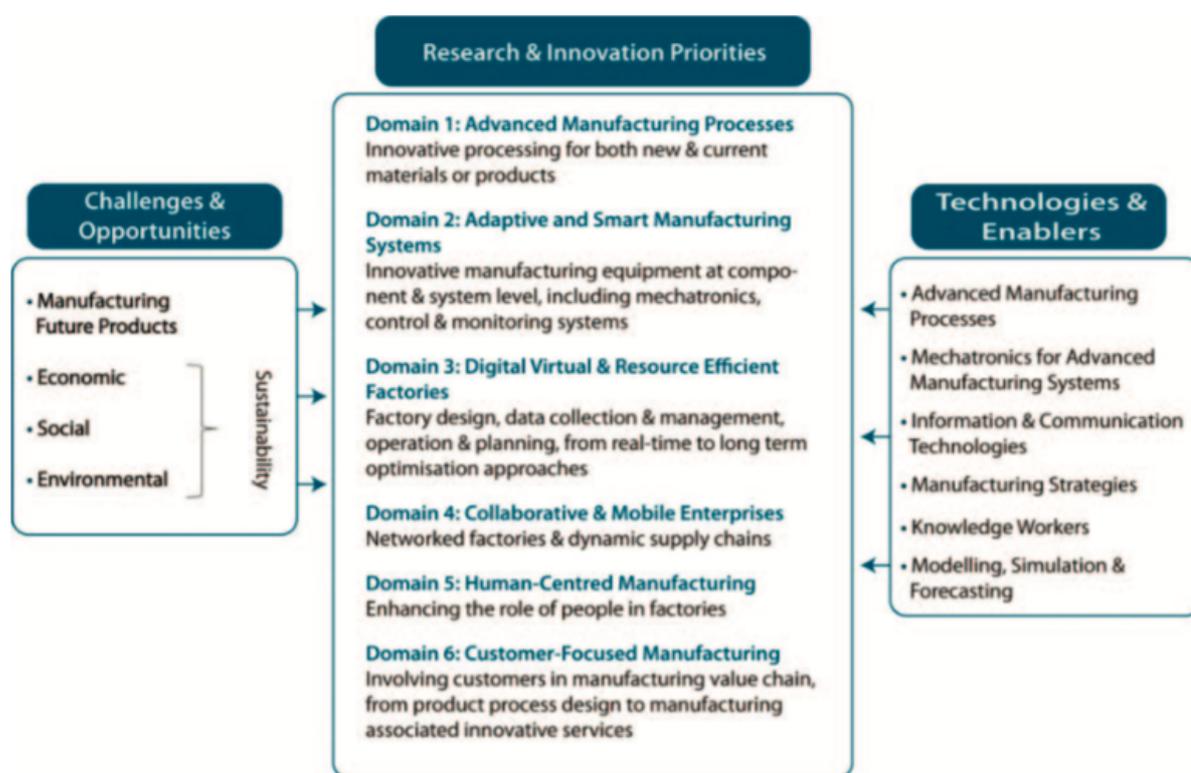


Figura 4 – Roadmap di Factory of the Future – Fonte: EFFRA

Il piano d'attacco di EFFRA: *Europe 2020*, è stato concepito per affrontare le sfide europee e per generare ricchezza economica, ma con una minima influenza nell'ambiente; perciò, per adeguarsi agli andamenti che si sono sviluppati, come la globalizzazione, la scarsità di risorse e la globalizzazione della "società del sapere", sarà necessario cambiare la manifattura europea a livello strutturale in vista di una competitività sostenibile.

Per conseguire le trasformazioni individuate, ci deve essere una continua ricerca ed innovazione, ottenendo il massimo rendimento dalla produzione e distribuzione, grazie alle

tecnologie abilitanti: processi di fabbricazione avanzati, mecatronica per sistemi di produzione avanzati (robot), tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) dalle quali derivano i lavoratori della conoscenza (*knowledge workers*), strategie di produzione, modellazione, simulazione ed infine metodi di previsione (EFFRA, 2013).

Attraverso le giuste tecnologie e supporti utilizzati, si riuscirà ad affrontare le sfide e le opportunità che richiede la società in continua trasformazione, ed è questa la struttura nella quale si inserisce la *roadmap* di “*Factory of the Future*”.

Precisamente, nel documento *Factory of the Future* (EFFRA, 2015) vengono individuati sei settori di ricerca ed innovazione, rappresentando aspetti differenti della digitalizzazione:

- Processi di produzione avanzati,
- Sistemi di produzione adattabili ed intelligenti,
- Fabbriche digitali, virtuali ed efficienti nell'impiego delle risorse,
- Imprese collaborative e *mobile*,
- Manifattura incentrata sulle persone,
- Produzione orientata alla clientela.

All'interno di ciascuna area vengono svolte attività di ricerca ed innovazione che risolvono gli obiettivi descritti precedentemente riguardanti le sfide ed opportunità. Quest'ultime sono il focus principale della ricerca di *Factory of the Future*, all'interno del progetto *Horizon 2020*, e prevedono un finanziamento che ammonterà a 7 miliardi di euro (EFFRA, 2013 p.11).

### 3.3 Modello italiano

La digitalizzazione della produzione industriale trasformerà per sempre il mondo dell'economia globale; nel paese Italia, la quarta rivoluzione industriale sarà un'opportunità, e come viene chiamata da alcuni “il treno in corsa o ci salti su o resti tagliato fuori” (Michele Buono).

Il Governo italiano ha individuato (Fiordalisi, 2015), nell'applicazione della quarta rivoluzione industriale, l'opportunità per aumentare la competitività del paese, cercando di far sì che l'Italia sia uno dei paesi leader nella ricerca, sviluppo ed utilizzo dell'IOT (Internet Of Things).

Per far ciò la squadra di Palazzo Chigi ha individuato assieme alle associazioni di settore ed alle grandi protagoniste dell'industria, 10 azioni da intraprendere:

- Reti di connettività,  
attualmente in Italia sono presenti reti inadeguate per i futuri servizi IoT, quindi si raccomanda al Governo di aumentare la copertura geografica delle reti mobili e *wireless*, attuare più velocemente il Piano BUL (Piano a Banda Ultra Larga), investire nella ricerca delle tecnologie 5G ed aumentare le connessioni satellitari.
- Standard di Interoperabilità,  
l'Industria 4.0 richiede standard tecnologici identificati a livello globale, il Governo quindi deve “orientare e privilegiare standard aperti ed interoperabili anche a costo di una maggiore complessità delle attività di integrazione” e si prevede un finanziamento con progetti pilota.
- Normative e regolamentazione,  
si vuole effettuare normative e regolamenti mirati, per produrre maggiore efficienza in aree di interesse pubblico, quali sanità, energia e trasporti. In particolare porre obbligatorio l'applicazione delle *On Board Unit* le quali porterebbero a una diminuzione delle polizze assicurative ed una maggiore sicurezza.
- *Skill*,  
inserire nuovi piani di studio nelle Università ed introdurre nuovi corsi nelle scuole superiori, per creare una nuova generazione di “Nativi IoT”, tutto ciò per far sì che ci sia maggiore scambio di informazioni tra scuola, università e lavoro.
- Committenza della Pubblica Amministrazione,  
trasformare le città in *smart cities* migliorando i servizi pubblici a favore dei cittadini (sanità, mobilità, trasporti e sicurezza pubblica).
- Agevolazioni finanziarie per le imprese,  
il Governo dovrà introdurre delle agevolazioni a livello di credito di imposta, per la ricerca e sviluppo ed inserire strumenti fiscali per facilitare l'introduzione dell'Industria 4.0.

- *Ricerca e Sviluppo e Open Innovation*,  
Le nuove sfide che il mondo occidentale deve affrontare, quali “l’immigrazione, i cambiamenti climatici, l’energia pulita e la tutela della salute”, devono essere i punti chiave del Piano Nazionale della Ricerca (PNR) da fronteggiare negli anni 2014-2020. Gli investimenti in R&S, la diffusione di nuove tecnologie, i benefici derivanti da IoT e lo sviluppo di *start-up*/piccole aziende saranno la chiave di volta per risolvere i problemi precedentemente indicati.
- *Security e privacy*,  
un grande problema della quarta rivoluzione industriale è la violazione della *privacy* e la relativa facilità per gli *hacker* di accedere ai *server* delle aziende; saranno necessari quindi sistemi di sicurezza come i *cybersecurity*.
- *Cabina di Execution*,  
affinché IoT abbia successo, il Governo dovrà assumere il ruolo fondamentale di regista per l’eventuale rimozione di vincoli normativi per aiutare lo sviluppo di investimenti, riguardanti specifici settori tecnologici; perciò il Governo, essendo cliente di queste nuove tecnologie, dovrà incoraggiare i processi di innovazione.
- *Comunicazione*,  
i cittadini dovranno essere a conoscenza di tutti i vantaggi derivanti dall’IoT e dalla Manufacturing 4.0; tale compito competerà al Governo, illustrando e comunicando i risultati tangibili di *start-up* e dei progetti pilota, con lo scopo di raggiungere il maggior numero di attori dell’Industria 4.0.

Alla stesura di questo documento, presentato a Venaria (Torino) il 21 novembre 2015, hanno contribuito AGCOM, AGID, Bocconi Bosh, Confindustria Digitale, Enel, FerderMeccanica, Garante della Privacy, LUISS, SOGEI, Telecom Italia, Teseo e Oxford University (Fiordalisi, 2015).

Il documento messo a punto dal Governo, offre uno scenario sul potenziale impatto economico con l’introduzione della nuova Rivoluzione Industriale. Dall’analisi presente nell’articolo di Fiordalisi (2015) risulta che ci sono circa tra i 10 e i 20 miliardi di dispositivi IoT e che entro il 2020 arriveranno a 50 miliardi in tutto il mondo.

L’analisi condotta da Roland Berger (nato a Berlino il 22 novembre 1937, laureato in Economia ha fondato nel 1967 la Roland Berger & Partners, una delle più importanti società di consulenza strategica al mondo) è che “se l’Europa vuole raggiungere l’obiettivo di tornare al 20% di valore aggiunto manifatturiero sul PIL, rispetto all’attuale 15%, nei prossimi 15 anni, occorreranno investimenti pari a 1.300 miliardi, ossia 90 miliardi di Euro l’anno.

In Italia il contributo dell'industria manifatturiera sul Pil, sceso negli ultimi 10 anni dal 20 al 16%, l'investimento stimato sarà pari a 15 miliardi l'anno", (Fiordalisi, 2015).

In Italia sono presenti le migliori aziende che creano l'automazione per i processi produttivi, affinché l'industria 4.0 possa essere messa in pratica; la posizione dominante delle imprese italiane in questo settore è dimostrata dalla crescita considerevole del loro fatturato nel periodo 2014/2016. Le nostre industrie esportano l'80% del fatturato ponendosi al secondo posto a livello mondiale dopo la Germania, la quale è il nostro primo cliente (Patti, 2015).

A conclusione dell'analisi della situazione italiana, andiamo ad esaminare i punti di forza, debolezza, opportunità e minacce; attraverso la matrice SWOT elaborata dalla *X Commissione* della Camera dei Deputati (2016).

<b>Punti di forza</b>	<b>Punti di debolezza</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esistenza di un forte sistema industriale e manifatturiero e di grandi competenze nel settore industriale.</li> <li>- Esistenza di un piano per lo sviluppo della banda ultralarga con l'assegnazione di rilevanti risorse pubbliche.</li> <li>- Sistema universitario che fornisce risorse di qualità</li> <li>- Elevato know-how tecnico diffuso nelle diverse filiere produttive.</li> <li>- Disponibilità del sistema delle imprese ad interfacciarsi con strutture di ricerca idonee a supportare la trasformazione</li> <li>- Approccio culturalmente favorevole e avanzato di parte del sistema imprenditoriale verso l'integrazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitato sviluppo delle infrastrutture di comunicazione a banda ultralarga</li> <li>- Limitata dimensione delle imprese e limitata capacità culturale di individuare e gestire le opportunità offerte dal nuovo contesto.</li> <li>- Scarsa propensione alla gestione manageriale da parte delle imprese</li> <li>- Numero insufficiente di laureati in materie tecnico-scientifiche</li> <li>- Scarsa propensione delle imprese ad assumere e remunerare personale laureato o altamente qualificato</li> <li>- Mancanza di <i>player</i> di sistema di dimensione globale e di un <i>software vendor</i> nazionale</li> <li>- Difficoltà di accesso al finanziamento per le imprese innovative</li> <li>- Sottocapitalizzazione delle imprese.</li> <li>- Limitata domanda di investimento in innovazione</li> <li>- Ritardo nella digitalizzazione di base, soprattutto nelle piccole e medie imprese</li> <li>- Assenza di un mercato alternativo dei capitali che favorisca investimenti nelle PMI</li> </ul>
<b>Opportunità</b>	<b>Minacce/rischi</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento delle capacità manageriali delle imprese</li> <li>- Maggior percentuale di lavoratori altamente qualificati sul mercato del lavoro</li> <li>- Possibilità di essere soggetto propositivo di innovazioni</li> <li>- Possibilità di modernizzare, rafforzare e integrare il nostro sistema industriale</li> <li>- Rilocalizzazione nel territorio nazionale di attività delocalizzate (<i>reshoring</i>).</li> <li>- Aumento della produttività e risparmio di energia</li> <li>- Stimolo alla domanda di innovazione</li> <li>- Ridisegno dei processi produttivi e organizzativi finalizzati a migliorare l'efficienza</li> <li>- Nuovo sviluppo industriale</li> <li>- Creazione di posti di lavoro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incapacità di "fare sistema"</li> <li>- Incapacità di incanalare positivamente le capacità innovative finendo per subire scelte altrui.</li> <li>- Diffusione di <i>standard</i> non aperti con riferimento alle piattaforme di integrazione</li> <li>- Mancanza di un approccio di sistema e dispersione delle risorse</li> <li>- Declino industriale</li> <li>- Consistente perdita strutturale di posti di lavoro</li> <li>- Cybersecurity</li> <li>- Dipendenza da standard proprietari</li> </ul>

Figura 5 – analisi SWOT Italia – Fonte: Camera dei Deputati

## 4. Nuove dimensioni tecnologiche e di business

### 4.1 Le tecnologie abilitanti

Quando si pensa alla quarta rivoluzione industriale non bisogna immaginare un'unica rivoluzione o una singola innovazione, ma un insieme di tecnologie legate dal filo conduttore di internet che caratterizza tutte le fasi della catena industriale. Le aziende perciò riprogettano i propri sistemi di produzione per entrare in relazione con le esigenze dei clienti attuali, attraverso i centri di ricerca e sviluppo (*next shoring*); per rimanere competitivi sul mercato è necessario investire nelle tecnologie di automazione e robotica, rispettando i bisogni dei consumatori, individuando nuove opportunità affinché si possa aumentare la produttività.

Caratteristica di Industria 4.0 è il nuovo legame tra il mondo fisico delle persone e la realtà digitale, dal quale ne consegue il sistema cyber-fisico (*cyber-physical system, CPS*), cioè integrazioni di calcolo, connessioni di rete e processi fisici. Le macchine e i sistemi di rete sono integrati per monitorare e controllare i processi dei beni fisici, grazie a *feedback* che influenzano sia i calcoli, ma anche i beni. CPS attribuisce un valore aggiunto nell'efficienza della modellazione, progettazione e distribuzione, innanzitutto la domanda del mercato aumenterà, in quanto sarà possibile aggiungere nuovi servizi e prodotti, tuttora irrealizzabili per mancanza di tecnologie. Secondo la multinazionale di consulenze McKinsey (2015) se si utilizzeranno le tecnologie *big data* o le analisi avanzate, si potrà riscontare un aumento del 20-25% del volume della produzione e, nello stesso momento, una riduzione che può toccare il 45% di tempi di inattività McKinsey (2015).

Inoltre, nel medesimo *report* (McKinsey, 2015), vengono identificate quattro suddivisioni tecnologiche di sviluppo della digitalizzazione dell'ambito manifatturiero, con conseguenze in tutti i settori dell'economia. Industry 4.0, essendo ancora nella fase iniziale, è ancora ignoto come utilizzare, raccogliere ed organizzare al meglio i dati che genereranno le nuove tecnologie

nelle macchine industriali e i prodotti finali intelligenti.

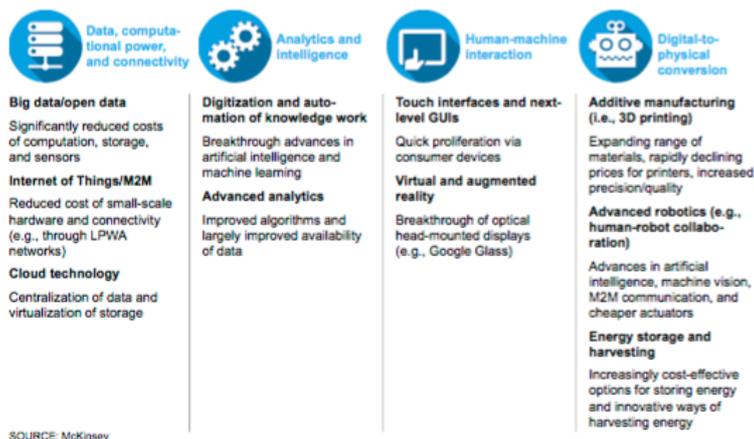


Figura 6 – Suddivisione delle tecnologie – Fonte: McKinsey

- **L'utilizzo dei dati, la potenza di calcolo e la connettività.**

Questa sezione comprende i *big data*, *Internet of Things*, *machine-to-machine* e *cloud computing*. Caratterizzato da una riduzione dei costi, attraverso un utilizzo di sensori e attuatori per memorizzare, elaborare e trasmettere i dati, infatti nell'ambito di IoT, essi sono inglobati nei beni fisici stessi ed interconnessi per mezzo di reti *wireless*. I dati generati sono presenti nei computer per essere analizzati e rendono possibile la "comunicazione" degli oggetti fisici tra di loro, i quali possono riconoscere, allo stesso tempo, l'ambiente che li circonda. Questa relazione continua, *machine-to-machine* (M2M), rende possibile l'interoperabilità tra i prodotti.

Infine la connettività è attivata dalle tecnologie LPWA (*Low-Power Wide-Area*), cioè una tipologia di rete di telecomunicazioni wireless specializzate in comunicazioni a lungo raggio e rispecchiano alla perfezione le quattro L emblematiche di IoT: *LowPower* (basso consumo), *Long Range* (lungo raggio), *LowTraffic* (basso traffico) e *LowCost* (basso costo). Esse sono state progettate per aumentare la varietà di reti *machine-to-machine* e IoT, dato che hanno una portata maggiore, con un minor costo, rispetto una rete mobile. In una realtà come quella industriale, l'ingente quantità di dati e dispositivi collegati possono essere supportati solamente se le comunicazioni sono efficienti e i costi di alimentazione accessibili (Rouse, 2015).

***Internet of Things*** (IoT) è l'internet delle cose, un'interconnessione degli oggetti di uso quotidiano dotati di intelligenza ed identificatori unici, che hanno la capacità di trasferire dati e comunicare con altri dispositivi e con gli esseri umani creando una rete altamente distribuita di sistemi, senza necessitare dell'interazione *human-to-human* o *human-to-computer*. Da questo concetto, si crea l'idea della *smart factory*, il luogo nel quale tutti i mezzi di produzione interagiscono tra di loro. Le ripercussioni che suddetta tecnologia provoca nella fabbrica del futuro sono molteplici: canoni di flessibilità straordinari, la capacità di poter personalizzare i prodotti anche in modo unico, dialogare simultaneamente con il mercato e le fasi di progettazione, fornitura e produzione, con ovvie conseguenze sui macchinari, sulla capacità produttiva e sulla quantità di prodotti forniti dall'impresa (Zanardini, 2014).

Qualsiasi oggetto perciò può essere provvisto di terminali ed essere in contatto con altri prodotti, anche a distanza, riuscendo così a divulgare informazioni, ma dal lato opposto, anche sottoporsi a direttive date da terzi. Ne deriva l'attitudine alla "servitizzazione", cioè un'unione dei prodotti e servizi che trasformerà tutti i settori economici (manifattura, agricoltura, energia, sanità, ecc.) diminuendo, fino quasi a farli scomparire, i confini del digitale e fisico; ciò sarà reso possibile grazie ai servizi post-vendita delle prestazioni e dalle istruzioni di impiego dei prodotti acquisiti (A. Magone, T. Mazali, 2016).

**Big Data** è un termine che descrive il grande volume di dati, strutturati e non, nel mondo del business. Essi sono aumentati con l'avvento delle tecnologie digitali, le quali implicano una raccolta e programmazione delle informazioni che navigano in internet. Il fine ultimo è l'ottimizzazione dei tempi decisionali affinché risultino più flessibili ed efficienti, infatti possono essere analizzati per intuizioni che si hanno nell'ambito lavorativo e migliorare la propria strategia organizzativa. Le caratteristiche principali dei *big data* sono: il volume dei dati raccolti da una varietà di fonti, ad esempio gli acquisti, *social media*, le informazioni provenienti dal sensore o dai dati *machine-to-machine*; la velocità con la quale i flussi dei dati navigano e arrivano ai centri di elaborazione per essere esaminati quasi in tempo reale; la varietà cioè la tipologia di formati di cui dispongono, provenendo da formati strutturati (dati numerici *database* tradizionali) e non strutturati (documenti di testo, e-mail, video, audio e transazioni finanziarie) (A. Magone, T. Mazali, 2016).

Uno dei principali problemi è la complessità con la quale è necessario sviluppare e programmare i dati per essere relazionati agli altri dispositivi e conseguire soluzioni da utilizzare nelle decisioni del processo di manifattura nelle fabbriche.

**Cloud e cloud computing** per coordinare tutti i dati, dispositivi e sensori, le imprese devono utilizzare un servizio *cloud*, il quale produrrà flessibilità, efficienza e velocità per controllare la giusta trasformazione dei modelli di business con una portata adatta ad ogni necessità richiesta. Il *cloud computing* gode di una serie di *server* a lunga distanza presenti in internet per archiviare, gestire ed elaborare i dati, al posto di un *server* locale o un *personal computer*. Questa tecnologia fa diventare possibile la flessibilità, l'innovazione in continua crescita, l'unione di dati apparentemente distanti e l'avvenire di nuove modalità di comunicazione tra aziende e cittadini. Ogni oggetto dovrà essere incluso di questo sistema con il successivo aumento dei *big data*, in particolare quelli riguardanti i consumatori e la diffusione del *social* (Camera dei Deputati, 2016).

**Cybersecurity** è l'insieme di tecnologie, processi e protocolli che hanno come obiettivo quello di proteggere le reti, i computer, i programmi e i dati da attacchi, danni o accessi non autorizzati da parte di *hacker*. Nel documento della Camera dei Deputati (2016) inoltre si evince il fatto che questo sistema è essenziale per una sicurezza informatica, in quanto sono in continua crescita le minacce informatiche.

- ***Analytics e intelligence***

Ogni giorno sono numerose le scoperte in campo tecnologico che interessano l'industria, in un primo momento si può pensare che i robot possano riprodurre solamente attività semplici e di routine, però l'intelligenza artificiale sta avanzando sempre più velocemente verso l'apprendimento automatico delle macchine. Attualmente le imprese immagazzinano l'1% dei dati ricavati, ma potrebbe aumentare notevolmente attraverso il "*machine learning*", cioè la digitalizzazione ed automazione del lavoro con la conoscenza dei dati conseguiti e scomposti (Maci, 2016).

Ad oggi uno dei più potenti computer è stato creato da IBM denominandolo Watson, è un sistema di intelligenza artificiale capace di rispondere a domande complesse, grazie a una serie di dati che generano intuizione sintetizzate nel suo sistema. Watson viene utilizzato come strumento per la diagnosi medica, infatti collabora con diversi istituti ed ospedali per la cura del cancro, identifica i trattamenti per i singoli pazienti, esaminando le informazioni mediche ed, aiutato da oncologici esperti, può stabilire delle linee guida per la cura. L'unione di team esperti e le macchine, può migliorare decisamente il modo col quale vengono curate le persone, dando luogo a soluzioni in breve tempo (Peruzzo, 2013); questo è solo un esempio di come può essere utilizzata l'intelligenza artificiale e i risultati che si possono ottenere.

- **Interazione uomo-macchina**

Questo terzo gruppo è quello con il quale le persone hanno più dimestichezza, trattandosi di interazioni tra il mondo umano e fisico, sviluppando sistemi interattivi che agevoleranno le attività del mercato; ci si riferisce alle interfacce *touch* e la realtà virtuale, ad esempio il riconoscimento dei movimenti. Essi sono presenti in tutti i luoghi e dispositivi della vita privata, ma anche quella lavorativa di una persona; una dimensione di questa realtà sono i "*Google glass*", conosciuti anche come "occhiali intelligenti", utilizzati nel reparto di magazzino e assemblaggio possono essere dei mezzi efficienti per risparmiare tempo e dare istruzioni, nel momento in cui il lavoratore, indossando il dispositivo, osserva lo spazio circostante.

**Realtà aumentata** si intende un gruppo di tecnologie in grado di potenziare i dati e le informazioni reali piuttosto che virtuali e di facilitare le fasi produttive in svariati settori produttivi, come il terziario, sanitario e di autodifesa, marketing, punti vendita, quotidiani e riviste, ed intrattenimento. In ambito industriale gli usi sono ancora in via di sperimentazione, mentre la domanda di mercato è particolarmente alta in alcuni settori, ovvero: “le manutenzioni, le riparazioni guidate, i centri logistici e i magazzini” (Commissione X); emblematico è il caso di Amazon, nel quale i dipendenti utilizzano dispositivi vocali e visivi per muoversi nel magazzino. Digi-Capital (Rossi, 2015) afferma che la realtà aumentata nei prossimi 5 anni otterrà un vero e proprio successo, e raggiungerà i 120 miliardi di dollari nel 2020.

**Wearable technologies.** IoT include le “tecnologie indossabili” quali: orologi, braccialetti intelligenti, contapassi e portachiavi. Essi sono dispositivi che permettono la condivisione virtuale di dati tra produttori, operatori ed altri collegamenti esterni; sono sicuri, confortevoli e prevengono la condizione fisica dei consumatori.

- **Conversione dal digitale al reale**

Si tratta di tutta la branca che comprende: la manifattura additiva, la stampa 3D, la robotica, le comunicazioni, le interazioni M2M e le nuove tecnologie (Luciana Maci, 2016). Gli elementi chiave della modulazione del reale, partendo dal digitale, sono la diminuzione dei costi, una molteplicità di materiali e risorse utilizzabili ed il servirsi di sistemi di progettazione precisi e di qualità per creare un prodotto *ad hoc* per il consumatore finale.

**Additive manufacturing** è un processo, mediante il quale vengono impiegati i dati di progettazione del 3D digitale, per costruire un elemento tridimensionale, composto da materiale che si deposita per mezzo di una moltitudine di strati differenti che si susseguono. Quando si parla di *additive manufacturing* ci viene in mente la stampa 3D, però quest’ultima differisce nei metodi di produzione degli oggetti, in quanto applica procedimenti più convenzionali di rimozione del materiale, lavorando un pezzo di blocco solido. *Additive manufacturing* invece rappresenta una tecnica di produzione più professionale, in quanto realizza gli oggetti aggiungendo *layer-upon-layer* (uno strato dopo l’altro) i vari materiali che sono disponibili sotto forma di polveri fine, infine vengono fuse ed unite realizzando il prodotto finale. Attraverso questa pratica possono essere utilizzati differenti tipologie di materiali: metalli, plastiche fino ad arrivare ai materiali composti.

Questa tecnologia porta con sé innumerevoli vantaggi applicabili in tutti i settori industriali, innanzitutto è possibile la creazione di prodotti unici e distintivi per ciascun cliente, ciò genera un vantaggio competitivo per l'impresa stessa, soddisfacendo completamente i bisogni e i desideri dei consumatori; inoltre ne deriva un risparmio di costi e l'osservanza degli obiettivi di sostenibilità e rinnovabilità ambientali. Nel punto in cui la produzione convenzionale raggiunge i suoi limiti, entra in gioco *additive manufacturing*, caratterizzata da un processo di produzione guidato dal *design* richiesto del cliente, non il contrario, come accade al giorno d'oggi. Grazie alla flessibilità e alla velocità di cambiamento, in linea con le richieste del mercato che mutano costantemente, diventa possibile la realizzazione di oggetti complessi e personalizzati in massa.

Rilevante è l'ambito che riguarda il *Made in Italy*, infatti attraverso questa tecnica, nella quale vengono impiegati caratteristiche, materiali esclusivi e creatività, l'ambiente industriale sta prestando particolare attenzione. Un prodotto che prima era pensato solo per una ristretta cerchia di persone con il costo di produzione indiscutibilmente elevato, ora, con la stampa 3D, si può accrescere il mercato obiettivo, nel quale in molti hanno la possibilità di acquistare un prodotto *one-to-one* (individuale) accrescendo la propria specializzazione di nicchia in segmenti che prima erano inesplorabili (A. Magone, T. Mazali, 2016).

**Robotica avanzata** è l'innovazione più ambita dell'industria 4.0 sono macchine, industriali o di servizio, che in particolare modo negli ultimi due decenni, hanno riscontrato un grande successo, in quanto aiutano l'industria permettendole una maggiore collaborazione, autonomia, sicurezza e flessibilità. I robot industriali, attualmente, sono presenti nella fase di produzione, assemblando pezzi dei macchinari, migliorando le qualità di questi ultimi e si occupano della prevenzione dei lavoratori. Si utilizzano per mansioni semplici e più complicate; nel futuro saranno ingaggiati per lavori sempre più articolati, sostituendo il lavoratore nella catena di montaggio, il quale dovrà verificare che tutte le fasi e i dati siano corretti. In Italia eccellono per qualità e quantità della ricerca.

Si utilizzano maggiormente in ambiti: automobilistici, attualmente nelle fabbriche di Audi, le mansioni più pericolose e laboriose vengono svolte dalle braccia meccaniche; logistici, ad esempio in Amazon ha progettato una straordinaria rete di soddisfazione nella fase di magazzino con la pianificazione *pick, pack, and ship* per gli ordini; di magazzino e manutenzione industriale.

Secondo le analisi riportate dalla X Commissione della Camera dei Deputati (2016), nel 2014 la produzione industriale italiana è cresciuta a 4695 milioni di euro con un aumento del 4.6 % rispetto al 2013, grazie ai robot e in un futuro permetteranno la creazione di nuove attività.

Product impact	Potential IT/OT applications
Physical → digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensors and controls</li> <li>• Wearables</li> <li>• Augmented reality</li> </ul>
Digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signal aggregation</li> <li>• Optimization and prediction</li> <li>• Visualization and POU delivery</li> <li>• Cognitive and high-performance computing</li> </ul>
Digital → physical	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Additive manufacturing</li> <li>• Advanced materials</li> <li>• Autonomous robotics</li> <li>• Digital design and simulation</li> </ul>

Figura 7 – Tecnologie di Industria 4.0 – Fonte: Deloitte analysis

**Digital manufacturing** specifica il processo produttivo integrando l'utilizzo delle tecnologie abilitanti in un unico sistema, *computer-based*, attraverso la combinazione di tecniche di simulazione, di visualizzazione tridimensionale (3D), analisi di calcolo, con il fine di creare contemporaneamente la definizione del prodotto e la sua produzione. I continui progressi dell'intelligenza artificiale, della robotica, dell'automazione e della collaborazione uomo-macchina accelerano la realizzazione di innovazioni che cambieranno la natura del processo produttivo.

Questo metodo consente di gestire e ricreare il ciclo di vita del prodotto, il quale non può essere ottenuto senza una strategia completa di *digital manufacturing*. Vengono integrate le differenti fasi di realizzazione del prodotto con i reparti della fabbrica e le attrezzature, affinché le informazioni del bene vengano trasferite agli addetti della progettazione e produzione. Ogni componente del processo produttivo apparirà completamente coordinata: la catena di valore della produzione, il reparto di ricerca e sviluppo, la *supply chain*, inoltre anche i processi riguardanti il marketing, vendita e servizio. Questo allineamento permetterà alle aziende di raggiungere gli obiettivi richiesti dal mercato in tempo reale, aumentando i volumi e riducendo i costi (A. Magone, T. Mazali, 2016).

I vantaggi di questo processo sono inimmaginabili, la capacità per i professionisti di definire il processo produttivo, prima della sua realizzazione in un ambiente virtuale, migliorerà la

produttività nelle fasi a monte e a valle. Le informazioni riguardanti il prodotto, processo, macchinari e risorse verranno unite in modo coerente con il processo di cambiamento che si vuole adottare.

L'ottimizzazione è un punto chiave in quanto le istruzioni di lavorazione, divenute flessibili, riproducono e simulano, in 2D o 3D, il lavoro che deve essere intrapreso e in un secondo momento, i robot e i programmi di automazione, procederanno con la realizzazione del prodotto. L'ambiente grafico, per analizzare le variazioni dimensionali, determinerà dei modelli di fabbrica più veloci e assicurerà che essi stiano eseguendo il *layout* ottimale.

È importante ricordare che con Industria 4.0 non c'è un'esclusione di una o più tecnologie, ma un'unione di esse per scambiarsi al meglio le informazioni necessarie.

## 4.2 Nuovi modelli di business

Il modello di business di produzione tradizionale non sarà più in grado di supportare le innovazioni tecnologiche in divenire e non sarà sufficiente modificarlo; infatti stanno emergendo nuovi approcci e modelli di business, fino ad oggi impensabili per mancanza di tecnologie adeguate, in modo tale che i lavoratori possano riconoscere e reagire alle nuove sfide presentatigli. Per soddisfare questi propositi, i singoli dipendenti e l'intera organizzazione dovranno sviluppare nuove competenze, la Camera dei Deputati, X Commissione (2016) illustra quattro esempi e nuovi possibili ideologie di *business model*: “nuove tipologie di mercato rese possibili dalle TIC (Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione), *circular economy*, *sharing economy* e *maker economy*”.

**Nuove tipologie di mercato rese possibili dalle TIC.** Nei modelli di business futuri ci sarà una focalizzazione sulle esigenze dei singoli clienti e della relativa cooperazione con i fornitori ed i partner commerciali. Le principali sfide sono poste dall'integrazione delle tecnologie autonome, sistemi logistici, nuovi servizi, nuovi modelli per il magazzino e distribuzione e fornitori di servizi esterni; affinché venga prodotto un valore in linea con i bisogni del cliente e risultare, quindi, competitivi nel mercato globale.

In futuro, la stampa 3D permetterà la replicazione di beni attraverso paesi esteri, senza il concreto trasferimento fisico dei confini nazionali; ciò significa che si necessiteranno modelli di business, nei quali il proprietario dell'impresa affitta il bene, non lo vende al consumatore, occupandosi della manutenzione. Tutti noi ascoltiamo la musica, ma in pochi acquistano ancora CD, bisognerà perciò ideare servizi alternativi, che affittano i prodotti o servizi con valore aggiunto soddisfacendo il consumatore. Si tratta di concedere in licenza il proprio sapere intellettuale, in quanto molte aziende manifatturiere hanno le abilità e le competenze dei prodotti, ma non posseggono l'esperienza e digitalizzazione necessaria, per trarre vantaggio dai dati.

Ad esempio Rolls-Royce (Baur, Wee, 2015) ha iniziato a seguire questo modello di *pay-by-use* nell'attività di *jet-engine* riguardante i motori aeronautici; l'azienda prende a noleggio i motori, cedendo al produttore la completa manutenzione. Il vantaggio per Rolls-Royce è il godimento di motori che attraverso i dati e le informazioni relativi all'utilizzo e al livello di consumo, possono comunicare simultaneamente tra di loro.

***Circular economy.*** Si intende un modello di business che gestisce e rinnova le risorse esistenti a ciclo continuo. Si basa sul riciclo dei prodotti, portando a forti risparmi delle materie prime ed a una eco-sostenibilità ambientale. Nell'articolo di La Via (2015) viene evidenziato che solamente per le materie prime, i costi a livello globale sono aumentati del 147% negli ultimi 10 anni; agendo sul riutilizzo a ciclo continuo delle materie prime, avremmo un'economia più competitiva e sostenibile.

Questo meccanismo porta le aziende ed il consumatore finale a capire che ogni prodotto, alla fine del suo ciclo, può trasformarsi sempre in qualcos'altro, senza mai diventare un rifiuto non riciclabile. Ricercatori stimano che entro il 2025 si potrebbe risparmiare globalmente circa 1.000 miliardi di dollari all'anno sulle materie prime e nel giro di 5 anni si potrebbe creare 100 mila nuovi posti di lavoro con la costruzione di catene capaci di aumentare la riciclabilità dei diversi prodotti.

La *circular economy* è già una realtà in alcune grandi aziende internazionali, come nella società svedese Tetra Pak. Questa azienda produce packaging per cibi e bevande utilizzando poche materie prime e dove possibile, le recupera da fonti rinnovabili e certificate, promuovendo a sua volta il riciclo dei contenitori usati da parte del cliente finale.

La *circular economy* viene sostenuta anche dalla Commissione Europea per avere maggior riciclo delle materie, creare nuovi posti di lavoro e per rendere un'Europa più competitiva. Purtroppo 11 paesi europei tra cui Italia, Germania, Francia, Spagna, Svezia, Belgio e Danimarca sono contrari alle iniziative legislative in campo ambientale sulla gestione dei rifiuti e sulla *circular economy*. Malgrado la brusca frenata europea, la *circular economy* continua direttamente in alcune aziende che fortemente credono al progetto.

***Sharing economy.*** È un modello economico nel quale gli individui hanno la possibilità di prendere in prestito o noleggiare beni di proprietà di qualcun altro. Si utilizza più frequentemente nel momento in cui, il prezzo di un bene o attività è elevato o non si gode per tutto il tempo. Normalmente è supportata da una piattaforma tecnologica, dove si possono intraprendere relazioni digitali e sociali, inoltre la fiducia viene acquisita con la reputazione e i feedback dei consumatori che hanno usufruito del servizio precedentemente.

Riportando i documenti della Commissione Europea, De Biase (2015) sostiene che nella realtà del futuro non sarà indispensabile il movimento fisico delle persone per recarsi nei negozi, strutture pubbliche o private, ma sarà tutto digitalizzato, con l'accesso a internet sarà possibile collegarsi al servizio richiesto. Saranno presenti strutture internazionali digitali, nelle quali

governa l'automazione attraverso sistemi basati su *open source* e *sharing economy* per acquistare prodotti e servizi personalizzabili, prodotto nel medesimo istante e inviato successivamente con droni e robot (Amazon utilizza già questo modello, *Amazon Prime Air*).

La Camera dei Deputati (2016) afferma che gli ambiti nei quali è applicabile l'economia di condivisione sono: “finanza *peer-to-peer*, *staffing online*, condivisione e scambio alloggio, *car sharing* e *streaming* di video e musica”, si stima inoltre che nel 2025 ci sia una crescita nei guadagni fino a 300 miliardi di euro, attualmente intorno ai 13 miliardi di euro.

**Maker economy.** In aggiunta ai robot presenti nelle fabbriche, l'economia sfrutta tutto ciò che le innovazioni di Industria 4.0 offre, anche per quanto riguarda il mondo dell'artigianato.

Sostanzialmente si tratta delle idee artigianali, affiancate dalle tecnologie ed innovazioni, le quali assumono il ruolo di materie prime, per la creazione di nuovi prodotti da parte dell'”artigiano digitale” (Micelli, 2011).

A differenza della figura tradizionale dell'artigiano, geloso e custode delle proprie tradizioni, l'artigiano digitale, necessitando di nuove tecnologie, è aperto a collaborazioni (*open source*) per aumentare il proprio valore aggiunto. Questo nuovo modello di business assume particolare rilievo per l'Italia, per dare maggiore importanza al nostro *Made in Italy*, dove viene posto in risalto la qualità, l'arte e la creatività, tipiche del nostro Paese.

Dal 2011 ad oggi sono nati più di 70 FabLab (“laboratori di fabbricazione”) di maker ed uno dei più importanti a livello europeo si trova a Rovereto (Adriatico, 2016). La principale tecnologia abilitante utilizzata in questo settore è la stampa 3D, la quale consente di produrre forme complesse, impensabili con le tecnologie tradizionali, facilitando il *design* italiano, punto di forza della nostra economia.

## 5. L'evoluzione del lavoro

Con l'avvento di Industria 4.0, il mondo del lavoro subirà un inevitabile cambiamento non solo tecnico, ma anche socio-demografico, modificando il profilo del lavoratore stesso, con la creazione di nuove figure professionali, importante sarà capire come queste si evolveranno.

Per arrivare ad avere queste nuove figure professionali, sarà necessario l'intervento del Governo che, in questa prima fase di cambiamento, dovrà assumere la regia. Il quarto punto delle dieci proposte programmatiche che il Governo dovrà mettere in atto, parla esattamente di SKILL. Per raggiungere questo obiettivo inizialmente sarà necessario che vengano introdotti nuovi piani di studio nelle Università e nelle scuole tecniche.

Successivamente, al fine di creare una nuova generazione di “Nativiti IoT” che sia in grado di usare, con naturalezza le nuove tecnologie, si dovranno introdurre nell'insegnamento nuovi argomenti, ad esempio: CODING (cioè, la capacità da parte dello studente di eseguire un programma che, applicato ad un calcolatore, darà vita alle meraviglie digitali che usiamo quotidianamente), stampa e modellizzazione 3D, *digital making* e robotica.

Secondo i dati attualmente a nostra disposizione (Weisz, 2016) “il 65% dei bambini che iniziano ad andare a scuola in questi anni, quando termineranno il ciclo di studi faranno un lavoro che ora non esiste”. Perciò si dovrà favorire la cooperazione tra aziende, industria ed ambienti formativi, incentivando le relazioni tra scuola, università e mondo del lavoro.

L'impatto che l'industria 4.0 può avere sull'occupazione sicuramente non sarà quella di una diminuzione dei posti di lavoro, ma di una riqualificazione dei *blue collar*, i quali dovranno avere un adeguato aumento delle conoscenze riguardanti ogni singola fase del processo produttivo ed una visione d'insieme dello stesso processo. Ai nuovi operai sarà richiesto di essere parte attiva, con mansioni sempre più complesse e un livello di responsabilità maggiore, essendo queste in continuo mutamento. Di conseguenza il ruolo dell'operaio di “concezione fordista” viene meno, in quanto alla figura professionale dell'Industria 4.0 verranno dati pochi incarichi, ma di elevata professionalità.

Se ci soffermiamo a una prima analisi dei dati riguardanti l'occupazione proposti da World Economic Forum (2016), sicuramente questi non sono positivi, infatti entro il 2020 è prevista una perdita di 5,1 milioni di posti di lavoro, dovuta al fatto che 7,1 milioni di posti di lavoro spariranno contrapposti a una creazione di soli 2 milioni. Attualmente non è possibile conoscere precisamente i modelli di business che si utilizzeranno nel futuro, sicuramente lavori riguardanti l'ambito amministrativo (-4,7 milioni) e produttivo (-1,6 milioni) diminuiranno. Contemporaneamente i compiti e mansioni nell'ambito informatico, ingegneristico e

finanziario aumenteranno, con competenze riguardanti “*problem solving*, capacità critica, creatività, risorse umane, collaborazione, intelligenza emotiva, orientamento al servizio, negoziazione, flessibilità mentale” (Weisz, 2016).

Nei vari reparti delle fabbriche i “*blu collar*” non saranno più concepiti come un lavoro individuale e ripetitivo, ma ci sarà un continuo scambio di informazioni tra operai dello stesso reparto, capi squadra, ingegneri, tecnologi, logistici e manutentori. Parte di queste figure non saranno acquisite sul mercato, ma ci sarà la riqualificazione dei lavoratori all’interno della fabbrica stessa, che si evolveranno insieme alla tecnologia intelligente; un esempio di ciò è la riqualificazione dei lavori attuali, come accade nei magazzini di Benetton, infatti Nicola Granziera, tecnico elettronico ed informatico di Benetton, afferma che (Report, 2015) il movimento delle merci non è più attuato dai lavoratori, ma è diventato automatizzato, grazie all’utilizzo dei software creati internamente nell’azienda. In Benetton attualmente sono presenti lavori, inesistenti fino qualche anno fa, perciò attraverso ad una formazione interna, gli operai sono riusciti ad assumere le competenze richieste dall’azienda.

Il nuovo lavoratore dovrà avere la capacità di gestire le informazioni sia in entrata che in uscita, con la possibilità di coordinare, contemporaneamente più centri di lavoro, che saranno al servizio delle richieste specifiche da parte dei clienti, sarà quindi il settore commerciale a dare il ritmo alle linee di lavoro. Come si evince dal libro “*Industria 4.0: uomini e macchine nella fabbrica digitale*” (Magone, Mazali, 2016) le principali figure individuate nell’Industria 4.0 sono: il *sistemista* che gestisce tutte le tecnologie coinvolte, il *tecnologo* che istruisce le macchine affinché il lavoro manuale umano sia ridotto al minimo, il *coordinatore tecnico* come in Ducati Motor dove gli specialistici devono avere competenze tecniche ed organizzare le mansioni tradizionali, unite alle tecniche innovative ed automatizzate, infine viene identificata la figura dell’*ingegnere 4.0* di due tipologie differenti, il primo opera orizzontalmente nella ricerca ed innovazione, mentre il secondo verticalmente specializzandosi nell’*engineering*, sviluppo e progettazione di processi.

La formazione professionale del nuovo operaio, dovrà rispecchiare le innovazioni che il governo attuerà a livello di scuola superiore e università ed essendo sempre più le aziende globali, necessiteranno di una lingua comune ed uno standard di informazioni.

Affinché sia possibile creare delle piattaforme condivise, dove tutti possano accedere alle informazioni, dovranno esserci figure *multitasking*, con conoscenze sia tecniche che progettuali del prodotto, in grado di comunicare con tutti gli attori del processo produttivo: ricercatori, ingegneri, imprese, concorrenti ed università.

Al centro della quarta rivoluzione industriale ci sarà l'uomo e sarà la tecnologia stessa a modificare gli incarichi già esistenti, di conseguenza ci sarà un minore sforzo fisico ed una diminuzione dei lavori di routine che saranno sostituiti dalle macchine, anche se sarà sempre l'uomo a far funzionare la tecnologia.

Una particolare figura professionale, sarà quella dell' "istruttore delle macchine", le quali hanno insita un minimo di intelligenza, ma avranno bisogno dell'uomo per essere istruite, proprio come opera il professore con gli studenti e si impegna ad insegnar loro, a comprendere l'ambiente che li circonda e ad interagire con esso.

Pertanto i tempi di apprendimento dei *blu collar* saranno più veloci, in quanto non sarà più necessaria la profonda conoscenza della macchina, ma la consapevolezza delle basi del processo produttivo nel quale potrà essere collocato in molteplici postazioni lavorative; ciò genera una diminuzione dei costi in quanto il mercato richiede prodotti sempre più specifici nel minor tempo possibile. Ad esempio nell'azienda Avio Aero i tempi di costruzione degli ingranaggi è diminuito da 150 a 26 giorni (Magone, Mazali, 2016 p.97).

Le gerarchie all'interno della fabbrica muteranno, si baseranno, soprattutto, sulla conoscenza delle nuove tecnologie, sul grado di autonomia e sul tipo di sapere richiesto. La necessità che nei vari reparti coesistano figure come quella di controllo, di supervisione, di ingegneri e tecnici, metterà certamente in evidenza la distanza tra le gerarchie del sapere e quella di potere. Quando un giovane entrerà in una azienda per affiancare l'operaio più anziano, quest'ultimo non dovrà essere geloso di trasmettere la sua conoscenza, perché dovrà crearsi un patto generazionale che porterà gli anziani ad occuparsi dei giovani e gli stessi degli anziani, in quanto gli uni avranno l'esperienza e gli altri la digitalizzazione; in questo modello di scambio alla pari, non ci sarà nessun perdente e nessun vincitore.

L'automazione del processo produttivo, la produzione *just-in-time*, la creazione di prodotti unici, la connessione alla rete, implica da parte dell'addetto, la capacità di gestire la complessità delle informazioni e il controllo delle stesse, sia che provengano dall'esterno che dall'interno del processo produttivo. Tali informazioni si confronteranno sempre più con dispositivi di comunicazione connessi alla rete aziendale e ai macchinari stessi, ad esempio nello stabilimento della BOSCH (Barlocco, et al., 2016, p. 20) attraverso sistemi di controllo della produzione, le macchine inviano una serie di dati, i quali vengono analizzati dal responsabile di stabilimento, i quali possono monitorare i macchinari e le unità di trasporto.

A supporto di questa evoluzione lavorativa, bisogna chiarire che tutte le mansioni che il lavoratore, fino a questo momento, svolgeva nella fabbrica non scompariranno verranno solamente modificate con l'apporto della IoT; pertanto l'impatto che industria 4.0 può avere

sull'occupazione, sicuramente, non sarà quella di una diminuzione dei posti di lavoro, ma di una riqualificazione dei *blue collar*, i quali dovranno avere maggiori conoscenze riguardanti ogni singola fase del processo produttivo ed una visione d'insieme dello stesso.

A sostegno di questa tesi, nell'articolo "Industria 4.0, una partita da vincere", de *Il Sole 24 ORE* (Toia, 2016), viene riportato un'analisi dalla società di consulenze Roland Berger, la quale sostiene che "se l'Europa investisse nella quarta rivoluzione industriale 60 miliardi di euro all'anno, fino al 2030, si creerebbe un valore aggiunto di 500 miliardi di euro e ci sarebbero 6 milioni di posti di lavoro in più" ed attualmente le imprese che si servono delle tecnologie di produzione avanzate sono solamente la metà. Ciò andrebbe a contrastare il report del World Economic Forum, rafforzando la tesi che il mondo del futuro necessiterà del lavoro degli umani, ma questi devono acquisire una conoscenza digitale, adeguandosi alle richieste del mercato.

## 6. Conclusioni

La crisi economica che il mondo sta vivendo, potrà essere superata con la messa in campo di Industria 4.0, riportandoci ad una crescita economica e sociale come in passato.

Importanti cambiamenti investiranno il mondo del lavoro e si stanno delineando le basi, affinché la quarta rivoluzione industriale possa portare grossi benefici nella nostra società. È bello pensare che in un prossimo futuro, girando per i reparti nelle fabbriche, si vedranno robot muoversi e fare il lavoro che un tempo veniva svolto dagli operai e nel contempo, gli stessi, impegnati nella loro programmazione, nella gestione delle innumerevoli informazioni provenienti dalle macchine e dal mercato; ci saranno centri di lavoro a disposizione del mercato, capaci di produrre qualsiasi tipo di prodotto a seguito delle informazioni inserite.

In un prossimo futuro non dovrà meravigliare leggere nei nuovi piani di studio materie riguardanti la robotica o la digitalizzazione, oppure professori che, nelle scuole superiori, insegnano nei laboratori con le nuove tecnologie, trasferendo le loro conoscenze agli studenti che passo dopo passo raggiungeranno i loro obiettivi, i quali saranno il punto di partenza per il proseguo delle loro attività e i loro studi.

Non dovrà suscitare meraviglia se le biblioteche verranno considerate centri di raccolta dati, scritti in un linguaggio comune, comprensibile a tutti i sistemi operativi.

Anche l'ospedale 4.0 darà ottimi risultati: immaginiamo un paziente traumatizzato che ha bisogno delle cure di diversi specialisti (neurologo, cardiologo, chirurgo ortopedico), se tutti potessero avere le immagini istantanee e un simultaneo accesso alla diagnostica, sarebbero in grado di effettuare cure più veloci e migliori, non solo, ma anche produrre benefici economici. Anche solo l'1% delle riduzioni delle esistenti inefficienze potrà produrre risparmi per oltre 60 milioni di euro nell'industria sanitaria mondiale (Annunziata, 2013).

Come abbiamo descritto, l'obiettivo globale è quello di creare nuove strutture affinché le informazioni raccolte nei *cloud*, possano facilitare il dialogo tra macchine e persone, per tutto il ciclo produttivo, attraverso lo stesso linguaggio tecnologico.

L'intelligenza artificiale si perfeziona sempre più velocemente; è sbagliato credere che essa diventerà così efficiente ed autonoma da poter fare a meno di quella umana, la storia dell'innovazione può aiutarci a non aver paura del futuro, perché ci sarà sempre bisogno dell'uomo, ma di un uomo preparato tramite lo studio e la nuova formazione.

In Italia siamo privi di grosse industrie e ciò porta a una mancanza di un adeguato capitale finanziario privato, ma siamo dotati di grande capitale umano, ricco di creatività, fantasia, cultura, esperienza ed inventiva, pertanto come sostiene il Ministro Calenda (Meta, 2016) affinché si possa rilanciare il nostro *Made in Italy* “occorre individuare la via per Industria 4.0 mantenendo la produttività del capitale umano con l’innovazione quotidiana, anche radicale, adeguando quindi le politiche attive per il lavoro, la formazione delle competenze e la creazione di standard aperti”.

A fronte di tutto ciò, il 10 settembre, lo stesso Ministro dello Sviluppo Economico Carlo Calenda (Meta, 2016) presenterà il piano Industria 4.0 del Governo che è sintetizzabile in tre punti: importantissimi saranno gli incentivi fiscali per la ricerca, l’innovazione e gli investimenti, fondamentale sarà la totale ricostruzione del fondo centrale di garanzia e si dovrà lavorare molto sul salario di produttività cosa che il governo ha già cominciato a fare in accordo con la Francia e la Germania.

## 1. Riferimenti Bibliografici

ACATECH, National Academy of Science and Engineering, 2013. *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0* [online]. Disponibile su: <http://www.acatech.de/de/publikationen/stellungnahmen/kooperationen/detail/artikel/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-40-final-report-of-the-industr.html>

ADRIATICO, I., 2016. *Artigianato digitale: quali sono i 10 Fablab più importanti d'Italia* [online]. Disponibile su: <http://www.wired.it/economia/start-up/2016/02/02/fablab-italia/>

ADVANCED MANUFACTURING NATIONAL PROGRAM OFFICE, 2014. *National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)* [online]. Disponibile su: <https://www.manufacturing.gov/nnmi/>

ANNUNZIATA, M., 2013. Welcome to the age of the industrial internet. *TED Institute*. Video.

BARLOCCO, G., et al., 2016. *INDUSTRIA 4.0: IMPATTI SUL LAVORO* [online]. Disponibile su: [http://www.freeyourtalent.eu/blog/wp-content/uploads/2016/03/01\\_tesina\\_ind40.pdf](http://www.freeyourtalent.eu/blog/wp-content/uploads/2016/03/01_tesina_ind40.pdf)

BAUR, C., WEE, D., 2015. *Manufacturing's next act* [online]. Disponibile su: <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act>

BLEDOWSKI, K., 2015. *The Internet of Things: Industrie 4.0 vs. the Industrial Internet* [online]. Disponibile su: <https://www.mapi.net/forecasts-data/internet-things-industrie-40-vs-industrial-internet>

CALENDA, C., 2016. Governare la digitalizzazione o si rischia di esserne travolti. *Corriere delle Comunicazioni* [online]. Disponibile su: [http://www.corrierecomunicazioni.it/archivio-giornale/2016/11/Corcom\\_2.pdf](http://www.corrierecomunicazioni.it/archivio-giornale/2016/11/Corcom_2.pdf)

CAMERA DEI DEPUTATI, X COMMISSIONE, 2016. *Indagine conoscitiva su « Industria 4.0 »: quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali* [online]. Disponibile su:  
<http://documenti.camera.it/leg17/resoconti/commissioni/bollettini/pdf/2016/06/30/leg.17.bol0665.data20160630.com10.pdf>

COMMISSIONE EUROPEA, 2012. *Un'industria europea più forte per la crescita e la ripresa economica* [online]. Disponibile su:  
[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2012\)0582\\_/com\\_com\(2012\)0582\\_it.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2012)0582_/com_com(2012)0582_it.pdf)

COMMISSIONE EUROPEA, 2014a. *'Advancing Manufacturing - Advancing Europe' - Report of the Task Force on Advanced Manufacturing for Clean Production* [online]. Disponibile su: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/advancing-manufacturing-advancing-europe-report-task-force-advanced-manufacturing-clean>

COMMISSIONE EUROPEA, 2014b. *HORIZON 2020* [online]. Disponibile su:  
[https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020\\_IT\\_KI02134131TN.pdf](https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_IT_KI02134131TN.pdf)

COMMISSIONE EUROPEA, 2015. *Europe's future is digital* [online]. Disponibile su:  
[http://europa.eu/rapid/press-release\\_SPEECH-15-4772\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-15-4772_en.htm)

COMMISSIONE EUROPEA, 2016a. *Industry 4.0 Analytical Study* [online]. Disponibile su:  
[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL\\_STU\(2016\)570007\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf)

COMMISSIONE EUROPEA, 2016. *Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy* [online]. Disponibile su: [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)

DE BIASE, R., 2015. *The end of compulsory work with industry 4.0, open source and sharing economy* [online]. Disponibile su: <https://ec.europa.eu/futurium/en/content/end-compulsory-work-industry-40-open-source-and-sharing-economy>

EFFRA, 2013. *FACTORIES OF THE FUTURE. MULTI-ANNUAL ROADMAP FOR THE CONTRACTUAL PPP UNDER HORIZON 2020* [online]. Disponibile su: <http://www.effra.eu/attachments/article/129/Factories%20of%20the%20Future%202020%20Roadmap.pdf>

FIANDANESE, G., 2015. “*Fabbrica 4.0*”: *la quarta rivoluzione industriale* [online]. Disponibile su: <http://www.inforav.it/emagazine/IeD-1-2015def/IeD-1-2015def1.pdf>

FIORDALISI, M., 2015. Industria 4.0, ecco il documento del governo. *Corriere delle Comunicazioni* [online]. Disponibile su: [http://www.corrierecomunicazioni.it/digitale/37412\\_industria-40-ecco-il-documento-del-governo.htm](http://www.corrierecomunicazioni.it/digitale/37412_industria-40-ecco-il-documento-del-governo.htm)

INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM, 2015. *Industrial Internet Reference Architecture* [online]. Disponibile su: <http://www.iiconsortium.org/IIRA-1-7-ajs.pdf>

LA VIA, C., 2015. *Circular economy, la rivoluzione sostenibile* [online]. Disponibile su: [http://www.lettera43.it/capire-notizie/circular-economy-la-rivoluzione-sostenibile\\_43675152791.htm](http://www.lettera43.it/capire-notizie/circular-economy-la-rivoluzione-sostenibile_43675152791.htm)

LORENZ, M., 2015. Industry 4.0 - how intelligent machines will transform everything we know. *TED Institute*. Video.

LOSPINUSO, A., 2015. Industria 4.0, la filiera di produzione diventa digitale. L’analisi di McKinsey. *Corriere delle Comunicazioni* [online]. Disponibile su: [https://www.digital4.biz/executive/approfondimenti/mckinsey-industria-40-la-filiera-di-produzione-diventa-digitale\\_43672154830.htm](https://www.digital4.biz/executive/approfondimenti/mckinsey-industria-40-la-filiera-di-produzione-diventa-digitale_43672154830.htm)

MACI, L., 2016. Cos'è l'Industria 4.0 e perché è importante saperla affrontare. *Economy Up – L'Italia che vuole crescere* [online]. Disponibile su: [http://www.economyup.it/innovazione/3713\\_cos-e-l-industria-40-e-perche-e-importante-saperla-affrontare.htm](http://www.economyup.it/innovazione/3713_cos-e-l-industria-40-e-perche-e-importante-saperla-affrontare.htm)

MAGONE, A., MAZALI, T., 2016. *INDUSTRIA 4.0 uomini e macchine nella fabbrica digitale*.

NATIONAL NETWORK FOR MANUFACTURING INNOVATION, (NNMI). Disponibile su: <https://www.manufacturing.gov/nnmi/>

MCKINSEY & COMPANY, 2015. *How to navigate digitization of the manufacturing sector* [online]. Disponibile su: [https://www.mckinsey.de/files/mck\\_industry\\_40\\_report.pdf](https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf)

META, F., 2016. Industria 4.0, Italia in rampa di lancio. *Corriere delle Comunicazioni* [online]. Disponibile su: [http://www.corrierecomunicazioni.it/industria-4-0/42399\\_governance-reti-e-competenze-ecco-la-ricetta-della-camera-per-industria-40.htm](http://www.corrierecomunicazioni.it/industria-4-0/42399_governance-reti-e-competenze-ecco-la-ricetta-della-camera-per-industria-40.htm)

MICELLI, S., 2011. *Futuro artigiano. L'innovazione nelle mani degli italiani*

PERUZZO, M., 2013. La diagnosi? Elementare, Watson! *LINKIESTA* [online]. Disponibile su: <http://www.linkiesta.it/it/article/2013/11/13/la-diagnosi-elementare-watson/17708/>

EVANS, P., ANNUNZIATA, M., 2012. Industrial Internet: pushing the boundaries of minds and machines. *General Electrics* [online]. Disponibile su: [https://www.ge.com/docs/chapters/Industrial\\_Internet.pdf](https://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf)

PATTI, F., 2015. Il governo si svegli o perderemo il treno dell'Industria 4.0. *LINKIESTA* [online]. Disponibile su: <http://www.linkiesta.it/it/article/2015/05/18/il-governo-si-svegli-o-perderemo-il-treno-dellindustria-40/25947/>

PLATTFORM INDUSTRIE 4.0. Disponibile su: <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Home/home.html>

PICCHIO, N., 2016. Industria 4.0 chiave della crescita. *Il Sole 24 ORE* [online]. Disponibile su: <http://www.ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2016-07-06/industria-40-chiave-crescita-155047.shtml?uuid=AD8sHyo>

REPORT, 2015. *Rivoluzione 4.0*. TV, Rai 3. 25 ottobre.

ROSSI, G., 2015. Virtual reality, grande fermento: nel 2020 varrà 150 miliardi di dollari. *Corriere delle Comunicazioni* [online]. Disponibile su:

[http://www.corrierecomunicazioni.it/it-world/34132\\_virtual-reality-grande-fermento-nel-2020-varra-150-miliardi-di-dollari.htm](http://www.corrierecomunicazioni.it/it-world/34132_virtual-reality-grande-fermento-nel-2020-varra-150-miliardi-di-dollari.htm)

ROUSE, M., 2015. LPWAN (low-power wide area network). *IoT Agenda* [online]. Disponibile su: <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definizione/LPWAN-low-power-wide-area-network>

SCHLAEPFER, R., KOCH, M., 2014. Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. *Deloitte* [online]. Disponibile su: <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>

TOIA, P., 2016. Industria 4.0, una partita da vincere. *Il Sole 24 ORE* [online]. Disponibile su: <http://www.ilsole24ore.com/art/commenti-e-idee/2016-03-22/industria-40-partita-vincere-063511.shtml?uuid=ACE59asC>

TORINO NORD OVEST, 2015. *Factory of the future. Tecnologia, competenze e fattore umano nella fabbrica digitale* [online]. Disponibile su: [http://www.torinonordovest.it/wp-content/uploads/2015/11/Factory\\_of\\_the\\_future\\_FOLDER.pdf](http://www.torinonordovest.it/wp-content/uploads/2015/11/Factory_of_the_future_FOLDER.pdf)

TROCI, M., 2015. *Dalla digitalizzazione delle imprese alla digitalizzazione della supply chain: la Competitività della Supply Chain* [online]. Disponibile su: [http://www.retimpresa.it/phocadownload/EVENTI/Presentazioni\\_documenti/Bologna\\_27\\_novembre\\_2015\\_RetidIndustria4.0/1Tronci\\_Reti40.pdf](http://www.retimpresa.it/phocadownload/EVENTI/Presentazioni_documenti/Bologna_27_novembre_2015_RetidIndustria4.0/1Tronci_Reti40.pdf)

WEISZ, B., 2016. Il lavoro nella fabbrica digitale: ecco come sarà. *Agenda Digitale* [online]. Disponibile su: [http://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/il-lavoro-nella-fabbrica-digitale-ecco-come-sara\\_2014.htm](http://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/il-lavoro-nella-fabbrica-digitale-ecco-come-sara_2014.htm)

WORLD ECONOMIC FORUM, 2016. *The future of jobs* [online]. Disponibile su: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf)