



Dipartimento di Impresa e Management

Cattedra di Organizzazione aziendale

**L'IMPATTO DELL'INDUSTRIA 4.0
SULL'ORGANIZZAZIONE AZIENDALE**

RELATORE

Prof. Luca Giustiniano

CANDIDATO

Matr. 202501

Alessandro Gaetano Naclerio

ANNO ACCADEMICO 2017/2018

*A mio padre, il mio angelo custode
e a mia madre, la mia forza, la mia guida.*

INDICE

Introduzione.....	5
Capitolo 1	6
Una nuova rivoluzione	6
1 L'industria 4.0 come quarta rivoluzione industriale	6
1.1 Dalla prima rivoluzione industriale all'Industria 4.0	7
1.2 Cosa sta accadendo e cosa accadrà	7
1.2.1 Le nuove linee di produzione	10
1.2.2 Il data Mining come nuova frontiera delle decisioni aziendali	11
1.3 Risvolti occupazionali	11
1.3.1 Efficientamento energetico	12
1.3.2 Privacy.....	13
Capitolo 2	14
Le Tecnologie Abilitanti.....	14
2 L'industria 4.0	14
2.1 Additive Manufacturing	15
2.2 Cyber Physical System	16
2.2.1. Interconnessione, comunicazione e replica digitale	16
2.2.2 La smart-factory	17
2.2.3 I benefici specifici dei CPS	17
2.3 Internet of Things	18
2.4 Cloud	23
2.5 Big Data	24
2.6 Machine Learning	26
2.7 Wearable Devices	27
2.8 Robotica	28
2.9 Realtà virtuale e Realtà aumentata	29
2.9.1 Realtà virtuale	29
2.9.2 Realtà aumentata	31
Capitolo 3	33
Come cambiano le organizzazioni e il lavoro nel mondo 4.0	33
3 La rivoluzione di industria 4.0 e gli effetti sul lavoro	34
3.1 Il lavoro di fronte alla sfida della quarta rivoluzione industriale	34
3.2 Tecnologie e grado di avanzamento tecnologico	35
3.3 Gli effetti sull'occupazione	37
3.4 IBM Watson e il cambiamento delle organizzazioni aziendali	38
3.4.1 Un robot a lavoro	38
3.4.2 Watson, creazione di valore per gli attori di mercato	42

Conclusione.....	40
Bibliografia.....	46

Introduzione

Il termine rivoluzione indica un cambiamento profondo e radicale, cambiamento che può essere applicato alle strutture sociali e organizzate generando un'innovazione culturale di vasta portata che incide profondamente sui processi, anche quelli organizzativi aziendali, producendo dei veri e propri ribaltamenti di scenario. Nel primo capitolo del mio lavoro di tesi sono indagate le caratteristiche dominanti delle rivoluzioni industriali tra cui quella di aver introdotto cambiamenti totali ai paradigmi organizzativi. Fino ad oggi si sono infatti succedute nel tempo tre rivoluzioni industriali che, a partire da quella di fine 1700 (nota per l'utilizzo della macchina a vapore) all'avvento dei primi computer nelle fabbriche (1960-1970), hanno portato un radicale cambiamento non solo nella produzione in ambito industriale, ma anche nella società. La tecnologia, da allora, non ha mai smesso di innovarsi. Questa continua evoluzione è stata ed è tuttora alimentata dall'uomo alla ricerca degli strumenti più avanzati che ne facilitino la vita, il lavoro, le esperienze socio-culturali. Ecco perché affrontando il tema dell'Industria 4.0 e tutti gli aspetti ad essa correlati questa tesi ha l'obiettivo di approfondire, a partire dal significato del termine le conseguenze di questa evoluzione. Più nel dettaglio, dopo un capitolo introduttivo dove si ripercorrono le tappe più significative delle rivoluzioni industriali avvenute, verranno illustrate tutte quelle tecnologie che hanno determinato in modo significativo l'inizio della quarta rivoluzione. Di queste si descriveranno le loro caratteristiche, le loro potenzialità e alcune modalità di utilizzo in ambito industriale e in ambito sociale. Verranno affrontati inoltre temi importanti quali l'etica, la privacy e la security in una realtà in cui tutti i dati sono condivisi e salvati in remoto.

Capitolo 1

Una nuova rivoluzione

1 L'industria 4.0 come quarta rivoluzione industriale

La quarta rivoluzione industriale o Industria 4.0 è un'espressione che ha origine in Germania. L'evoluzione delle tecnologie digitali ed elettroniche, la diffusione dell'*Internet of Things* (IoT) e dell'*Internet of Everything* (IoE), l'aumento esponenziale delle informazioni generate dai *Big Data* hanno/stanno modificando in maniera dirompente la vita quotidiana dei singoli individui, ma anche dell'organizzazione dove le innovazioni vanno ben oltre l'automazione dei processi.

L'Industria 4.0 definisce il nuovo quadro dello sviluppo del management e dell'organizzazione della catena del valore nell'industria non soltanto manifatturiera ma in tutti i settori industriali. “*Smart manufacturing and the Smart Factor*” rappresentano il nodo centrale dello sviluppo industriale contemporaneo, in quanto permettono di migliorare l'efficienza della produzione, produzione basata su elementi di velocità e flessibilità, ovvero elementi di cui le imprese manifatturiere necessitano fortemente per recuperare competitività in un mondo globalizzato come quello odierno. La Figura 1 mostra le principali aree future di applicazione di tali tecnologie.

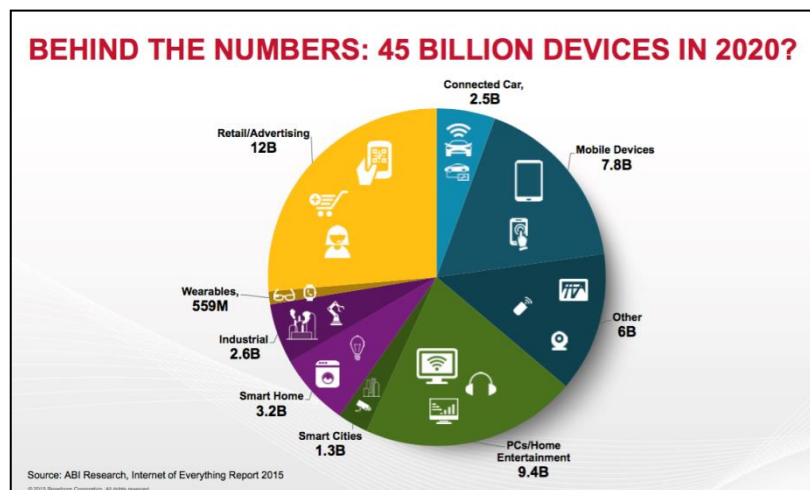


Figura 1 Internet of everything areas in the future, ABI Research, 2015

1.1 Dalla prima rivoluzione industriale all'Industria 4.0

La parola "rivoluzione" denota un cambiamento brusco e radicale. Le rivoluzioni si sono verificate nel corso della storia quando nuove tecnologie e nuovi modi di percepire il mondo hanno innescato un profondo cambiamento nei sistemi economici e nelle strutture sociali. Dato che la cronologia è stata utilizzata come quadro di riferimento, la rapidità di questi cambiamenti ha richiesto anni per svolgersi. La prima rivoluzione industriale ha permesso il passaggio a nuovi processi produttivi e si è sviluppata nel periodo tra il 1760 e il 1840 circa. Essa nasce in Gran Bretagna ed è proprio con la prima rivoluzione industriale che si assiste alla trasformazione dei processi produttivi da metodi di produzione manuali all'utilizzo di macchine basate sullo sviluppo dell'energia cinetica e del vapore. La Gran Bretagna ha fornito le basi giuridiche e culturali che hanno permesso agli imprenditori di aprire la strada alla rivoluzione industriale. I fattori chiave sono stati: il periodo di pace e stabilità, lo stato di diritto nel rispetto della sacralità dei contratti, un sistema giuridico che ha favorito la formazione di aziende, lo sviluppo di un mercato libero ma soprattutto la presenza di grandi giacimenti di carbone e di ferro, che furono essenziali per l'industrializzazione. Fino al 1760 la maggior parte delle persone viveva in piccole comunità rurali dove la loro attività principale era fondamentalmente basata sull'agricoltura. I redditi erano molto bassi e le malattie generate dalla scarsa igiene e dalla malnutrizione erano comuni, per questo motivo la vita dell'individuo medio era difficile da sostenere. Le persone autoproducevano gran parte del cibo, la maggior parte della produzione (sostenuta con strumenti manuali o macchinari molto semplici) avveniva nelle aree rurali, dove la produzione basata sulle famiglie serviva come una strategia di sussistenza supplementare per l'agricoltura. Con lo sviluppo della prima rivoluzione industriale tutto ciò cambia, tra gli importanti sviluppi tecnologici è possibile elencare: lo sviluppo tessile, la potenza del vapore e la produzione di ferro. La filatura di cotone infatti divenne meccanizzata, alimentata a vapore o acqua, e generava l'aumentato della produzione per ogni singolo lavoratore. Inoltre l'adattamento dei motori a vapore al movimento rotatorio li rendeva adatti per usi industriali. I motori a vapore generavano una potenza instancabile, a differenza dei cavalli e furono una delle invenzioni fondamentali per la realizzazione di tale rivoluzione, in grado di alimentare macchinari, locomotive ed addirittura navi. La diffusione esponenziale dei motori a vapore portarono ad una grande richiesta di carbone e per tale motivo tra il 1815 ed il 1850 la produzione di carbone aumentò in maniera esponenziale. La Gran Bretagna aveva grandi risorse di minerali, in particolare di ferro, ma all'inizio del 18° secolo il processo di creazione del ferro era grosso modo ancora quello risalente all'epoca feudale, ovvero pesantemente dipendente dal carbone. Tra il 1870 ed il

1914 si colloca la seconda Rivoluzione industriale caratterizzata principalmente dall'uso dell'energia elettrica combinata con l'utilizzo dell'acciaio, del petrolio e lo sviluppo dei trasporti, con un conseguente notevole sviluppo della produzione. Tutto ciò ha portato alla nascita della catena di montaggio e all'utilizzo dei nastri definiti "trasportatori" che hanno permesso di giungere alla produzione di massa ovvero produzioni su larga scala. Si è potuti così assistere alla divisione e specializzazione del lavoro conseguendo notevoli risultati in termini di unità prodotte e riduzione dei costi di produzione. Mentre nella prima rivoluzione industriale la maggior parte degli sviluppi tecnologici hanno avuto poca o nessuna base scientifica, dopo il 1870 ci fu uno periodo storico più fecondo in tema di innovazione. La seconda rivoluzione industriale ha accelerato il rapporto tra conoscenza/scienza e tecnologia, ha quindi esteso notevolmente le precedenti e localizzate innovazioni ad una gamma di attività e prodotti molto più ampia e geograficamente diffusa. Nascono le prime imprese di grandi dimensioni in particolare negli Stati Uniti come Carnegie Steel, Ford e General Electric. Tale rivoluzione industriale nel lungo periodo, tuttavia, ha permesso di innalzare le condizioni di benessere di una percentuale sempre maggiore della popolazione, che portò, alla fine del diciannovesimo secolo, a un generale miglioramento delle condizioni di salute. La Terza Rivoluzione Industriale iniziò negli anni '60. Solitamente viene chiamata anche rivoluzione digitale perché è stata catalizzata dallo sviluppo di semiconduttori, elaborazione mainframe (anni '60), personal computer (anni '70 e '80) ed Internet (anni '90). Con essa nascono nuove modalità di produzione basate sull'utilizzo di computer e macchine di nuova generazione. Ciò ha generato una forte automazione dei sistemi produttivi, dovuti principalmente allo sviluppo dell'elettronica, all'invenzione dei calcolatori digitali e all'aumento esponenziale della potenza di calcolo. Il nuovo legame tra le tecnologie dell'informazione e l'elettronica ha generato una riorganizzazione industriale e un forte sviluppo del Settore dei Servizi, ovvero il settore Terziario. Il crescente uso dell'automatizzazione ha portato ad una spirale di costante innovazione che ha fortemente modificato la catena produttiva fino a quel tempo concepita. Le trasformazioni tecnologiche ed economiche hanno preso strade diverse nei paesi industrializzati, rendendo difficile definire tempi e luoghi della rivoluzione.

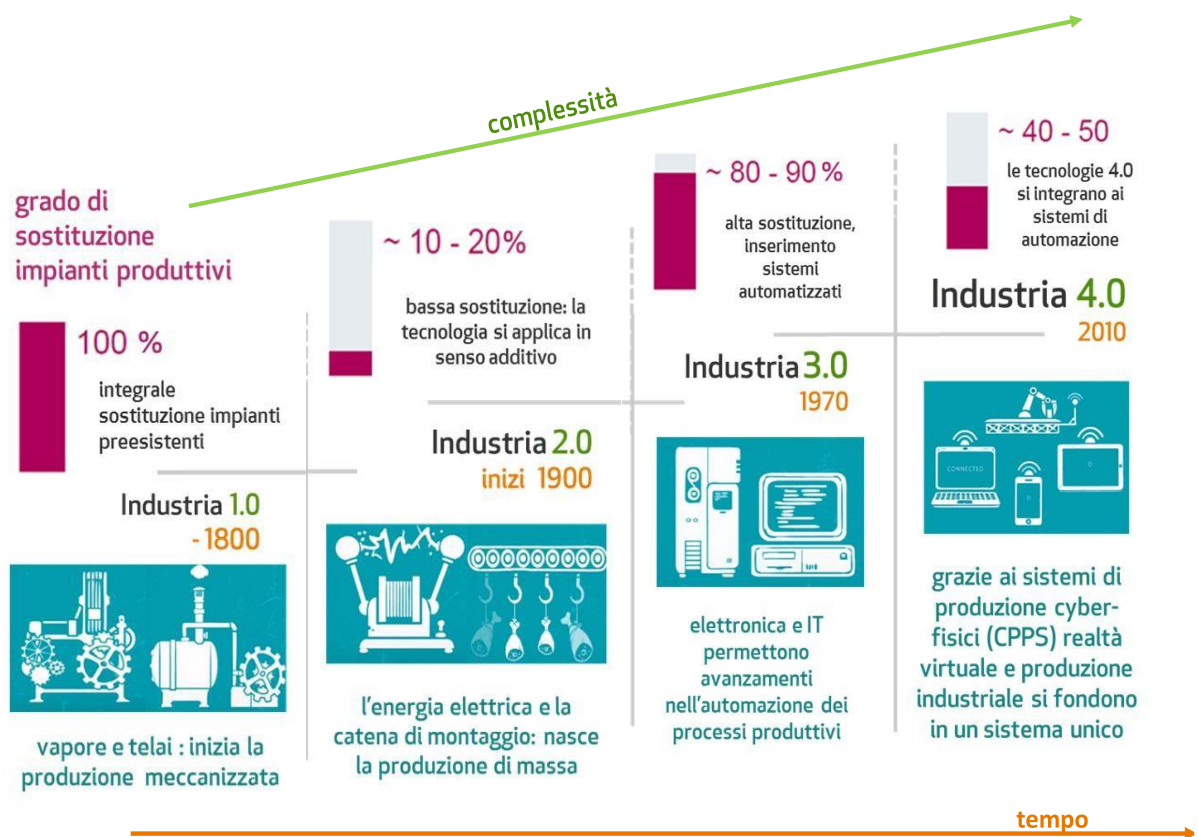


Figura 2 Dalla prima alla quarta rivoluzione industriale

Come mostrato in Figura 2, la quarta rivoluzione industriale è iniziata a cavallo dell'attuale secolo e si basa sulla rivoluzione digitale. Essa è caratterizzata dallo sviluppo di una rete Internet molto più ubiqua e mobile, da sensori più piccoli, potenti e allo stesso tempo più economici, dall'intelligenza artificiale e dall'apprendimento automatizzato. Questo è il motivo per cui i professori del Massachusetts Institute of Technology (MIT) Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee (2014) hanno fatto riferimento a questo periodo come "la seconda età della macchina", affermando che il mondo è a un punto di flesso in cui il l'effetto di queste tecnologie digitali si manifesterà con "piena forza" attraverso l'automazione e la creazione di "cose senza precedenti". Il termine Industria 4.0 viene pronunciato per la prima volta nel 2011 all'Hannover Messe su iniziativa di Henning Kagermanns (Acatech) e Siegfried Dais (Robert bosh GmbH) e del gruppo di lavoro da loro diretto su impulso del Governo Federale tedesco. Abilitando "fabbriche intelligenti", la quarta rivoluzione industriale crea un mondo in cui i sistemi di produzione virtuali e fisici cooperano globalmente l'uno con l'altro in modo flessibile. Ciò consente l'assoluta personalizzazione dei prodotti e la creazione di nuovi modelli operativi. La quarta rivoluzione industriale, tuttavia, non riguarda solo le macchine e i sistemi intelligenti e connessi. Il suo scopo è molto più ampio. Si verificano simultaneamente ondate di ulteriori innovazioni in aree che vanno dal sequenziamento del gene alla

nanotecnologia, dalle fonti rinnovabili al calcolo quantistico. È la fusione di queste tecnologie e la loro interazione attraverso i domini fisici, digitali e biologici che rendono la quarta rivoluzione industriale fundamentally diversa dalle precedenti rivoluzioni. In questa rivoluzione, le tecnologie emergenti e l'innovazione diffusa si stanno diffondendo molto più rapidamente ed ampiamente rispetto a quelle precedenti, che continuano a svolgersi in alcune parti del mondo.

1.2 Cosa sta accadendo e cosa accadrà

L'industria 4.0 ha ormai invaso quasi tutti i settori e il livello di digitalizzazione ha raggiunto un così crescente peso nelle organizzazioni che diventa sempre più complicato comprendere i limiti della loro applicazione. Ecco cosa quindi sta accadendo: tecnologie sempre più moderne, che spingono con sempre maggiore forza i processi di automazione. Sono ormai tanti i casi di organizzazioni nate in piena era 4.0 capace di produrre e di offrire servizi con sempre minore forza lavoro. Ciò che accadrà resta imprevedibile a causa della velocità con la quale la tecnologia avanza, ciò che appare certo è uno spostamento della conoscenza e della strumentazione tecnologica sempre più permeante, che renderà i vecchi stili della produzione di massa sostanzialmente obsoleti.

1.2.1 Le nuove linee di produzione

Le nuove tecnologie saranno introdotte e riguarderanno tutti i passaggi della produzione da quelli della lavorazione delle materie prime alla consegna del prodotto finito. La robotica assumerà quindi una presenza sempre più capillare con il crescere delle tecnologie in grado di automatizzare i comportamenti delle macchine fino a renderle quasi autonome nelle scelte produttive. Il telelavoro, il controllo in remoto del lavoro svolto dai singoli operatori, potrà essere monitorato seguendo passo a passo le fasi di lavorazione e renderà più semplici e sicure le fasi di montaggio, di manutenzione o di test (Figura 3).



Figura 3 Future Coop set in Expo 2015 in Milan, Italy, Di Matteo, 2015

1.2.2 Il data Mining come nuova frontiera delle decisioni aziendali

Con lo sviluppo delle nuove tecnologie le organizzazioni raccolgono volumi sempre crescenti di informazioni da tutti i tipi di fonti, inclusi siti Web, applicazioni aziendali, social media e dispositivi mobili. Il data mining è il processo automatizzato di smistamento attraverso enormi set di dati per identificare tendenze e modelli e stabilire relazioni, risolvere problemi di business o generare nuove opportunità attraverso l'analisi dei dati. Con il data mining non è solo possibile guardare i dati per vedere cosa è successo in passato ma è possibile anche agire in modo intelligente nel presente. Gli strumenti e le tecniche di data mining consentono alle aziende, e non solo, di prevedere cosa succederà in futuro e agire di conseguenza per trarre vantaggio dalle tendenze in arrivo. Il termine "data mining" è usato in modo piuttosto ampio nel settore IT. In passato si applicava spesso a una varietà di attività di elaborazione dei dati su larga scala, come la raccolta, l'estrazione, il magazzinaggio e l'analisi dei dati. Oggi esso può anche includere applicazioni e tecnologie di supporto alle decisioni come l'intelligenza artificiale, l'apprendimento automatico e la *business intelligence*. Il data mining viene utilizzato in molte aree di business e di ricerca, tra cui lo sviluppo di prodotti, vendite e marketing, la genetica e la cibernetica. Il vero valore del data mining deriva dall'essere in grado di portare alla luce gemme nascoste sotto forma di schemi e relazioni nei dati, che possono essere utilizzate per fare previsioni con un impatto significativo sulle imprese. Indipendentemente dal settore, il data mining applicato ai modelli di vendita e al comportamento dei clienti è in grado di creare modelli che prevedano vendite e comportamenti futuri.

1.3 Risvolti occupazionali

Così come le rivoluzioni industriali precedenti, la Quarta rivoluzione industriale ha il potenziale di aumentare i livelli di reddito e di qualità della vita a livello globale, ad oggi proprio i consumatori sono i soggetti che hanno beneficiato maggiormente dell'evoluzione tecnologica e digitale. Sono enormi i vantaggi prospettati dagli economisti nel prossimo futuro, la riduzione generale dei costi di trasporto, logistica e approvvigionamento determineranno una riduzione generale del prezzo dei beni ed aprendo nuovi mercati stimolerà la crescita economica. Nonostante queste rosee aspettative sono ancora numerose le incertezze, molti ritengono che questa nuova rivoluzione possa accrescere le disuguaglianze soprattutto per la capacità di turbare il mercato del lavoro a causa della sostituzione dei lavoratori poco qualificati con i robot. L'aumento della domanda di lavoratori altamente qualificati accoppiata ad una riduzione di domanda di lavoratori poco qualificati ha determinato una stagnazione, se non addirittura una riduzione dei redditi della classe media nei paesi maggiormente industrializzati. Numerosi studiosi sostengono che questa flessione del mercato del lavoro è una condizione normale e necessaria, si è presentata ad ogni rivoluzione industriale dove il mutamento delle tecnologie ha comportato la necessità di nuove e diverse conoscenze e competenze, quindi si ritiene che a lungo termine i vantaggi saranno notevoli e globalizzati, l'occupazione si stabilizzerà soprattutto nei paesi che investono fortemente nell'istruzione e nella ricerca.

1.3.1 Efficientamento energetico

L'energia rinnovabile e l'efficienza energetica sono le due componenti centrali dei sistemi energetici sostenibili (Lemaire 2004, rivista nel 2010) e svolgono un ruolo chiave nel raggiungimento degli obiettivi internazionali di mitigazione del clima e di sviluppo sostenibile. Mentre la digitalizzazione nei paesi industrializzati ha acquisito un ampio slancio, attualmente è guidata principalmente dalla volontà di migliorare la competitività ottimizzando e automatizzando ulteriormente i processi di produzione. I guadagni in termini di efficienza energetica e delle risorse sono un effetto collaterale positivo, ma raramente un obiettivo chiave per l'implementazione delle tecnologie *Industry 4.0*. Eppure, alcune aziende già sfruttano le tecnologie digitali per migliorare la propria efficienza energetica. Ad esempio, un produttore di automobili tedesco ha ottenuto un guadagno di efficienza energetica del 30% per un sistema robot (tra le altre ottimizzazioni) utilizzando tecnologie *Industry 4.0* (Daimler

2017), mentre una società canadese riferisce di aver risparmiato fino al 15% di energia implementando processi di Industry 4.0 nei loro processi di produzione (Thilmany 2017).

1.3.2 Privacy

L'enorme quantità di dati generata dai dispositivi IoT/IoE sono fondamentali per le aziende, influenzandone importanti scelte aziendali. Grazie a tali tecnologie, è possibile migliorare la qualità della vita, avere esperienze più ricche, nuove competenze e aumentare il valore economico. Oltre a queste grandi opportunità e aspettative, l'emergere dell'Industria 4.0 presenta cambiamenti e sfide tecnologiche, organizzative, procedurali, normative, culturali. È importante risolverli collettivamente perché i vantaggi di una maggiore connettività, dalle imprese alla società, superano di gran lunga queste sfide. È dunque importante lavorare per proteggere la privacy e la sicurezza di individui e organizzazioni di tutti i tipi, dando loro il potere di scegliere e controllare come vengono condivise le loro informazioni. C'è la necessità di ridefinire l'istruzione e la formazione per affrontare le mutevoli esigenze del mondo. Il cambiamento è inevitabile e incerto e richiede innovazione e coraggio. La presenza di sensori infatti genera enormi quantità di dati mai generati prima d'ora. È però importante sottolineare che questi dati sensibili non comprendono solo quelli rilevati dai sensori e poi elaborati ma anche proprietà intellettuale e dati che ricadono nella fattispecie prevista dalla normativa sulla privacy. A fronte di questo scenario secondo un sondaggio di Deloitte, circa il 70% dei produttori intervistati scambiano dati personali da e verso i prodotti realizzati e solo il 55% si preoccupa di crittografare le informazioni trasmesse. Il collegamento alla rete dei dispositivi li rende potenzialmente attaccabili, in particolare valutando l'ampiezza della superficie attaccabile, potrebbero quindi essere vulnerabili sia oggi che in un prossimo futuro. L'attenta applicazione di funzionalità aggiuntive di sicurezza che prevedono duri test di vulnerabilità sono ad oggi un efficace deterrente per la maggior parte degli attacchi, dobbiamo però precisare che nonostante le organizzazioni abbiano il potere ed il dovere di ridurre il rischio di subire un attacco cibernetico, nessuna può ritenersi totalmente immune.

Capitolo 2

Le Tecnologie Abilitanti

2 L'industria 4.0

L'Industria 4.0 definisce il nuovo quadro dello sviluppo del management e dell'organizzazione della catena del valore nell'industria non soltanto manifatturiera ma in tutti i settori industriali; lo “*Smart Manufacturing*” è quindi il nodo centrale dello sviluppo industriale contemporaneo, permette di sfruttare in maniera intelligente e connessa le risorse permettendo di conseguire velocità e flessibilità, ovvero elementi di cui le imprese manifatturiere necessitano fortemente per recuperare competitività in un mondo globalizzato come quello odierno, quindi i paesi manifatturieri cercano di sviluppare l'industria del futuro impiegando strumenti di innovazione digitale, pianificando e definendo le necessarie strategie. Alla base dell'Industria 4.0 c'è il concetto di “*Smart Factory*”, ovvero un tipo di industria concepita ed articolata in tre diversi rami: *Smart production*, *Smart services* e *Smart energy*. Le “*Smart Machines*” del comparto produttivo sono modulari e riconfigurabili, in grado di ottimizzare la capacità produttiva. Con “*Smart Services*” si intendono le strutture informatiche e tecniche dove la comunicazione e la gestione integrata ottimizzano l'intera catena del valore e del ciclo di vita del prodotto, migliorando sia l'efficienza verticale dalla progettazione al marketing e alle vendite, sia l'efficienza orizzontale nelle relazioni con gli altri attori coinvolti anche esterni all'impresa. Alla base dell'Industria 4.0 vi è l'innovazione. L'innovazione è l'applicazione della conoscenza per produrre nuove conoscenze ed è un argomento delicato per le imprese. In realtà tutte le aziende devono fare molte ricerche, analisi e valutazioni prima di migliorare un'innovazione. Il problema è che, se un'azienda vuole evolvere il proprio prodotto o processo, deve essere sicura che l'innovazione non sarà uno spreco di tempo e denaro. Non tutte le aziende decidono di applicare l'innovazione. Dipende da quali sono le loro priorità. In generale devono fare molte scelte strategiche che saranno utili per la definizione della posizione dell'azienda nel settore in cui opera e per definire quale tipo di leadership preferiscono: leadership di costo o leadership di differenziazione. Porter M.E. è il primo che ha iniziato a parlare di questo tipo di scelte. Le industrie riprogettate in ottica *Smart* consentono di innovare fortemente la produzione, i prodotti sono rilevabili e adeguati in tempo reale alle esigenze del cliente, oltre che tracciati dalla materia prima al prodotto realizzato e consegnato; questa maggiore flessibilità genera risparmi sia in termini di capitale immobilizzato che in termini di riduzione dei costi

energetici, ovvero la “*Smart energy*”, tramite lo smart control degli impianti che ne aumenta l’efficienza e le performance con un minor impatto ambientale.

Fondamentali sono le “Tecnologie abilitanti” che permettono di mettere in atto la strategia dell’Industria 4.0, esse sostanzialmente sono: E-business integration, Internet of Things, Internet of Services, Robotica, Manifattura additiva, Big data e Cloud computing.

2.1 Additive Manufacturing

La manifattura additiva consiste in una serie di tecnologie che consentono di realizzare un oggetto tridimensionale tramite la sovrapposizione di singoli sottili strati allo stato fuso o semifuso che si legano al precedente, in contrapposizione alle tradizionali tecniche di produzione sottrattive come fresatura e tornio che partono da un blocco di materiale da lavorare. Spesso confusa con la Stampa 3D e la Prototipazione Rapida, in realtà questi processi sono sottoinsiemi di un’ampia categoria di tecniche di produzione additiva. Il primo passo è la produzione di un modello digitale dell’oggetto da realizzare, comunemente progettato con programmi CAD (*computer-aided-design*) ovvero la progettazione assistita da computer o lo scanner di oggetti 3d. Successivamente è necessario convertire il modello CAD in un file STL (Stereolitografia) che utilizza poligoni per descrivere la superficie di un oggetto e trasferirlo in un programma *Slicer* che permette al progettista di personalizzare i parametri di produzione. Impostata la macchina si passa alla produzione vera e propria che può avvenire in tempi più o meno rapidi a seconda delle dimensioni e della complessità del prodotto finale, a termine del quale si procede alla delicata fase di rimozione della stampa. In base alla tecnologia utilizzata potrebbe essere necessario svolgere delle procedure di post-lavorazione prima dell’utilizzo finale, ad esempio la SLA richiede un’esposizione a raggi UV, le parti metalliche devono essere poste a riposare in un forno, mentre la tecnologia FDM permette di maneggiarle subito, in genere gli oggetti prodotti vengono levigati o sottoposti a pulitura con getti d’aria ad alta pressione. A tal proposito un ruolo fondamentale viene rivestito, dal *controller* che “ha la responsabilità di costruire tutte le condizioni di eseguibilità delle macchine in base all’infinita variazione dei prodotti realizzabili e la complessità finisce col coincidere con l’intelligenza nel lavoro. Svolge un lavoro creativo perché la tecnologia

additive consente di ripensare da capo il design dei prodotti, dunque i progettisti devono imparare a pensare in modo additivo e non solo a realizzare con le tecnologie additive"¹.

2.2 Cyber Physical System

Uno dei progressi più significativi nello sviluppo dell'informatica, delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione è rappresentato dai sistemi cyber-fisici (CPS). Quest'ultimi sono sistemi di entità computazionali collaboranti con un'intensiva connessione con il mondo fisico circostante e i suoi processi in corso, fornendo e utilizzando, allo stesso tempo, i servizi di accesso ai dati e di elaborazione dati disponibili su Internet. I sistemi di produzione cyber-fisica (CPPS), basandosi sugli ultimi sviluppi prevedibili dell'informatica, delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione da una parte e della scienza e della tecnologia manifatturiera, dall'altra, hanno caratterizzato l'Industria 4.0. Il CPS è applicato ad ogni articolazione del sistema produttivo, con la capacità di assumere decisioni centralizzate, scambiare informazioni tra macchine e con gli esseri umani ed effettuare un controllo reciproco tra sistemi.

2.2.1. Interconnessione, comunicazione e replica digitale

"Un Cyber Physical System" (sistema cyber-fisico) in cui il sistema informatico interagisce in modo continuo con il sistema fisico in cui opera. Attraverso l'IoT i dispositivi possono svolgere azioni finora eseguite esclusivamente dall'uomo"². Come definito nel paragrafo precedente, i sistemi cyber-fisici sono "integrazioni computazione, networking e processi fisici; monitor integrati di computer e reti in grado di controllare i processi fisici, con cicli di feedback in cui i processi fisici influenzano i calcoli e viceversa "(Gilchrist, 2016, p.36). Quindi, ciò che distingue un sistema cyber-fisico è l'integrazione delle capacità e delle tecnologie ICT, i processi fisici e la creazione di una rete (interconnessione). Per Magone e Mazali (2016), Industria 4.0 punta a sfruttare il concetto di sistema cyber-fisico per migliorare le operazioni (sia produttive che logistiche). I principali vantaggi sono due: in primo luogo,

¹ Annalisa Mangone e Tatiana Mazali (2016), Industria 4.0, uomini e macchine nella fabbrica digitale", Guerini e Associati

² Marco Zaganella (2017), "Le Trasformazioni del lavoro e della formazione continua", Franco Angeli Editore.

consentirebbe di migliorare l'efficienza in quanto i costi sarebbero ridotti; pertanto, le aziende potrebbero offrire prodotti a prezzi più competitivi aumentando così la domanda dei clienti. D'altra parte, i CPS consentono di ampliare la gamma di prodotti e servizi, aumentando così la flessibilità del prodotto. Il fenomeno è ancora agli inizi ed è impossibile identificare già tutte le opportunità che questi sistemi offrono (Magone e Mazali, 2016).

Ad esempio, nell'area di manutenzione preventiva: stress, tempo produttivo e altri parametri di processo di una macchina che esegue un processo fisico possono essere registrati digitalmente in modo che le effettive condizioni dell'apparecchiatura derivino dall'oggetto stesso e dai suoi parametri digitali (Lasi et al., 2014).

2.2.2 La smart-factory

Industrie 4.0 e CPS sono finalizzati alla proliferazione di fabbriche intelligenti (Jazdi, 2014), fabbriche caratterizzate da: 1. *Smart Networking*. Le fabbriche intelligenti sfruttano i sistemi cyber-fisici che consentono a sistemi automatizzati e attrezzature, software e forniture di essere continuamente interconnessi. 2. *Mobilità*. Grazie all'ubiquità digitale, al cloud computing e alle informazioni sui dispositivi intelligenti è sempre disponibile per i lavoratori. I sensori monitorano costantemente le macchine ed è possibile eseguire la manutenzione preventiva, aumentando così l'efficienza dell'apparecchiatura. 3. *Flessibilità*. Le fabbriche intelligenti sono flessibili in tutte le loro parti e funzioni. 4. *Integrazione dei clienti*. I clienti sono integrati per aumentare il valore e quindi il loro soddisfazione. 5. *Nuovi modelli di business innovativi*. Grazie alle tecnologie Industry 4.0, è possibile progettare modelli di business non convenzionali. Questo fenomeno non riguarda solo l'industria su larga scala. Ad esempio, il movimento "*makers*" comprende piccole e medie imprese che, grazie a tecnologie di produzione digitale (come stampanti 3D, scanner 3D e laser cutter) e alle possibilità offerte da Internet, hanno progettato modelli di business che hanno avuto successo (Anderson, 2012).

2.2.3 I benefici specifici dei CPS

Industria 4.0 è conforme all'obiettivo tradizionale dei processi di produzione industriale: consegnare il valore più alto utilizzando la più bassa quantità di risorse. Ad esempio, la produzione additiva non produce rifiuti (Huang et al., 2013); attraverso i CPS il fabbisogno di

energia in tutta l'azienda può essere continuamente monitorato e controllato (Bloem et al., 2014). Inoltre, i veicoli a guida automatica consentono ai lavoratori di concentrarsi su attività a valore aggiunto, ecc. (Hermann et al., 2016). Questi sono solo esempi di come le aziende possono gestire il proprio consumo di risorse in modi più intelligenti.

I sistemi cyber-fisici sfruttano i sensori per raccogliere informazioni da oggetti fisici e sugli attuatori per influenzare i processi reali. I dati vengono analizzati e utilizzati per influenzare sia i processi digitali che fisici; le informazioni sono accessibili indipendentemente dalla posizione degli utenti. Collegati i dispositivi formano una rete; la connessione può essere cablata o wireless. Inoltre, questi sistemi possono anche sfruttare le informazioni provenienti dall'ambiente esterno e sono globalmente disponibili. Infine, questi sistemi sono dotati di una vasta gamma di interfacce uomo-macchina multimodali e consentono agli utenti di scegliere tra una vasta gamma di opzioni per controllare e comunicare con i nodi della rete, come voce e gesti (Geisberger e Broy, 2015). È chiaro che i sistemi Cyber-Physical esistono principalmente grazie all'Industrial of Things industriale e come il concetto di IoT è collegato ad Industry 4.0 che, a sua volta, promuove la trasformazione dei sistemi attuali in quelli cyber-fisici. Attraverso questo processo, i sistemi fisici diventano essi stessi "Internet delle cose", continuamente connessi tra loro e con operatori umani (Marr, 2016a).

2.3 Internet of Things

La multinazionale Cisco³, specializzata nella fornitura di apparecchiature di rete (LAN, MAN, WAN, VLAN) e ideatore del sistema operativo IOS, definisce l'Internet of Things (IoT) in questo modo: *"L'IoT collega oggetti a Internet, consentendo l'analisi di dati e lo sviluppo di approfondimenti mai stati disponibili prima. Internet of Things (IoT) consiste nel connettere tutti i computer, i dispositivi, i sensori, le automobili, le telecamere e altri "oggetti" per aiutare i clienti a migliorare le operazioni e risparmiare tempo e denaro e persino salvare vite umane. Internet of Things collegherà nuove sedi come reparti di produzione, reti energetiche, ospedali e sistemi di trasporto (Figura 4)".*

³ Evans, D. (2011). The internet of things: How the next evolution of the internet is changing everything. CISCO white paper, 1(2011), 1-11.



Figura 4 Caratteristiche dell' IoT

L'Internet of Things è il primo passo verso un incredibile cambiamento del mondo. L'espressione Internet delle cose o degli oggetti è un neologismo utilizzato per la prima volta nel 1999 dal direttore esecutivo di un centro di ricerca del Mit, Kevin Ashton, in occasione di una presentazione presso Procter & Gamble. L'IoT è una rete di oggetti fisici in grado di comunicare tra loro, integrati con l'elettronica, sensori e attuatori, questi creano una rete multistrato di oggetti definiti intelligenti ed interconnessi che possono "aumentare" la loro intelligenza individuale grazie alla condivisione e la rapida elaborazione di informazioni. Nell'uso comune il termine viene utilizzato per indicare ogni oggetto che può essere collegato ad internet, questo costituisce un elemento fondamentale perché apre infinite opportunità per la definizione di nuovi servizi ed ulteriori innovazioni dove gli oggetti permetteranno l'esecuzione di attività umane in *background*, quindi senza che sia necessaria alcuna attenzione, questi però opereranno in un ambiente non protetto, si aprono quindi nuove e difficili sfide legate al tema della sicurezza, in particolare riguardo all'acquisizione e

manipolazione di informazioni, oltre che per garantire autenticazione e comunicazioni sicure. Le previsioni parlano di un aumento esponenziale del numero di oggetti connessi dagli 8,4 miliardi del 2017 ai 29 miliardi stimati nel 2022, questo ne fa un mercato molto appetibile in fortissimo aumento ad un tasso annuale di crescita composto (CARG) di oltre il 20% annuo, valutato secondo IDC (*International Data Corporation*) in un valore totale globale di oltre 1,2 trilioni di dollari nei prossimi cinque anni, in particolare per i settori manifatturiero e dei trasporti dove si stima una spesa totale di 150 miliardi di dollari ciascuno entro il 2022. La trasmissione dei dati avviene utilizzando la rete che li invia a server remoti o ad altri oggetti collegati e dotati di un univoco indirizzo IP (*internet protocol*) dove al precedente protocollo IPv4 a 32 bit che permetteva di attribuire 4,3 miliardi di indirizzi già da tempo superati, si è passato all' IPv6 a 128 bit che Risolve il problema di insufficienza di spazio per l'indirizzamento dei dispositivi permettendo la connessione, praticamente infinita, di 655 triliardi di dispositivi, oppure tramite l'uso di particolari tipologie di etichette:

- **QRcode:** è un codice a barre, quadrato e bidimensionale che può memorizzare dati codificati che spesso costituiscono in un link che porta ad un sito web (URL). Inventati nel 1994 da una filiale del gruppo Toyota, ha avuto successo in Giappone già dal 2000, la diffusione nel decennio successivo ha raggiunto in particolare Stati Uniti ed Europa. Attualmente ne esistono diverse tipologie come codice Azteco, microQR code, datamatrix e Tag Microsoft.
- **Rfid (*radio-frequency identification*):** è una tecnologia per l'identificazione e memorizzazione automatica di informazioni basata sulla capacità di particolari etichette elettroniche di memorizzazione, definite *Tag*, di rispondere all'interrogazione a distanza da parte di appositi apparati fissi o portatili abilitati.
- **NFC (*near field communication*):** sostanzialmente è l'evoluzione della tecnologia Rfid, la comunicazione con un altro dispositivo è di tipo bidirezionale (*peer to peer*). Molto utilizzata per pagare con carte di credito o di debito *contactless*, senza la necessità di inserirle nel pos.

Questo nuovo sviluppo viene spesso definito "Internet of Things", ma potrebbe essere più appropriato parlare di "*Internet of People and Things*" o ancora meglio di "*Internet of Everything*" (Figura 5). Le persone possono essere continuamente online e accedere a grandi quantità di informazioni. Possono comunicare con chiunque nel mondo, tramite voce, videoconferenza, e-mail, eccetera. Non solo con i loro parenti, amici e colleghi, ma con

chiunque. Tramite *web log*, *chat room*, *wiki* e *webcast* è possibile raggiungere tutti e condividere informazioni. La connessione di miliardi di menti umane deve condurre a una sorta di coscienza condivisa e comune. D'altra parte, il numero di macchine con qualche tipo di intelligenza connessa ad Internet sta crescendo ad una velocità sorprendente. Cosa potrebbe accadere allora? Ci sarà qualche tipo di coscienza artificiale? In ogni caso, il mondo sarà circondato da una noosfera di intelligenza, sia umana che artificiale. Cosa potrebbe accadere con lo sviluppo di *Internet of Things* e la transizione a *Internet of Everything* (IoE)? Le persone impareranno a convivere con miliardi di sensori, a guardare un film mentre l'auto si guida da sola. Sarà facile provare a controllare la salute con *smartwatch* legato ai polsi e ricordare quando è importante guidare verso una stazione di servizio che applica quel giorno i prezzi più bassi. Seduti in stadi disseminati di sensori in disparte, le persone saranno tutti potenziali allenatori che potranno suggerire alla loro squadra preferita di giocare a schemi e azioni in tempo reale e li pubblicheranno tra i nostri commenti sui social media, mentre le azioni continuano a essere trasportate su prato. Inoltre, con un'applicazione, si può ordinare un drink o un gelato seduti in un posto in tribuna. I consumatori diventano più consapevoli, perché nell' "ascoltare" i prodotti del supermercato che raccontano la loro origine, il loro modo, l'impronta generata per l'impatto ambientale, l'eventuale presenza di allergeni. È successo al futuro di Coop in Expo 2015: avvicinandosi a uno scaffale dedicato al pesce, la tecnologia Kinect ha proiettato un insieme luminoso di mappe informative. E dalle nostre case collegate, in una remota parte dell'Australia, i vigili del fuoco della *Victoria's County Fire Authority*, prima di affrontare le fiamme, possono già ingoiare una pillola in grado di inviare i dati operativi centrali sulla temperatura corporea, il battito cardiaco, il livello di respiro, allontanandoli dalle fiamme prima che abbiano una malattia o un bruciore

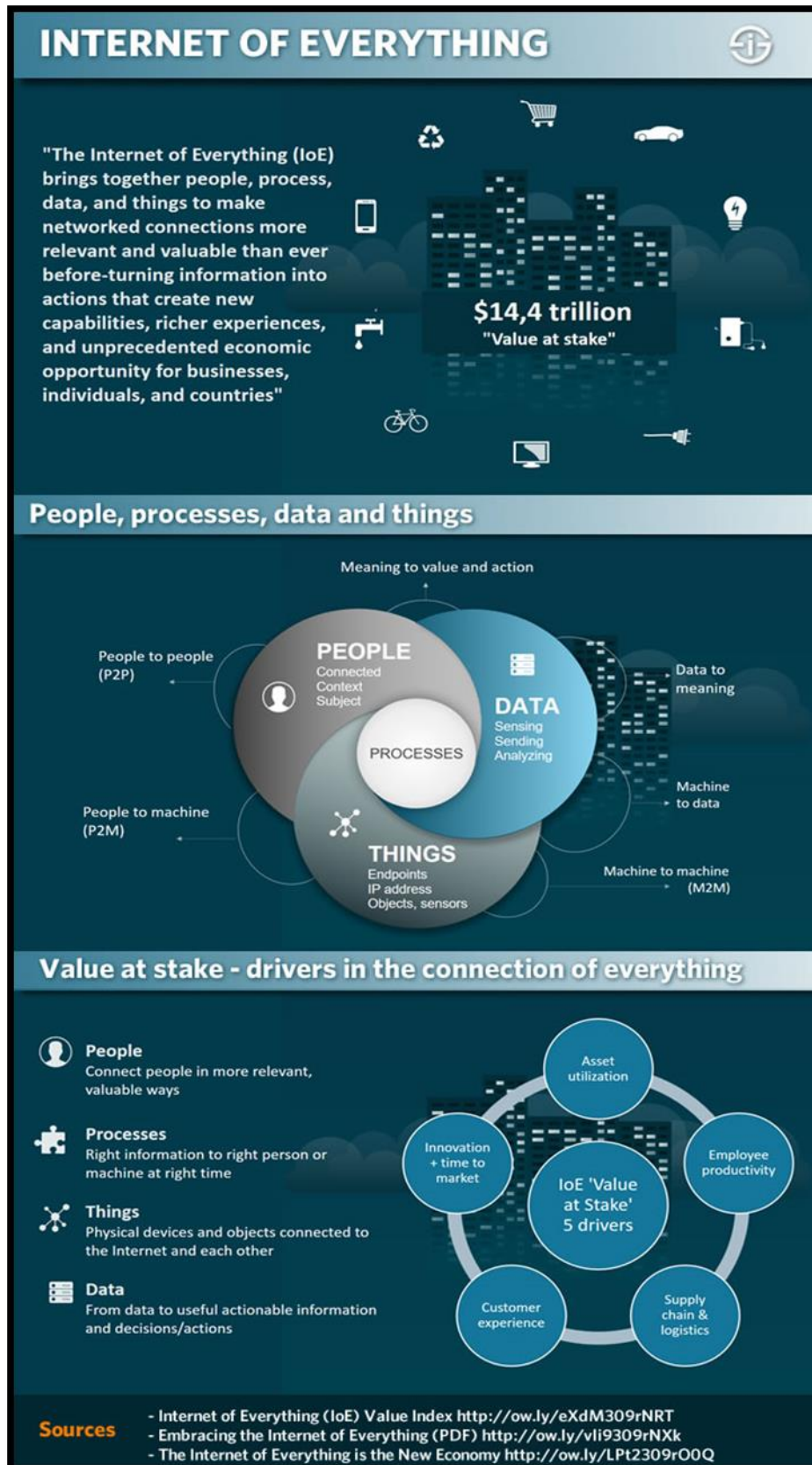


Figura 5 Internet of Everything

2.4 Cloud Computing

Con il termine Cloud Computing (letteralmente nuvola informatica) si fa riferimento ad un sistema di erogazione di risorse informatiche ovvero archiviazione, elaborazione e trasmissione di dati preesistenti e configurabili, disponibili on-line e on-demand attraverso internet, anziché sul proprio computer fisico, server locale o altro dispositivo. Le risorse dei *data center* sono quindi virtualizzate, gestite in maniera centralizzata ed assegnate secondo una procedura automatizzata per fornire servizi predefiniti al cliente in maniera economica e rapida attingendo ad un *pool* di informazioni che vengono spostate all'esterno del *firewall* di un'organizzazione senza che il cliente debba investire in nuovi sistemi *hardware* o *software*. I consumatori collegati ad un "*Cloud provider*" possono quindi godere di diverse funzioni utilizzando *software* non propriamente installati sul proprio dispositivo, per poi salvare i dati richiesti su memorie di massa on-line preventivamente predisposte ed eventualmente, in caso di dispositivi collegati in rete geografica (WAN) o rete locale (LAN), condividere le varie funzionalità con altri dispositivi connessi alla medesima rete. I *Cloud Consumer* ovvero gli utilizzatori finali, stipulano un contratto con il *Provider* che acquista e gestisce le infrastrutture ed ha sia la responsabilità di fornire, garantire e gestire il servizio, ma anche importanti doveri in tema di privacy e sicurezza, indipendentemente dal fatto che sia un "*Intermediary*" *cloud provider*, quindi utilizza servizi forniti da altri provider o sia un "*Primary*" *cloud provider* con infrastruttura proprietaria. Il *cloud computing* è definito dal *National Institute of Standards and Technology* (Mell and Grance, 2011) come "un modello per consentire alle reti onnipresenti, convenienti e on-demand di accedere a un pool condiviso di risorse di computer configurabili (come reti, server, storage, applicazioni e servizi) che possono essere rapidamente forniti e rilasciati con il minimo sforzo di gestione o interazione con i server ". Il *cloud computing* è venuto alla ribalta negli anni 2000, quando Amazon ha lanciato Amazon Web Services: Amazon ha costruito enormi *data center* per soddisfare i suoi requisiti di scala web e ha deciso di noleggiare la sua capacità inutilizzata sotto forma di "*leasing computing*" e le sue risorse di *storage* su una "base utilizzata". Oggigiorno, i fornitori di servizi *cloud* utilizzano ancora la formula "*pay-as-you-use*" come Amazon: questa caratteristica rende le soluzioni di cloud computing attraenti anche per le PMI (Gilchrist, 2016). Mell e Grance (2011) identificano cinque caratteristiche principali che compongono un modello *cloud*:

- Self-service su richiesta. I consumatori possono facilmente chiedere e accedere alle risorse informatiche, senza interazione umana con ciascun fornitore di servizi.
- Ampio accesso alla rete. Le capacità di calcolo sono disponibili sulla rete.
- Pool di risorse. Il fornitore di servizi raggruppa le sue risorse per servire una miriade di consumatori. Alcune di queste risorse sono: archiviazione, elaborazione, memoria e larghezza di banda della rete.
- Elasticità rapida. Le funzionalità fornite sono flessibili e scalabili in base alla conformità con la domanda. I consumatori non percepiscono alcun limite delle capacità offerte.
- Servizio misurato. I *provider* ottimizzano automaticamente le loro risorse.

Le soluzioni *cloud* offrono molti vantaggi per aziende e privati. La politica del *pay-per-use* e il fatto che non sia richiesto alcun impegno è attraente per coloro che non hanno molte risorse economiche.

2.5 Big Data

Con la digitalizzazione della tecnologia, del *Cloud Computing*, la diffusione di dispositivi intelligenti e dell'*Internet of Things* in ogni istante vengono generati un'enorme mole di dati in quantità esponenzialmente crescenti, in formati e fonti diverse tale da rendere fondamentale la gestione dell'elaborazione, analisi ed integrazione nelle decisioni di business delle aziende. La definizione non è ancora stata assunta in modo univoco ma secondo il *McKinsey Global Institute*: "Un sistema di Big Data si riferisce a *dataset* (insiemi di dati) la cui taglia/volume è talmente grande che eccede la capacità dei sistemi di *database* tradizionali di catturare, immagazzinare, gestire ed analizzare". I Big Data sono dunque dati che "superano la capacità di elaborazione dei sistemi di database convenzionali". In altre parole, i "Big" Data sono troppo grandi e / o cambiano troppo velocemente e / o non rispettano le regole dei tradizionali sistemi di gestione dei *database*. A causa di questi fattori, le aziende hanno bisogno ulteriore esperienza nella gestione dei dati, aumento della capacità di memorizzazione e risorse aggiuntive della CPU (Gupta et al., 2002, pag 43). I Big Data non sono un fenomeno nuovo. Le organizzazioni hanno raccolto e analizzato grandi quantità di dati per anni, ma grazie alla proliferazione di Internet, sia la raccolta che l'analisi sono state drasticamente migliorate. La

diffusione di Internet e dei social media è certamente un importante *driver* di Big Data (Mourtzis e Vlachou, 2016). Inoltre, la proliferazione di sensori e dispositivi di *Internet of Things* ha ulteriormente migliorato queste attività (Klous e Wielaard, 2016). La digitalizzazione di quasi tutto (documenti, immagini, video, musica, mappe e segnali dei sensori) è un altro importante contributo alla creazione di Big Data (Brynjolfsson e McAfee, 2014). Per quanto riguarda le imprese, la raccolta di informazioni durante il processo di produzione non è un'innovazione che è diventata famosa solo con il germogliamento dell'industria 4.0 e IoT. Installare sensori in strumenti di produzione per ricevere *feedback* durante la produzione non è una novità. L'evoluzione di entrambi i sensori e la tecnologia radio ha guidato la diffusione di queste tecnologie. Infatti, attualmente, i sensori possono essere installati ovunque grazie a miglioramenti della miniaturizzazione. Questa proliferazione di applicazioni di sensori ha incrementato i flussi di dati aumentando la necessità di disporre di strumenti adeguati per gestire questi enormi set di dati (Gilchrist, 2016). Klous e Wielaard (2016) considerano il miglioramento della capacità di memorizzazione e delle prestazioni computazionali come fattori chiave della "rivoluzione dei Big Data", ma affermano che la crescente capacità delle reti è la principale forza trainante.

I Big data possono fornire notevoli vantaggi alle aziende ma anche ad individui ed istituzioni (Figura 6), infatti anche al di fuori delle occasioni di business stanno contribuendo a cambiare il mondo in cui viviamo tramite l'applicazione ai settori più disparati come:

- Previsione e risposta a disastri naturali ed eventi causati dall'uomo, l'utilizzo di sensori possono aiutare a prevedere dove si verificheranno terremoti ed inondazioni ma anche salvaguardare e monitorare il flusso di rifugiati economici e di guerra.
- Prevenzione del crimine: numerosi dipartimenti di polizia stanno implementando soluzioni basate sui Big Data che permettono di adottare strategie più efficaci ed efficienti nella lotta al crimine.
- Assistenza sanitaria: le decisioni mediche basate sui dati prevedono l'analisi di immagini e cartelle cliniche per realizzare modelli che possono dare un contributo significativo sullo sviluppo di farmaci e la diagnosi precoce delle malattie.



Figura 6 Vantaggi dei Big Data

Nonostante gli indubbi vantaggi in numerosissimi settori, sollevano altrettanti dubbi in particolare su privacy, sicurezza dei dati e discriminazioni. Ciò che realmente dà valore ai dati è l'analisi su questi, che altrimenti avrebbero un uso fortemente limitato, le aziende quindi possono beneficiare di aumento delle vendite, miglioramento dei servizi ai clienti, maggiore efficienza tramite la riduzione dei costi ed un aumento generale di competitività. L'analisi può precedere applicazioni di *business intelligence* basilari o avanzate come analisi predittive e data mining, comprendere l'analisi di dati esplorativi e dati di conferma, oltre che distinguere tra analisi quantitativa di dati numerici confrontabili statisticamente e analisi qualitativa di dati non numerici come foto o video.

2.6 Machine Learning

Apprendimento automatico o *Machine Learning* è un ambito di fondamentale importanza che considera la possibilità per un sistema intelligente di migliorare le proprie capacità attraverso l'esperienza, senza che questo debba essere specificamente programmato. L'apprendimento automatico è legato allo "studio, progettazione e sviluppo di algoritmi che forniscono ai

computer la capacità di apprendere senza essere programmati esplicitamente" (Silva e Zhao, 2016, p.71). Oggigiorno, l'apprendimento automatico sta vedendo un crescente interesse da parte delle aziende. Ad esempio, un computer può imparare come dovrebbe funzionare uno strumento, anche i "modelli comportamentali che costituiscono degrado e fallimento ", senza la necessità per gli esseri umani di programmarlo specificamente per farlo. Dai dati del sensore, un computer può prevedere quando potrebbe verificarsi un guasto, permettendo ai manager di pianificare attività di manutenzione preventiva (Brooks, 2016). Louis Columbus (2016) elenca i principali vantaggi dell'adozione dell'apprendimento automatico. Ad esempio, l'apprendimento automatico consente un uso più efficiente di materiali e attrezzature e di identificare quali sono i fattori che incidono maggiormente sulla qualità, ecc. L'intelligenza di apprendimento automatico può persino essere installata a livello di sensore / macchina per prevedere i guasti della macchina (Wessels, 2017). L'apprendimento automatico sta diventando particolarmente importante a causa dell'enorme quantità di dati raccolti dalle aziende. Le tecniche di machine learning sono approcci basati sui dati che consentono di trovare "pattern altamente complessi e non lineari" in set di dati (di tipi e origini diversi) e sono in grado di trasformare i dati grezzi in un modello che può essere applicato per la previsione, il rilevamento, classificazione, regressione e previsione. Man mano che la potenza di calcolo e la disponibilità dei dati miglioreranno, l'apprendimento automatico sarà sempre più utilizzato dalle aziende. Anche se grandi *dataset* possono distrarre le aziende, è certamente necessario un supporto per gestire enormi quantità di dati (Wuest et al., 2016). L'apprendimento automatico soddisfa diversi requisiti di produzione. Le tecniche caratterizzanti il *machine learning* possono gestire problemi e insiemi di dati ad alta risoluzione, possono trovare informazioni nascoste all'interno dei set di dati e sono in grado di tradurre i risultati in termini utili per i responsabili delle decisioni.

2.7 Wearable Devices

I dispositivi indossabili sono un nuovo tipo di computazione che contiene tre funzioni: 1. miniaturizzazione del calcolo, 2. mobilità del cliente e 3. personalizzazione. Alcuni decenni fa, i personal computer non erano più grandi di un'intera stanza da adattare su un tavolo. Oggi, per soddisfare le esigenze di un'elevata mobilità dei clienti, sono stati sviluppati dispositivi indossabili per consentire alle persone di accedere ai vantaggi del calcolo durante lo spostamento. Rispetto ai PC e ai laptop, i dispositivi indossabili possono aiutare gli utenti in un modo più sostenuto e intelligente. Esistono molti tipi di dispositivi indossabili che possono

essere indossati su diverse parti del corpo umano. In una varietà di dispositivi antiusura, questo documento affronta il tipo di sistema di monitoraggio che dovrebbe essere utilizzato come dispositivo auricolare tipo occhiali, come nel Google Glass di Google. Google Glass, come mostrato nella Figura 7, è un sistema non single-mode con diverse piccole unità uniformemente distribuite che comprende diversi componenti con funzioni diverse, tra cui: schede madri, batterie, pannelli tattili ed elementi di visualizzazione.

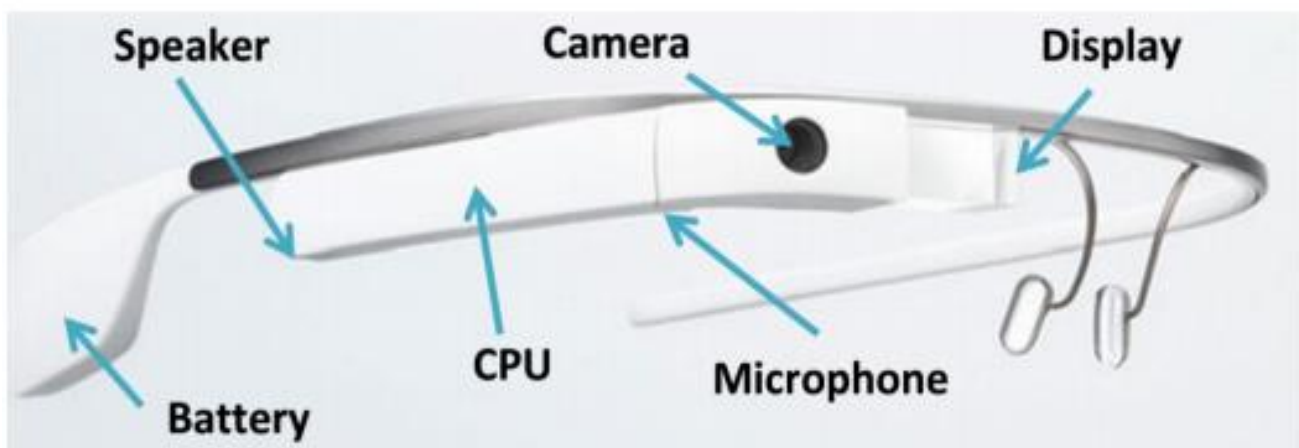


Figura 7 Google Glass (Altw, 2013)

2.8 Robotica

La Federazione Internazionale di Robotica propone un riepilogo dettagliato della storia della robotica sottolineando le principali fasi miliari che hanno generato il suo sviluppo. Nel 1959, George Devol e Joseph Engelberger svilupparono il primo robot industriale: sfruttarono attuatori idraulici che sono stati programmati con coordinate congiunte. Dopo soli due anni, General Motors ha installato il primo robot industriale nelle sue linee di produzione; esso è stato utilizzato per produrre maniglie per porte e finestre, pomelli del cambio, corpi illuminanti e parti per interni di veicoli. Dal 1966 al 1972, SRI International ha sviluppato "Shakey", il primo robot mobile con la capacità di "percepire e ragionare su ciò che lo circonda". In Europa, i robot furono usati per la prima volta solo nel 1967, sei anni dopo l'adozione della General Motors. Nel 1972 FIAT (in Europa) e Nissan (in Giappone) installarono linee di saldatura robotizzate. Poi, sono seguite diverse innovazioni: ad esempio, nel 1973 fu sviluppato il primo robot ad avere sei assi elettromeccanici, nel 1974 fu introdotto sul mercato il primo robot industriale controllato tramite mini-computer, nel 1978 Hiroshi Makino sviluppò il robot SCARA, etc. Negli ultimi anni, le innovazioni hanno mirato a

ridurre le dimensioni dei robot industriali. Nel 2006, KUKA ha presentato il primo robot leggero che, grazie ai suoi sensori, può eseguire compiti con alta precisione. Nel 2009, ABB (una società svizzera) ha lanciato il più piccolo robot multiuso che pesa solo venticinque chili e può gestire un carico di tre chili. Robot relativamente piccoli, come Baxter, Sawyer e ABB, il più piccolo robot multiuso hanno un ruolo importante per Industry 4.0. Questi robot possono lavorare insieme ai dipendenti senza barriere e, per questo motivo, sono chiamati "robot collaborativi": interagiscono continuamente con i lavoratori e sono più "assistenti personali" che strumenti. Questa interazione è autonoma e sicura per i dipendenti. Questo nuovo modo di utilizzare i robot sta rinnovando l'organizzazione del lavoro e la logistica, come in Amazon, dove i robot eseguono tutte le attività di inventario: "*pick, pack and ship*" (Magone e Mazali, 2016). In passato, i robot necessitavano di ampi spazi per movimenti e recinti: i loro movimenti potevano facilmente ferire o uccidere altri dipendenti. Oggigiorno, principalmente grazie ai miglioramenti nella tecnologia dei sensori che consentono ai robot di percepire l'ambiente circostante e di evitare collisioni, queste "recinzioni" stanno letteralmente andando giù. Altri miglioramenti significativi riguardano attuatori, ottica e software avanzato. Questi robot sono anche chiamati "robot adattivi". Prima di queste innovazioni, i materiali dovevano essere posizionati in posizioni precise per essere gestiti dai robot: ora, con le fotocamere e gli algoritmi di riconoscimento, tale precisione non è più necessaria.

2.9 Realtà virtuale e Realtà aumentata

Il mercato oggi offre a prezzi abbordabili, strumenti che consentono all'utente di vedere oggetti virtuali mantenendo però un legame con il mondo reale. Questa operazione è svolta, anche se in modo diverso, da due tecnologie riconosciute con il nome di realtà virtuale e di realtà aumentata. Di seguito viene spiegata la differenza che c'è tra queste due espressioni consentendo, in tal modo, di riconoscere gli strumenti che utilizzano una tecnologia piuttosto che l'altra.

2.9.1 Realtà virtuale

La realtà virtuale è una simulazione o ricostruzione, generata da un computer, della vita, degli ambienti o delle situazioni reali. Essa è in grado di immergere l'utente in un mondo non reale, coinvolgendolo a pieno stimolando il senso della vista e dell'udito. In un primo momento la

realtà virtuale veniva utilizzata per simulare determinati lavori. Questo dava la possibilità, per esempio ai piloti, di addestrarsi e far pratica nelle più svariate condizioni atmosferiche e di avaria. Poi si sono diffusi strumenti indossabili come gli *Oculus Rift*. La realtà virtuale ha utilizzi che possono interessare tutti i settori. È compito dell'essere umano capire come impiegarli e sfruttarli al meglio. In Italia, ad esempio, Salvatore Giuliano, dirigente scolastico del liceo "Ettore Majorana" di Brindisi, ha portato l'istruzione ad un livello successivo introducendo, da novembre del 2015, l'utilizzo degli Oculus Rift (Petrini, T, 2017). Essi infatti permettono all'utente di sfruttare una vista a 360° con la quale può vagare nel cosmo oppure visitare un monumento. Con i fondi previsti dal PON (Programma Operativo Nazionale), la scuola è intenzionata ad ampliare la postazione per la realtà virtuale con altri sei dispositivi e inoltre acquistare i *Leap Motion controller*. Essi sono dei joystick da attaccare alle mani che consentono ad uno studente di entrare in un laboratorio di chimica o biologia ed afferrare degli oggetti (virtuali) rendendo così lo studente più propenso all'apprendimento delle materie. Come per tutte le nuove tecnologie è necessaria una parte software, quindi, per quanto riguarda l'istruzione, per rimanere in tema con il nostro esempio, dove si trovano i contenuti? Sul web esistono dei contenuti *opensource* sia gratuiti che a pagamento, ma secondo Salvatore Giuliano «C'è, infine, una terza via: quella di cominciare a produrli in autonomia». Questo permetterebbe di avere un materiale di studio personalizzato secondo la scuola e secondo le esigenze delle insegnanti, anche se questa via richiede delle conoscenze avanzate non solo nel campo della programmazione, ma anche della grafica. Oltre agli *Oculus Rift*, che occupano nel mercato una fascia di prezzo medio-alta, esistono i gear VR 11, per la fascia di prezzo bassa e medio-bassa, e gli HTC Vive per quella alta. L'HTC Vive è, forse, lo strumento più avanzato (in vendita al pubblico) per quanto riguarda la realtà virtuale poiché, mediante dei sensori ambientali al laser, consente all'utilizzatore di entrare nel mondo virtuale anche con il proprio corpo: l'utilizzatore sarà in grado di sedersi, alzarsi in piedi o correre. È dotato inoltre di telecamera e sensori di prossimità, che rilevano la presenza di ostacoli e, cosa forse meno rilevante, non isola completamente la persona dal mondo reale in quanto essa può ricevere notifiche, chiamate o messaggi. L'applicazione *Tilt Brush*, sviluppata da Google, permette di creare disegni 3D, fornendo all'utilizzatore pennelli, colori, trame e altri strumenti di disegno più professionali.

2.9.2 Realtà aumentata

Come "*Internet of Things*", "*Augmented Reality*" (AR) viene utilizzato per riferirsi a una famiglia di tecnologie piuttosto che a un singolo dispositivo (Magone e Mazali, 2016). Di solito, la Realtà Aumentata comprende tutti i dispositivi indossabili o, più in generale, tutti i dispositivi che possono migliorare le informazioni che sono disponibili all'utente in ambienti fisici (piuttosto che nei laboratori digitali, come accade per la realtà virtuale). In altre parole, AR è definito come "il processo di sovrapposizione di animazioni e grafici su scene reali in tempo reale" (Turner et al., 2016, p.887). Le applicazioni di queste tecnologie sono ancora limitate e sperimentali, come il loro uso per i consumatori al dettaglio. Tuttavia, le opportunità offerte da questi dispositivi sono potenzialmente enormi, in particolare in impostazioni come gestione dell'inventario, gestione della logistica e manutenzione (Magone e Mazali, 2016). Per realtà aumentata si intende dunque particolare tecnologia che permette di fornire all'utente un arricchimento della percezione sensoriale tramite la visualizzazione di informazioni aggiuntive visive, sonore o di altro tipo, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi. Le informazioni sono gestite e fornite in maniera elettronica tramite dispositivi mobili, pc o sensori di visione, sonori o di manipolazione, che non dovrebbero permettere la distinzione tra il mondo esistente e la realtà virtualmente aumentata ed interattiva. Spesso confusa ed utilizzata come sinonimo della AR invece la realtà virtuale (VR) crea una realtà immersiva alternativa a quella reale, dove le informazioni generalmente disposte sono così preponderanti da avvolgere l'utente isolandolo dall'ambiente esterno, addirittura con la percezione che i sensi siano sostituiti da altre sensazioni, questa è la principale differenza con la realtà aumentata che invece necessita che l'utente mantenga il contatto visivo con l'ambiente reale (Figura 8).



Figura 8 Realtà aumentata e virtuale (Wikipedia, 2018)

Questa tecnologia è anche quella maggiormente sviluppata, in particolare nel settore videoludico e della visualizzazione di immagini e video a 360° tramite numerosi dispositivi oggi disponibili a basso costo. A queste due tipologie di realtà possiamo associare la *Mixed Reality* (MR) che mescola ambiente reale e virtuale creando un ambiente ibrido e di fatto rappresentando un sovra-insieme delle stesse. Diverse sono le opinioni sulla precisa classificazione di questa tecnologia, per meglio chiarire la fattispecie possiamo citare la tecnologia “HoloLens” di Microsoft che permette di far interagire oggetti reali nella realtà virtuale toccando gli oggetti reali e letteralmente spostarli nella realtà virtuale o aumentata, e viceversa rappresentare oggetti virtuali nella realtà che ci circonda tramite la proiezione di ologrammi.

Capitolo 3

Come cambiano le organizzazioni e il lavoro nel mondo 4.0

Abbiamo precedentemente visto che l'attuale tendenza dell'automazione è stata etichettata come "Industria 4.0", una fase che molti ritengono essere una rivoluzione economica. Michael e Porter della Harvard Business Review ha dichiarato: "Ciò che è in corso è forse il cambiamento più sostanziale nell'azienda manifatturiera dalla seconda rivoluzione industriale, più di un secolo fa".

L'*Internet of Things* combina il potere delle macchine e dei computer, colmando il vuoto attraverso la connettività. Trasformare le macchine a funzionamento umano nelle industrie manifatturiera, produttiva, edile e agricola in un'entità intelligente o "intelligente". Non c'è dubbio che la robotica, i droni e i processi automatizzati cambieranno per sempre l'industria. Ma quali lavori saranno maggiormente interessati dall'applicazione di macchinari IoT? Secondo alcuni studiosi “solo se terremo fermo il primato della persona umana sulla macchina potremo vincere la sfida della digitalizzazione”.⁴ Uno dei più grandi timori è che l'IoT porterà alla disoccupazione di massa, ma molti esperti ritengono che l'effetto sia più di un cambiamento nel panorama lavorativo. I ruoli nei verticali ibridi (come IT + energia, IT + sanità o IT + agricoltura) diventeranno fondamentali per far avanzare le aziende. Ciò potrebbe significare che i lavoratori esistenti dovranno essere riqualificati nel loro lavoro, oppure potrebbe vedere la formazione di team che gestiscono un'operazione completa con i loro attributi combinati. È inevitabile che alcuni posti di lavoro vengano sostituiti da automazione e robot, e i primi lavori da svolgere saranno posizioni a bassa specializzazione. Nello stesso modo in cui l'industria della telefonia è stata colpita quando i ruoli dei centralini sono stati resi superflui con il progresso delle soluzioni tecnologiche. Un rapporto della società di consulenza Zinnov prevede addirittura 94.000 perdite di posti di lavoro entro il 2021 in India. Sebbene lo studio abbia anche rilevato che ci sarebbe stata la creazione di posti di lavoro in altri settori. Nascono nuove relazioni ed interdipendenze tra i diversi attori organizzativi. È dunque importante analizzare le interdipendenze tra i diversi attori organizzativi, ossia la natura e le caratteristiche delle relazioni tra i soggetti che intervengono all'interno dell'organizzazione, i meccanismi di coordinamento attraverso i quali vengono gestite tali

⁴ Il lavoro 4.0, la quarta rivoluzione industriale e la trasformazione delle attività lavorative
Alberto Cipriani, Alessio Gramolati, Giovanni Mari, Hoepli Editore

relazioni, in ottica del cambiamento che sta avvenendo con l'avvento delle nuove professioni di industria 4.0.

3 La rivoluzione di industria 4.0 e gli effetti sul lavoro

La questione del rapporto tra tecnologia e lavoro è tornata al centro del dibattito pubblico. Questa non è affatto una nuova discussione: la paura di posti di lavoro distrutti dall'emergenza di nuovi strumenti per la produzione di beni e servizi e i loro nuovi processi, attraversa la storia dell'economia industriale, lasciandoci ricordi di luddisti, disoccupazione tecnologica keynesiana e l'allarme "la fine del lavoro" sollevato all'inizio degli anni '90.

La nuova rivoluzione industriale sembra essere stata resa possibile da tecnologie sempre più disponibili a basso costo per aziende e privati. Queste tecnologie sono destinate ad evolversi ad un ritmo imprevedibile, in modi imprevedibili e con contenuti imprevedibili. Le loro conseguenze possono influire sui modelli di business e sui processi produttivi; soprattutto, stanno introducendo nuovi modi di relazionarsi con i consumatori e i mercati attraverso canali di coordinamento più efficienti, personalizzati e immediati abilitati dalla tecnologia.

La caratteristica distintiva di questa tecnologia è il suo modo di integrare i processi fisici e le tecnologie digitali come mezzo per rinnovare i modelli organizzativi. Un altro modo per esprimere questo è dire che la produzione è "*smartening up*" lungo una serie di percorsi diversi, sia facendo una pausa o evolvendo dal passato. Le grandi fabbriche stanno cercando di andare oltre le linee di montaggio e sostituirle con "isole" autonome, presidiate da persone e macchine - squadre di lavoratori e robot. Le piccole imprese sfruttano una caratteristica tipicamente italiana dell'economia - il fatto di essere concentrate nei distretti e sono specializzate nella produzione di nicchia - mentre lavorano per combinare l'arte classica con le competenze digitali

3.1 Il lavoro di fronte alla sfida della quarta rivoluzione industriale

Nuove relazioni con i consumatori stanno anche rivoluzionando il modo in cui è organizzata la manodopera. In effetti, alcuni studiosi affermano che le fabbriche intelligenti sono per la personalizzazione di massa mentre che la fabbrica taylorista era per la produzione di massa. Oggi, gli approcci manageriali non possono trarre conforto dal passato; sono tenuti a elaborare soluzioni innovative e sperimentali che favoriscano l'emergere di principi

organizzativi rivoluzionari in grado di rendere l'ambiente produttivo fluido, competitivo ed "umano".

Troppo spesso, tuttavia, le persone affrontano la questione esclusivamente in termini di nuove tecnologie, limitandola al suo rapporto con gli investimenti e la politica industriale e trascurando l'impatto sul mercato del lavoro. Una recente inchiesta investigativa del comitato dell'industria della Camera dei Deputati ha rilevato che "... A differenza del precedente industriale rivoluzione, in cui la tecnologia è andata a lavorare a fianco delle persone per migliorare le attività umane e renderle più produttive, Industry 4.0 rappresenta un paradigma che, anche se in parte, non si limita a lavorare a fianco, ma in alcune attività che sostituiscono gli esseri umani ".

Tale cambiamento tecnologico non è, sembra, neutro in termini di effetti che può avere sulle relazioni sociali ed economiche. Nell'operazione complessa e utopica di calcolare quanti posti di lavoro saranno persi o creati nel quadro di questa nuova rivoluzione, molte persone limitare il dibattito a uno deterministico tra ottimisti e pessimisti. Ciò impedisce solo di decidere cosa fare, perché, in primo luogo, spetta ai responsabili delle politiche pubbliche sapere se i lavoratori che perdono il lavoro - o forse non hanno avuto un lavoro in primo luogo - possano potenzialmente essere assunti come parte di questi nuovi processi produttivi. Questo fa da sfondo all'indagine conoscitiva che l'ufficio presidenziale del Senato ha commissionato all'11 ° Comitato per la sicurezza sociale e il lavoro. L'inchiesta è stata condotta tramite audizioni a cui hanno partecipato attori del mondo degli affari, organizzazioni sociali, istituzioni civili e religiose, che stanno affrontando le sfide della digitalizzazione sul posto di lavoro da una molteplicità di punti di vista.

3.2 Tecnologie e grado di avanzamento tecnologico

A partire dalla seconda metà degli anni '70, una serie di fattori ha contribuito a minare le fondamenta di alcuni dei pilastri su cui si basava la seconda rivoluzione industriale. Gli investimenti in ricerca e innovazione sono stati una reazione - una reazione che ha innescato l'introduzione delle tecnologie dell'informazione nel sistema produttivo, generando un'onda iniziale di digitalizzazione dei processi e robotica industriale. In concomitanza, l'apertura dei mercati internazionali ha innescato la crescita della domanda e avviato il processo di globalizzazione, in definitiva, portando la Cina ad aderire all'Organizzazione mondiale del commercio nel 2001. Il mercato del lavoro basato su percorsi lineari, su una trasmissione generazionale del testimone tra nuovi assunti e pensionati, sfruttando le competenze

specifiche trasmesse dagli istituti tecnici, attingendo al sostegno sociale come strumento per l'intervento quando il mercato fallisce, inizia a entrare in un periodo di crisi.

Tutte le sfide che scaturiscono dalla quarta rivoluzione industriale avvengono quindi sulla scia di un periodo di transizione che va avanti già da alcuni decenni.

Come descritto nei capitoli precedenti la definizione di Industria 4.0 è emersa in Germania come un nuovo paradigma economico in cui la tecnologia serve semplicemente come uno strumento per riconsiderare l'intera economia industriale. Il concetto si basa sull'utilizzo di Internet per i processi produttivi al fine di ottimizzare integrazione e coordinamento a livello di fabbrica e lungo tutta la filiera, fino ai rapporti con i fornitori e, soprattutto, i consumatori.

Il più grande nuovo sviluppo del paradigma è la sua capacità di offrire prodotti personalizzati ("personalizzazione di massa") a un prezzo che consenta di vendere su mercati più ampi. Tutto ciò è possibile grazie a una molteplicità di tecnologie oggi disponibili per le imprese a costi sostenibili. Queste tecnologie includono: CPS (Cyber Physical Systems) che, tramite Iot/IoE rendono possibile assemblare processi flessibili e dinamici pronti ad adattarsi alla domanda dei consumatori; i Big Data generati da tali sistemi, che consentono di monitorare e ottimizzare i processi in tempo reale; e la robotica collaborativa (compresi i dispositivi indossabili e gli esoscheletri), che aiuta a ridurre l'affaticamento dei lavoratori e ad aumentare la loro produttività. Questa è solo una piccola parte della tecnologia che è già disponibile; è probabile che gli sviluppi futuri seguiranno una progressione geometrica. Queste tecnologie sono in grado di rivoluzionare completamente i modelli di business e la qualità della vita, in particolare quando si tratta di relazioni tra imprese e utenti finali, e tra lavoratori e processi produttivi. Le relazioni con i consumatori si sono già estese oltre la fase di progettazione per estendersi all'assistenza post-vendita attraverso la creazione di una connessione continua e relazioni attraverso la rete. Tutto ciò contribuisce alla dematerializzazione della catena produttiva, migliorando ulteriormente le catene del valore globali e internazionalizzando non solo la produzione ma anche i fattori di produzione, a cominciare dal lavoro. La cosa più importante è che siamo parte di un modello economico che contribuisce alla decostruzione dei settori produttivi tradizionali, aumentando le opportunità per le imprese capaci di posizionarsi in nuovi ambienti di mercato, combinando beni e servizi in nuove offerte. La caratteristica distintiva di questa rivoluzione è la sua capacità di rottura abbattere le barriere, siano esse geografiche, settoriali o addirittura le pareti fisiche delle aziende stesse. Questo scenario di interconnessione va oltre il supporto fornito da Internet per estendere la possibilità di contatto tra spazi e mondi che prima erano chiaramente separati e distanti.

3.3 Gli effetti sull'occupazione

È ovvio che in caso di sostituzione del lavoro manuale con robot, macchine e impianti, si parla di disoccupazione strutturale e involontaria. In effetti, si prevede che nei prossimi cinque-dieci anni tutti i lavori ripetitivi e monotoni saranno occupati da robot e molte persone diventeranno disoccupate. In Cina, oltre 60.000 lavoratori sono stati resi disoccupati a maggio 2016, quando Foxconn ha deciso di sostituirli con robot al fine di ridurre le spese di manodopera e rendere più efficiente il luogo di lavoro (Riaga, 2016). Se altre aziende seguissero il modello, potrebbe ritorcersi contro. I disoccupati non hanno potere di guadagno; la mancanza di denaro abbassa la domanda di beni e servizi e, di conseguenza, porta a molti fallimenti. Uno studio dal Regno Unito conferma gli stessi fatti. Si presume che oltre 10 milioni di britannici corrano il rischio di essere sostituiti da robot entro 15 anni. Fino al 30% dei posti di lavoro in Gran Bretagna sono potenzialmente a rischio a causa dell'intelligenza artificiale. Settori come il commercio all'ingrosso e al dettaglio sono in pericolo con circa 2,25 milioni di lavoratori senza lavoro; 1,2 milioni sono in pericolo nella produzione, 1,1 milioni in servizi amministrativi e di supporto e 950.000 in trasporti e stoccaggio. L'istruzione, la salute e l'assistenza sociale sono i settori considerati meno minacciati dai robot perché ci sono compiti che possono essere difficilmente automatizzati. Allo stesso tempo, si prevede che le donne non siano in pericolo come gli uomini che tendono a lavorare principalmente nel settore sanitario, educativo e sociale (Elliott, L., 2017). Allo stesso modo, Martin Ford ha analizzato l'impatto dei sistemi informatici e dei computer sull'occupazione umana e ha tratto conclusioni interessanti. Afferma che l'intelligenza artificiale, le macchine automatiche e i programmi software non riguarderanno più principalmente i lavoratori con bassi salari e non istruiti, ma entreranno anche in quelle posizioni lavorative che si aspettano studi e istruzione. Allo stesso tempo, quelle persone istruite universitarie saranno in grado di esibirsi in analisi sofisticate e di processo decisionale. È giunto alla conclusione che il risultato di questo sviluppo sarà probabilmente la disoccupazione strutturale, che sicuramente colpirà la forza lavoro in quasi tutte le posizioni lavorative da lavoratori senza diplomi a coloro che hanno studiato e ha raggiunto la laurea (Ford, 2009). A causa di questa rivoluzione, anche il settore bancario è in pericolo. L'amministratore delegato di Deutsche Bank mette in guardia sull'impatto della tecnologia che farà perdere il lavoro al personale quando i robot

prenderanno il sopravvento. In futuro, il settore bancario non avrà bisogno di tante persone quante oggi. D'altra parte, l'automazione potrebbe portare a miglioramenti nei posti di lavoro. Ad esempio, ci vuole un contabile da tre a quattro settimane per produrre un account. Se una macchina potesse farlo più velocemente, i contabili potrebbero invece concentrarsi sull'analisi dei risultati (Treanor, J., Kollewe, J., 2017). D'altra parte, le aziende tedesche hanno l'approccio contrario. La Germania è uno tra i paesi più digitalizzati con 200.000 robot a disposizione; tuttavia, il livello di disoccupazione ha raggiunto solo il 6% nel 2016. Ovviamente, la domanda di lavoratori qualificati è cambiata; ci si aspetta che i lavoratori acquisiscano nuove competenze e debbano conoscere le procedure e i cambiamenti moderni. La fabbrica più moderna di Siemens EWA ad Amberg, ad esempio, ha aumentato la sua produzione quasi 7 volte grazie alla robotizzazione e ha raggiunto l'accuratezza del 99,9996%, che è il record mondiale in imprese comparabili. Rilevante è che il numero del suo staff di 1.100 non è cambiato molto; hanno solo cambiato la descrizione del lavoro. Invece di mettere insieme i computer, si concentrano sullo sviluppo, sulla progettazione e sulla pianificazione della produzione (Jurina, 2009).

3.4 IBM Watson e il cambiamento delle organizzazioni aziendali

In questo contesto di sviluppo ipertecnologico si inserisce perfettamente il supercomputer Watson (Figura 9), che prende il nome dal fondatore di Ibm Thomas J. Watson e progettato nell'ambito del costoso progetto denominato "DeepQA" condotto da un team di ricercatori guidati da David Ferrucci e costituito da un avanzato sistema di intelligenza artificiale in grado di rispondere a domande espresse in un linguaggio definito naturale.

Il progetto nasce da un'idea di Charles Lickel, capo ricerca in Ibm, quando nel 2004 ipotizza di realizzare un computer che possa sfidare i campioni del famoso quiz televisivo Jeopardy sulla scia di quanto fatto nel 1997 con la vittoria di Deep Blue sul campione del mondo di scacchi.

Nonostante le difficoltà iniziali a formare un team che volesse cimentarsi in una sfida ben più complessa rispetto a quelle passate, il progetto partì l'anno successivo e dopo numerosi tentativi nel migliorare le capacità del sistema che doveva essere in grado di rispondere a centinaia di domande diverse nei campi più disparati, nel 2011 Watson riuscì a battere i campioni del gioco aggiudicandosi anche il primo premio da 1.000.000\$. Da questa esperienza Ibm decise di continuare lo sviluppo di questo promettente progetto, sostenendo che la tecnologia alla base di Watson costituisce un importante sviluppo nel settore

informatico e che l'obiettivo principale era quello di realizzare sistemi che siano in grado di interagire con il linguaggio naturale, recependo le domande che vengono poste e rispondendo in maniera comprensibile per gli umani, comprendendo l'enorme potenziale e le possibilità di applicazione soprattutto in settori ad alta densità di informazioni come quello finanziario, istituzionale e delle telecomunicazioni.



Figura 9 IBM Watson

Le caratteristiche tecniche sono rivoluzionarie, raggiunge una velocità di calcolo di 80 Teraflop (trilioni di operazioni al secondo) che lo pone a circa metà classifica dei Top 500 Supercomputers ed ha accesso a novanta server con un archivio di 200 milioni di pagine di informazioni che elabora utilizzando 6 milioni di regole logiche.

Le fattispecie in cui può essere impiegato Watson sono praticamente infinite, diverse imprese lo stanno attualmente impiegando per migliorare il proprio business nei campi più disparati, illustriamo alcuni esempi:

- Finanza: principalmente impiegato nelle attività di QA, fornisce consigli finanziari ed un aiuto nella gestione dei rischi mettendo a disposizione delle aziende strumenti come Watson Engagement Advisor, utilizzato con successo da New Zealand Global Banking.
- Legale: start-up come Ross Intelligence Inc. utilizzano Watson per rispondere a domande in materia utilizzando l'avanzato sistema di PNL e restituire una risposta soddisfacente citando la pertinente legislazione. In questo senso è utilizzato anche da alcuni enti governativi come l'agenzia delle entrate di Singapore per quesiti in ambito fiscale.

- **Assicurativo:** la compagnia giapponese Fukoku dal 2017 lo impiega per calcolare rapidamente i risarcimenti da erogare ai propri clienti, analizzando il tempo di degenza in ospedale e le cartelle cliniche. Con questa soluzione riesce a coprire il lavoro di ben trentaquattro impiegati.
- **Commercio:** consiglia ai clienti l'acquisto di prodotti altamente personalizzati in base alle loro esigenze e preferenze come quanto fatto da The North Face, ma anche nel settore del turismo online dove WayBlazer ha creato un Discovery Engine che utilizza Watson per raccogliere e analizzare i dati e proporre ai clienti le migliori offerte in tema di viaggi e servizi aggiuntivi.
- **Marketing:** l'intelligenza artificiale di Watson permette alle aziende di automatizzare le attività pubblicitarie, ottenere informazioni più precise sui clienti e fornire messaggi personalizzati in real-time, operando efficacemente *una customer experiences optimization* meglio di altri software in commercio.

Le applicazioni sono praticamente infinite e ancora in fase di sviluppo, una delle più rilevanti è quella nel settore della salute dove Watson sta dimostrando di essere un valido aiuto nel trattamento di diverse patologie.

3.4.1 Un Robot a lavoro

Nel nuovo contesto di Watson, però, nuovi e diversi attori entrano nel mercato, come avvocati non umani, servizi dati e contabili, e offrono nuove risorse da integrare. Deloitte, per assistere i suoi clienti, ha implementato ROSS. ROSS Intelligence Robot è un "avvocato Watson" programmato per leggere e comprendere il linguaggio degli avvocati, per ipotizzare, fare ricerche su casi simili e ottenere una risposta, è anche in grado di apprendere con esperienza e migliorare la sua velocità di esecuzione nel tempo. ROSS è addestrato a tenere traccia degli sviluppi legislativi in relazione alle questioni legali e a inviare notifiche con qualsiasi aggiornamento legale pertinente. Utilizzando Watson machine Learning, ROSS identifica le recidive o le deviazioni dalla norma, trovando il filo comune che lega insieme un numero esorbitante di documenti (Figura 10). Esso è in grado di fornire una rapida panoramica di quali sono le principali analisi legali discusse all'interno del caso in quanto riguardano la query. "Fai le tue domande in inglese semplice, come faresti con un collega, e poi ROSS esamina l'intero corpus legale e ti dà una risposta contenente una citazione e letture a tema

delle leggi, del background legale e delle fonti secondarie per farti muovere velocemente. Controlla inoltre la sfera legale senza interruzioni per informarti di eventuali nuovi verdetti che potrebbero influenzare il tuo caso⁵ "(Intervista 1, Andrew Arruda, CEO di Ross Intelligence).

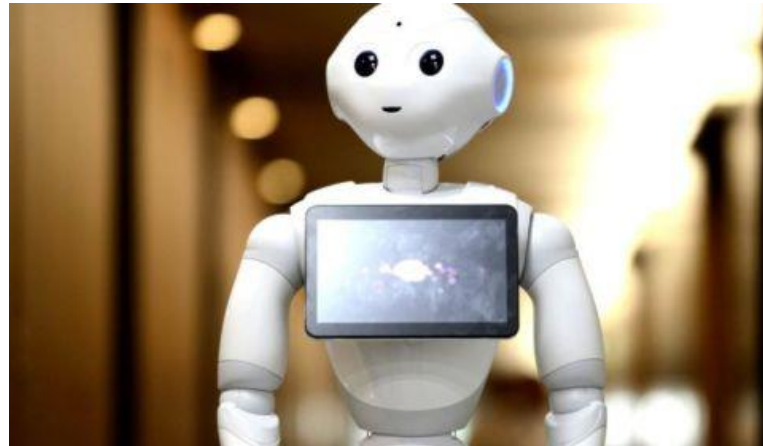


Figura 10 Ross Intelligent (Wikipedia)

Basato su IBM Watson Analytics, Ernst And Young ha sviluppato l'applicazione EY Advisory per il supporto della contabilità lease. L'analisi tradizionale della contabilità di leasing è stata prodotta utilizzando la revisione umana. L'applicazione IBM Watson può consentire l'analisi di un numero maggiore di documenti di leasing nel più breve tempo possibile. L'applicazione EY Advisory è in grado di intrecciare conoscenze, dati e generare nuove informazioni. Ciò consente agli attori di esaminare dati sufficienti per valutare meglio dove risiedono i rischi della riesposizione. "Recentemente abbiamo utilizzato tecnologie di *deep learning* per imparare da sette anni di rendiconti finanziari attraverso sei algoritmi di apprendimento automatico. Questo ci ha permesso di esaminare dati sufficienti per valutare meglio dove risiedono i rischi di *restatement*. L'intelligenza artificiale consente di prevedere dove potrebbero verificarsi i rischi futuri e consentire ai team di revisione di rivedere e perfezionare il loro approccio"⁶. "(Intervista 2, Jeanne Boillet, EY Global Assurance Innovation). Analizzando automaticamente i dati attraverso l'apprendimento approfondito, gli analisti acquisiscono una visione più completa del rischio, sviluppano capacità predittive e possono facilmente condividere informazioni con i clienti. Inoltre, la soluzione di robotica software di PwC utilizza la capacità di Watson di replicare attività e processi eseguiti dagli esseri umani. Attraverso la soluzione di robotica software di PwC, PwC fornisce consulenza

⁵ Intervista 1, Andrew Arruda, CEO di Ross Intelligence

⁶ Intervista 2, Jeanne Boillet, EY Global Assurance Innovation.

su questioni chiave quali l'impatto del rischio e della regolamentazione, il crimine finanziario, le innovazioni nelle tecnologie mobili e digitali, nonché il volto mutevole del cliente. PWC utilizza l'abilità di Watson per progettare ed eseguire la trasformazione del business e per apportare il massimo valore ai clienti. "Questo sindacato crea una nuova categoria nel campo della consulenza. Abbiamo unito due organizzazioni con competenze e culture complementari e condividiamo la visione di fondere la conoscenza e la tecnologia del business in un modo che possa avvantaggiare in modo significativo i risultati del cliente" ⁷(Intervista 3, Ginni Rometty, Direttore generale IBM, Servizi di consulenza aziendale). KPMG utilizza specificamente i servizi forniti da IBM Watson. Questi servizi si concentrano sulle loro pratiche di revisione e assicurative. L'integrazione di IBM Watson in queste pratiche ha permesso alla tecnologia di gestire grandi quantità di dati relativi a informazioni finanziarie e non finanziarie. Attraverso l'uso delle capacità cognitive di Watson Iot Consulting, KPMG analizza volumi molto più grandi di dati strutturati e non strutturati relativi alle informazioni finanziarie di un'azienda. L'obiettivo di KPMG è aiutare professionisti e clienti a ottenere nuove informazioni da informazioni aziendali importanti. La tecnologia cognitiva consente di analizzare una più ampia percentuale di dati, fornendo ai professionisti di KPMG la possibilità di ottenere informazioni approfondite sulle operazioni finanziarie e aziendali di un cliente. Allo stesso tempo, i processi cognitivi consentono agli auditor di concentrarsi su attività di valore più elevato, tra cui fornire ulteriori informazioni sui rischi e altri risultati correlati. "Includere la tecnologia cognitiva con le capacità innovative di KPMG, solide metodologie e processi e oltre 100 anni di storia di eccellenza è una vera svolta che sottolinea il nostro impegno a rafforzare la fiducia nei mercati dei capitali" ⁸ (Intervista 4, Lynne Doughtie, CEO di KPMG) Accenture genera nuovi profitti per tutti gli attori tramite Oracle Adaptive Intelligent Applications basato sull'apprendimento automatico di Watson. Le applicazioni Oracle sono in grado di acquisire profili di dati contestuali dai dati e combinarli con dati di terze parti utilizzando i dati come un servizio.

3.4.2 Watson, creazione di valore per gli attori di mercato

Nell'ambito della rivoluzione 4.0 si assiste ad un cambiamento dirompente del mercato e del rapporto con i clienti generato dall'affermazione ed evoluzione di IoT, Big Data e Intelligenza

⁷ Intervista 3, Ginni Rometty, Direttore generale IBM, Servizi di consulenza aziendale

⁸ Intervista 4, Lynne Doughtie, CEO di KPMG

Artificiale che rappresentano sia fondamenti ma anche strumenti indispensabili con cui sfruttare le potenzialità di Watson.

Cambia quindi il modo di progettare e realizzare prodotti e servizi, ma soprattutto il modo con cui questi vengono messi a disposizione dei clienti.

Con lo sviluppo dei sistemi cognitivi come Watson, IBM è riuscita a creare soluzioni specifiche per ogni settore o tipologia di business, fornendo un volano per la crescita delle piccole e medie imprese che utilizzando funzionalità di analytics e servizi cognitivi per gestire i dati, sono in grado di migliorare la produzione, fornire adeguati strumenti per il customer engagement con un sistema tecnologico integrato che tramite la disponibilità in cloud di appositi software riunisce le attività di Marketing assistite da funzionalità di analisi predittiva, attività commerciali con sistemi di intelligence sequencing, anomaly detection e order optimization, e attività della Supply Chain che tracciano l'intera catena di distribuzione e consegna.

Una particolare preoccupazione del mercato del lavoro è la minaccia della disoccupazione avvertita da milioni di lavoratori a seguito della diffusione degli ampi fenomeni di automatizzazione dovuti in buona parte da forme di intelligenza artificiale come Watson, in realtà come accaduto nelle rivoluzioni industriali dei secoli scorsi assistiamo ad una trasformazione, dove la tecnologia è in grado di fornire un supporto intelligente a professionisti senza necessariamente sostituirli, ma liberando questi dai compiti tradizionali analogici e routinari, permettendo di concentrarsi sugli aspetti critici dove la componente umana non è attualmente sostituibile e quindi creando assoluto valore.

Infatti è empiricamente dimostrato che lo sviluppo tecnologico in generale, e i processi di automazione in particolare, hanno sempre assunto un ruolo di complemento all'attività umana, per poi sostituire nel lungo termine occupazioni dequalificate permettendo ai lavoratori di formarsi e cimentarsi in professioni altamente specializzate che si traducono in un aumento dei salari e dei consumi dei lavoratori, con un contestuale aumento della produzione e distribuzione della ricchezza complessivamente in circolazione nel sistema economico.

I clienti da parte loro beneficiano di un aumento senza precedenti dell'offerta di prodotti e servizi ad alto contenuto di valore che, contestualmente alla generalizzata riduzione dei costi, producono l'effetto di aumentare l'accessibilità alle nuove tecnologie per i consumatori di tutte le classi sociali con un contestuale miglioramento del benessere a livello globale; le soluzioni rese possibili dalle sconfinite possibilità di applicazione di Watson per migliorare il business delle aziende, per supportare i medici nella fornitura di un'assistenza sanitaria di

migliore qualità e a costi inferiori, e l'impiego ai diversi livelli delle amministrazioni pubbliche per garantire maggiore sicurezza e servizi più efficienti ai propri cittadini, stanno indiscussamente apportando un valore senza precedenti in tutti i settori e a tutti i livelli sociali ed economici.

Conclusioni

In conclusione il lavoro di tesi presentato si propone di capire l'importanza dell'innovazione con un'analisi a tutto tondo di tutti gli aspetti positivi e negativi per la comunità, i consumatori e l'impresa. È impossibile prevedere quale sarà lo sviluppo futuro e capire come verranno utilizzati questi dispositivi innovativi. Sicuramente i campi di applicazione sono molteplici e in ognuno di essi si aprono infinite possibilità di miglioramento per la nostra società. Il quadro messo in luce evidenzia l'importanza assoluta delle nuove tecnologie ponendo un focus particolare sulle capacità comprensione del linguaggio naturale e sull'evoluta intelligenza artificiale di Watson, l'impiego determina prospettive di crescita che sono incalcolabili come i benefici attuali e attesi in tutti i settori.

Si assiste quindi ad una vera e propria rivoluzione che sta mettendo in discussione ogni aspetto sociale ed economico, modelli di business delle aziende, fornitura dei servizi, abitudini di vita dei consumatori, incertezza per i lavoratori, tutte fattispecie di cui le evoluzioni future possono essere solo immaginate, ma che a causa della natura dirompente delle innovazioni in questione non possono in alcun modo essere definite con certezza.

Il cambiamento investirà sempre più settori e attività che già oggi stanno perdendo i loro tradizionali confini che vediamo assottigliarsi a fronte di una ridefinizione degli stessi in un'ottica 4.0, nasceranno nuove professioni, nuovi strumenti e nuove modalità con cui soddisfare gli esigenti bisogni dei clienti, assistendo quindi ad un processo di distruzione creativa che lascia aperti forti interrogativi sulla futura convivenza uomo-macchina.

Bibliografia

Alessandro Rezzani (2016), *"Big Data, Architettura, tecnologie e metodi per l'utilizzo di grandi basi dati"*, Maggioli Editore.

Anderson, F. W., & Fuller, K. R. (2012). Rings and categories of modules (Vol. 13). Springer Science & Business Media.

Annalisa Mangone e Tatiana Mazali (2016), "Industria 4.0, uomini e macchine nella fabbrica digitale", Guerini e Associati.

Bauman, A., Thilmany, D., & Jablonski, B. B. (2017). Evaluating scale and technical efficiency among farms and ranches with a local market orientation. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 1-9.

Bloem, R., Chatterjee, K., Greimel, K., Henzinger, T. A., Hofferek, G., Jobstmann, B., ... & Könighofer, R. (2014). Synthesizing robust systems. *Acta Informatica*, 51(3-4), 193-220.

Bonazzi, G. (2007). *Storia Del Pensiero Organizzativo* (Vol. 367). Francoangeli.

Brooks, B. P., Abbott, R., Abbott, T. D., Abernathy, M. R., Acernese, F., Ackley, K., ... & Adya, V. B. (2016). Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. *Physical review letters*, 116(6), 061102.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work. Progress, and.*

Calenda Carlo (2016), *Industria 4.0 presso la Camera dei Deputati*, Ministero dello Sviluppo Economico, 15 giugno 2016, Roma.

Chen, Heyer, Ibbotson, Salonitis, Steingrímsson, Thiede (2015), Direct Digital manufacturing: definition, evolution, and sustainability implications, *Journal of Cleaner Production* 107.

Columbus, L. (2016). Roundup of cloud computing forecasts and market estimates, 2016. *Forbes*.

Elliott, L., 2017. Millions Of Uk Workers At Risk Of Being Replaced By Robots, Study Says. [Online] Available At: <https://www.theguardian.com/technology/2017/mar/24/millions-uk-workers-risk-replaced-robots-study-warns>, Accessed 11 September 2017].

Evans, D. (2011). The internet of things: How the next evolution of the internet is changing everything. CISCO white paper, 1(2011), 1-11.

Fiandese Giuseppe (2015), Fabbrica 4.0: la quarta rivoluzione industriale, “Informatica e Documentazione”, PubbliScienze.

Fondazione Make in Italy (2015), Il 1° Rapporto sull’impatto delle tecnologie digitali nel sistema manifatturiero italiano, ottobre 2015, Milano, a cura di Fondazione Nord-Est e Prometeia.

Ford, M., 2009. The Lights In The Tunnel. Usa: Acculant Publishing. [Online] Available At: <<https://ieet.org/archive/lightstunnel.pdf>>.

Geisberger, E., & Broy, M. (Eds.). (2015). Living in a networked world: Integrated research agenda Cyber-Physical Systems (agendaCPS). Herbert Utz Verlag.

Gilchrist, A. (2016). Industry 4.0: the industrial internet of things. Apress.

Gupta, P., & Kumar, P. R. (2000). The capacity of wireless networks. IEEE Transactions on information theory, 46(2), 388-404.

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on (pp. 3928-3937). IEEE.

Huang, X., Zeng, Z., & Zhang, H. (2013). Metal dichalcogenide nanosheets: preparation, properties and applications. Chemical Society Reviews, 42(5), 1934-1946.

Intel Review (2014) “*What Happens in an internet Minute?*”.

Isabella Corradini (2017), “*Internet delle cose, Dati sicurezza e reputazione*”, Franco Angeli Editore.

Jazdi, N. (2014, May). Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on (pp. 1-4). IEEE.

Jurina, L., 2017. Nemecký Industrie 4.0 Inšpiruje Vyspelý Svet. Trend, 25. Pp.10-11

Klous, S., & Wielaard, N. (2016). We are Big Data: The Future of the Information Society. Springer.

Klous, S., & Wielaard, N. (2016). We are Big Data: The Future of the Information Society. Springer.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, 6(4), 239-242.

Lemaire, P. (2010). Cognitive strategy variations during aging. Current Directions in Psychological Science, 19(6), 363-369

Lose Jobs To Automation <https://www.theguardian.com/business/2017/sep/06/deutsche-bank-boss-says-big-number-of-staff-will-lose-jobs-to-automation> [Accessed 10 September 2017].

Magone, A., & Mazali, T. (Eds.). (2016). Industria 4.0. Uomini e macchine nella fabbrica digitale. goWare & Guerini e Associati SpA.

Magone, A., & Mazali, T. (Eds.). (2016). Industria 4.0. Uomini e macchine nella fabbrica digitale. goWare & Guerini e Associati SpA.

Magone, A., & Mazali, T. (Eds.). (2016). Industria 4.0. Uomini e macchine nella fabbrica digitale. goWare & Guerini e Associati SpA.

Marco Zaganella (2017), "Le Trasformazioni del lavoro e della formazione continua", Franco Angeli Editore.

Marr, P. C., & Marr, A. C. (2016). Ionic liquid gel materials: applications in green and sustainable chemistry. Green Chemistry, 18(1), 105-128.

McAfee Labs (2015).

Mell, E., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing (Publication No. 800-145).

Mourtzis, D., Vlachou, E., Xanthopoulos, N., Givvehchi, M., & Wang, L. (2016). Cloud-based adaptive process planning considering availability and capabilities of machine tools. *Journal of Manufacturing Systems*, 39, 1-8.

Petrini, T. Industrializzazione di una famiglia di componenti meccanici secondo i principi dell'industria 4.0 (Doctoral dissertation).

Riaga, O., 2016. Unemployment in the age of Industry 4.0 – What would you want to become if you didn't have to work? [online] Available at: [Accessed 10 September 2017].

Sesto Vicoli (2015), “*Verso un manifatturiero italiano 4.0*”, Guerini Editore.

Treanor, J., Kollwe, J., 2017. Deutsche Bank Boss Says 'Big Number' Of Staff Will

Turner, C. J., Hutabarat, W., Oyekan, J., & Tiwari, A. (2016). Discrete event simulation and virtual reality use in industry: New opportunities and future trends. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 46(6), 882-894.

Wessels, J., Dawidowsky, F., Tiedemann, S., Röhrle, K., Buscemi, M., & Schill, D. (2017). U.S. Patent No. 9,792,616. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Wuest, J., & Merritt-Gray, M. (2016). Beyond survival: Reclaiming self after leaving an abusive male partner. *Canadian Journal of Nursing Research Archive*, 32(4).

Yang, G. Z., Cambias, J., Cleary, K., Daimler, E., Drake, J., Dupont, P. E., ... & Santos, V. J. (2017). Medical robotics—Regulatory, ethical, and legal considerations for increasing levels of autonomy. *Sci. Robot*, 2(4), 8638.